Т. Я. АШИХМИНА

КОМПЛЕКСНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Министерство природных ресурсов Российской Федерации
Правительство Кировской области
Комитет природных ресурсов по Кировской области
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
Вятский государственный педагогический университет

Т.Я. Ашихмина

КОМПЛЕКСНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Киров
2002

УДК 577.4 + 623.459.004.74
ББК 68.69
А 98

Печатается по решению редакционно-издательского совета Вятского государственного педагогического университета

А 98 **Ашихмина Т.Я.** Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. – Киров: Вятка, 2002. – 544 с.

ISBN 5-85271-036-9

В работе изложены научно-методологические основы организации комплексного экологического мониторинга в зонах воздействия объектов хранения и уничтожения химического оружия. На примере объектов хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» разработана программа, обоснована система показателей, пространственная структура сети мониторинга, периодичность наблюдений и методы исследований по трем подсистемам – производственному контролю, экологическому мониторингу окружающей природной среды, мониторингу здоровья.

Данная работа предназначена для специалистов природоохранных служб, органов здравоохранения региона, осуществляющих контроль за природоохранной деятельностью объектов уничтожения химического оружия, санитарно-эпидемиологический надзор за состоянием здоровья населения, проживающего вблизи арсенала ХО и ОУХО. Основополагающие идеи и подходы данной монографии, могут быть использованы для разработки программ и организации системы комплексного экологического мониторинга объектов уничтожения химического оружия в других регионах.

Рецензенты:
доктор биологических наук Б.А. Рудой (НИИ микробиологии МО РФ, г. Киров);
доктор химических наук С.В. Хитрин (Вятский государственный университет, г. Киров);
доктор технических наук В.Д. Назаров (научный консультант Российского агентства по боеприпасам)

ISBN 5-85271-036-9

© Т.Я. Ашихмина, 2002
© Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВГПУ, 2002

ВВЕДЕНИЕ

Уничтожение химического оружия, одного из трех основных типов оружия массового поражения людей – необходимое, важное и чрезвычайно ответственное мероприятие, организация которого выходит далеко за рамки компетенции отдельного региона, на территории которого оказались размещенными арсеналы химических боеприпасов. Оно должно предусматривать как решение сложнейших организационных и технических задач по уничтожению накопленных запасов отравляющих веществ (ОВ), так и целого комплекса вопросов по восстановлению экологического благополучия территорий, на которых ранее разрабатывалось, производилось, испытывалось, хранилось и уничтожалось химическое оружие (ХО).

Организация процесса уничтожения химического оружия требует решения комплекса научных проблем и проведения практических мероприятий в шести регионах Российской Федерации (Саратовская, Курганская, Кировская, Брянская, Пензенская области и Удмуртская Республика), на территориях которых хранится в общей сложности более 40 тыс. т отравляющих веществ.

Определенные трудности в плане обеспечения всестороннего научного анализа данной проблемы и обоснования комплексного подхода к решению возникающих при ее решении задач связаны с тем обстоятельством, что до недавнего времени все сведения о разработке, испытании, производстве и хранению химического оружия в нашей стране были строго закрытыми.

Завеса секретности начала рассеиваться в январе 1993 года, когда проходившие в течение нескольких лет в Женеве многосторонние международные переговоры завершились принятием Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и его уничтожении [1]. Конвенция была подписана 130 странами. Россия подписала Конвенцию 13 января 1993 г., ратифицировала 5 ноября 1997 г. и вошла в число полноправных участников с 5 декабря 1997 г. Согласно принятым международным обязательствам, Россия должна была в течение 10 лет уничтожить все свои запасы ХО. Поскольку все арсеналы ХО в России находятся в довольно плотно населенных местах преимущественно в европейской зоне страны, одним из обязательных условий этого процесса является обеспечение отсутствия вредного воздействия самих ОВ и продуктов их утилизации на население и окружающую природную среду.

Вопросами обеспечения безопасности уничтожения химического оружия в Российской Федерации в настоящее время занимается ряд министерств и ведомств: Министерство обороны, Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Российском агентстве по боеприпасам, Федеральное управление медико-биологических и экстремальных проблем при Минздраве, Роскомхимнефтепром, Госсанэпиднадзор России, Министерство природных ресурсов, Госгортехнадзор, а также их специализированные научно-исследовательские институты.

Пути решения данной проблемы обозначены в документах Правительства РФ [2–8]. Российским Правительством 21 марта 1996 года принята Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации», которая в соответствии с Указом Президента РФ от 13 апреля 1996 года приобрела статус Президентской Программы [2]. Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 июля 2001 г. № 510 уточнены мероприятия, сроки, ресурсы, исполнители и соответственно этому утвержден текст новой Федеральной программы уничтожения химического оружия в РФ. С 6 мая 1997 года вступил в силу Федеральный закон «Об уничтожении химического оружия» [3], а с 5 ноября этого же года Федеральный закон «О ратификации Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении» [4]. Тем самым было в основном завершено формирование общей правовой базы для проведения в нашей стране мероприятий по уничтожению химического оружия.

Проблемы уничтожения химического оружия, пути их решения стали активно обсуждаться в открытых научных публикациях отечественных ученых, специалистов-практиков, а также в зарубежной литературе. В период 1993–1995 гг. в свет вышли три специальных выпуска Российского химического журнала Российского химического общества имени Д.И. Менделеева, посвященные различным аспектам хранения и уничтожения ХО [9]. В 1997–1998 гг. по линии ВИНИТИ было издано два информационных выпуска «Химическое оружие. Экологические проблемы уничтожения» [10]. С 1999 года выпускается новое издание ВИНИТИ, посвященное вопросам химического разоружения «Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия» [11]. Наряду с официальными изданиями появились отдельные монографии, книги, пособия, научные статьи, опубликованы материалы Публичных слушаний и научных конференций [12–19].

Анализ литературы по различным аспектам химического разоружения позволяет сделать вывод о том, что одной из наименее проработанных и, в то же время, одной из наиболее важных и имеющих принципиальное значение сторон этой проблемы является обеспечение технологической и экологической безопасности процессов уничтожения высокотоксичных боевых отравляющих веществ [20–68]. Решение этой задачи требует детального рассмотрения вопросов обоснованности выбора технологий уничтожения ОВ, технического и конструкторского их обеспечения, научно обоснованных прогнозов риска аварийных ситуаций на всех этапах реализации программы уничтожения ХО и комплекса мероприятий по их предупреждению и ликвидации последствий.

Не разработанной в научном, методологическом и методическом плане остается и такая проблема обеспечения экологической безопасности населения и окружающей природной среды при уничтожении химического оружия, как организация системы экологического мониторинга.

Справедливости ради следует отметить, что работа в этом направлении за последние годы несколько активизировалась, принят ряд важных документов нормативного характера [69–75]. Проблемы обеспечения экологической без-

опасности при уничтожении химического оружия, организации экологического мониторинга, стали предметом научного анализа [76–91]. Обязательность мониторинга окружающей природной среды и здоровья населения, проживающего и работающего в зонах защитных мероприятий, предписана Статьей 12 Федерального закона РФ «Об уничтожении химического оружия», Федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации», определена Временным руководством по обеспечению экологической безопасности уничтожения химического оружия ВС РФ [92].

Тем не менее, следует отметить, что до настоящего времени отсутствуют достаточно глубоко проработанные научно-обоснованные принципы, подходы, приоритеты и механизмы организации системы контроля за состоянием природной среды в зонах хранения и уничтожения боевых отравляющих веществ, что и обусловливает необходимость разработки научно-методологических основ системы комплексного экологического мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия.

В работе изложены концептуально-методические подходы к организации системы комплексного экологического мониторинга и научно-методологические основы управления данной системой.

Методологические основы комплексного экологического мониторинга ОУХО опираются на фундаментальные работы по контролю за состоянием окружающей среды и организации экологического мониторинга И.П. Герасимова (1975, 1977), Ю.А. Израэля (1980, 1984), Н.Ф. Реймерса (1992), К.Я. Кондратьева, А.К. Фролова (1996), Р. Уиттекера (1980); по биоиндикации экосистем – Р. Шуберта (1988), Э.А. Штиной (1976, 1998), В.В. Снакина (1992), В.М. Захарова (2000), И.Н. Лозановской (1998), Б.М. Миркина, Г.С. Розенберга (1978); по нормированию загрязнения природных сред – Б.И. Кочурова (1984), Д.А. Криволуцкого (1987, 1988), Е. Л. Воробейчика (1994); по аэрокосмическому мониторингу – Б.В. Виноградова (1976, 1984, 1993), А.В. Садова (1978, 1988, 1990) [17–19, 73–75].

Экологический мониоринг ОУХО рассматривается не как простая суммаиин его подсистем, а как комплексная система, объединенная едиными принципами, подходами, методами и средствами система, включающая в себя взаимно дополняющие друг друга подсистемы производственного (объектового) контроля, экологического мониторинга окружающей природной среды и мониторинга здоровья.

Выполнение всего комплекса задач, предусмотренных программой комплексного экологического мониторинга, позволит поддерживать на определенном уровне методы и средства по контролю за источниками воздействия объекта уничтожения химического оружия на окружающую среду и выявление реакции (отклика) объектов живой природы, в том числе и человека, на эти воздействия, обеспечит информационную поддержку в подготовке и принятии управленческих решений по охране природы и здоровья человека, регулированию и восстановлению качества окружающей среды на территориях, где необходимо уничтожить значительные запасы боевых отравляющих веществ.

В настоящей работе обобщены результаты исследований по разработке системы комплексного экологического мониторинга, выполненных под руководством и при непосредственном участии автора, по научным договорам и контрактам Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия при Российском агентстве по боеприпасам, Министерства природных ресурсов РФ, Комитета природных ресурсов по Кировской области.

Работа выполнена в лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и Вятского государственного педагогического университета, коллектив которой участвовал в разработке материалов по технико-экономическому обоснованию проекта строительства объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский», оценке воздействия на окружающую среду, выявлению и обследованию экологического состояния мест бывшего хранения и уничтожения химического оружия. Данные материалы использованы во второй главе монографии при описании экологического состояния окружающей природной среды в районе хранения и планируемого строительства объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский».

Автор выражает глубокую признательность В.М. Малых зам. Председателя Правительства Кировской области, В.П. Капашину (Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия), Ю.Б. Королькову, В.М. Трегубову (СОЮЗПРОМНИИПРОЕКТ), А.В. Толстых (РОСТ), В.Г. Деньгину, В.П.Пересторонину (Комитет природных ресурсов по Кировской области), Л.П. Абросимовой (ЦГСЭН), Н.В.Цивову (Департамент по охране окружающей среды и природопользованию Кировской области) за предоставленную возможность выполнения на базе лаборатории научно-исследовательских работ в рамках Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в РФ»; а также всему коллективу лаборатории биомониторинга ВГПУ, и в особенности: Г.Я. Кантору, Л.А. Зубаревой, В.М. Тимонюк, Л.В. Кондаковой, А.Л. Богачеву, А.Н. Васильевой, А.С. Ситякову, М.А. Зайцеву, И.И. Хитриной, Г.М. Алалыкиной, Т.М. Киселевой, О.Д. Ложеницыну, И.Л. Ожегиной, а также специалистам органов здравоохранения, Е.В. Дабах, А.М. Гущиной (ВГСХА), В.Г. Сенниковой, Т.А. Семаковой (ЦГСЭН), А.П. Онучину (ЦГСМ) В.И. Машкину, А.П. Савельеву, А.А. Сергееву, А.Н. Соловьеву, Т.Г. Шиховой (ВНИИОЗ), А.П. Лемешко, В.В. Захарову, А.И. Холкиной, Д.В. Дудину (ВятНТИЦ мониторинга и природопользования), В.Н. Молодкину (Агрохимцентр «Кировский»), А.Ф. Труфанову (Волго-Вятский центр прикладной биотехнологии), В.П. Маношкину (ИМИ микробиологии МО РФ) за методическую и консультационную помощь по оценке воздействия показателей системы ОУХО на окружающую среду, определению параметрических и временных показателей системы комплексного экологического мониторинга, за участие в полевых экспедиционных исследованиях, в оформлении картографического материала.

Глава 1
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

1.1. Состояние запасов химического оружия в России и проблемы его хранения

1.1.1. Характеристика запасов химического оружия в России

Более 25 стран мира разрабатывали и в настоящее время хранят химическое оружие (ХО) [93]. На долю России приходится около 40% мировых запасов химического оружия, которые представляет собой боеприпасы и устройства авиации, ракетных войск и артиллерии в снаряжении отравляющими веществами, а также отравляющие вещества (ОВ), хранящиеся в емкостях [2].

По своим качественным характеристикам и составу запасы химического оружия делятся на две группы:

– запасы отравляющих веществ кожно-нарывного действия (иприт, люизит и их смеси), хранящиеся в крупнотоннажных емкостях, стационарно установленных на объектах хранения;

– запасы фосфорорганических отравляющих веществ нервно-паралитического действия (зарин, зоман, Vx), хранящиеся в различных видах боеприпасов, в том числе многокассетных.

Из общего количества запасов отравляющих веществ на долю химического оружия кожно-нарывного действия приходится 7,7 тыс. т, в то время как основное количество запасов ХО (32,3 тыс. т) представляют фосфорорганические вещества нервно-паралитического действия.

Все запасы российского химического оружия размещены на семи объектах, расположенных в шести регионах страны: Саратовская обл. – п. Горный, Курганская обл. – п. Щучье, Брянская обл. – г. Почеп, Пензенская обл. – п. Леонидовка, Удмуртская республика – г. Камбарка и п. Кизнер, Кировская обл. – п. Мирный (разъезд Марадыковский) [2, 10, 11, 20].

Арсеналы хранения ОВ в Кировской, Брянской, Пензенской, Курганской областях и в п. Кизнер Удмуртской республики сходны как по видам ОВ, так и по количеству. Здесь хранятся в основном фосфорорганические ОВ и лишь в небольших количествах люизит в п. Кизнер, смесь иприта с люизитом на Марадыковском арсенале.

На складах в п. Горный Саратовской обл. и г. Камбарка Удмуртской республики хранятся только ОВ кожно-нарывного действия – люизит, иприт, смесь иприта с люизитом. Эти запасы составляют 18,8% суммарного количества химического оружия по массе отравляющих веществ [2, 10, 11, 20].

1.1.2. Физико-химические и токсикологические свойства боевых отравляющих веществ

По своим физико-химическим и токсикологическим свойствам отравляющие вещества – зарин, зоман, Vx, иприт, люизит, а также иприт-люизитные смеси значительно отличаются друг от друга [94–99]. В зависимости от чистоты люизита в нем наряду с α- люизитом могут содержаться β- и γ-формы люизита [100], к представителям группы иприта относятся азотистые и серные иприты [99], в зависимости от алкооксигруппы и алкильных радикалов V-газы имеют различный состав и зашифрованы под названиями VE, VG, VM, VS, VX [99].

Знание физико-химических и токсикологических характеристик необходимы для оценки аварийного риска, прогноза последствий аварий на объектах хранения и уничтожения ОВ, принятия мер по обеспечению экологической безопасности населения, окружающей природной среды районов размещения объектов. К настоящему времени в литературе имеются достаточно полные данные по этому вопросу [31, 95, 99, 101–105].

Зарин – $C_4H_{10}FO_2P$ (фторангидрид изопропилового эфира метилфосфоновой кислоты, изопропиловый эфир метилфторфосфоновой кислоты, изопропилметилфторфосфонат).

Мол. масса $C_4H_{10}FO_2P$ = 140,1. Жидкость, $t_{кип.}$ = 151,5 °С; затвердевает при -54 °С; летучесть 14,1 мг/л (20 °С). Относительная плотность при 20 °С 1,098 г/см^3; вязкость 1,51 сП; поверхностное натяжение 26,65 дин/см; давление насыщенного пара при 20 °С – 1,88 мм рт. ст.; коэффициент диффузии в воздухе 0,0592 см^2/сек. Смешивается с водой во всех отношениях; хорошо растворяется в органических растворителях. Медленно гидролизуется водой, быстро – водными растворами щелочей, аммиака, амина. Обладает нервно-паралитическим действием, вызывает сужение зрачков; смертельная концентрация около 0,07 мг/л при экспозиции 1 мин. $PCt_{50} = 25x10^{-4}$ г·мин/м^3. Класс опасности 1.

$ПДК_{р.з.} = 2\times10^{-5}$ мг/м^3 (рег. № 14-89) [105].

$ПДК_{м.р.} = 2\times10^{-7}$мг/м^3 (расчетная) [158].

$ОБУВ = 2\times10^{-7}$мг/м^3 (расчетный) [82].

$ПДУ_{т.о} = 1\times10^{-5}$ мг/дм^2 [105].

ПДК в воде водоемов 2×10^{-5} мг/л. [101–103].

ПДК в почве – не установлена.

Зоман – $C_7H_{16}FO_2P$ (фторангидрид пинаколилового эфира метилфосфоновой кислоты, пинаколиловый эфир метилфторфосфоновой кислоты, фторангидрид 1,2,2-триметилпропилового эфира метилфосфоновой кислоты, пинаколилметилфторфосфонат). Мол. масса C_7H_{16} FO_2P = 182,18. Жидкость. $t_{кип.}$ = 190 °С; затвердевает при -80 °С; летучесть 2,647 мг/л (20 °С); относительная плотность при 20 °С 1,029 г/см^3; вязкость 3,69 сП; поверхностное натяжение 26,51 дин/см; давление насыщенного пара при 20 °С 0,245 мм рт. ст.; коэффициент диффузии в воздухе 0,0483 см^2/сек; ограниченно растворяется в

воде, хорошо – в органических растворителях. Медленно гидролизуется водой, быстро – водными растворами щелочей, аммиака, аминов (эти реакции используются для дегазации зомана). Обладает нервно-паралитическим действием, вызывает сужение зрачков; смертельная концентрация 0,03 мг/л при экспозиции 1 мин., смертельная доза при резорбции через кожу около 2 мг/кг. $PCt_{50} = 2x10^{-4}$ г·мин/м^3. Класс опасности 1.

$ПДК_{р.з.} = 1\times10^{-5}$ мг/м^3 (рег. № 27-86) [105].

$ПДК_{м.р.} = 1\times10^{-7}$ мг/м^3 (расчетная) [158].

$ОБУВ = 1\times10^{-7}$ мг/м^3 (расчетный) [82].

ПДК в воде водоемов 5×10^{-6} мг/л. [101–103].

$ПДУ_{т.о.} = 1\times10^{-6}$ мг/дм^2 [105].

ПДК в почве – не установлена.

V_x – $C_{11}H_{26}NO_2PS$ (О-этиловый S-2-(N, N-диизопропиламино) этиловый эфир метилфосфоновой кислоты, О-этил S-2-(N,N-диизопропиламино)этилметилтиолфосфонат. Мол. масса $C_{11}H_{26}NO_2PS$ = 267,37. Жидкость. $t_{кип.}$ 306 °С; замерзает (стеклуется) при -76 °С; показатель преломления – 1,4745; летучесть при 20 °С 0,0054 мг/л; плотность 1,014 г/см^3; вязкость 9,04 сП; поверхностное натяжение 29,6 дин/см; давление насыщенного пара 0,00025 мм рт.ст.; коэффициент диффузии в воздухе 0,04 см^2/сек. Обладает нервно-паралитическим действием; ингаляционная смертельная концентрация 0,01 мг/л при экспозиции 1 мин., смертельная доза при резорбции через кожу около 0,1 мг/кг. $PCt_{50} = 1x10^{-4}$ г·мин/м^3. Класс опасности 1.

$ПДК_{р.з.} = 5\times10^{-6}$ мг/м^3 [105].

$ПДК_{м.р.} = 5\times10–^{8}$ мг/м^3 (расчетная) [158].

$ОБУВ = 5\times10^{-8}$ мг/м^3 (расчетный) [82].

ПДК в воде водоемов 2×10^{-6} мг/дм^3 [101–103].

$ПДУ_{т.о.} = 5\times10^{-6}$ мг/дм^2 (рег. № 08-86) [105].

ПДК в почве – не установлена.

Иприт – C_4H_8SCl (β,β-дихлордиэтилсульфид**,** 2,2'-дихлордиэтилсульфид, 2,2'-дихлордиэтиловый тиоэфир, 1-хлор-2-(2-хлорэтилтио)этан. Мол. масса C_4H_8SCl = 159,08. Жидкость. $t_{пл.}$ = 14,5 °С; $t_{кип.}$ = 217 °С (с разл.); летучесть 0,6 мг/л (20 °С); относительная плотность при 20 °С – 1,27 г/см^3; плохо растворяется в воде (0,05%); хорошо – в органических растворителях. Медленно гидролизуется водой, быстро – растворами щелочей; энергично реагирует с хлорирующими и окисляющими компонентами (данные реакции используются для дегазации иприта). Протоплазматический яд (поражает глаза, кожу, органы дыхания); ингаляционная смертельная концентрация 0,2 мг/л при экспозиции 15 мин, смертельная доза при резорбции через кожу 70 мг/кг («скрытый период» действия до 12 часов и более). $PCt_{50} = 25x10^{-4}$ г·мин/м^3. Класс опасности 1.

$ПДК_{р.з.} = 2\times10^{-4}$ мг/м^3 (рег. № 02-96) [446].

$ПДК_{м.р.} = 2\times10^{-6}$ мг/м^3 (расчетная) [158].

$ОБУВ = 2\times10^{-6}$ мг/м^3 (расчетный) [82].

ПДК в воде водоемов 2×10^{-4} мг/дм^3 [101–103].

ПДУ$_{т.о.}$ = 2×10^{-4} мг/дм^2 (рег. № 10-00) [105].

ПДК в почве – 0,05 мг/кг.

Люизит – $C_2H_2AsCl_3$ (β-хлорвинилдихлорарсин, 2-хлорэтенилдихлорарсин, β-хлорвиниларсиндихлорид).

Мол. масса $C_2H_2AsCl_3$ = 207,32. $t_{кип.}$ = 196,6 °С; температура замерзания зависит от степени очистки и составляет от –10° до 15° С; летучесть при 20 °С 4,5 мг/л; темно-коричневая жидкость с резким запахом, содержит в качестве примесей незначительное количество $AsCl_3$ и $(ClCH=CH)_2AsCl$; не растворяется в воде, хорошо растворяется в органических растворителях. Обладает кожно-нарывным, общеядовитым и раздражающим действием; смертельная доза при резорбции через кожу – 25 мг/кг. Класс опасности 1.

ПДК$_{р.з.}$ = 2×10^{-4} мг/м^3 (рег. № 27-86) [447].

ПДК$_{мр}$= 4×10^{-6} мг/м^3 (расчетная) [158].

ОБУВ = 4×10^{-6} мг/м^3 (расчетный) [82].

ПДК в воде водоемов 2×10^{-4} мг/дм^3 [101–103].

ПДУ $_{т.о.}$ = 5×10^{-3} мг/дм^2 (рег. № 13-94) [105, 449].

ПДК в почве – 0,1 мг/кг.

Двойная смесь (иприт + люизит)

Двойные смеси на основе иприта и люизита отличаются по составу и количеству компонентов. В связи с этим состав смесей разных партий имеет свои характерные для них физико-химические характеристики. Некоторые партии боеприпасов снаряжены двойной смесью, содержащей компоненты, которые в процессе длительного хранения полимеризуются, что приводит к значительному изменению физико-химических свойств двойной смеси. Физико-химические и токсикологические характеристики отравляющих веществ, входящих в состав двойной смеси (иприта и люизита), приведены выше.

1.1.3. Специфические особенности и проблемы хранения химического оружия

Среди многих проблем особенностей размещения и хранения химического оружия в России необходимо отметить следующие:

– арсеналы хранения размещены в густонаселенных регионах России, в ряде случаев в непосредственной близости от городов и населенных пунктов. На пяти складах-базах (г. Почеп Брянской обл., пгт. Мирный – разъезд Марадыковский Кировской обл., п. Леонидовка Пензенской обл., г. Кизнер Удмуртской Республики и г. Щучье Курганской обл.) размещены наиболее опасные ОВ нервно-паралитического действия [20];

– особого внимания требует состояние строений и помещений, в которых хранятся ОВ. Некоторые арсеналы не соответствуют современным требованиям безопасности и нуждаются в реконструкции для усиления надежности и безаварийности хранения химического оружия;

– нельзя не учитывать также фактор технического и морального старения наработанных в прошлом запасов химических боеприпасов. Значительную

часть российских запасов химического оружия составляет боеприпасы и изделия с истекшими сроками хранения (более 15 лет). Весь хранящийся в России люизит был произведен в 40–50-е гг., данные о химических превращениях, происшедших в нем за время хранения отсутствуют [20, 106];

– особую тревогу, в наше нестабильное время, вызывают проблемы связанные с природными и стихийными бедствиями, промышленными авариями, катастрофами, а также с имевшими место в последние годы проявлениями терроризма и диверсий. На складах хранения ХО недопустимы пожары, взрывы, которые на данных объектах представляют особую опасность, так как при этом возникает угроза разгерметизации изделий, содержащих отравляющие вещества. Расчетами доказано, что скорость развития пожара на объектах по хранению ХО может быть настолько значительной, что разрушение строительных конструкций произойдет в течение 15 мин. с момента возгорания, если не будут приняты меры по его ликвидации. При этом распространение продуктов горения приведет к созданию опасных концентраций отравляющих веществ на значительном расстоянии от места пожара [107]. Терроризм с применением химического оружия – это ещё более опасная угроза безопасности здоровью населения и окружающей природной среде, по своим последствиям значительно превосходящая ущерб от применения современных взрывных устройств, используемых в преступных целях;

– остается открытым вопрос о наличии приборной базы адекватной, соответствующей современным стандартам безопасности населения и охраны окружающей среды. Не организована система мониторинга и индикации ОВ в охранной зоне объектов хранения химического оружия, нуждается в усовершенствовании система реагирования в аварийных ситуациях [20];

– не реализуется Постановление Правительства Российской Федерации от 17 февраля 2000 года № 135 «Об утверждении Положения об установлении запретных зон и запретных районов при арсеналах, базах и складах Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов» на территориях хранения ядерного, взрывоопасного, химического и др. оружия.

Все это свидетельствует о том, что хранение запасов химического оружия с каждым годом усложняется, затягивание на длительный период решение проблемы химического разоружения может значительно увеличить опасность для населения и окружающей среды.

Логическим завершением усилий мирового сообщества по предотвращению химической угрозы стало вступление в силу 29 апреля 1997 г. Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и его уничтожении [1]. Проблема уничтожения химического оружия имеет огромное международное значение. Достигнутый уровень токсичности химического оружия сегодняшнего дня не идет ни в какое сравнение с возможностями науки ближайшего будущего по синтезу супертоксичных веществ по аналогии с природными ядами. Создание на их основе химического оружия нового поколения представит серьезную угрозу для всего человечества [107]. Конвенция дает человечеству реальную возможность в начале нового ты-

сячелетия ликвидировать один из самых смертоносных видов оружия массового поражения.

1.2. Состояние проблемы уничтожения российских запасов химического оружия

Уничтожение химического оружия для любой страны, которая вступила на путь химического разоружения, является многоплановой, чрезвычайно сложной в реализации проблемой. Она требует одновременно решения целого комплекса задач.

5 ноября 1997 года Россия ратифицировала Конвенцию о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении и ровно через месяц вошла в число полноправных её участников. Данная Конвенция – первое многостороннее соглашение в области разоружения, которое предусматривает ликвидацию под международным контролем одного из видов оружия массового уничтожения. Конвенцией вводится запрет на разработку, накопление и применение химического оружия, устанавливаются ограничения на торговлю опасными химическими веществами. Кроме того, она обязывает избавиться от бывших объектов по производству химического оружия или законсервировать их.

На выполнение обозначенных Конвенцией задач требуются большие вложения финансовых средств [109, 110].

Довольно не просто складывается ситуация с выполнением государствами-участницами своих обязательств по Конвенции. В первую очередь это обусловлено различным уровнем их военно-химических потенциалов и экономических возможностей по ликвидации ХО. Важную роль играет состояние национальной законодательной базы стран-участниц и степень ее соответствия положениям Конвенции [111]. Не совсем благоприятная обстановка складывается по международному сотрудничеству по оказанию финансовой и технической помощи.

Однако химическое разоружение является не только тяжелым бременем для экономики стран, подписавших Конвенцию, оно предполагает решение сложнейшей задачи обеспечения экологической безопасности окружающей природной среды и, в первую очередь, здоровья населения. Для этого необходимо проведение целого комплекса научных изысканий и реализации практических мер:

– по разработке законодательной базы в соответствии с положениями Конвенции;

– по созданию безопасных, безотходных или малоотходных технологий уничтожения ХО;

– по обеспечению системы контроля за состоянием окружающей природной среды, здоровья работающего персонала и населения, созданию соответствующей приборной базы, оборудования;

– по изучению поведения ОВ, продуктов их деструкции и гидролиза в природных средах и объектах, отработке методов исследования действия на организм человека, флору и фауну отдельных компонентов в выбросах объектов по уничтожению ХО;

– по разработке и утверждению экологических нормативов по выбросам и сбросам загрязняющих веществ в окружающую среду (предельно-допустимых концентраций и предельно-допустимых уровней загрязнения для каждого конкретного отравляющего вещества), а также необходимых нормативов на продукты деструкции отравляющих веществ и отходы процесса уничтожения ХО.

Международные обязательства России по уничтожению химического оружия определены Конвенцией. В соответствии с требованиями статьи IV Конвенции и части IV Приложения по проверке Конвенции, уничтожение химического оружия должно осуществляться:

– не позднее, чем через два года после вступления в силу Конвенции, завершить опробование первого объекта по уничтожению ХО;

– не позднее, чем через три года, уничтожить не менее одного процента химического оружия (400 т);

– не позднее, чем через пять лет, уничтожить не менее 20 процентов ХО (8 тыс. т);

– не позднее, чем через семь лет, уничтожить не менее 45 процентов химического оружия (18 тыс. т);

– не поздне, чем через десять лет, т. е. до 29 апреля 2007 года, уничтожить все химическое оружие [112].

Выполнение обязательств Конвенции для России представляет сложную проблему. Основная причина сложившейся ситуации – сжатые сроки и недостаточное бюджетное финансирование работ в области химического разоружения. Ни одна страна мира не избавлялась ещё от столь больших запасов ХО в предельно сжатые сроки (10–15 лет), с учетом стандартов по экологии и безопасности на промышленной основе. США за 14 лет выполнения своей программы (с 1986 года) сумели ликвидировать всего 5% запасов химического оружия, при этом затраты утвержденные программой, были превышены в 10 раз. Бюджет России не выдерживает груза взятых обязательств по химическому разоружению. Затраты на ликвидацию российского ХО в ценах 2001 г.

оцениваются в 98,7 млрд руб [2]. Нет сомнения в том, что они будут расти [109].

Поэтому новая Федеральная программа «Уничтожение запасов химического оружия в РФ», утвержденная Постановлением Правительства РФ от 5 июля 2001 г. № 510 предусматривает использование дополнительных пяти лет, которые названы Конвенцией в качестве максимального срока продления программы и устанавливает новые сроки промежуточных этапов и полного завершения процесса уничтожения химического оружия до 2012 г. [2].

Выход из создавшегося положения может быть в создании нового глобального международного рынка технологий, средств и услуг по уничтожению химического оружия. В России, осуществляющей подготовку к выполнению своих обязательств в области уничтожения химического оружия, имеется ценный опыт проектирования и строительства стационарных и мобильных объектов по уничтожению ХО, современные технологии, опыт проведения НИОКР, ликвидации аварий, санации территорий, а также научных проектов по организации системы экологического мониторинга [1–4, 8–18, 94, 109–113].

Несмотря на серьезные финансовые трудности, проводится работа по разработке и утверждению нормативно-правовой базы [113, 8], документации на строительство объектов и технологию уничтожения, создаются объекты уничтожения ХО в п. Горном Саратовской области и г. Щучье Курганской области, начато строительство социальной инфраструктуры в районах, где планируется создание объектов уничтожения химического оружия.

1.3. Обеспечения безопасности населения и окружающей природной среды при уничтожении химического оружия

Среди множества проблем, решаемых российскими и зарубежными учеными в связи с ликвидацией запасов химического оружия, особое место занимают вопросы обеспечения безопасности населения и окружающей среды в процессе уничтожения отравляющих веществ. Решение данной проблемы во многом зависит от создания безопасных технологий; обеспечения надежной системы контроля за состоянием окружающей природной среды, здоровья работающего персонала и населения; действующей нормативно-законодательной базы в соответствии с положениями Конвенции.

1.3.1. Научные подходы к выбору безопасных технологий уничтожения химического оружия

Проблема выбора технологии уничтожения химического оружия очень ответственна. Безусловный приоритет при выборе технологий, проектировании, размещении, создании и эксплуатации объектов по уничтожению химического оружия должен отдаваться научно-техническим проектам, сводящим к минимуму риск эксплуатации объектов уничтожения химического оружия, обеспечивающим гарантированную безопасность людей и защиту окружающей природной среды.

Отечественными и зарубежными учеными, специалистами-практиками предлагаются различные научные проекты технологий уничтожения химического оружия [114–126]. Из значительного многообразия предлагаемых научно-технических решений по уничтожению фосфорорганических отравляющих веществ, иприта, люизита и смесей на их основе можно выделить четыре основные группы методов: химические, электрохимические, термические и биотехнологические методы.

Поскольку основную массу современных запасов ХО составляют фосфорорганические ОВ нового поколения, уничтожению химического оружия именно этих типов в настоящее время уделяется наибольшее внимание.

Химические методы уничтожения фосфорорганических ОВ основаны на реакциях гидролиза, алкоголиза, окислительного хлорирования [95, 115, 117, 119]. Однако, метод *щелочного гидролиза*, как отмечают авторы данных работ, может быть использован для детоксикации ОВ только в лабораторных условиях, поскольку гидролиз ОВ в щелочных и нейтральных средах протекает крайне медленно. Данный метод связан с использованием объемов реагирующих растворов, а в связи с этим и образованием значительного количества отходов, требующих сжигания или специального хранения. Особенно проблематично использование методов нейтрализации для детоксикации мышьяксодержащих ОВ, так как все продукты их разложения токсичны.

Уничтожение фосфорорганических ОВ способом *окислительного хлорирования* применяется со времен первой мировой войны. В качестве окислителя в нем применялись хлор, пероксид водорода, гипохлориты натрия или кальция. Вследствие высокой реакционной способности гипохлоритов, особенно хлорной извести и гипохлорита кальция, разложение вещества может протекать со взрывом, поэтому реакцию с ОВ рекомендуется проводить в водных растворах или суспензиях [117].

Метод *алкоголиза* основан на взаимодействии ОВ со спиртами или их производными, например для уничтожения зарина и зомана наиболее удобно использовать моноэтаноламин, для веществ типа Vx рекомендуется использовать смесь этиленгликоля и ортофосфорной кислоты, а продукты реакции в дальнейшем подвергать сжиганию. Способ пригоден для детоксикации вязкой рецептуры Vx, в этом случае необходимо использовать добавки пластификатора [95, 115].

Электрохимические методы уничтожения фосфорорганических отравляющих веществ основаны на процессах электрохимического окисления ОВ до образования менее токсичных или совсем нетоксичных соединений [119].

Термические методы уничтожения фосфорорганических ОВ осуществляются путем теплового воздействия на них. Наиболее простой метод уничтожения ОВ – это *сжигание* ОВ в смеси с тяжелым жидким топливом, которое

обеспечивает высокую степень разрушения ОВ и достаточно высокую эффективность поглощения отходящих токсичных газов водным раствором гидроксида натрия или кальция, гидрокарбоната натрия [127]. Кроме данного метода предлагается *уничтожение ОВ в расплаве смеси солей* (карбоната и сульфата натрия) [128].

К числу термических относятся также *плазменный способ* уничтожения ОВ. В США разработана технология газоплазменного сжигания жидких ОВ [129]. Российскими учеными также предложена технология уничтожения ОВ плазменным способом без расснаряжения боеприпасов в герметичных двухкамерных кессонированных металлургических печах с плазменным обогревом подсводового пространства [130]. Разработаны технологии уничтожения ОВ методом *термодеструкции* без доступа кислорода в боеприпасах, обладающих большим запасом прочности к внутреннему давлению, и *сжигание ОВ непосредственно в корпусе боеприпаса путем подачи кислорода*. Последний метод требует тщательного контроля скорости подачи кислорода для предотвращения повышения давления и образования взрывоопасной смеси газов [115, 119].

Для уничтожения *люизита* разработаны в основном химические методы: обработка водным раствором аммиака (аммонолиз), органическими основаниями; щелочной гидролиз люизита в последующим электрохимическим восстановлением реакционных масс; обработка люизита спиртовыми растворами алкоголятов щелочных металлов; окисление неорганическими окислителями до хлорвиниларсиновой кислоты; взаимодействие с сульфидом натрия в водной среде; сплавление и сополимеризация с жидкой серой и акриловыми мономерами до получения твердой полимерной массы; высокотемпературное окисление до диоксида углерода, хлороводорода, воды и оксидов мышьяка; хлорирование до трихлорида мышьяка и смеси хлорсодержащих углеводородов; восстановление водородом до металлического мышьяка и смеси углеводородов [116, 131–134].

Проблема уничтожения люизита осложняется наличием в его составе мышьяка, поэтому независимо от выбранного метода разложения продукты деструкции ОВ также будут токсичными.

Метод гидролиза люизита сопряжен с большим количеством отходов и сточных вод по сравнению с процессом взаимодействия с сульфидами. Метод сжигания имеет существенные недостатки, связанные с проведением реакции при высокой температуре и под давлением. Кроме того, при этом образуется большое количество твердых отходов и сточных вод. Хлорирование люизита газообразным хлором приводит к образованию трудноотделяемых мышьяксодержащих примесей в отходах и сточных водах.

Известно много методов уничтожения *иприта*, но большинство из них разработано применительно к детоксикации малых его количеств в боевых условиях. Кроме того, при уничтожении иприта возникает специфическая

проблема, связанная с тем, что в процессе длительного хранения происходит разложение иприта с образованием смолистых осадков сложного состава, различного для каждой емкости с ОВ.

Метод высокотемпературного окисления иприта не принят для разработки вследствие образования токсичных производных диоксина и бензофурана. В работе [134] описана детоксикация иприта двухступенчатым методом через нейтрализацию иприта моноэтаноламином с последующим сжиганием реакционной массы. В технологии уничтожения иприта, разработанной ГосНИИОХТ, сжигание реакционных масс предлагается заменить отверждением гидрофобными наполнителями с целью получения твердых нерастворимых масс, пригодных для захоронения.

Уничтожение *смесей иприта и люизита* также имеет ряд особенностей ввиду того, что в результате длительного хранения составы данных смесей способны полимеризоваться. Состав смесей разных партий ОВ отличается друг от друга, что затрудняет создание универсального метода для их переработки. Одним из используемых методов уничтожения смеси иприта и люизита является технология, основанная на сплавлении с серой в присутствии N-метилпирролидона с образованием сплава, который подлежит в дальнейшем захоронению в специально оборудованных могильниках [116, 133]. В технологии уничтожения иприт-люизитной смеси, разработанной ГосНИИОХТ, детоксикация производится водным раствором моноэтаноламина в присутствии N-метилпирролидона с последующим битумированием реакционной массы.

Учеными, специалистами-практиками изучаются возможности использования для уничтожения ОВ лазерной техники, а также криогенных методов, основанных на охлаждении химических боеприпасов жидким азотом до температур, при которых корпус боеприпаса становится хрупким и легко разрушается, после чего ОВ и части корпуса сжигаются [119].

За последние годы активизировалась работа, особенно зарубежных исследователей, по поиску новых технологий уничтожения высокотоксичных химических веществ. К их числу следует отнести научно-исследовательские разработки американских ученых в области биотехнологии [135–145].

Биотехнологические методы, которые в настоящее время обычно рассматриваются в качестве возможной заключительной стадии технологии уничтожения ОВ. По сравнению с другими методами уничтожения высокотоксичных веществ выгодно отличаются отсутствием вторичных отходов, высокой степенью деградации, возможностью полной ассимиляции продуктов разложения [122, 146]. Уничтожение ОВ с использованием биологических методов может производиться путем включения ОВ в метаболический цикл микроорганизмов, разложения ОВ под действием внеклеточных или изолированных из микроорганизмов ферментов, а также с использованием комбинированных способов, основанных на сочетании химических, ферментативных и микробиологических методов [122].

В качестве фермента, катализирующего гидролиз фосфорорганических соединений, выявлен энзим, полученный на основе бактерий *E. coli*, обладаю-

щий большой гидролизующей способностью. Наряду с этим изучается возможность биодетоксикации аналогов Vx фактором *Bacillus cereus T* [115].

Американскими исследователями получен фермент – ангидролаза фосфорорганической кислоты, продуцирующийся микроорганизмом *Altermonas*, способный разрушать химические связи в ОВ нервно-паралитического действия (зарин, зоман, табун) [147]. Установлено, что многие природные штаммы микроорганизмов содержат ферменты, способные вызывать гидролиз фосфорорганических соединений. Например, фосфортриэстеразы штамма *P. diminuta* позволяют с высокой эффективностью проводить расщепление связи $P–C_1$ в молекулах зарина и зомана [148–152]. В работе [139] отмечается, что несколько видов морских бактерий способны продуцировать ферменты деструкции фосфорорганических соединений. Данные ферменты нетоксичны, не вызывают коррозию и могут считаться экологически безопасными.

Использование ферментативных процессов для детоксикации ОВ перспективно, так как ферменты совместимы с любыми биологическими системами, что обеспечивает безопасность персонала, а также экологическую безопасность территорий, объектов, персонала, сточных вод и отходов [124].

Актуальность применения биотехнологий для уничтожения запасов ОВ заключается в возможности обеспечения не только экологической безопасности, но и экономической выгоды в сравнении с физическими и химическими методами, составляющими основу имеющихся технологий. Изучение ферментативных окислительно-восстановительных процессов, приводящих к детоксикации ОВ, является одним из наиболее перспективных направлений научных исследований для последующего внедрения в производство.

Разрушение боевых отравляющих веществ может быть произведено многими различными способами, но далеко не все из них пригодны для разработки технологии уничтожения ХО в промышленных масштабах.

В прошлом основными методами уничтожения запасов ХО были затопление в море и сжигание [153, 154]. К настоящему времени из многочисленного количества научно-технических проектов уничтожения ХО доведены до уровня технологий только два: метод сжигания, реализованный США, и российская двухстадийная технология, разработанная учеными и специалистами ГосНИИОХТ (г. Москва).

Из всего многообразия предлагаемых способов уничтожения химического оружия приоритетными могут быть только те, которые обеспечивают экологическую безопасность технологии (с обязательным проведением опытно-конструкторских работ на реальных ОВ), техническое совершенство, экономическую приемлемость.

Метод сжигания ОВ признан неприемлемым, что закреплено Конвенцией [1]. Как отечественные, так и зарубежные ученые, специалисты сходятся во мнениях, считать технологические решения, основанные на процессе нейтрализации наиболее приемлемыми при выборе технологий по уничтожению ХО. Так, например, Национальный научно-исследовательский совет США рекомендовал, из большого количества альтернативных вариантов, провести экспертные исследования четырех технологий уничтожения ХО, основанных на процессе нейтрализации [17]:

– нейтрализация ОВ с последующим сжиганием реакционных масс на месте или на другом объекте (можно условно считать, что прототипом для данной технологии является российская технология, реализованная на КУХО – передвижном комплексе для уничтожения аварийных химических боеприпасов);

– нейтрализация ОВ с последующим окислением в среде влажного воздуха с последующей биологической обработкой;

– нейтрализация ОВ с последующим окислением водой, находящейся в сверхкритическом состоянии;

– нейтрализация ОВ с последующей биологической обработкой.

В нашей стране в 1992 году была проведена конкурсная оценка предложенных методов и технологий уничтожения ***люизита***, в результате которой для дальнейшей экспериментальной отработки были рекомендованы [155]:

– метод щелочного гидролиза с последующим электролизом реакционных масс, разработчик ГОСНИИОХТ, г. Москва;

– гидрогенолиза, разработчик НИФХИ имени Л.Я. Карпова;

– алкоголиза, разработчик ГИТОС г. Шиханы;

– аммонолиза, разработчик ННГУ.

Рассматривались и другие методы уничтожения люизита: сплавления ОВ с серой, хлорирование люизита, высокотемпературное окисление, полимеризация с гликолевым эфиром метакриловой кислоты. Однако все они признаны неприемлемыми с точки зрения эффективности процесса, технической и экологической безопасности.

В 1993–1994 гг. был проведен этап экспертной оценки всех 4-х вышеотмеченных технологий. Методы прошли стадию экспериментальной отработки в Шиханах, были рассмотрены результаты сравнительных испытаний лабораторных установок на реальных продуктах. По результатам конкурса для уничтожения люизита были выбраны следующие технологии [155]:

– детоксикация люизита методом аммонолиза, разработчик ННГУ;

– детоксикация и переработка люизита методом щелочного гидролиза с последующим электролизом, разработчик ГОСНИИОХТ, г. Москва.

Технология аммонолиза люизита. Технология переработки люизита основана на реакции взаимодействия ОВ с аммиаком в реакторе при температуре от 600 до 750 °С.

$$ClC_2H_2AsCl_2 + 5NH_3 \rightarrow As + 3NH_4Cl + 1/2C_2H_2 + 1/2CH_4 + 1/4C_2H_4 + N_2 + 1/2H_2$$

В результате реакции в высокотемпературной зоне реактора образуется парогазовая смесь, состоящая из газообразного элементарного мышьяка, углеводородов и аэрозоля хлорида аммония. Парогазовая смесь охлаждается циркулирующим раствором хлорида аммония. Мышьяк конденсируется с образованием мелкодисперсной суспензии, а хлорид аммония растворяется в технологическом растворе. Далее мышьяк фильтруется (несколько стадий фильтрации) с выделением товарного продукта. Раствор хлорида аммония подвергается химической очистке от мышьяка, кристаллизуется с выделением товарного продукта.

Технология щелочного гидролиза люизита с последующим электролизом реакционных масс. В основу технологического процесса уничтожения люизита методом щелочного гидролиза с последующим электролизом реакционных масс положен метод химического взаимодействия ОВ с 20%-ным водным раствором гидроксида натрия в реакторе при повышенной температуре с получением водного раствора арсенита и хлорида натрия.

$$ClC_2H_2AsCl_2 + 6NaOH \rightarrow Na_3AsO_3 + C_2H_2 + 3NaCl + 3H_2O$$

Далее реакционные массы (РМ) перегружается в реактор-усреднитель, после чего РМ идет на выпарку – через теплообменник в выпарные кубы. Полученная суспензия фильтруется, промывается. Влажная кристаллическая масса включает хлорид и арсенит натрия.

На основе водно-щелочного раствора арсенита и хлорида натрия готовится исходный католит, который подвергается электролизу в катодном пространстве мембранного электролизера. В анодное пространство подается раствор хлорида натрия, являющегося анолитом.

В процессе электролиза в катодном пространстве электролизера происходит восстановление мышьяка из арсенита натрия.

$$2\ Na_3AsO_3 + 10H_2O \xrightarrow{+10e^-} As + AsH_3 + 0{,}5H_2 + 6NaOH + 10OH^-$$

Образующийся мышьяк выделяется в качестве товарного продукта. Арсин и водород направляются на систему улавливания. Полученный по завершению процесса электролиза отработанный католит, содержащий в своем составе гидроксид натрия, направляется на регенерацию с последующим использованием на стадии гидролиза люизита.

На аноде проходит следующая электрохимическая реакция:

$$6NaCl + 2H_2O \xrightarrow{-10e^-} 3Cl_2 + O_2 + 6Na^+ + 4H^+$$

Хлор и кислород поступают в систему улавливания с получением гипохлорита натрия. Отработанный анолит, содержащий в своем составе хлорид натрия, направляется на регенерацию с последующим возвратом в процесс электролиза в качестве исходного анолита.

В 1995 году была проведена конкурсная оценка технологий (методов) уничтожения химического оружия на основе ***фосфорорганических отравляющих веществ*** [155].

На конкурс были представлены пять альтернативных технологий (методов) уничтожения:

двухстадийная технология – разработчик ГосНИИОХТ;

одностадийная технология – разработчик ГосНИИОХТ;

термический метод – разработчик АООТ НИЦ «Химпром»;

метод комплексного энергетического воздействия – разработчик АООТ завод «Электросистема»;

метод аммонолиза – разработчик ННГУ.

По результатам экспертизы материалов, представленных разработчиками технологий (методов), рабочая группа экспертов рекомендовала для дальнейшей отработки на опытных установках двухстадийную технологию и термический метод, так как их совместное использование позволит комплексно решить проблему уничтожения всех типов химических боеприпасов, снаряженных ФОВ.

В дальнейшем, по результатам российско-американского эксперимента по уничтожению ФОВ, для двухстадийной технологии было рекомендовано вторую стадию технологического процесса – сжигание реакционных масс заменить стадией битумирования (как более экологически приемлемой). Таким образом, процесс уничтожения фосфорорганических ОВ по двухстадийной технологии принятой Правительством нашей страны заключается в следующем:

– на первой стадии уничтожения ХО отравляющее вещество извлекается из боеприпаса с помощью вакуума и направляется на химическую нейтрализацию. Детоксикация зарина и зомана осуществлятся при взаимодействии ОВ с моноэтаноламином, нейтрализация VX проводится смесью 70%-ной ортофосфорной кислоты и этиленгликоля или смесью РД-4 в присутствии N-метилпирролидона;

– на второй стадии полученная масса обрабатывается расплавом нефтяного битума при температуре 140-200 °С. При этом осуществляется перевод продуктов детоксикации ФОВ в малолетучие и нетоксичные смеси с битумом с одновременной отгонкой ряда нетоксичных растворителей, введенных в реакционную массу на стадии детоксикации и образовавшихся на стадии битумирования.

К общепризнанным преимуществам двухстадийной технологии относятся:

– исключение высоких температур в зоне переработки отравляющих веществ;

– уничтожение отравляющих веществ (нейтрализация, детоксикация) проводится в мягких строго контролируемых условиях;

– исключается переработка отравляющих веществ под давлением;

– процесс уничтожения проводится с ограниченным количеством отравляющих веществ;

– проводится поштучное расснаряжение химических боеприпасов, что обеспечивает возможность блокировки технологического процесса;

– применяется процесс уничтожения отравляющих веществ в 2 стадии.

Освобожденные от ОВ корпуса боеприпасов предварительно дегазируются и направляются в печь обжига и далее на металлом.

В 1997–1998 гг. был организован и проведен конкурс технологий уничтожения ***иприта и смесей иприта с люизитом.*** На конкурс были представлены:

– детоксикация иприта методом аминолиза с получением полиуретановой композиции, разработчик Российский ХТУ имени Д.И. Менделеева;

– двухстадийная технология уничтожения иприта и иприто-люизитных смесей с последующим битумированием реакционных масс, разработчик ГОСНИИОХТ;

– двухстадийная технология уничтожения иприта с последующим сжиганием реакционных масс, разработчик ГИТОС, г. Шиханы

– двухстадийная технология уничтожения иприта и иприто-люизитных смесей методом аммонолиза, разработчик ННГУ.

По результатам экспертной оценки технологий уничтожения иприта и иприто-люизитных смесей было рекомендовано использовать для дальнейшей реализации двухстадийную технологию уничтожения иприта и иприто-люизитных смесей с последующим битумированием реакционных масс, разработчик ГОСНИИОХТ [155].

Технология уничтожения иприта (первая стадия). В основу процесса уничтожения иприта заложен периодический двухстадийный метод. На первой стадии проводится детоксикация иприта смесью моноэтаноламина (МЭА) и этиленгликоля (ЭГ) (в соотношении 9 : 1), при температуре 100–140 ^{o}C. На второй стадии проводится битумирование реакционных масс с получением битумно-солевой массы.

Иприт из приемной емкости с помощью транспортного вакуума загружается в реактор. Количество загружаемого продукта контролируется тензодатчиком. Нагрев иприта (за счет подачи пара в рубашку реактора) осуществляется при работающей мешалке. При достижении заданной температуры осуществляется отсечка подачи пара. Далее осуществляется дозирование деструкционных реагентов (ДР) в реактор. Скорость подачи ДР регулируется по температуре, которая поддерживается в интервале 100–140 °С. Расчетное время дозирования составляет 5 часов. После прекращения дозирования МЭА+ЭГ, реакционная масса (РМ) выдерживается при температуре 100–140 °С в течение 1 часа.

По окончании выдержки в реакторе с помощью автоматического пробоотборного устройства осуществляется отбор пробы реакционной массы на содержание в ней отравляющего вещества, содержание иприта в РМ не должно превышать $6{,}4 \cdot 10^{-3}$%. При положительном анализе реакционная масса передается в емкость на битумирование.

Технология уничтожения смесей иприта с люизитом (первая стадия). В основу процесса уничтожения двойных и тройных смесей иприта с люизитом положен тот же двухстадийный метод, что и для иприта. На первой стадии проводится детоксикация смесей иприта с люизитом 77%-ным водным раствором моноэтаноламина с получением малотоксичной реакционной массы (с остаточным содержанием: по иприту и люизиту на уровне $1 \cdot 10^{-2}$–$5 \cdot 10^{-3}$%). Цикл детоксикации тройной смеси аналогичен циклу детоксикации двойной смеси. Порядок детоксикации ипритно-люизитных смесей и контроль за процессом выполняется аналогично детоксикации иприта приведенному выше.

Стадия битумирования (вторая стадия). В основу процесса переработки реакционной массы, полученный от детоксикации иприта положено смешение реакционной массы с расплавом битума в присутствии гидроксида кальция при постепенном повышении температуры от 110 до 160 °С и одновременном создании в системе вакуума. При данных условиях происходит отгонка низкокипящих компонентов реакционной массы. Процесс происходит при массовом соотношении компонентов РМ : битум: гидроксид кальция = 1 : 1,5 : 0,2. Битумирование реакционных масс, полученных от детоксикации двойных и тройных смесей, производится путем смешения реакционных масс и расплава битума в весовом соотношении 1 : 2,5. Образующаяся при этом битумная реакционная масса разливается в стальные барабаны [155].

Кроме данного метода для уничтожения иприта и ипритно-люизитных смесей было рекомендовано использование метода аммонолиза.

Технология аммонолиза иприта. Технологический процесс аммонолиза иприта аналогичен аммонолизу люизита. В реакторе при температуре 600–650 °С иприт при взаимодействии с аммиаком разлагается до сероводорода по реакции:

$$4(ClC_2H_4)_2S + 16NH_3 \rightarrow 4H_2S + 8HCl + 8NH_3 + 4C_2H_4 + 4CH_4 + C_4H_8 + 4N_2$$

Выходящие из реактора газообразные горячие продукты аммонолиза иприта абсорбируются водным раствором хлорида аммония.

После очистки технологического раствора от органических примесей следующей стадией является химическое осаждение серы в виде сульфида железа. Осадок отфильтровывается и является отходом производства. Утилизация раствора хлорида аммония после химической очистки осуществляется по аналогии с технологией по переработке люизита.

Технология аммонолиза смеси иприта с люизитом. В реакторе при температуре 550–700 °С протекают реакции восстановления люизита до мышьяка и разложения иприта до сероводорода по следующим схемам:

$$4ClC_2H_2AsCl_2 + 20NH_3 \rightarrow 4As + 12NH_4Cl + 2C_2H_2 + 2CH_4 + C_2H_4 + 4N_2 + 2H_2$$

$$4(ClC_2H_4)_2S + 16NH_3 \rightarrow 4H_2S + 8NH_4Cl + 4C_2H_4 + 4CH_4 + C_4H_8 + 4N_2$$

На выходе из реактора парогазовая смесь охлаждается, происходит конденсация мышьяка, хлорида и сульфида аммония (последний образуется в результате взаимодействия сероводорода с растворенным аммиаком). Мышьяк поступает на фильтр, промывается, а затем выгружается в виде товарного продукта. Соединения серы при добавлении к технологическому раствору хлорида железа удаляются в виде сульфида железа. Одновременно происходит осаждение арсенита железа. Осадок сульфида железа из-за примесей мышьяка является отходом производства, который подлежит захоронению [155].

Недостатком предлагаемых технологий является то, что в качестве отходов образуются вещества 1, 2 и 3 классов опасности, масса которых значительно превысит количество уничтоженных отравляющих веществ.

Судьба этих отходов разработчиками пока до конца не решена. В новой редакции Федеральной целевой программы говорится, что утилизацию или уничтожение продуктов детоксикации ОВ, образующихся в процессе уничтожения химического оружия, планируется осуществлять на конкурсной основе на предприятиях химической промышленности.

Для абсолютной уверенности в правильности выбора технологии уничтожения любого вида отравляющего вещества, с целью достижения экологической безопасности окружающей природной среды и здоровья населения важно, чтобы внедряемая технология прошла опытно-конструкторские работы и опытно-промышленные испытания для каждого вида ОВ и типа боеприпаса. При этом на каждом объекте уничтожения химического оружия (ОУХО) должна быть создана система контроля с утвержденными по материалам опытно-промышленных испытаний нормативами по выбросам и сбросам загрязняющих веществ в окружающую природную среду, организована система экологического мониторинга.

1.3.2. Обеспечения контроля отравляющих веществ, продуктов деструкции и трансформации их в окружающей природной среде

В организации системы экологической безопасности уничтожения химического оружия важным аспектом является контроль содержания загрязняющих веществ, в том числе продуктов их деструкции и трансформации в природных средах, создание нормативной базы и приборного обеспечения аналитического контроля ЗВ по аттестованным методикам. Обнаружение и количественное определение отравляющих веществ, продуктов их деструкции, образующихся при уничтожении химического оружия, выяснение путей трансформации и превращения их в различных природных средах и биоте, установление состава промежуточных продуктов данных превращений, их свойств и влияния на биологические объекты, в том числе и на здоровье человека является весьма сложной задачей.

В научной литературе сведения о трансформации в природном комплексе загрязняющих веществ, в виде ОВ и продуктов их разложения, крайне ограничены.

За время хранения ОВ на российских арсеналах сменилось три поколения химического оружия. Устаревшие виды химического оружия, а также ХО в аварийных емкостях и снарядах уничтожалось по мере необходимости. Методы уничтожения химического оружия были различны, но имели общий недостаток – уничтожение проводилось на открытом воздухе, полнота детоксикации не контролировалась. Продукты разложения боевых отравляющих веществ поступали непосредственно в атмосферу или в водные объекты (в зависимости от способа уничтожения).

За время, прошедшее с последнего уничтожения ХО (около 10 лет), продукты детоксикации и неразложившиеся ОВ, вступая во взаимодействие с компонентами окружающей среды, претерпели ряд превращений, аккумулировались в природных средах (донных отложениях, в различных почвенных горизонтах, в растительности и т. д.).

Поступая в природную среду, загрязняющие вещества могут либо непосредственно оказывать на нее вредное воздействие (первичное загрязнение), либо, реагируя с другими веществами и участвуя в процессах метаболизма, давать новые химические соединения (вторичное загрязнение), физико-химические и токсикологические свойства которых могут быть не известны, в то время как, неблагоприятное влияние их на природные комплексы может быть намного значительнее, чем исходных ОВ.

Например, продукты гидролиза иприта в основном нетоксичны или мало токсичны. Вместе с тем, образующийся хлористый β(β-хлорэтилтио)-β′,β″-диокситриэтил **в два раза**, а 1,2-бис (β-хлорэтилтиоэтан) **в 5 раз токсичнее самого иприта** [99]. При попадании люизита в воду последний вступает с нею в химическое взаимодействие с образованием множества мышьяксодержащих соединений различной степени токсичности. В пресноводных системах естественное (фоновое) содержание мышьяка обычно не превышает 10 мг/л [156].

В водах рек мышьяк присутствует в четырех основных формах: арсенаты (As^{5+}), арсениты (As^{3+}), метиларсоновая и диметиларсоновая кислоты. В пресноводных системах естественное (фоновое) содержание мышьяка обычно не превышает 10 мг/л [156]. В слабощелочных водах водоемов гидролиз люизита идет с образованием солей мышьяковистой кислоты. Наибольшую опасность для водопотребления при попадании люизита в водоем будет представлять оксид β-хлорвиниларсоновой кислоты $ClCH=CHAsO(OH)_2$ – малорастворимое и высокотоксичное мышьяковистое соединение [95, 99, 156].

Продукты гидролиза люизита являются высокотоксичными соединениями и на длительное время могут заражать водоисточники. Так, (β-хлорвиниларсинооксид ClCH=CHAs=O является высокотоксичным кристаллическим веществом мало но все же растворимым в воде. Не менее опасно наличие в питьевой воде и других производных люизита.

В работе [157] показано, что T_{90} Vx в почве (pH = 5,3) составляет примерно 15 суток, и основным продуктом является этиловый эфир метилфосфоновой кислоты. Период полураспада этилового эфира метилфосфоновой кислоты в почве составляет примерно 8 суток с образованием метилфосфоновой кислоты.

Метилфосфоновая кислота обнаруживается даже через 10 лет после применения Vx.

Серьёзной проблемой для аналитического контроля как ОВ, так и продуктов их деструкции и гидролиза в природных средах является отсутствие соответствующих нормативов ПДК, разработанных и утвержденных методов анализа.

1.3.3. Аналитический контроль в системе комплексного экологического мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия

Система аналитического контроля, в процессе функционирования объекта уничтожения ХО, является важным звеном обеспечивающим надежный контроль над технологическим процессом уничтожения ОВ, безопасностью персонала, окружающей природной среды, и населения проживающего в зоне влияния объекта.

Основными задачами данной системы являются:

– оценка фонового экологического состояния окружающей природной среды в районах размещения объектов уничтожения химического оружия, которая должна выполняться до строительства объекта, на этапах его проектирования;

– систематический контроль за содержанием ОВ, продуктов детоксикации и гидролиза в рабочей зоне промплощадки, объектах окружающей среды на всех этапах уничтожения ХО, включая контроль на площадках постоянного и временного хранения боеприпасов, безопасность при транспортировке к объекту уничтожения ОВ, контроль и оценку эффективности детоксикации отравляющих веществ;

– контроль в рабочей зоне промплощадки, в санитарно-защитной зоне и в зоне влияния за содержанием химических веществ, включенных в схему материального баланса, для обеспечения технологического процесса уничтожения всех видов химического оружия;

– формирование банка данных с целью получения комплексных, аналитических оценок о содержании загрязняющих веществ, их источниках и путях попадания ЗВ в окружающую среду;

– разработка на основе полученной информации мероприятий по предотвращению дальнейшего попадания загрязнителей в окружающую среду.

1.3.3.1. Состояние нормативной базы аналитического контроля при уничтожении химического оружия

Для надежного функционирования комплексной системы аналитического контроля, организации системы экологического мониторинга должна быть разработана и утверждена юридическая база:

– регламентирующая проведение отдельных стадий химического анализа (пробоотбор, консервация и транспортировка проб, пробоподготовка и выдача результатов анализа в информационную систему мониторинга);

– обосновывающая требования к методикам анализа, аналитическим приборам;

– регламентирующая перечень особо вредных веществ и продуктов их разложения, подлежащих контролю;

– устанавливающая предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ, подлежащих контролю в рабочей зоне (ПДК р.з.), атмосферном воздухе населенных мест (ПДК а.), в воде водоемов (ПДК в.в.), почве природных объектах; предельно допустимый уровень для технического оборудования (ПДУ т.о.), кожных покровов (ПДУ к.); предельно допустимые нормы выбросов (ПДВ) и сбросов (ПДС); стандарты относительной безопасности в аварийных ситуациях для воздуха рабочей зоны, воды водоемов и атмосферы населенных мест (СОБ р.з., в.в., а.).

До тех пор пока в законодательном плане не будет закреплена вся необходимая для этого контрольно-нормативная база невозможно приступать к уничтожению запасов химического оружия. О том, в каком состоянии в России находится нормативная база по стандартам безопасности отравляющих веществ можно сделать вывод по данным табл. 1 и 2.

Таблица 1

Стандарты безопасности РФ
[158 (1994 г.)]

Критерии безопасности	Вещества					
	люизит	иприт	ипритно-люизитные смеси	зарин	зоман	Vx
ПДК р.з.	+	+ не утв.	–	+	+	+
ПДК в.в.	+ не утв.	–	–	+	+	+
ПДК а.	+ расч.	+расч.	–	+ расч.	+ расч.	+ расч.
ПДУ т.о.	+ не утв.	–	–	+ не утв.	+ не утв.	+ врем.
ПДУ к.	+ не утв.	–	–	–	–	–
ПДК п.	+ не утв.	–	–	–	–	–
СОБ р.з.	+ не утв.	–	–	–	–	–
СОБ в.в.	+ не утв.	–	–	–	–	–
СОБа.	+ не утв.	–	–	–	–	–

Из данных табл. 1 следует, что наиболее полные сведения имеются по люизиту. Нормативная база по иприт-люизитным смесям полностью отсутствует, вероятно из-за их различного состава для каждых партий боеприпасов. Для ряда веществ норматив разработан, но пока не утвержден.

Отсутствуют сведения о стандартах безопасности по большинству отравляющих веществ для почв. Не определен предельно допустимый уровень ($ПДУ_к$) на кожных покровах.

Стандартов безопасности утвержденных для аварийных ситуаций в России пока нет. В США стандарты относительной безопасности установлены для трех веществ. IDLH – (немедленная опасность здоровью и жизни) – максимальный уровень химического агента, воздействие которого в течение 30 мин не вызовет каких-либо признаков поражения или необратимого эффекта для здоровья человека составляет: для зарина – 0,2 мг/м^3, зомана – 0,2 мг/м^3, иприта – 0,003 мг/м^3 , Vx – 0,02 мг/м^3 [76, 104, 105, 158].

Следует полагать, что ввиду отсутствия приборов аналитического контроля с надлежащей чувствительностью, нормативы по всем видам ОВ для атмосферного воздуха населенных мест экспериментально пока не определены и, в соответствии с этим, не обоснованы. Вероятно, поэтому в табл. 1 показано, что они получены расчетным путем.

Материал таблицы 2 дополняет сведения о стандартах безопасности ОВ. В частности, в ней имеются данные о нормативах ПДК отравляющих веществ в воде водоемов, ПДУ отравляющего вещества на поверхности оборудования и средств индивидуальной защиты.

Таблица 2

Гигиенические нормативы отравляющих веществ [82 (1999 г.)]

Наименование вещества / Объект внешней среды	зарин	зоман	Vx	люизит	иприт
$ПДК_{рз}$ отравляющего вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м^3	2×10^{-5}	1×10^{-5}	5×10^{-6}	2×10^{-4}	2×10^{-4}
Ориентировочный безопасный уровень воздействия ОВ в атмосферном воздухе населенных мест (ОБУВ), мг/м^3 (расчетный)	2×10^{-7}	1×10^{-7}	5×10^{-8}	4×10^{-6}	2×10^{-6}
$ПДК_в$ отравляющего вещества в воде водоемов, мг/дм^3	5×10^{-5}	5×10^{-6}	2×10^{-6}	2×10^{-4}	2×10^{-4}
$ПДК_п$ отравляющего вещества в почве, мг/кг				0,1	0,05
ПДУ отравляющего вещества на поверхности оборудования и средств индивидуальной защиты, мг/дм^2	1×10^{-5}	1×10^{-6}	5×10^{-6}	5×10^{-3}	

Следует отметить, что значения нормативов по стандартам безопасности принятых в России и в США существенно отличаются. Об этом свидетельствуют данные, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Стандарты безопасности [158]

РФ	США	РФ		США	
Наименование вещества		ПДК воздуха рабочей зоны, мг/м^3	ПДК атмосферного воздуха (расчетные), мг/м^3	TWA Work Place Limit, мг/м^3	TWA General Populatic Limit, мг/м^3
Зарин	GB	2×10^{-5}	2×10^{-7}	1×10^{-4}	3×10^{-6}
Зоман	GD	1×10^{-5}	1×10^{-7}	2×10^{-5}	3×10^{-6}
Vx	Vx	5×10^{-6}	5×10^{-8}	1×10^{-5}	3×10^{-6}
Иприт	HD (mustard)	2×10^{-4}	2×10^{-6}	3×10^{-3}	1×10^{-4}
Люизит	L	2×10^{-4}	4×10^{-6}	3×10^{-3}	3×10^{-3}
Ипритно-люизитные смеси	HT	отс.	отс.	3×10^{-3}	1×10^{-4}

Из данных табл. 3 следует, что наиболее значимы отличия по нормативам люизита для атмосферного воздуха населенных мест. В России этот норматив 4×10^{-6} мг/м^3, в США – на три порядка больше, то есть 3×10^{-3} мг/м^3 . Значения стандартов безопасности по ипритно-люизитным смесям в России пока не обоснованы, в то время как в США приводятся данные для них по иприту. Нормативы по люизиту для воздуха рабочей зоны и атмосферы населенных мест в США совершенно одинаковы. Американские эксперты [83] данное парадоксальное явление объясняют тем, что у них нет приборов аналитического контроля с большей чувствительностью, чем 3×10^{-3} мг/м^3. Поэтому они считают, что лучше осуществлять контроль на достижимом уровне, чем предлагать «неконтролируемый» норматив, хотя согласны, что этот уровень не является безвредным и безопасным. Примерно такой же подход использован ими и при обосновании других стандартов безопасности.

Сравнительный анализ данных в табл. 2 и 3 по стандартам безопасности отравляющего вещества в воздухе рабочей зоны (ПДКр.з.) свидетельствует о том, что значения их сходны. Однако следует отметить, что ещё в 1994 году в работе [158] (табл.1), значения нормативов ПДК отравляющих веществ (зарина, зомана, Vx, иприта и люизита) представлены как утвержденные, в то время как в таблице 2 (1999 г.) автором [82] эти же значения приводятся как ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) ОВ в воздухе населенных

мест, т. е. даны как расчетные. В работе [970] расчетные ОБУВ в сто раз жестче ПДК. Данный факт свидетельствует, вероятно, о том, что все имеющиеся нормативы, в том числе неутвержденные и расчетные были разработаны ранее для объектов по производству химического оружия и имеют разный срок давности. Например, норматив для воздуха рабочей зоны по Vx разработан в начале 70-х гг. и явно не соответствует современным методическим требованиям к обоснованию ПДК. Известно, что запасы иприта в России незначительны и по Программе уничтожения химического оружия иприт планируется уничтожить менее чем за 3 года. Следовательно, коррекция ранее установленного норматива возможна и, она может быть проведена с учетом новой модели функционирования объекта, но без снижения требований по безопасности.

С учетом особенностей конкретной технологии, длительности функционирования каждого конкретного объекта по уничтожению каждого конкретного вида ОВ стандарты безопасности должны подвергаться корректировке. Для одних веществ они могут остаться прежними, если длительность процесса уничтожения по времени и другим параметрам будет приближаться к ранее существующим условиям производства и экспериментальная модель, использованная ранее для обоснования ПДК, будет признана адекватной. Для других веществ может потребоваться пересмотр ранее установленных нормативов, если нет уверенности в их надежности [158].

Таблица 4

Степень опасности реакционных масс, полученных при уничтожении химического оружия [158]

№	Наименование вещества	Технология уничтожения	Класс опасности
1	Зарин	Битумизация	4
2	Зоман	Реакция с моноэтаноламином в присутствии дизельного топлива	1
		Взаимодействие с твердой алкогольной рецептурой	2
3	Vx	Реакция с этиленгликолем в присутствии ортофосфорной кислоты	1
		Взамидействие с моноэтиленгликолем калия	3
		Взамидействие с лигнином с последующей полимеризацией	3
4	Люизит	Реакция с расплавленной серой	1
		Полимеризация	2–3
		Метод хлорирования	1–4
5	Иприт	Полимеризация	2
6	Зарин, Зоман, Vx	Термический способ	3

В комплекс мер по обеспечению экологической безопасности при уничтожении химического оружия входит разработка стандартов безопасности для продуктов деструкции, некоторых реакционных масс, отходов производства, а также продуктов гидролиза их и ОВ в окружающей природной среде. Без серьезных научных исследований этот аспект Программы по уничтожению химического оружия не осуществить. Необходимость такой работы обоснована данными (табл. 4.), полученными исследователями НИИГТП (г. Волгоград) в ходе предварительной проработки оценки безопасности технологий по критерию токсичности реакционных масс. Материалы этих исследований опубликованы в работах [76, 158].

Из таблицы 4 следует, что в процессе уничтожения ОВ могут образоваться токсичные реакционные массы 1, 2, 3-го класса опасности.

Разрабатываемая в настоящее время в России документация на строительство объектов по ликвидации химического оружия, основывается на двухстадийной технологии уничтожения всех видов ОВ и имеет отмеченные выше недостатки.

Анализируя имеющиеся данные, можно сделать следующий вывод о том, что проблемы по установлению стандартов безопасности отравляющих веществ, требуют к себе самого пристального внимания. Особенно требуется разработка нормативов стандартов относительной безопасности в аварийных ситуациях, ПДК, ПДУ отравляющих веществ в природных средах и живых объектах. Не менее важным является установление соответствующих стандартов безопасности для продуктов деструкции, некоторых реакционных масс, отходов производства, а также продуктов гидролиза их и ОВ в окружающей природной среде.

Необходимым условием в организации аналитического контроля является наличие нормативной базы по методам отбора и хранения проб, применяемым методикам экспресс-анализа. Приемы отбора проб на определение содержания токсичных веществ имеют ряд специфических особенностей, которые необходимо учитывать в отборе и хранении проб, а также на последующих этапах химического анализа. Для отбора проб исследуемого воздуха рекомендуются пленочные пробоотборники и барботажные абсорбционные системы [159]. Разработана [84] универсальная схема проботобора ОВ из воздуха, почв и других материалов с последующим анализом, включающая предварительное выделение и концентрирование ОВ с последующей десорбцией, разделением и биологическим и химическим детектированием.

В настоящее время разработано достаточно большое количество методик для качественного и количественного определения ОВ, продуктов их деструкции и гидролиза в природных средах [31, 85, 86, 160–171], однако только небольшая часть из них может быть использована на практике.

Для количественного определения фосфорорганических отравляющих веществ (ФОВ) в природных средах и живых объектах используется биохимический метод. Данный метод основан на сравнении исходной активности фермента – холинэстеразы – и его активности после контакта с анализируемым экстрактом. Снижение активности фермента пропорционально концентрации ФОВ в экстракте. Чувствительность метода при определении зараженности воды равна $7{,}5\times10^{-7}$мг/мл по зарину; $2{,}6\times10^{-7}$мг/мл по зоману и $5{,}4\times10^{-7}$мг/мл по Vx. Точность метода составляет 20–25%.

Определение ипритов основано на способности их количественно взаимодействовать с индикаторами группы фталеинов с образованием окрашенных продуктов. Чувствительность определения 2×10^{-3}мг/мл.

Количественное определение мышьяксодержащих соединений проводят с использованием метода Гуднайта. Мышьяк из соединений восстанавливают водородом до арсина, который поглощается нанесенным на фильтр бромидом ртути. Интенсивность окраски фильтра сравнивают с окраской шкалы эталона. Чувствительность данного метода определения $(0{,}5\text{-}1)\times10^{-3}$ мг/мл [160].

Выявление ОВ можно проводить по некоторым продуктам их разложения. Так при сжигании зарина и зомана образуются HF, CO и другие продукты, при щелочной обработке – $MeP(O)(ONa)_2$, NaF и изопропиловый или пинаколиновые спирты. Главными продуктами разложения Vx-газов при сжигании являются P_2O_5, SO_2, оксиды азота, углерода (II) и вода, а при обработке гипохлоритом – метилфосфонат и диизопропиламиноэтилсульфоновая кислота [85].

Особую проблему составляет обнаружение и идентификация неизвестных веществ с низкой концентрацией, на фоне большого числа других присутствующих соединений, образующихся при разложении ОВ. Для этой цели предлагается метод универсальной многоцелевой системы химического анализа [170].

В целом разработано достаточно большое количество методов химического анализа, которые можно применять для определения ОВ, однако только небольшая часть из них может быть использована на практике. Применяемые в аналитическом контроле на таких химических объектах методики контроля должны иметь определенный нормативно-технический и правовой статус, они должны быть аттестованы, введены в действие и стандартизированы по своим основным показателям (эффективности, аналитическим и метрологическим характеристикам).

Пока крайне сложной, не проработанной задачей является обнаружение ОВ, продуктов их гидролиза в природных средах и объектах. Кроме того в выбросах загрязняющих веществ в атмосферу и, в отходах от производства уничтожения химического оружия (по двухстадийной технологии) будут содержаться различные органические соединения (соли органических фосфониевых, мышьяксодержащих кислот, различные эфиры, спирты и т. д.), для большинства из них также нет утвержденных методик определения и обнаружения их в окружающей природной среде, а также ПДК р.з., ПДК м.р., и тем более ПДК с.с.

1.3.3.2. Аппаратурное обеспечение системы аналитического контроля на объектах хранения и уничтожения химического оружия

Важная роль в обеспечении экологической безопасности на объектах хранения и уничтожения химического оружия принадлежит средствам аналитического контроля.

Аналитические лаборатории объектов уничтожения химического оружия должны быть обеспечены *стационарными лабораторными приборами* отличающимися универсальностью и обладающими наибольшими возможностями для обнаружения, идентификации и количественного определения всего спектра веществ, предназначенных к уничтожению или образующихся при уничтожении химического оружия. К ним относятся: газовые, жидкостные хроматографы, хромато-масс-спектрометры, хромато-ИК-спектрометры с преобразованием Фурье, атомно-адсорбционные и атомно-эмиссионные спектрометры, ЯМР-спектрометры и др.

Отечественная промышленность приборы такого класса, за исключением некоторых видов газовых хроматографов, не производит и вряд ли сможет производить в ближайшее время, а приобретение и эксплуатация зарубежного оборудования потребует значительных материальных затрат [172].

Особого внимания заслуживает проблема разработки и создания высокочувствительных *приборов для определения ОВ, продуктов деструкции и гидролиза в природных средах и объектах*. Имеющиеся отечественные и зарубежные приборы обладают порогом чувствительности максимум 10^{-4} мг/м^3, а стандарт безопасности атмосферного воздуха населенных мест по иприту $2\cdot10^{-6}$ мг/м^3, по зарину $2\cdot10^{-7}$ мг/м^3, по зоману $1\cdot10^{-7}$ мг/м^3 , по $V_x = 5\cdot10^{-8}$ мг/м^3 [158].

В табл. 5 приведены данные о приборах контроля для определения ОВ, имеющихся на российских арсеналах хранения.

Таблица 5

Простейшие приборы контроля и автоматические газосигнализаторы [173]

Прибор	ОВ	Чувствительность, мг/м^3	Масса, кг	Принцип действия
1	2	3	4	5
Войсковой прибор химической разведки (ВПХР)	Зарин, зоман, Vx, иприт, фосген	1×10^{-4}	1,8	Биохимический, химический
Полуавтоматический прибор хим. разведки (ППХР)	То же	1×10^{-4}	1,8	То же
Полуавтоматический войсковой газоопределитель (ПГО-11)	То же	1×10^{-4}	7,5	То же

Продолжение табл. 5

1	2	3	4	5
Индикаторная пленка (АП-1)	Vx	Одиночные капли	$2{,}5\times10^{-2}$	Химический
Прибор радиационной и хим. разведки (ПРХП)	Зарин, зоман	1×10^{-1}	28	Ионизационный
Автоматический газоанализатор (ГСП-11)	Зарин, зоман, Vx	2×10^{-3}	40	Биохимический
Автоматический газоанализатор (ГСА-12)	Зарин, зоман, Vx	$6{,}8\times10^{-3}$	16	Биохимический
Комплексный прибор (КПХР-С)	Зарин, зоман, Vx	5×10^{-2}	15	Ионизационный, сенсорный

Чувствительность определений данных приборов недостаточна даже для определения ОВ в рабочей зоне (ПДКр.з. ФОВ в пределах 10^{-5}–10^{-6} мг/м^3), тем более для оценки экологического состояния природных сред и объектов в районах размещения объектов уничтожения химического оружия.

Наряду с имеющимися приборами в настоящее время разработаны опытные образцы приборов для определения санитарно-гигиенического и аварийного контроля рабочей зоны объектов УХО:

– прибор САС-СИП, ЗАО «АСТЭК-5», г. Тула, для определения всех ОВ;

– прибор СИП-ЛБМ, ООО «Лаборатория биохимических методов, г. Санкт-Петербург, для определения всех ОВ;

– макет прибора СНДИ, КТИ ГЭП, г. Новосибирск, для определения всех ОВ;

– макет прибора СИП «Велосипед», ЗАО «Спецприбор», г. Тула, для определения ФОВ;

– макет прибора ГСА-14М, совместной разработки ЗАО «Спецприбор», г. Тула и ГУП ГосНИИОХТ, г. Москва, дло определения ФОВ;

– прибор «Каскад-Г», НПО «Неорганика», г. Электросталь, для определения люизита;

– макет газоанализатора непрерывного контроля ОВ – «Терминатор», ЗАО «АСТЭК-5», г. Тула, для определения кожно-нарывных ОВ.

Испытания приборов по определению их чувствительности проводились в динамических условиях на газодинамическом стенде с использованием высокочистых ОВ (действующее начало – не менее 90%). Результаты экспертно-аналитической оценки позволили рекомендовать для возможного использования на объектах уничтожения химического оружия газоанализоторы: ГСА-14М,

для определения ФОВ; «Каскад_Г» и «Терминатор» – кожно-нарывных ОВ. Однако и эти приборы требуют проведения работ по их дальнейшему совершенствованию.

Для более успешного решения данной проблемы возможна доработка в направлении увеличения чувствительности, помехоустойчивости и селективности войсковых средств химического контроля. Химические лаборатории типа ПХЛ-54М, ПХЛ-1, АЛ-4М, предназначенные для качественного и количественного определения степени загрязнения окружающей среды, оборудованные новыми высокочувствительными приборами, обеспечивающими оперативную информативность, надежность пробоотбора и пробоподготовки (с концентрированием микрокомпонентов), могут явиться основой создания системы экологического мониторинга в районах расположения объектов по хранению и уничтожению запасов ХО.

Перспективными в качестве базовых простейших *средств для создания системы чрезвычайного реагирования* в условиях аварийных ситуаций при уничтожении ХО являются методы с использованием технических средств индикации (индикаторные бумаги, индикаторные пленки, индикаторные трубки), применение которых возможно:

– для непрерывного автоматизированного контроля за состоянием объекта с помощью автоматических газосигнализаторов;

– для периодического химического контроля с помощью простейших технических средств и газоопределителей на стационарных или подвижных (при транспортировке ОВ) объектах;

– для идентификации и количественного определения ОВ на объектах хранения и уничтожения ХО [86].

Доработка средств индикации должна идти по пути совершенствования приборов способных работать в непрерывном режиме, сигнализировать об опасности в очень короткие промежутки времени, обнаруживать такие количества ОВ, которые не вызовут поражения организма. Приборы должны обладать высокой чувствительностью и, вместе с тем должны быть просты в обращении. Наиболее приемлемым может быть колориметрический метод с использованием индикаторной бумаги, индикаторных пленок и трубок [31, 161–169].

К современным средствам аналитического контроля за технологическими процессами, состоянием окружающей природной среды относятся химические

сенсоры и биосенсоры. Современные сенсоры имеют быстродействие 1–10 с. Информация выдается непосредственно в концентрациях определяемого вещества: %, ppm, ppt. Обеспечивается длительное время работы в непрерывном режиме. Использование различных групп химических сенсоров – полупроводниковых, пьезорезонаторных, электрохимических, оптоволоконных и других – является наиболее перспективным для создания малогабаритных газовых и жидкостных анализаторов и сигнализаторов, нацеленных на обнаружение и определение концентрации индивидуальных ОВ или отдельных групп отравляющих веществ [156].

В настоящее время химические сенсоры, предназначенные для высокочувствительного определения ОВ и продуктов их разложения в воздухе, выпускаются промышленностью. Имеются научные разработки по биосенсорам, предназначенным для определения ОВ и биологического оружия на основе различных биологических рецепторов (протеины), антител, энзимов и др. [85].

В случае экстремальных и аварийных ситуаций в аналитическом контроле целесообразно использовать математические компьютерные технологии с соответствующими к ним, заранее разработанными программами.

Создание эффективно работающей системы аналитического контроля, для обеспечения экологически безопасного уничтожения химического оружия, требует сотрудничества отечественных и зарубежных ученых, специалистов-практиков по разработке и созданию высокочувствительных, доступных для приобретения технических средств стационарного контроля, а также приборов, адаптированных к полевым условиям.

Таким образом, проведенный анализ отечественных и зарубежных публикаций, изучение состояния технологического, приборного и методического обеспечения позволяет сделать вывод о том, что существует комплекс проблем, без решения которых невозможно гарантировать обеспечение безопасности населения и окружающей природной среды при уничтожении химического оружия.

1.3.4. Региональные проблемы обеспечения экологической безопасности уничтожения химического оружия

В России решение проблем уничтожения химического оружия в первую очередь касается шести регионов, на территории которых сосредоточено около 40 тыс. т боевых отравляющих веществ: Саратовская обл. – п. Горный, Курганская обл. – п. Щучье, Брянская обл. – г. Почеп, Пензенская обл. –

п. Леонидовка, Удмуртская республика – г. Камбарка и п. Кизнер, Кировская обл. – п. Мирный (разъезд Марадыковский) [2, 10, 11].

Арсеналы хранения ОВ в Кировской, Брянской, Пензенской, Курганской областях и в п. Кизнер Удмуртской республики в основном сходны как по видам ОВ, так и по количеству. Здесь хранятся главным образом фосфорорганические ОВ и лишь в небольших количествах люизит в п. Кизнер, смесь иприта с люизитом на Марадыковском арсенале [2, 10, 11].

На складах в п. Горный Саратовской обл. и г. Камбарка Удмуртской республики хранятся ОВ кожно-нарывного действия – люизит, иприт, смесь иприта с люизитом. Эти запасы составляют 7,5 тыс. т, или 18,8% суммарного количества химического оружия по массе отравляющих веществ. Уничтожение запасов кожно-нарывных ОВ планируется осуществить в первоочередном порядке [2, 10, 11].

В новой редакции программы «Уничтожение запасов химического оружия в РФ» предусмотрено сокращение количества объектов по уничтожению химического оружия с семи до шести. При этом первоочередными объектами по строительству и вводу в действие определены три: Горный, Щучье, Камбарка. Из шести объектов УХО в новой программе предлагается сделать полномасштабными только два (Щучье Курганской области и Камбарка – Удмуртия). Остальные (Леонидовка Пензенской области, Почеп Брянской области, Горный Саратовской области, Марадыковский Кировской области) отнесены к маломасштабным производствам.

В настоящее время в регионах, где хранится химическое оружие и планируется строительство объектов по его уничтожению по заданиям головного заказчика Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» – Российским агентством по боеприпасам, проводятся работы по строительству ОУХО вблизи п. Горный Саратовской области и г. Щучье Курганской области. В соответствии с новой Программой предусмотрено завершить строительство объекта в п. Горный в 2001 году и провести уничтожение отравляющих веществ на объекте с 2002 по 2005 гг. В г. Щучье Курганской области планируется завершить строительство объекта в 2004 г. и с 2005 г. начать его эксплуатацию. На всех остальных объектах начаты работы по подготовке документации для создания объектов уничтожения химического оружия.

В ходе разработки документации на строительство объектов возникает целый комплекс сложнейших проблем, от решения которых будет зависеть

обеспечение безопасности населения и окружающей среды в процессе уничтожения химического оружия. Наиважнейшая из них – выбор площадки под строительство объекта. Объекты уничтожения химического оружия должны размещаться на площадках, удаленных от густонаселенных мест и источников питьевого водоснабжения, в то время как объекты хранения ОВ в основном располагаются именно в таких местах. В ходе эксплуатации объекта уничтожения химического оружия площадка хранения ОВ становится частью промышленной зоны ОУХО, что может значительно повысить уровень риска для населения, проживающего вблизи объекта хранения химического оружия.

Проектирование объектов уничтожения химического оружия рядом с объектами хранения ОВ, в еще большей степени увеличит уровень риска для проживающего в данной местности населения. В связи с этим возникает сложно решаемая проблема отселения жителей населенных пунктов, попадающих в санитарно-защитную зону объекта, особенно поселков городского типа (например, пгт. Мирный в Кировской области с населением более 4000 человек).

Для обеспечения безопасности населения, окружающей природной среды в районах хранения и уничтожения химического оружия пока отсутствует соответствующая нормативно-правовая база, регламентирующая порядок проведения всех работ. Не приняты необходимые федеральные и региональные законы, устанавливающие меры безопасности при перевозке ОВ, уничтожении химического оружия, хранении и перевозки его отходов. Требует разработки и утверждения нормативно-правовая база для решения вопросов о льготах, выплатах компенсаций населению, попадающему в зоны влияния объектов уничтожения химического оружия.

Для обеспечения экологической безопасности процесса уничтожения ХО при разработке технико-экономических обоснований инвестиций и проектов строительства объектов УХО необходимо провести оценку воздействия объекта на окружающую природную среду с целью недопущения отрицательных экологических последствий функционирования данных объектов.

Особого внимания требует разработка комплекса мер для возможных аварийных ситуаций на ОУХО. Для каждого объекта на основе проведенных научно-исследовательских работ должна быть обоснована и утверждена зона защитных мероприятий (ЗЗМ), разработаны и утверждены нормативно-правовые акты о возмещении ущерба, причиненного населению при возникновении аварий на объектах по хранению и уничтожению химического оружия. Все населенные пункты, попадающие в ЗЗМ, должны быть обеспечены необходимыми средствами связи, транспортом, медикаментами, средствами индиви-

дуальной защиты. Необходимо провести соответствующую подготовку и переподготовку медицинских кадров, служащих административных органов, подразделений МЧС.

Важным моментом в обеспечении безопасного уничтожения химического оружия является проведение медицинского обследования персонала, допущенного к работе с ОВ, организация и проведение *мониторинга здоровья* населения и *экологического мониторинга* окружающей природной среды.

В соответствии с приказом МО РФ № 315-95 г. военнослужащие и гражданский персонал при назначении (приеме) на работу с ОВ должны проходить обязательное медицинское освидетельствование военно-врачебной комиссией, а в дальнейшем всех военнослужащих и гражданский персонал работающих с ОВ необходимо поставить на специальный медицинский учет. Медицинский контроль должен включать повседневное медицинское наблюдение, медицинский осмотр перед началом работ с ОВ и после её окончания в целях изучения особенностей профессиональной деятельности и выявления факторов, отрицательно влияющих на состояние здоровья работающих, своевременного обнаружения изменений в состоянии здоровья, возникающих при воздействии указанных факторов, контроля за эффективностью лечебно-оздоровительных мероприятий. Углубленное медицинское обследование должно проводиться: солдатам и сержантам (по призыву) 2 раза в год, а военнослужащим по контракту и гражданскому персоналу в 4 квартале ежегодно, кроме того, во 2 квартале проводится контрольное медицинское обследование. Углубленное медицинское обследование проводят гарнизонные и госпитальные военно-врачебные комиссии с участием врачей специалистов. Лица, получившие местное или общее химическое поражение в результате аварии при работе с ОВ, после оказания им неотложной медицинской помощи немедленно направляются на стационарное обследование и лечение в медицинском учреждении.

Мониторинг состояния здоровья предусматривает всестороннюю оценку здоровья различных групп населения, проживающего в зоне влияния объектов хранения и уничтожения химического оружия. В настоящее время существует целый комплекс проблем по квалифицированному медицинскому обследованию населения, проживающего вблизи объектов хранения химического оружия и мест уничтожения аварийных боеприпасов; установлению связи заболеваний с действием на организм специфических ОВ, продуктов их деструкции и гидролиза.

До начала эксплуатации объектов уничтожения ХО требуется обеспечение населения средствами индивидуальной защиты, соответствующими ме-

дицинскими средствами и препаратами, в том числе антидотами для оказания медицинской помощи в случае поражения отравляющими веществами при возможных аварийных ситуациях на ОУХО, обучение населения пользованию средствами защиты.

В настоящее время для обеспечения безопасности здоровья населения и персонала объектов по хранению и уничтожению ХО НИИ Минздрава России разработаны методические указания «Проведение комплексной оценки состояния здоровья населения и окружающей природной среды в районах размещения объектов по уничтожению химического оружия», а также санитарно-гигиенические нормативы на ОВ и продукты их деструкции. Совместно с Минздравом России разработаны постановление Правительства Российской Федерации «О порядке проведения консультативно-диагностического обследования граждан проживающих и работающих в зонах защитных мероприятий объектов по хранению химического оружия и объектов по уничтожению химического оружия» и «Положение о поликлиническом консультативно-диагностическом центре».

Для развертывания системы экологического мониторинга на территориях в зоне влияния ОУХО необходимо разработать программу комплексного экологического мониторинга, объединяющую мониторинг источника воздействия – производственный мониторинг, экологический мониторинг окружающей природной среды и мониторинг здоровья. Неотъемлемой частью программы мониторинга является проектирование сети комплексного экологического мониторинга, включающей автоматические стационарные посты, маршрутные посты, гидро- и метеопосты, наблюдательные скважины, ключевые и реперные участки, пункты постоянного контроля за состоянием питьевой воды, продуктами животного и растительного сырья. Существующие стандарты безопасности при уничтожении химического оружия предъявляют очень жесткие требования к техническим средствам мониторинга, которые должны обеспечивать определение различных загрязнителей в низких концентрациях. В связи с этим региональные природоохранные и медицинские службы и ведомства, ответственные за организацию экологического мониторинга, должны быть обеспечены необходимой аппаратурой и техническими средствами контроля за состоянием окружающей природной среды в населенных пунктах и на территориях вблизи объектов хранения и уничтожения ОВ.

Таким образом, как на федеральном, так и на региональном уровнях существует комплекс проблем, без решения которых невозможно гарантировать обеспечение безопасности населения и окружающей природной среды в районах уничтожения химического оружия. В связи с этим возникает необходимость разработки научно-методологические основы построения системы экологической безопасности окружающей природной среды и здоровья населения с

учетом региональных особенностей. Обязательными компонентами такой системы должны стать: экологическая оценка состояния природного комплекса, здоровья населения до ввода в действие объекта уничтожения химического оружия, система комплексного экологического мониторинга окружающей природной среды и здоровья населения на весь период действия объекта и постэксплуатационный период. Кроме того, должна быть разработана система управленческих решений по предупреждению или минимизации последствий действия негативных антропогенных факторов, приняты меры по разработке и совершенствованию природоохранного законодательства.

Глава 2
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В РАЙОНЕ ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ (АРСЕНАЛ «МАРАДЫКОВСКИЙ» КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

На начальных этапах проектирования строительства объекта уничтожения ХО для оценки современного состояния и прогноза возможных изменений окружающей природной среды под влиянием антропогенной нагрузки с целью предотвращения, минимизации или ликвидации вредных и нежелательных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий, сохранения оптимальных условий жизни населения необходимо в рамках инженерно-экологических изысканий провести комплексное обследование природных сред и объектов, здоровья населения на территории в зоне возможного влияния объекта.

Необходимость выполнения работ по оценке воздействия ОУХО на окружающую среду вызвана тем, что по объему производства, площади занимаемой территории, по уровню загрязнения и токсичности загрязнителей данный объект относится к предприятиям 1-го класса опасности, в сферу влияния данного объекта попадают населенные пункты, памятники природы федерального значения, р. Вятка – основной источник хозяйственно-питьевого водоснабжения кировчан.

Оценка существующего экологического состояния природного комплекса в районе размещения арсенала и проектируемого объекта и оценка воздействия объекта на окружающую среду до начала эксплуатации объекта позволит установить с большой долей вероятности вклад действующего в дальнейшем объекта уничтожения химического оружия в загрязнение окружающей природной среды, а также спрогнозировать последствия этого воздействия.

По результатам оценки воздействия объекта на окружающую среду разрабатывается система комплексного экологического мониторинга с включением объектового (производственного) мониторинга, экологического мониторинга природных сред и объектов и мониторинга здоровья населения.

В настоящей главе дана оценка экологического состояния окружающей природной среды в районе размещения арсенала ХО и проектируемого объекта уничтожения химического оружия, представлены результаты комплексного обследования территории по изучению состояния геологической среды, растительности, животного мира, почв, экосистем водных объектов, составлена социально-демографическая характеристика населения. Обсуждаются подходы к оценке возможного неблагоприятного воздействия объекта, определению характера, степени и масштаба влияния на окружающую природную среду и здоровье населения, прогнозированию последствий этого воздействия.

При характеристике инженерно-геологических условий грунтов и пород на территории проектируемого ОУХО использованы материалы геологических и инженерно-геологических изысканий, проведенных территориальным институтом «Кировпроект» [173, Т. 1]. Оценка состояния здоровья населения сделана по данным статистической отчетности и по регистрационным материалам в участковых больницах.

2.1. Характеристика природного комплекса в районе проектируемого строительства ОУХО «Марадыковский»

2.1.1. ***Геологические и гидрологические условия природного комплекса в районе объекта хранения химического оружия «Марадыковский»***

Район хранения химического оружия и расположения объекта уничтожения ХО «Марадыковский» находится в центральной климатической зоне Кировской области, чуть севернее 58° северной широты и между 48» и 49° восточ-

долготы, в краевой части водораздельного плато, а местами (в северо-западном и северном направлениях) частично захватывает приречную часть склона водораздела. Склады хранения химического оружия и установка «Долина»* по уничтожению ХО располагаются в основном на низкой второй надпойменной террасе. Долина р. Вятки в этом районе представляет своеобразную пологосклонную котловину рельефа, дно которой опущено по отношению к водоразделам до 80–100 м, выходы из нее тянутся вверх и вниз по направлению долины реки. Данный участок долины р. Вятки отличается исключительно высокой заболоченностью как поймы, так и надпойменных террас, что может быть объяснено современным нисходящим развитием рельефа.

Территория хранения ХО и участок, отведенный для строительства ОУХО, находятся на стыке двух геоморфологических единиц – Средневятской низменности и древней террасированной долины р. Вятки, занимая в целом более низкие гипсометрические уровни (около 95–120 м над уровнем моря). Слабая расчлененность рельефа территории, где расположен объект хранения ХО и планируется строительство ОУХО, водосборной сетью (системой понижений-водостоков) затрудняет дренаж на большей части данной территории. Дренаж особенно затруднен в обширных понижениях рельефа, частью полузамкнутых, в которых скапливается вода, стекающая с расчлененных поднятий. В условиях влажного климата в каждом из этих концентраторов стока развивается заболачивание. Отмеченные морфологические особенности исследуемого района придают ему в целом высокую способность к самоосаждению и местной аккумуляции различного рода загрязняющих веществ.

Основные физико-механические свойства грунтов и пород. Данная территория приурочена ко второй надпойменной террасе р. Вятки с преимущественным распространением верхнетатарских отложений с маломощным чехлом четвертичных образований и неглубоким залеганием уровня грунтовых вод.

Материалы физико-механических свойств аллювиальных отложений, слагающих II надпойменную террасу, физико-механические свойства пород участка размещения ОУХО «Марадыковский» приведены в табл. 6–8.

Местоположение точек вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) отображено на рис. 1.

* – здесь и далее под термином установка «Долина» следует иметь в виду экспериментальную установку, на которой до середины 80-х гг. проводилось уничтожение химических боеприпасов.

Таблица 6

Показатели физических свойств песков аллювиальных

Наименование показателей	Размерность	Пески мелкие средней плотности	Пески мелкие плотные	Пески средней крупности средней плотности	Пески средней крупности плотные	Пески крупные плотные
Влажность естественная	д.ед.	0,092	0,14	0,095	0,18	0,088
Плотность минеральной части	г/см^3	2,67	2,72	2,68	2,655	2,67
Плотность объёмной массы при естественной влажности	г/см^3	1,742	1,98	1,795	2,02	1,895
Плотность скелета	г/см^3	1,587	1,71	1,62	1,73	1,75
Пористость	%	40,56	36,02	39,33	34,0	33,67
Коэффициент пористости		0,683	0,59	0,65	0,534	0,525
Плотность скелета: в рыхлом состоянии	г/см^3	1,36		1,51		
в плотном состоянии	г/см^3	1,695		1,785		
Пористость: в рыхлом состоянии	%	48,26		44,34		
в плотном состоянии	%	36,48		33,24		
Угол естественного откоса	град.	36°25'		34°39/	32°	

Таблица 7

Показатели физических свойств суглинков аллювиальных на участке размещения ОУХО «Марадыковский»

Наименование показателей	Единица измерений	Значения показателя	
		суглинок тяжёлый	суглинок лёгкий
Пределы пластичности: верхний	д. ед.	0,33	0,22
нижний	д. ед.	0,254	0,135
Число пластичности	д. ед.	0,12	0,085
Естественная влажность	д. ед.	0,247	0,18
Плотность: минеральной части,	г/см^2	2,72	2,69
объёмной массы,	г/см^2	1,92	1,727
скелета	г/см^2	1,583	1,52
Пористость	%	41,95	44,0
Коэффициент пористости	д. ед.	0,722	0,771
Консистенция	д. ед.	-0,18–0,49	<0–0,12
Коэффициент уплотнённости	д. ед.	0,11–0,94	<0
Показатель коллоидной активности	д- ед.	0,2–0,44	0,8–0,82

Таблица 8

Физико-механические свойства горных пород на участке размещения ОУХО «Марадыковский»

Наименование показателей	Единица измерения	Значения показателей для разных типов пород				
		глина туго и мягко пластичная	суглинок	глина полутвёрдая	песчаник	глина твёрдая
Плотность I II	г/см^3	1,92 1,92	2,07 2,08	1,89 1,9	1,94 1,95	1,97 1,98
Число пластичности	д. ед.	0,2	0,14	0,2	–	0,19
Показатель текучести	д. ед.	0,35	0,41	0,05		<0
Коэффициент пористости		0,82	0,58	0,78	0,68	0,65
Удельное I сцепление II	кПа (кгс/см^2)	17 (0,17) 19 (0,19)	20 (0,20)	29 (0,29) 33 (0,33)	6 (0,6) 10 (0,10)	29 (0,29) 33 (0,33)
Угол внутреннего I трения II	град	20 21	– 20	24 25	29 30	24 25
Модуль деформации	мПа (кгс/см^2)	10 (100)	10 (100)	12 (120)	21 (210)	15 (150)
Коэффициент фильтрации	м/сут	0,051	0,28	0,076	3,1	0,28

Примечание:

I – расчётный показатель для расчётов по несущей способности при доверительной вероятности а=0,95.

II – расчётный показатель для расчётов по деформациям при доверительной вероятности а=0,85.

○ *Скв. 62*	скважина и ее номер;
● ▸В-7	точка ВЭЗ МДС, ее номер и направление разноса питающего электрода;
9959	профиль сейсмического зондирования и его номер;
I I	литологический разрез и его номер.

Рис. 1. Карта-схема расположения точек вертикального электрического зондирования в районе размещения арсенала «Марадыковский»

Гидрогеологические условия. На прилегающей территории в интервале осадочной толщи до глубины 100 м выделяются следующие водоносные горизонты аллювиальный; путятинский; юрпаловский и слободской (рис. 2А, Б**).**

Водоносный *аллювиальный* ($aQ_{1у}$) горизонт территориально совпадает с областью развития поймы и надпойменных террас р. Вятки и распространен на значительной площади. Водовмещающими породами являются разнозернистые аллювиальные и аллювиально-флювиогляциальные кварцевые пески с гравием и галькой, прослоями и линзами суглинков и глин. Мощность обводненной толщи достигает 18 м, в среднем составляя 12–15 м. Водоносный горизонт содержит безнапорные воды. Удельные дебиты скважин, пройденных на аллювий р. Вятки, в основном варьируют в пределах 0,5–3,1 (л/с)/м. При опробовании верхних частей разреза (глинистые пески и супеси) – 0,04–0,05 (л/с)/м. Коэффициент фильтрации составил от 1,7 до 15,7 м/сут., для супесей < 0,5 м/сут. Принятое среднее значение коэффициента фильтрации – 14,6 м/сут (исключая верхнюю более глинистую часть разреза). Ниже аллювиального водоносного горизонта залегают путятинский и юрпаловский водоносные горизонты.

Водоносный *путятинский* горизонт (P_2pt) приурочен к отложениям путятинского водоносного комплекса и широко распространен в районе проектируемых работ. В восточной и юго-восточной частях рассматриваемой территории водовмещающие породы комплекса могут быть сдренированы. В водозаборных скважинах пгт. Мирный и объекта хранения ХО вскрытая мощность путятинского водоносного комплекса составляет порядка 38–40 м, а его подошва залегает на глубинах от 46 до 52 м. Полная мощность данного водоносного комплекса вскрыта к северо-западу от района работ поисковыми на воду скважинами в районе г. Котельнич. Максимальное ее значение составило 63,2 м. Водовмещающими породами в разрезе комплекса являются песчаники, пески, алевропесчаники, алевриты, весьма редко – известняки и мергели. Водоносный путятинский горизонт (продуктивный пласт комплекса) залегает в подошве комплекса; зачастую в основании он содержит прослои гравелитов и конгломератов. Этот песчаный пласт достаточно прослеживается в плане, а на отдельных участках может быть выдержан даже по мощности и гранулометрическому составу разреза. В кровле водоносного горизонта залегают одновозрастные алеврито-глинистые породы, которые являются верхним водоупором. Мощность водоупора меняется от 8 до 17 м. Коэффициент фильтрации, по данным геофизических исследований, для пластичных разностей составляет 0,03–0,005 м/сут, для твердых (полутвердых) глин изменяется от 0,0015 до 0,0042 м/сут. В зонах трещиноватости глины имеют более высокую степень проницаемости – коэффициент фильтрации увеличивается от 0,01-0,02 до 0,7 м/сут. На глубине 20–30 м глинистые водоупорные отложения, практически повсеместно, расклиниваются пачкой переслаивания проницаемых алевролитов и песчаников мощностью до 4–11 м, что в какой-то мере ослабляет их защитные свойства. Воды напорные, величина напора меняется от 20 до 50 м и зависит от глубины залегания водовмещающих пород. Возможно, что на отдельных участках, где путятинские отложения подвержены эрозионному размыву или на участках его выклинивания, водовмещающие породы могут залегать непосредственно (без водоупора) под четвертичными отложениями, в частности под обводненным аллювием.

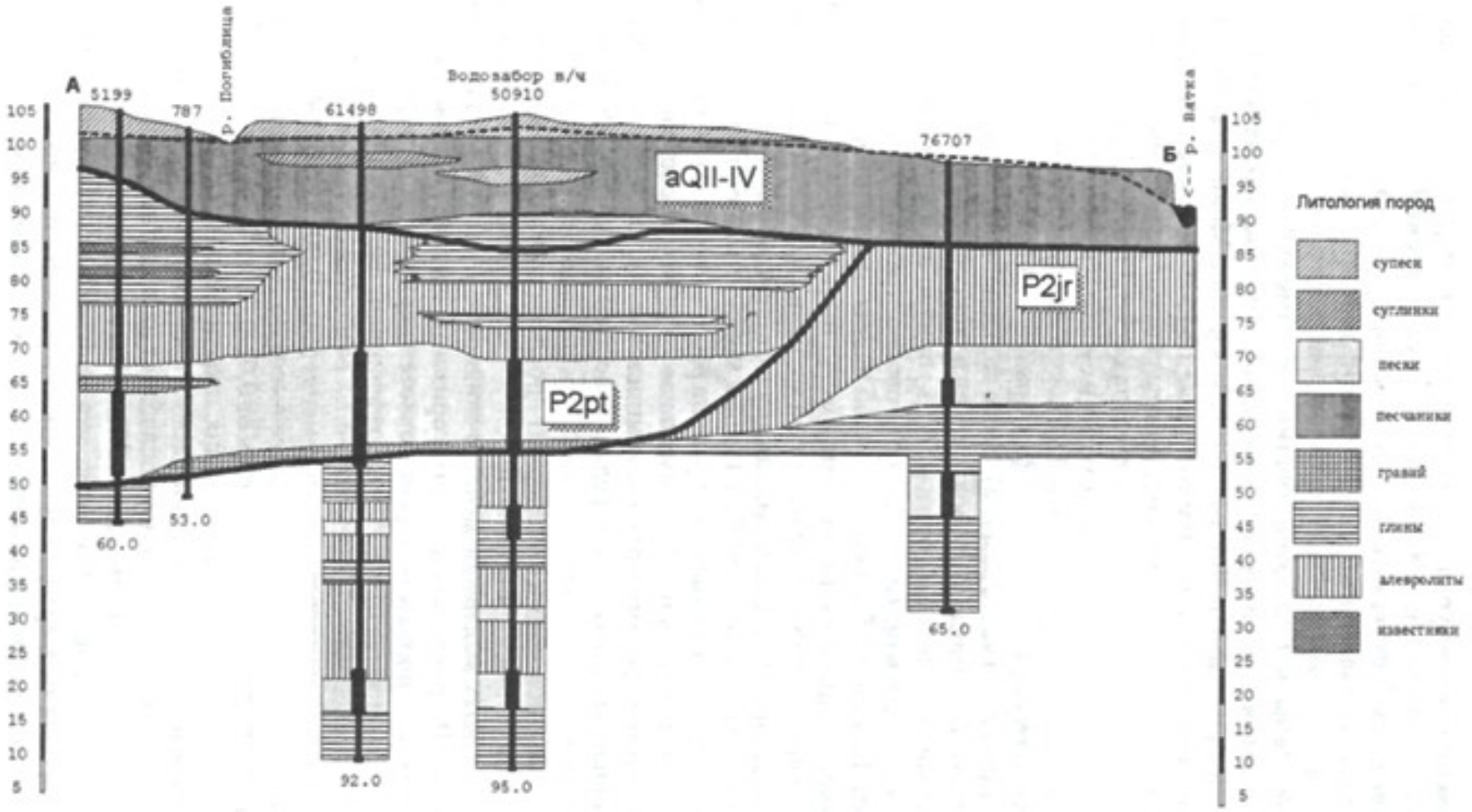


Рис. 2А. Геолого-гидрогеологический разрез по линии А–Б

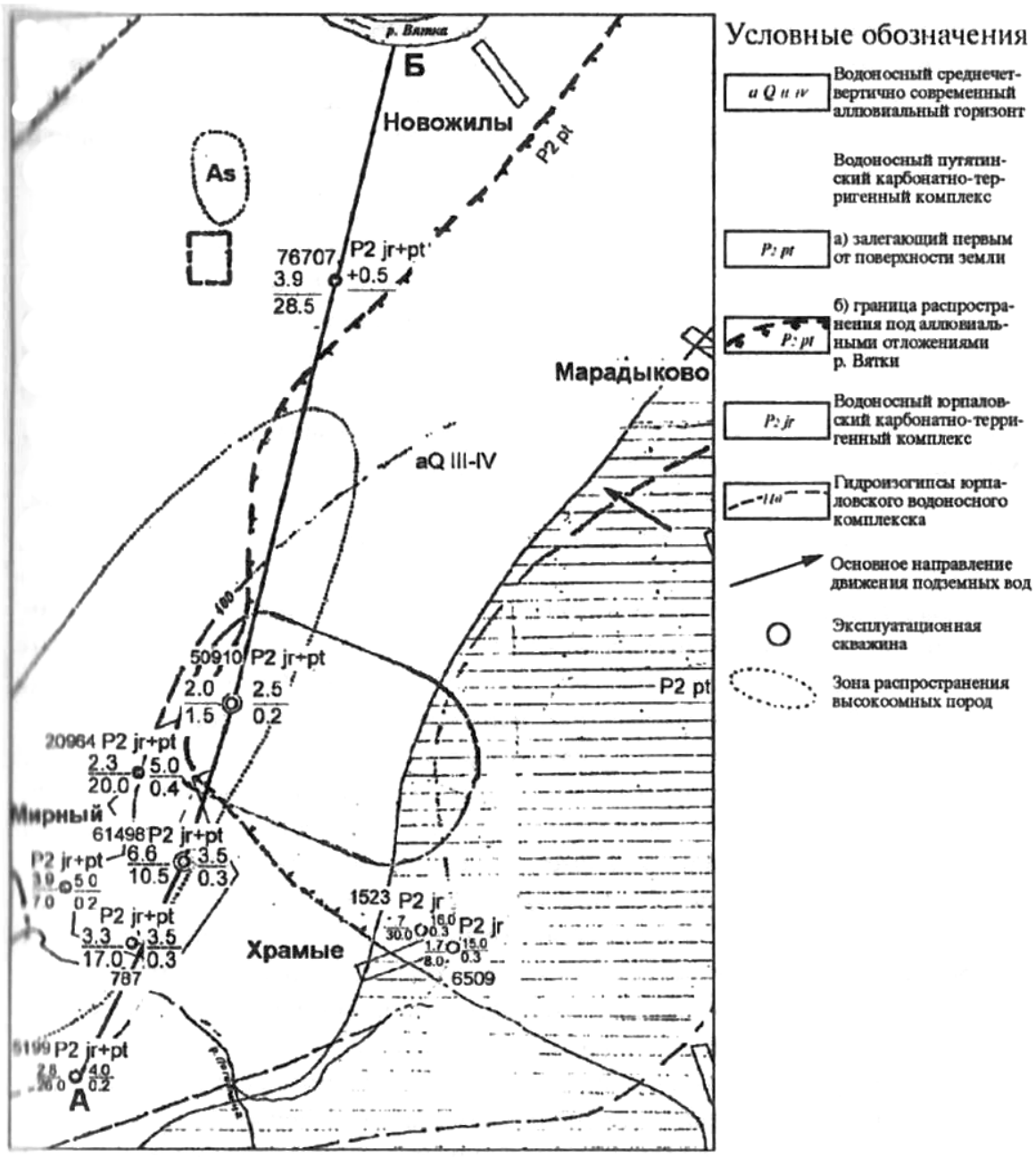


Рис. 2Б. Положение геолого-гидрогеологического разреза на местности

Водоносный *юрпаловский* (P_2jr) горизонт. Приурочен к отложениям одноимённой свиты и имеет в пределах района проектируемых работ повсеместное распространение. На большей части территории он залегает под путятинский водоносным горизонтом, в северо-западной, крайней западной и юго-восточной частях территории – под аллювиальным водоносным горизонтом, а на небольших участках на юге и юго-востоке – первым от поверхности земли.

По имеющимся данным, кровля водоносного комплекса описываемого горизонта вскрывается в районе работ на глубинах от 1,0 до 52–54 м, испытывая постепенное погружение в западном-северо-западном направлении. Полная мощность водоносного комплекса на рассматриваемой территории составляет 74 м.

В сложении комплекса принимают участие глины, аргиллиты, алевролиты, мергели, песчаники, иногда известняки. Водовмещающими породами являются алевролиты, песчанистые алевролиты, мергели и известняки трещиноватые, песчаники мелко- и среднезернистые на глинистом и глинисто-известковистом цементе.

Для юрпаловских отложений характерно более частое переслаивание пород, чем для вышеописанных путятинских отложений. Водовмещающие прослои чаще имеют небольшую мощность, от 0,5–4,0 до 7,0 м. Водоносные прослои большей мощности встречаются редко и зачастую характеризуются невыдержанностью водовмещающего коллектора, когда последний перемежается с менее водопроницаемыми или даже относительно водоупорными породами. Характерно также, что водоносные прослои юрпаловских отложений крайне не выдержаны по простиранию, имеют резко изменяющуюся мощность, разрознены в разрезе и разделены местными водоупорами.

На территории проектируемых работ подземные воды юрпаловского водоносного комплекса можно отнести к категории защищенных, так как водовмещающие прослои комплекса, как правило, залегают на глубине более 40 м, а кровля комплекса сложена глинами.

В районе работ юрпаловский водоносный комплекс эксплуатируется водозаборными скважинами, совместно с водами вышележащих путятинских отложений. Большинство имеющихся эксплуатационных скважин находится в пгт. Мирный и вблизи него. По данным нескольких скважин, эксплуатирующих только юрпаловский водоносный горизонт, водоотбор составляет от 40 до 110 $м^3$/сут.; при этом обычно скважины работают несколько часов в сутки.

В связи с невысокой водообильностью использование данного водоносного комплекса в качестве самостоятельного источника водоснабжения ограничено и, очевидно, возможно лишь для небольших сельских населенных пунктов и отдельных мелких предприятий (при ограниченном времени эксплуатации водозаборных скважин в течение суток).

Водоносный *слободской* (P_2sl) горизонт. Водоносный горизонт приурочен к отложениям слободского комплекса, в районе работ распространен повсеместно и залегает под юрпаловскими отложениями, погружаясь так же, как и они, в северо-западном направлении. К юго-востоку от района работ кровля слободских отложений постепенно воздымается.

Кровля данного водоносного горизонта вскрывается под юрпаловскими отложениями на глубинах от 70–75 до 110–115 метров и более. Общая мощность комплекса составляет порядка 60–62 м. В литологическом составе комплекса – глины, алевролиты, песчаники, реже – мергели. Водоносный горизонт приурочен к прослоям песчаников, залегающих на различных уровнях. Мощность песчаных прослоев различна и может составлять от нескольких метров до 20 метров и более. Водоносный горизонт содержит пластово-поровые, напорные воды. Водоупорную кровлю комплекса образуют одновозрастные глины.

Водообильность слободских отложений в целом невысокая, однако на отдельных площадях данные отложения могут быть достаточно водообильными. Водообильность слободских отложений часто выше, чем водообильность юрпаловских отложений. Удельные дебиты скважин находятся в пределах от 0,06–0,08 до 0,1–0,2 (л/с)/м. Подземные воды слободского водоносного горизонта сульфатно-гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные магниево-кальциевые и натриевые с минерализацией от 0,5 до 1,0 г/дм^3. В районе работ слободской водоносный комплекс не эксплуатируется и в качестве самостоятельного источника водоснабжения мало перспективен. Схема водоносных горизонтов приведена на рис. 2.

Характер уровней подземных вод. Подземные воды эксплуатируемых юрпаловского и путятинского водоносных горизонтов на данном участке пластово-поровые, напорные, иногда самоизливают. Статические уровни устанавливаются на глубинах от +0,5-2 до 18 метров от поверхности земли. В зависимости от соотношения уровня подземных и уровня грунтовых вод возможны различные гидродинамические ситуации, определяющие характер вертикального перетока через разделяющий контактирующие горизонты водоупор.

В долине р. Вятки пьезометрический уровень устанавливается выше на 0,5–1,0 м свободной поверхности водоносной четвертичной толщи или полностью совпадает с ней, вертикальный градиент напора направлен снизу вверх: ΔH – 0,5–1,0 м. В пределах зандровой равнины соотношение уровней меняется на обратное, пьезометрический уровень располагается ниже до 7,0 м уровня грунтовых вод или совпадает с ним, что отмечается в основном в придолинной части или в тыловой части II террасы. В этом случае вертикальный градиент напора направлен сверху вниз: ΔН равна 0–7,0 м.

Области питания и разгрузки водоносных горизонтов. Воды четвертичного водоносного горизонта залегают первыми от поверхности на глубине 0,0–3,0 м и образуют единый грунтовый поток с общим направлением движения к р. Вятке.

Разгрузка водоносного комплекса в основном происходит в основную дрену – р. Вятки и в нижележащие горизонты. На отдельных участках грунто-

вые воды дренируются ручьями, карьерами, локальными понижениями в рельефе, образуя озера и заболоченные участки. Основным источником питания водоносного горизонта являются атмосферные осадки. Водоносный горизонт постоянно действующий, эксплуатируется местным населением для хозяйственно-питьевых нужд колодцами. Водоупора данный водоносный горизонт не имеет.

Путятинский водоносный горизонт находится в области интенсивного питания, которое осуществляется главным образом за счет инфильтрации атмосферных осадков и, очевидно, за счет перетока вод из аллювиальных отложений р. Вятки. Поэтому условия восполнения запасов подземных вод горизонта на рассматриваемой площади весьма благоприятны.

Питание юрпаловского водоносного горизонта происходит: на площади его выхода на дневную поверхность за счет инфильтрации атмосферных осадков и паводковых вод; на остальной территории – за счет перетока из вышележащих водоносных путятинских или аллювиальных горизонтов, в случае наличия литологических окон в водоупорной глинистой кровле. Разгрузка подземных вод происходит в речную сеть за пределами района работ по строительству ОУХО.

Для оценки защищённости подземных вод от загрязнения и расчленения литологического разреза на участке проектируемого строительства ОУХО проведены геофизические исследования методами ВЭЗ МДС* и сейсмопрофилирования (госпредприятие «Противокарстовая и береговая защита», г. Дзержинск). Карта фактического материала по геофизическим работам приведена на рис. 2.

По результатам работ сделаны следующие выводы:

1. Грунтовые воды, залегая первыми от поверхности на глубине 0,0–3,0 м, не имеют водоупорного перекрытия. Зона аэрации представлена песками с хорошими фильтрационными свойствами, изменяющимися от 3,5 до 6,0 м/сут, а в аллювиально-флювиогляциальных более глинистых песках этот параметр составляет 1,8–5,0 м/сут.

2. Слабопроницаемые породы в зоне аэрации не установлены. Поэтому защищенность грунтовых вод оценивается по показателю мощности зоны аэрации (глубине залегания уровня). В связи с этим при мощности зоны аэрации до 3,0 м, что соответствует 1 баллу по методике В.М. Гольдберга, подземные воды четвертичных отложений по категории защищенности относятся к незащищенным от возможных загрязняющих компонентов на всей площади развития.

* Вертикальное электрическое зондирование методом двух составляющих.

3. Определяющим параметром при оценке защищённости путятинского водоносного горизонта являются резко неоднородные фильтрационные характеристики перекрывающих глинисто-алевритовых пород, служащих водоупором. В юго-восточной части участка зоны влияния ОУХО при мощности водоупора (глины) 8,0–15,0 м (коэффициент фильтрации 0,01–0,004 м/сут.) и совпадении пьезометрического уровня с уровнем аллювиальных вод основной водоносный горизонт рассматривается как не защищенный от возможного загрязнения. На юге данного участка основной водоносный горизонт также не защищен от загрязнения. В этой части участка существенно увеличивается мощность проницаемых пород, особенно в зонах трещиноватости, коэффициент фильтрации глин при этом достигает 0,01 м/сут. На остальной части участка мощность глин возрастает до 15,0–20,0 м (коэффициент фильтрации 0,0015–0,004 м/сут.), что в совокупности с гидродинамической ситуацией позволяет отнести подземные воды к условно защищенным от загрязнения.

По результатам полевых геофизических работ, определены интегральные инженерно-геологические свойства пород (табл. 9).

Интегральные инженерно-геологические характеристики грунтов, расположенных в зоне полного водонасыщения до глубины 30 м, приведены в табл. 10.

При расчетах геологических характеристик песков минерализация поровых растворов принята равной 0,25–0,3 г/дм^3.

Химический состав подземных вод. По результатам изучения фондовых материалов и результатам химических анализов, выполненных в 1998–2001 гг. (табл. 11), подземные воды соответствуют требованиям ГОСТ 2761-84*, СП 2.1.5.1059-01* и СанПиН 2.1.4.1074-01*. Эксплуатируемые для водоснабжения населения пгт. Мирный и близлежащих населенных пунктов подземные воды характеризуются как пресные, гидрокарбонатные натриевые с минерализацией 0,2–0,3 г/дм^3, жесткостью 02–1,7 мг-экв/дм^3, реакция щелочная, pH изменяется от 8,4–8,6 до -9,4. В единичных пробах (скв. № 787, 20972, 33525, 61498 пгт. Мирный) отмечается повышенное содержание бора от 0,5 до 1,08 мг/дм^3, т.е. до 2 ПДК. По сравнению с прилегающими территориями отмечается повышенное, но в пределах ПДК, содержание фтора 1,44 мг/дм^3 (скв. № 20964 разъезд Марадыковский).

К западу от пгт. Мирный и в скважинах, приуроченных к долине р. Вятки, наблюдается изменение химического состава подземных вод с увеличением минерализации. По катионно-анионному составу вода из гидрокарбонатной переходит в гидрокарбонатно-сульфатно-натриевую с минерализацией до 1,1 г/дм^3, жесткостью 0,6 мг-экв/дм^3.

Качество грунтовых вод на участке проектируемого строительства и прилегающих территориях изучалось в 1998–2001 гг. по наблюдательным скважинам, эксплуатационным колодцам, разведочным шурфам (рис. 3).

Таблица 9

Инженерно-геологические характеристики песков на участке размещения ОУХО «Марадыковский» по данным вертикального электрического зондирования

№ ВЭЗ	Мощность слоя, м	ρ, Ом.м	$V_р$, м/с	$П_{откр}$, %	$П_{полн}$, %	$\gamma_{ест}$, г/см^3	$\gamma_с$, г/см^3	$W_{ест}$, Дол.ед	$К_ф$, м/сут	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
В-1	0,75	400	80	3,5	58	1,3	1,12	0,03	1–3	Оторфованные пески
В-2	1,75	400	130	20	55	1,48	1,15	0,15	1,8	Глинистые пески
В-3	0,8	2000	130	7	52	1,6	1,28	0,05	4	Разнозернистые (р/з) пески
В-4	0,6	1000	130	14	55	1,4	1,22	0,12	3	
В-5	0	–	–	–	–	–	–	–	–	
В-6	0,7	1100	130	И	55	1,4	1,22	0,12	3	Оторфованные пески
В-7	1	6000	80	5	55	1,25	1,2	0,035	5	
В-8/9	2,2	3500	160–210	4,2	50	1,75	1,32	0,034	4	
пр.II В-10	2,6	1100	160	14	55	1,42	1,22	0,07	2,9	Р/з пески
В-11	1	600	125	14,5	52	1,50	1,28	0,1	2,5	Глинистые пески
В-12	0,8	650	120	14	53	1,45	1,25	0,1	2,5	
В-13	0,6	850	125	12	50	1,53	1,35	0,07	3	
В-14	1,8	1500	170	10	53	1,13	1,25	0,07	3,5	Р/з пески
В-15	0,8	1500	130	10	53	1,13	1,25	0,07	3,5	
пр.III В-16	2	3500	130	4	53	1,35	1,25	0,03	5,5	
В-28	2,2	960	160–170	15	53	1,45	1,25	0,1	3,5	
В-27	2,2	2100	160	7	53	1,35	1,25	0,055	5,2	
В-26	1,7	2000	160	7	53	1,35	1,25	0,055	5	
В-25	1	1800	160	8	55	1,23	1,18	0,07	5	
В-24	1,4	3500	140	4	54	1,23	1,20	0,03	6	
В-23	0,6	650	140	20	60	1,25	1,05	0,17	3,5–4	Плотные Пески
В-22	0,6	700	500	14	43	1,63	1,48	0,1	3,2	
В-21	0,6	820	800	17	35	1,85	1,63	0,1	3,8–4	Крупнозернистые пески

Примечание: электрическое сопротивление (ρ, Ом.м), скорость продольная ($V_ρ$, м/с), пористость в рыхлом состоянии ($П_{откр}$, %), пористость в плотном состоянии ($П_{полн}$, %), плотность при естественной влажности ($\gamma_{ест}$, г/см^3), плотность скелета ($\gamma_с$, г/см^3), влажность естественная ($W_{ест}$, дол. ед.), коэффициент фильтрации ($К_ф$, м/сут).

Таблица 10

Физико-механические свойства грунтов участка размещения ОУХО «Марадыковский»

Описание грунта	ρ^{to}, Ом.м	V, м/с	$П_{полн}$, %	γ_e, г/см^3	γ_c, г/см^3	W_c, дол.ед.	$К_ф$, м/сут.	J_p	ГТ
Аллювиальные пески до глубины 20 м, р/з	130–200	1600	45	1,87	1,45	0,25	2,5	–	–
Линзы песков с гравием и галькой до 40–60%	1000–360	1300–1600	42	2–1,9	1,58–1,56	0,21–0,25	4+10	–	–
Суглинки (прослои)	50	1600	45	1,85	1,5	0,25	0,1–0,8	7–15 / 10	25
Глины трещиноватые			37	2,07	1,7	0,2	0,01		
Глины пластичные трещиноватые	5–7	2000	55	1,7	1,25	0,4	0,1	20–28 / 24	36
Глины тугопластичные	10	20	38	2,08	1,65	0,28	0,015	28	40
Глины до глубины 30 м твердые, тугопластичные местами опесчаненные, трещиноватые	10–15	2000	38–40	1,95–2,01	1,6	0,28–0,3	0,0015–0,0042	20–28 / 26	38
Глины со стяжением карбонатов	15–25	1850	36–38	2,0	1,65	0,27	0,004	22	36
Песчаники т/з на глинистом цементе	60–130	1700	35–40	1,85	1,5	0,2–0,3	2,1	–	–
Песчаники на известковистом цементе	30–40	1830	48	2,3	2,1	0,23	0,7	–	–
Алевролиты	15–25	1900	33	2,1	1,8	0,25	0,25–0,3		

Примечание: ГТ – граница текучести.

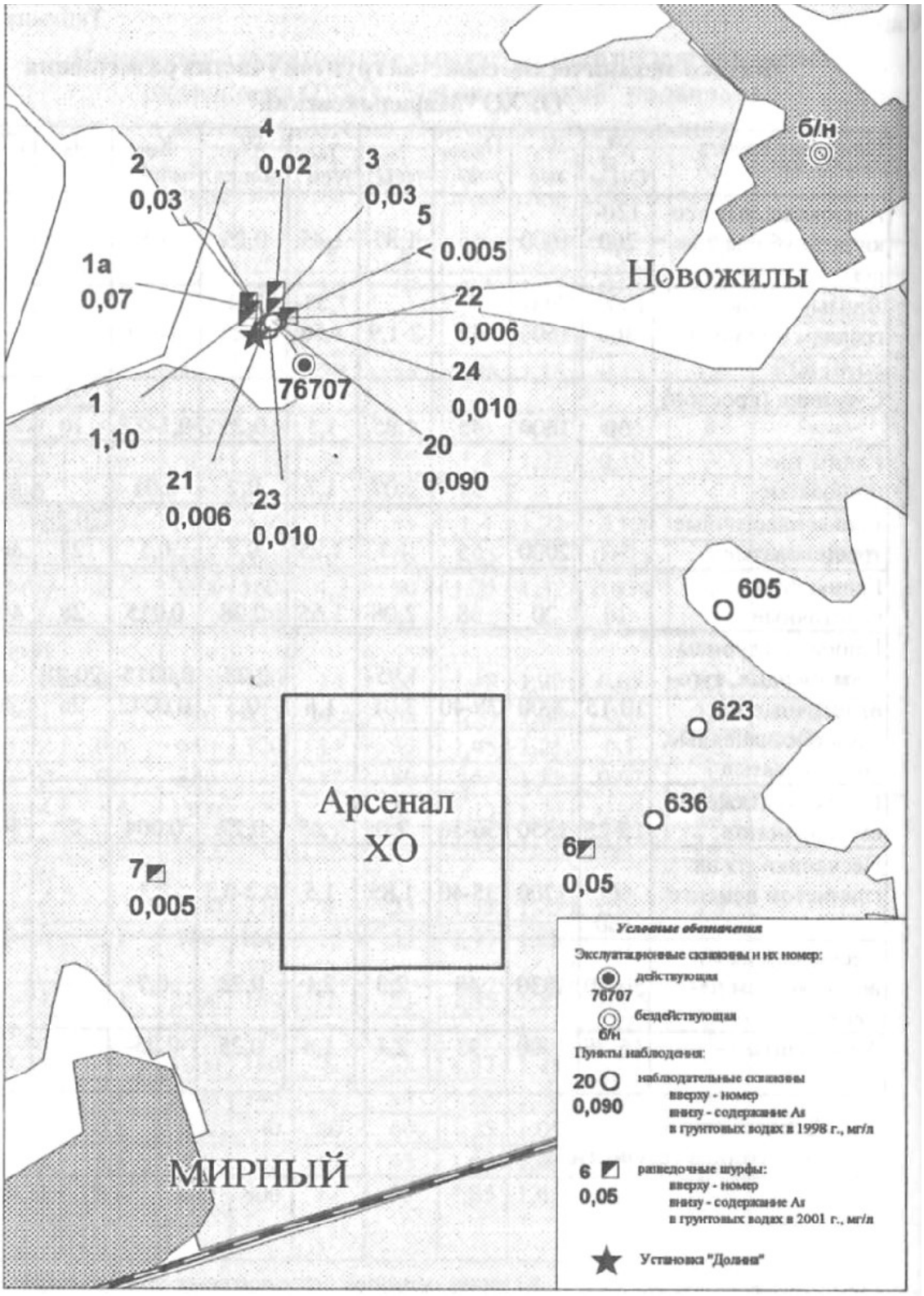


Рис. 3. Схема наблюдательных скважин, шурфов и колодцев по периметру промплощадки арсенала химического оружия (М 1:29 000)

Таблица 11

Общие гидрогеологические характеристики залегания подземных вод района расположения ОУХО «Марадыковский»

Наименование водоносного горизонта	Глубина залегания, м от поверхности земли	Мощность, м	Запасы подземных вод	Температура подземных вод, °С	Химический состав подземных вод		Параметры водоупорных пластов		
					величина, мг/дм^3	показатель	глубина, м	мощность, м	коэффициент фильтрации, м/сут
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
($aQ_{1У}$)	0–3	12–15		5–10	0,3–26,0 0,2–3,6 0,03–0,64 0,008 0,04–1,1 1,4–5,1 15–41 32–62 4,2–28,8 1,8–5,0	Железо общее Марганец Азот аммония Азот нитритов Азот нитратов Хлорид-ион Суль фат-ионы Кальций Магний Щёлочность	нет	нет	14,6

Продолжение табл. 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(P_2pt)	0–52	8–15	не утверждались	5-7	0,08–0,3 0,02 0,1–10,0 0,8–20 3–15 3–5 0,6–9,0 4,1–5,5 0,12–1,44 0,58–1,8	Азот аммония Азот нитритов Азот нитратов Хлорид-ион Сульфат-ионы Кальций Магний Щёлочность Фтор Бор	2–22	8–17	нет данных
(P_2jr)	1–54	4–7	не утверждались	5-7			0–40	10–30	нет данных
(P_2sl)	70–100	60–62	не утверждались	5-7			30–50	> 30	нет данных

Количественный и химический анализы грунтовых и подземных вод проводились в химических лабораториях (г. Киров, г. Дзержинск).

Исследуемые грунтовые воды (по скв. 605, 623, 636) характеризуются как гидрокарбонатно-кальциевого, реже гидрокарбонатно-натриево-калиевого состава умеренно жесткие, преимущественно щелочные, с минерализацией 0,1–0,6 г/дм^3. Характерно наличие в воде повышенной концентрации железа 3–15,5 мг/дм^3. Мышьяк в фунтовых водах из этих скважин отсутствует.

Качество грунтовых вод вблизи установки «Долина» по результатам опробования наблюдательных скважин в 1998 г. существенно не отличается. Мышьяк содержится в пробах воды из всех скважин, а концентрации, превышающие ПДК отмечаются в скважине № 20.

В 2001 г. наблюдательные скважины не опробовались, так как их глубина не превышала 0,5 м от поверхности земли. В связи с этим в 2001 г. вблизи наблюдательных скважин и установки «Долина» проводилось исследование грунтовых вод из разведочных шурфов.

Результаты лабораторных исследований качества подземных вод приведены в табл. 12.

На основании результатов количественных химических анализов грунтовых вод, отобранных из шурфов (по периметру площадки уничтожения аварийных боеприпасов, где находится полигон захоронения отходов от уничтожения ОВ на установке «Долина») и из колодцев на расстоянии около 2 км от объекта хранения ХО, можно сделать вывод, что качество грунтовых вод ухудшается вблизи существующего полигона захоронения. Согласно результатам опробования шурфов, концентрации железа и марганца здесь значительно возрастают и достигают 483 и 10,6 мг/дм^3 соответственно, значения окисляемости варьирует в пределах 37÷196 мгO_2/дм^3, в двух шурфах № 1 и 1а обнаружен мышьяк в концентрациях 1,1 и 0,08 мг/дм^3.

Кроме того, обнаружены превышения норм по следующим показателям: окисляемость, марганец, бор, азот аммонийный и нитратный.

По сравнению с результатами 1998 г., содержание мышьяка в грунтовых водах из разведочных шурфов выше более чем в 10 раз, в 20 раз (по максимальным значениям) увеличилась окисляемость. Содержание железа возросло в 50÷100 раз. Вместе с тем, по данным опробования 2001 г., не обнаружены азот аммонийный и нитратный, которые в 1998 г. достигали 90 мг/дм^3 (табл. 13).

---

* Здесь и далее по тексту приведены ссылки на нормативную документацию по состоянию на 2001 г.

Таблица 12

Результаты исследования качества подземных вод по водотокам на территории ЗЗМ ОУХО (2001 г.)

№ ПН	Индекс водоносного горизонта	*Содержание компонентов в мг/дм^3 (жесткость, щелочность – мг-экв/дм^3, окисляемость – мгO$_2$/дм^3*					
		pH	Жесткость общ.	Окисляемость перм.	Щелочность	Сухой остаток	Cl^-
1	2	3	4	5	6	7	8
Водозаборные скважины							
789	P_2pt	9,00	0,50	22,00	4,73	480,00	17,50
2598	P_2jr	9,00	0,50	13,00	5,24	299,00	1,25
50909	P_2jr+pt	9,10	1,60	3,30	3,32	190,00	1,00
50910	P_2jr+pt	8,30	1,85	1,00	4,50	242,00	1,70
76707	P_2jr+pt	9,30	0,85	0,80	6,30	406,00	2,40
Колодцы							
1	$aQ_{III}mk+k+P_2pt$	7,00	0,60	13,00	1,38	163,00	2,00
2	$aQ_{III}mk+k$	6,00	0,75	7,60	0,60	165,00	22,00
4	P_2pt	7,00	5,75	0,30	5,31	390,00	9,00
5	P_2pt	6,60	1,94	11,60	1,64	225,00	8,20
8	$aQ_{III}mk+k$	5,90	4,05	6,10	0,55	337,00	56,00
Шурфы							
1	$aQ_{III}ms+os$	7,70	5,00	71,00	8,05	482,00	10,50
2	$aQ_{III}ms+os$	7,40	2,20	120,00	1,34	216,00	30,00
3	$aQ_{III}ms+os$	7,00	2,98	42,00	1,06	254,00	24,00
4	$aQ_{III}ms+os$	6,60	1,95	140,00	0,98	102,00	16,50
5	$aQ_{III}ms+os$	6,40	1,95	196,00	0,88	109,00	17,30
6	fQ,,d	7,40	2,55	65,00	3,42	253,00	3,60
7	$aQ_{III}mk+k$	6,40	1,05	172,00	0,56	82,00	3,20
1а	$aQ_{III}ms+os$	7,60	4,75	37,00	2,71	247,00	12,50

Содержание компонентов в мг/дм^3 (жесткость, щелочность – мг-экв/дм^3, окисляемость – мгO$_2$/дм^3							
SO_4^{--}	HCO_3^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$K^+ + Na^+$	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-
9	10	11	12	13	14	15	16
Водозаборные скважины							
26,00	289,00	8,00	4,30	157,00	0,14	25,00	0,030
17,00	320,00	8,00	4,90	147,00	0,20	0,50	0,070
2,00	203,00	5,00	17,00	50,00	0,02	0,24	0,005
6,70	275,00	10,00	17,00	71,00	0,04	0,83	0,074
17,00	384,00	1,00	10,00	166,00	0,14	0,47	0,011
Колодцы							
18,00	84,00	8,00	2,00	31,00	0,34	2,20	0,030
89,00	37,00	8,00	3,00	61,00	0,22	8,10	0,020
30,00	324,00	8,00	17,00	21,00	0,09	25,00	0,030
24,00	100,00	8,00	3,00	21,00	0,40	25,00	0,040
101,00	34,00	40,00	25,00	5,00	1,12	60,00	0,037
Шурфы							
54,00	491,00	36,00	39,00	112,00	1,90	1,64	0,075
95,00	82,00	15,00	18,00	49,00	1,10	1,29	0,020
140,00	65,00	26,00	20,00	42,00	0,20	0,37	0,025
29,00	60,00	11,00	17,00	2,00	0,68	0,67	0,023
31,00	54,00	15,00	15,00	2,00	1,30	0,64	0,020
43,00	209,00	36,00	9,00	47,00	0,31	0,37	0,032
22,00	34,00	1,00	12,00	1,00	0,55	1,38	0,046
87,00	165,00	17,00	47,00	3,00	1,38	5,70	0,060

Продолжение табл. 12

№ ПН	*Содержание компонентов в мг/дм³ (жесткость, щелочность – мг-экв/дм³, окисляемость – мгO₂/дм³*							
	Fe общ.	F^-	Mn^{2+}	Cu^{2+}	*As*	SiO_3^{2-}	Zn^{2+}	Поли-фосфаты
1	18	19	20	21	22	23	24	25
Водозаборные скважины								
789	0,10	0,21	0,019	0,00	0,000	9,70	0,01	0,055
2598	0,10	0,31	0,026	0,00	0,000	8,60	0,20	0,057
50909	1,48	0,32	0,027	0,01	0,010	3,70	0,00	0,050
50910	0,35	0,10	0,000	0,00	0,010	15,00	0,00	
76707	0,10	0,69	0,000	0,00	0,010	8,64	0,00	0,084
Колодцы								
1	0,60	0,00	0,026	0,00	0,000	8,60	0,03	0,085
2	0,17	0,00	0,055	0,00	0,000	7,60	0,01	0,010
4	0,10	0,10	0,018	0,00	0,000	14,00	0,01	0,260
5	0,10	0,00	0,041	0,00	0,000	13,80	0,05	
8	2,50	0,32	0,700	0,00	0,000		0,14	0,016
Шурфы								
1	3,90	0,18	0,110		1,100			0,079
2	60,00	0,72	0,370		0,037			0,260
3	36,00	0,20	0,570		0,031			0,024
4	102	0,35	0,370		0,021			0,180
5	260	0,44	1,300		0,000			0,210
6	229	0,26	1,300		0,000			0,480
7	483	0,26	10,600		0,000			0,480
1а	23,80	1,60	1,340		0,080			0,470

Примечание: фенол в колодце № 8 (0,001) и шурфах № 2, 3, 7 (0,001). Серым фоном отмечены показатели, содержание которых в воде превышает ПДК.

Таблица 13

Показатели химического состава воды в наблюдательных скважинах

Дата опробования	Показатели и концентрация в мг/дм^3							Анионно-катионный состав
	сухой остаток	окисляемость (ПДК-5)	азот аммонийный (ПДК-2)	азот нитратный (ПДК-45)	железо (ПДК-0,3)	марганец (ПДК-0,1)	мышьяк (ПДК-0,05)	
ноябрь 1998 по набл. скв. № 20–24	516+632	7,5+9,0	89,0+92,0	66,1+80,9	0,4+0,6	не опред.	0,095 (по скв. 20)	нитратный-аммонийный NO_3^-, NH_4^+
октябрь 2001 по шурфам № 1а, 1–7	82+482	37,0+196,0	0,2+1,9	0,37+5,70	3,9+483,0	0,11+10,6	0,08; 1,10 (прев. ПДК по шурфам № 1 и 1а)	преобладает сульфатно-гидрокарбонатный SO_4^{2-}, HCO_3^-, $(Ca^{2+}+Mg^{2+})$

Примечание: В 2001 г. химический анализ воды проводился из шурфов № 1–7, 10, заложенных около наблюдательных скважин № 20–24.

Повышенные концентрации железа и марганца, значения окисляемости характерны для грунтовых вод аллювиальных отложений, особенно при развитии на поверхности речных долин болотных отложений. Однако нет основания связывать только с природными особенностями превышения концентрации названных веществ в грунтовых водах на данной территории, в том числе и мышьяка. Очевидно, здесь проявляется влияние внешнего техногенного загрязнения.

Следует предположить, что при строительстве и функционировании ОУХО наиболее уязвимыми компонентами геологической среды являются подземные и поверхностные воды. Высокие уровни залегания грунтовых вод могут способствовать их загрязнению, а наличие «гидрогеологических окон» – попаданию загрязняющих веществ в эксплуатационные горизонты.

Высокий уровень грунтовых вод, характерный для данной территории, может привести к подтоплению, заболачиванию и оврагообразованию при несоблюдении защитных мероприятий в ходе строительства и эксплуатации объекта.

В настоящее время наиболее опасными потенциальными источниками загрязнения подземных вод являются: действующий полигон захоронения (могильник) твердых отходов и очистные сооружения войсковой части.

Для очистки хозяйственно-бытовых стоков жилого посёлка войсковой части на её территории имеются очистные сооружения: сооружения механической очистки (производительностью 200 м^3/сут) и биологической очистки ТП 902-2-150, которые не достроены, активный ил отсутствует, из-за чего они рассматриваются как механические (проектная производительность 400 м^3/сут). Ближайшие водозаборные скважины – групповой водозабор войсковой части – в 700 м юго-восточнее от водоочистных сооружений.

Сточные воды после очистных сооружений сбрасываются в поверхностные воды. При обследовании сбросовых каналов установлено, что сточные воды в р. Вятку не поступают, а задерживаются в многочисленных мелких озёрах с последующей инфильтрацией. Образующийся от них ил используется на прилегающих огородах. Частично (до 20%) осуществляется сброс на рельеф неочищенных хозяйственно-бытовых стоков.

В меньшей мере уязвимы на данной территории горные породы. Воздействие на горные породы связано с нагрузками, оказываемыми фундаментами производственных помещений, развитием транспортной схемы. Это может привести к нарушению естественного стока и движения грунтовых вод. За пределами технической площади загрязнение горных пород будет связано, прежде всего, с выбросами в атмосферу, которые могут осаждаться на значительном расстоянии. Также загрязнение горных пород может иметь место при аварийных ситуациях.

По предварительным данным, развитие карстовых и суффозионных процессов в районе участка строительства ОУХО незначительно. Карстующиеся породы в зоне аэрации занимают подчинённое положение. Сведений о проявлении карстово-суффозионных процессов, провалах инструмента при бурении скважин на исследуемой территории не выявлено.

2.1.2. Оценка состояния поверхностных вод в районе объектов хранения и уничтожения химического оружия

В зоне защитных мероприятий проектируемого объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» гидрографическая сеть в основном представлена следующими водными объектами: р. Вятка, ее притоки первого порядка Большая Холуница, Погиблица, Язильница, Большой Мурдюг, Белый Кишкиль и притоки второго порядка Чернушка, Березовка, Холуница, Бражиха, Васевка. Озерная сеть: пойменные Карповые озера, памятники природы озера Лопатинское и Савиновское. Имеется крупный водоем – искусственный пруд площадью 50 га на р. Погиблице у пгт. Мирный и пруд в с. Пищалье.

Вследствие такого размещения гидрологической сети в ЗЗМ объектов хранения и уничтожения ХО велика опасность загрязнения поверхностных и грунтовых вод, воздействия на водные экосистемы в случае аварийной ситуации с проливом ОВ. Поэтому в настоящей главе дана подробная по сравнению с другими природными средами характеристика водных объектов, состояния водных экосистем до начала функционирования ОУХО. Схема гидрологической сети в ЗЗМ арсенала «Марадыковский» представлена на рис. 4.

Водотоками, пригодными для водоснабжения и водоотведения ОУХО, являются р. Вятка – основная водная артерия данного участка и р. Погиблица – приток р. Вятки. Минимальное расстояние от промплощадки объекта до русла р. Вятки в межень составляет 2,7 км, от границы технической территории объекта хранения ХО – 2,4 км, от участка захоронения токсичных отходов – 1,6 км. Расстояние от промплощадки до пруда на р. Погиблица – 3,9 км, до р. Березовка – 2,3 км, до р. Большая Холуница – 4,9 км.

Изучение гидрологических и гидрохимических показателей водных объектов проводилось в течение 1999–2001 гг. Проведено рекогносцировочное обследование водных объектов, нивелирование поперечных профилей, измерение уклона водной поверхности, измерение расходов воды, выполнены гидрохимические анализы воды, донных отложений, оценено качество воды по показателям макрозообентоса.

Река Вятка относится к крупным равнинным рекам. Это единственная незарегулированная река федерального значения. Площадь водосбора р. Вятки в исследуемом районе составляет 72000 км^2 , залесенность около 52%. Река Вятка относится к восточноевропейскому типу внутригодового распределения стока, характеризующемуся высоким весенним половодьем, низкой летней и зимней меженью и повышенным стоком осенью. Она имеет смешанное питание: от снега, дождя, грунтовых вод. На долю снегового питания приходится 60–80% годового стока.

Длина водотока от истока до г. Котельнич составляет 780 км. Водосбор неправильной формы, вытянут с ЮВ на СЗ протяженностью около 500 км. Рельеф местности среднехолмистый, встречаются отдельные возвышенности, увалы и гряды. Долина реки на исследуемом участке неясно выраженная, широкая, совпадающая с поймой реки. В районе с. Истобенск пойма р. Вятки сливается с поймой р. Моломы, образуя практически безуклонное водное пространство.

Падение уровня воды реки на участке от г. Орлов до г. Котельнич составляет около 4,9 м, средний уклон водной поверхности 0,081‰. Ширина поймы в период весеннего половодья изменяется от 5–6 км в маловодные годы до 13–14 км в многоводные. Затопление поймы происходит ежегодно в период с мая по июнь сроком до 1,5–2 месяцев. Глубина реки изменяется в межень от 1,5–2,0 м до 5–6 м, в период весеннего половодья – от 6–7 м до 9–11 м. Скорость течения реки в межень изменяется от 0,4–0,6 м/с до 0,8–0,9 м/с, в период весеннего половодья – от 0,8–1,0 м/с до 1,4–1,6 м/с.

В период летней межени пойма р. Вятки заболочена, закочкарена и изрезана многочисленными протоками, старицами, озерами. Преобладает влаголюбивая болотная растительность, кустарники, смешанный лес. Русло р. Вятки на исследуемом участке умеренно извилистое, коэффициент извилистости составляет 1,01. Русло реки у с. Истобенск разветвляется, образуя протоку Старая Вятка, отмечается наличие большого числа рукавов и проток (рис. 5).

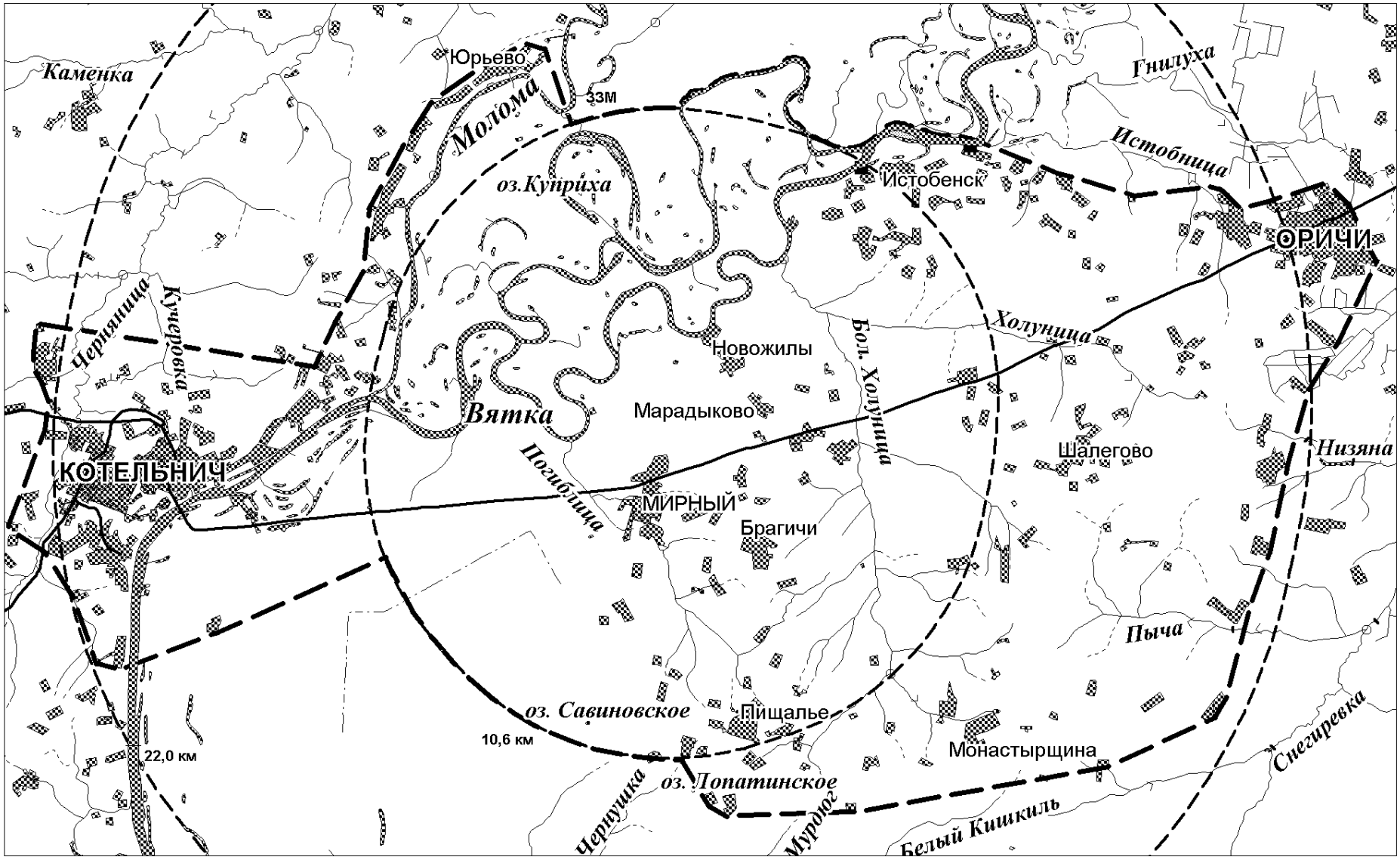


Рис. 4. Схема гидрологической сети в ЗЗМ арсенала «Марадыковский» (М 1:315000)

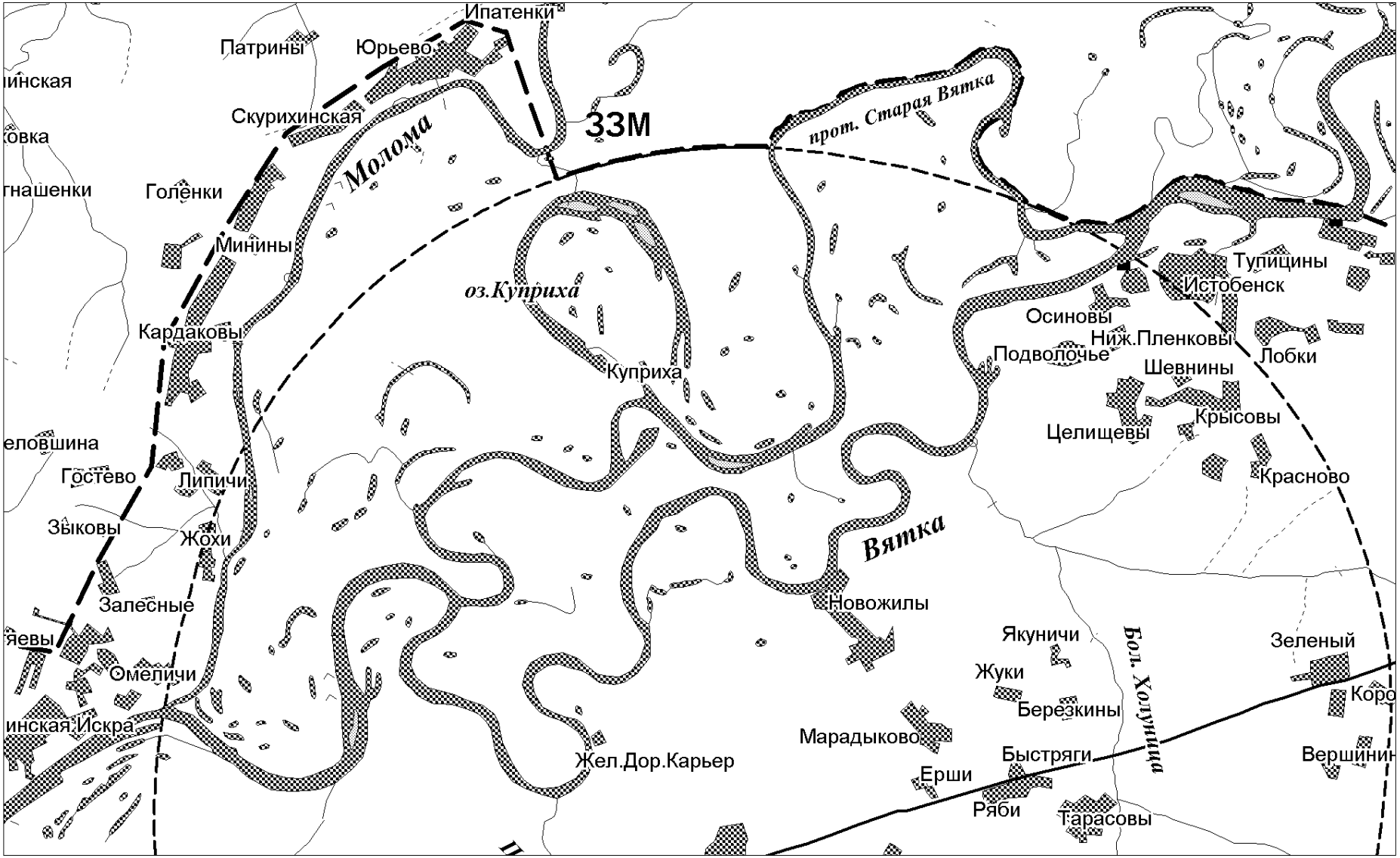


Рис. 5. Долина р. Вятки ниже с. Истобенск в 10 км зоне от ОУХО (М 1:161000)

Состояние загрязнения воды р. Вятки изучалось на контрольном створе, который расположен выше г. Котельнич на 534 км от устья. Координаты контрольного створа – широта 58°18', долгота 48°21'. Минимальный среднемесячный расход в год расчетной обеспеченности 95% составляет: летом – 137 $м^3$/с, зимой – 104 $м^3$/с. Количество взвешенных веществ (наносов): летом – 276 мг/л, зимой 10,6 мг/л.

Характеристика гидрологических и гидрохимических показателей контрольного створа р. Вятки дана в табл. 14.

Таблица 14

Характеристика гидрологических и гидрохимических показателей контрольного створа р. Вятки (2001 г.)

Наименование загрязняющих веществ (мг/л)	Концентрация загрязняющих веществ (мг/л) летом	Концентрация загрязняющих веществ (мг/л) зимой	ПДК загрязняющих веществ (мг/л)
$БПК_5$	0,75	0,80	2,0
ХПК	20,3	13,4	15,0
pH	7,14	6,93	6,5-8,5
Растворенный кислород	7,39	7,64	<6 <4
Цветность	63,8	17,5	
Запах	0	0	>1
Общая минерализация	198,1	443,7	1000
Жесткость общая	2,83	3,71	-
Азот общий	0,59	0,85	
Нитриты (по N)	0,002	0,012	0,02
Нитраты (поN)	0,04	0,09	9,1
Хлориды	10,2	63,0	300
Сульфаты	23,8	80,1	100
Нефтепродукты	0,17	0,08	0,05
СПАВ	0,02	0,05	0,1
Формальдегид	0,02	0,01	0,05
Железо общее	0,12	0,11	0,1
Медь	0,002	0,002	0,001
Цинк	0,007	0,002	0,01
Фосфаты (по P)	0,058	0,070	0,2
Фенолы	0,001	0,0003	0,001
Аммонийный азот	0,77	0,40	0,4

Гидрографические сведения о водных источниках в районе ОУХО приведены в табл. 15.

Таблица 15

Результаты гидрографического обследования рек Холуница, Погиблица, Бражиха, Березовка, 2001 г.

Река	Створ	Дата	H, м усл.	Q, $м^3/с$	V, м/с	$J_р$, ‰	$ГВВ_{01г}$, м усл.
р. Холуница	а/д мост	10.07	117,0	0,133	0,43	5,15	119,30
р. Погиблица	д. Корсаки	11.07	109,46	0,013	0,06	-	110,44
	каз. Погиблица	13.07	96,24	0,181	0,81	20,8	97,11
р. Бражиха	пгт. Мирный	12.07	108,57	0,001	0,09	-	109,27
р. Берёзовка	пгт. Мирный	12.07	102,74	0,0015	0,025	6,4	103,40

Примечание:
H – уровень воды,
Q – расход воды,
V – скорость течения,
$J_р$ – уклон реки;
ГВВ – горизонт высоких вод.

Река Погиблица. Вторым по значению водотоком на данной территории является р. Погиблица, приток р. Вятки. Она берёт начало на открытой местности в районе с. Пищалье и впадает в р. Вятку на 560-м км от устья.

Бассейн реки имеет неправильную форму, расширяющуюся на юге и сужающуюся на севере. Территория представляет собой среднезалесённую слабоволнистую равнину, расположенную на Средневятской низменности. Грунты в основном сложены флювиогляциальными песками и супесями, на северо-западе бассейна – торфяниками. Пониженные места бассейна переувлажнены и заболочены, у пгт. Мирный на реке построен пруд, в районе которого местность сильно заболочена. Леса преимущественно хвойные, встречаются смешанные. Залесённость бассейна составляет до 37,6%, наибольшее количество лесов расположено вдоль реки и её притоков. У населённых пунктов и вдоль дорог территория бассейна отведена под сельскохозяйственные угодья.

Пойма реки двусторонняя, невысокая, слаборасчленённая, шириной до 0,2–0,3 км, в среднем и верхнем течении закустарена, местами заболочена, в нижнем течении открытая луговая. В весеннее половодье пойма затапливается практически ежегодно.

Русло реки неразветвлённое, слабоизвилистое, шириной от 2,5 м до 3,5 м по урезу в межень. Глубина реки в межень до 0,3–0,4 м. Скорость течения от 0,1 до 0,3 м/с, максимальная – 0,8 м/с. Весной скорость течения может достигать 1,0–1,2 м/с. Русло реки песчаное, у берегов покрыто водной растительностью. Берега в среднем течении реки пологие, в верхнем и нижнем – умеренно крутые. Практически на всём своём протяжении берега задернованы.

Долина реки трапецеидальная, шириной до 1,0–1,5 км. Склоны пологие, сложены песком и супесью, практически на всём своём протяжении покрыты смешанным лесом. В среднем течении долина р. Погиблицы заболочена.

Минимальная ширина водоохранной зоны – 100 м.

Створ у д. Корсаки: площадь водосбора (F) – 26,2 км^2, площадь леса (fл) – 33,3%, длина до расчетного створа (L) – 5,3 км, уклон (I) – 5,8‰.

Створ у каз. Погиблица: площадь водосбора (F) – 60,0 км^2, площадь леса (fл) – 37,6%, длина до расчетного створа (L) – 12,8 км, уклон (I) – 3,3‰.

Река имеет рыбохозяйственную категорию 2.

Река Б. Холуница берёт начало на открытой местности в районе д. Шалыгане и впадает в р. Вятку на 579-м км от устья.

Долина реки трапецеидальная с пологими склонами. Ширина долины меняется от 0,5–1,0 км до 1,5–2,0 км. Правобережная часть долины преимущественно покрыта смешанным лесом, левобережная часть – открытая. Склоны долины сложены супесями и суглинками.

Пойма реки двусторонняя, открытая, луговая, местами закустарена, слаборасчленённая. Ширина поймы колеблется от 0,1 км до 0,5 км. При прохождении весеннего половодья пойма затапливается не ежегодно, в зависимости от её высоты – слоем от 0,5–1,0 м до 1,5 м сроком на 10–15 дней.

Русло реки слабоизвилистое, местами прямолинейное, шириной до 4–5 м по урезу в межень. Глубина реки в межень 0,5–0,8 м, на перекатах – 0,2–0,3 м. Скорость течения в межень на плёсах 0,1–0,2 м/с, на перекатах – 0,4–0,6 м/с. Весной скорость течения может достигать 1,0 м/с. Русло реки песчаное, местами илистое, на перекатах каменистое, у берегов на плёсах покрыто водной растительностью. Берега реки крутые, умеренно крутые, высотой до 2,5 м, подвержены деформации.

Бассейн реки имеет неправильную форму, расширяющуюся на юге и сужающуюся на севере. Территория представляет собой среднезалесённую слабоволнистую равнину. Грунты в основном сложены флювиогляциальными песками и супесями. Пониженные места переувлажнены и заболочены, особенно в юго-западной части бассейна. Леса преимущественно хвойные, встречаются смешанные, залесённость бассейна составляет до 21,9%. Наибольшее количество лесов расположено в центральной части бассейна вдоль правого берега р. Б. Холуница. В остальной своей части бассейн реки занят сельскохозяйственными угодьями.

Минимальная ширина водоохранной зоны – 100 м.

Створ у автодорожного моста: площадь водосбора (F) – 61,4 км^2, площадь леса (fл) – 21,9%, длина до расчетного створа (L) – 14,2 км, уклон (I) – 3,2‰.

Река имеет рыбохозяйственную категорию 2.

Река Бражиха берёт начало в залесённой болотистой местности в районе д. Брагичи и впадает в р. Погиблицу на 6-м км от устья.

Бассейн реки имеет неправильную форму, расширяющуюся на востоке и сужающуюся на западе. Территория представляет собой среднезалесённую равнину. Грунты в основном сложены флювиогляциальными песками и супесями. Пониженные места бассейна, в верхнем течении реки и в устьевой части у пруда на р. Погиблице в пгт. Мирном, заболочены. Леса преимущественно хвойные, залесённость бассейна составляет 38,7%, наибольшее количество лесов расположено в левобережной части бассейна. В остальной своей части бассейн занят сельскохозяйственными угодьями.

Пойма реки двусторонняя, низкая, шириной до 0,05 км. Пойма в верхнем правобережье реки открытая луговая, в остальной своей части покрыта смешанным лесом. В верхнем и нижнем течении реки пойма сильно заболочена. При прохождении весеннего половодья пойма затапливается ежегодно.

Русло реки неразветвлённое, слабоизвилистое, шириной от 0,5 м до 1,0 м по урезу в межень. Глубина реки в межень до 0,2–0,3 м. Скорость течения до 0,1 м/с. Весной скорость течения может достигать 0,15–0,20 м/с. Русло реки песчано-торфянистое, суглинистое, у берегов покрыто водной растительностью. Берега реки пологие. Практически на всём своём протяжении берега задернованы, поросли кустарником. В нижнем течении реки русло теряется в заболоченной местности.

Долина реки трапецеидальная, шириной до 0,2–0,3 км, с пологими склонами. Долина в верхнем и нижнем течении реки заболочена, практически на всём своём протяжении занята смешанным лесом. В нижнем течении реки долина слабовыражена, сливается с долиной реки Погиблицы. Склоны долины в основном сложены песком и супесью.

Минимальная ширина водоохранной зоны – 50 м.

Створ у пгт. Мирный: площадь водосбора (F) – 3,41 км^2, площадь леса (fл) – 38,7%, длина до расчетного створа (L) – 3,2 км, уклон (I) – 6,0‰.

Река Берёзовка берёт начало на открытой местности в районе д. Серичи и впадает в р. Погиблицу на 3-м км от устья.

Бассейн реки имеет форму овала, вытянутого с запада на восток. Территория представляет собой среднезалесённую слабоволнистую равнину. Грунты в основном сложены флювиогляциальными песками и супесями. Заболоченных участков на территории бассейна нет. Леса преимущественно хвойные, наибольшее количество лесов расположено в правобережной части. У населённых пунктов и вдоль дорог территория бассейна отведена под сельскохозяйственные угодья.

Пойма реки открытая двусторонняя, высокая, шириной до 0,1 км. Пойма на территории пгт. Мирный занята огородами, вне пределов посёлка пойма луговая, местами закустарена, слаборасчленённая, в основном покрыта луговым

разнотравьем. При прохождении весеннего половодья пойма затапливается не ежегодно.

Русло реки неразветвлённое, слабоизвилистое, шириной от 0,2 м до 1,0 м по урезу в межень, по бровкам до 3 м. Глубина реки в межень до 0,3–0,4 м. Скорость течения от 0,01 до 0,04 м/с. Весной скорость течения может достигать 0,10–0,15 м/с. Русло реки песчаное, у берегов покрыто водной растительностью. Берега реки умеренно крутые, иногда чередующиеся: один – крутой, другой – пологий. Практически на всём своём протяжении берега задернованы, поросли кустарником, слабо деформированы.

Долина реки трапецеидальная, шириной до 0,5 км, с умеренно крутыми и пологими склонами. На территории пгт. Мирный склоны долины застроены, вне пределов посёлка в основном открыты, частично распаханы или заняты луговым разнотравьем. Сложена долина в основном супесями и суглинками.

Минимальная ширина водоохранной зоны – 50 м.

Створ у пгт. Мирный: площадь водосбора (F) – 9,27 км^2, площадь леса (fл) – 34,2%, длина до расчетного створа (L) – 4,0 км, уклон (I) – 3,6‰.

Важными характеристиками в оценке загрязнения рек являются режим, питание и годовой сток рек.

По режиму и питанию реки исследуемого района относятся к восточноевропейскому типу с четко выраженным весенним половодьем, низкой летней меженью, прерываемой дождевыми паводками и длительной, устойчивой зимней меженью.

В питании рек преимущественное значение имеют снеговые воды. Доля талых вод в суммарном годовом стоке рек района составляет 50–70%. Подземным путем в среднем формируется 25–35% годового стока. У водотоков с закарстованной площадью и площадями, сложенными песчаными грунтами, подземным путем формируется до 50% годового стока. Соотношение поверхностной и подземной составляющей меняется и по сезонам. Весной доля подземного стока равна в среднем 10–15% от суммарного стока за сезон. В летне-осенний период доля подземного стока для равнинных рек лесной зоны составляет 45%, в отдельных районах возрастает до 60% от сезонного стока. Зимой все реки территории питаются исключительно подземными водами [174].

Годовой сток. Общий речной сток исследуемой территории оценивался по материалам наблюдений на 3 постах, принятых в качестве аналогов (табл. 16). Расчеты статистических параметров производились с помощью компьютерной программы «Dashca».

Оценка однородности рядов наблюдений проводилась с применением статистических критериев Стьюдента и Фишера при уровне значимости 5%. Расчеты показали, что значения статистик Стьюдента и Фишера не превосходят

их критических значений (табл. 16), то есть данные наблюдений подтверждают гипотезу о равенстве оценок средних значений и дисперсий.

Таблица 16

Результаты оценки внутрирядной однородности по критериям Фишера (F) и Стьюдента (t)

Река – пункт	Период наблюдений	Число лет наблюдений	Коэф. автокорреляции	Уровень значимости	F	F_a	t	t_a	Параметры кривой за многолетний период (принятые данные)		
									M_o	C_v	C_s/C_v
Среднегодовой речной сток											
р. Малая Кумена – д. Дыряна	1954-1986	33	0,16	5	1,49	2,44	0,34	2,30	6,67	0,19	1,5
р. Ключи – д. Большой Перелаз	1971-1983	13	0,24	5	2,10	6,26	1,03	2,71	5,62	0,35	2,5
р. Межник – д. Заберезник	1971-1985	15	0,17	5	2,19	4,95	2,46	2,90	6,18	0,29	1,0

Примечание: C_V – коэффициент вариации речного стока,

M_O – среднемноголетний модуль годового речного стока,

F – истинный критерий Фишера,

t – истинный критерий Стьюдента,

Fa – критический критерий Фишера,

ta – критический критерий Стьюдента,

Cs – коэффициент асимметрии речного стока,

Cs/Cv – отношение коэффициентов асимметрии и вариации речного стока.

Удлинение рядов наблюдений произведено для периода 1954–1995 гг. Репрезентативность этого периода подтверждается графиком разностно-интегральных кривых (рис. 6).

Коэффициент вариации речного стока рек-аналогов колеблется в пределах 0,19–0,35. Среднемноголетний модуль годового речного стока изменяется в пределах 5,62–6,67 л/с.км^2 (табл. 16).

Годовой сток различной обеспеченности для створов исследуемых водотоков определен по интерполяции значений модулей годового стока, коэффициентов вариации и асимметрии на створах-аналогах и на карте [175]. Значения годового стока различной обеспеченности для исследуемых створов рек представлены в табл. 17.

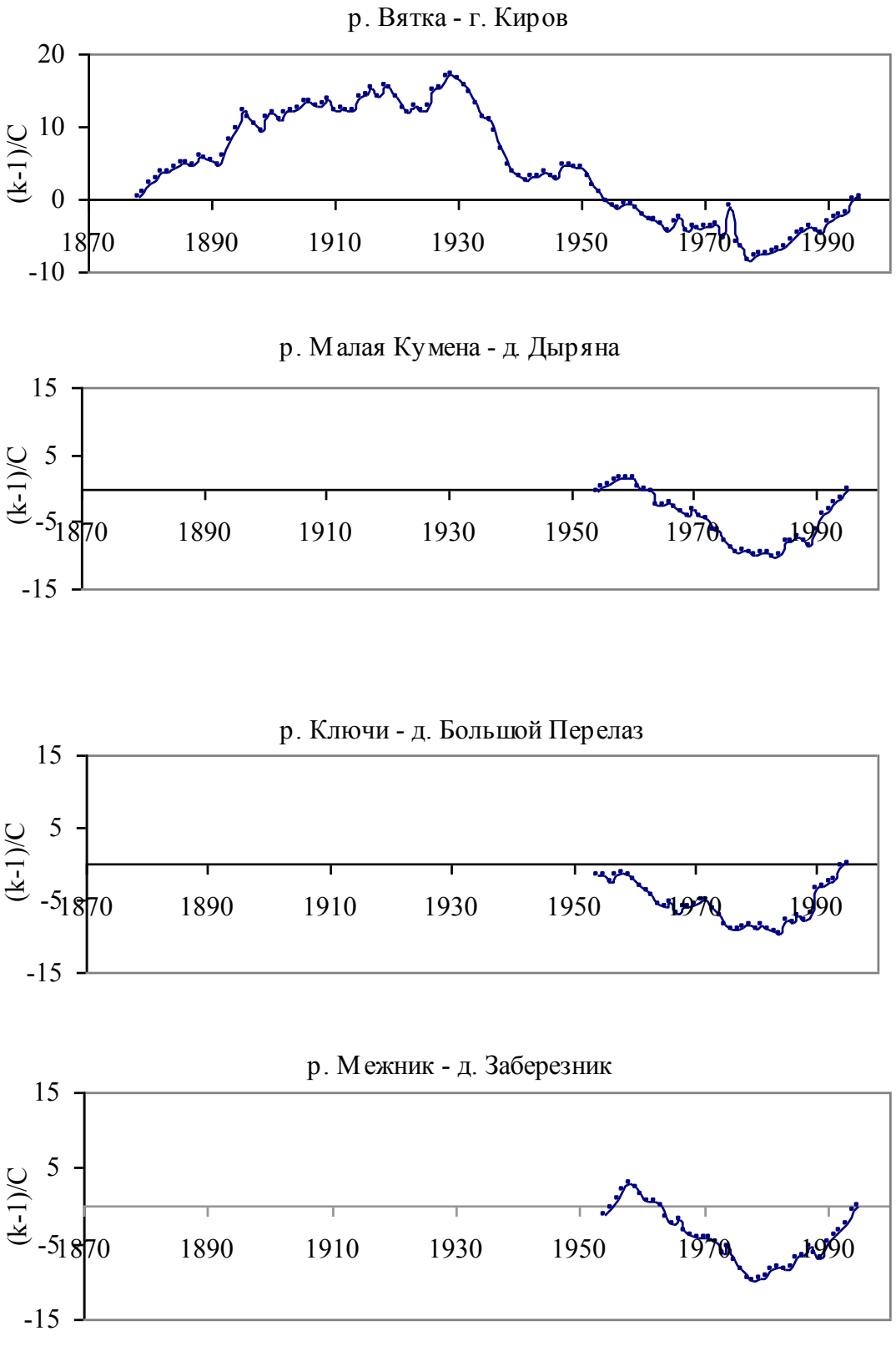


Рис. 6. Разностные интегральные кривые годового речного стока рек-аналогов

Таблица 17

Основные гидрологические стоковые характеристики

Створ	Площадь водосбора, км^2	Характеристики							Характеристики									
		годовой сток, м^3/сек			максимальный сток, м^3/сек				максимальный сток, м^3/сек				минимальные 30-дневные расходы воды, м^3/сек					
					весеннее половодье				дождевые паводки				лето-осень			зима		
		P			P				P				P			P		
		50%	75%	95%	1%	3%	5%	10%	1%	3%	5%	10%	75%	95%	97%	75%	95%	97%
р. Б. Холуница автодор. мост	61,4	0,405	0,357	0,291	27,6	23,6	21,4	18,6	9,82	9,06	8,30	6,80	0,175	0,115	0,103	0,150	0,112	0,100
р. Погиблица д. Корсаки	26,2	0,173	0,152	0,124	12,3	10,5	9,56	8,30	7,89	5,52	4,25	3,07	0,075	0,049	0,044	0,064	0,048	0,043
р. Погиблица каз. Погиблица	60,0	0,397	0,348	0,284	24,0	20,6	18,7	16,2	9,67	8,93	8,18	6,70	0,171	0,112	0,100	0,146	0,109	0,098
р. Бражиха пгт. Мирный	3,41	0,021	0,017	0,012	1,67	1,40	1,31	1,12	0,89	0,61	0,41	0,29	0,007	0,005	0,004	0,007	0,005	0,004
р. Березовка пгт. Мирный	9,27	0,050	0,037	0,028	9,06	8,00	7,47	6,65	1,31	0,90	0,65	0,46	0,001	0,001	0,0	0,002	0,0	0,0

Примечание: Р – расходы воды различной обеспеченности 50, 75, 90% и т. д.

Весеннее половодье. Наибольшими в году являются максимальные расходы весеннего половодья. Весеннее половодье начинается обычно в конце первой – начале второй декады апреля. Амплитуда колебаний срока начала весеннего подъема уровней - в среднем около месяца. Ранние сроки начала весеннего половодья приходятся на третью декаду марта, поздние – на третью декаду апреля. Заканчивается половодье в среднем во второй половине мая. Исследуемые реки относятся к категории малых, что объясняет незначительную продолжительность половодья на них – 10–20 дней. Высота подъема уровней весеннего половодья не превышает 2 м для рек Б. Холуница, Погиблица и Березовка, для р. Бражиха – не превышает 1 м. Поймы рек затапливаются на 1–3 дня, высота стояния воды на пойме 0,5–1,0 м.

Весенний ледоход на реках проходит на пике половодья, часто ледоход не наблюдается – лед не успевает оторваться от берегов и тает на месте. Продолжительность ледохода 1–2 суток.

Для вычисления максимальных расходов воды различной обеспеченности применялась формула:

$$Q_{p\%} = K_o \cdot h_{p\%} \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \delta_3 \cdot F/(F+b)^n \text{ [184]}$$

Значения слоя стока ($h_{p\%}$) и коэффициента дружности весеннего половодья (K_o) определялись по рекам-аналогам. Коэффициенты δ, δ_1, δ_2, δ_3 учитывают влияние соответственно прудов, леса, болот, озер и агротехнических мероприятий на сток весеннего половодья, μ – неравенство статистических параметров, b и n эмпирический параметр и показатель степени редукции определялись по таблице [176].

В табл. 17 представлены примеры расчета максимальных расходов воды различной обеспеченности с использованием нескольких аналогов.

Дождевые паводки. В среднем за летне-осенний период наблюдается от 2 до 5 дождевых паводков, в дождливые годы число их увеличивается до 5–10.

Для рек, площадь водосбора которых менее 50 км^2, расчет расходов дождевых паводков различной обеспеченности произведен по формуле предельной интенсивности (реки Бражиха, Березовка, Погиблица у д. Корсаки). Для рек с площадями водосбора более 50 км^2 – по редукционной формуле (р. Холуница, р. каз. Погиблица) [175]. Значения расходов воды дождевых паводков различной обеспеченности для гидростворов рек в районе хранения химического оружия представлены в табл. 18.

Таблица 18

Характерные уровни воды, м. усл.
(определены по расчетным кривым)

Водоток	Створ	P%	Весеннее половодье	Дождевые паводки	P%	Минимальные летние
Б. Холуница	автодорожный мост	1	119,85	119,09	75	117,03
		3	119,75	119,05	95	116,99
		5	119,69	118,93	97	116,98
		10	119,50	118,67		
Погиблица	д. Корсаки	1	110,70	110,51	75	109,49
		3	110,63	110,39	95	109,45
		5	110,59	110,31	97	109,44
		10	110,53	110,22		
Погиблица	каз. Погиблица	1	98,30	97,66	75	96,22
		3	98,17	97,60	95	96,16
		5	98,10	97,52	97	96,15
		10	98,01	97,39		
Бражиха	п. Мирный	1	109,18	109,00	75	108,61
		3	109,12	108,92	95	108,60
		5	109,10	108,87	97	108,59
		10	109,05	108,83		
Березовка	п. Мирный	1	104,50	103,58	75	102,91
		3	104,42	103,50	95	102,89
		5	104,38	103,41	97	102,88
		10	104,30	103,37		

Летне-осенняя межень. Для малых рек начинается обычно в мае и заканчивается в октябре – начале ноября. Продолжительность летне-осенней межени в разные годы различна и колеблется в широких пределах – 60–150 дней. Наиболее маловодные периоды длятся 20–30 дней. Наименьшие расходы могут наблюдаться в любом из месяцев с июня по октябрь, но чаще всего они наблюдаются в сентябре. Модули минимального летнего 30-дневного стока 95% обеспеченности колеблются для рек исследуемой зоны от 1,47 до 1,85 л/с·км^2, для р. Березовки он равен 0,07 л/с·км^2 (пересыхающий водоток). Река Березовка в верхней и средней части пересыхает, так как грунтовые воды, подпитывающие ее, в засушливые годы истощаются. В нижней части течения р. Березовки разгружаются аллювиальные воды поймы р. Вятки, в результате водоток становится постоянным. Гидроствор находится примерно на границе двух зон разгрузки подземных вод. Река Бражиха, несмотря на маленькую площадь водосбора, не пересыхает, так как она имеет незначительный, но постоянный приток подземных вод.

Зимняя межень. Средняя продолжительность ледостава 160 дней, наибольшая – 190 дней в зиму 1960–1961 гг., наименьшая – 140 дней в зиму 1929–1930 гг. [177]. К концу марта толщина льда на реках достигает макси-

мальных значений: от 57 см в умеренно-холодные годы до 75 см в суровые зимы. На плесах толщина льда достигает 1,0–1,2 м (за счет наледных явлений).

Сток зимней межени характеризуется устойчивым снижением к февралю-марту. Зимний сток формируется подземными водами и составляет 10–15% от годового стока. Модуль минимального зимнего месячного стока 95% обеспеченности изменяется от 1,40 до 1,80 л/с·км^2, р. Березовка при данной обеспеченности минимального речного стока перемерзает.

Характерные уровни воды. По результатам полевого гидрографического обследования в расчетных створах рек: нивелирования долин рек до исторических отметок горизонтов высоких вод, промерам глубин, измерениям уклонов водной поверхности расходов воды – построены поперечные профили (рис. 7–11) и кривые расходов воды $Q = f(H)$ (рис. 12–16), рассчитанные гидравлическим методом по формуле Шези-Маннинга.

Расчетные кривые расходов воды позволяют определить характерные уровни воды по значениям расходов воды различной обеспеченности (табл. 18).

Кривая расходов воды позволяет также определять расходы воды по значениям уровней воды, измеряемым при каждом отборе проб воды на химический анализ. Тем самым исключается необходимость всякий раз измерять расход воды, что является более трудоемким процессом, чем определение уровня воды.

В процессе мониторинга поверхностных водных источников на основе гидрологических стоковых характеристик выполняются прогнозы загрязнения рек в районе функционирования ОУХО.

Взаимосвязь между поверхностными и подземными водами. Проведенные исследования по изучению состояний на территории вблизи объекта хранения ХО дали возможность установить взаимосвязь грунтовых подземных вод с основной дреной р. Вятки, что позволяет рассматривать данный участок как единую гидравлическую систему. В паводковый период происходит подпитка водоносного горизонта, в меженный период грунтовые воды питают поверхностные водотоки. Чёткой связи нижележащих водоносных горизонтов с поверхностными водотоками не установлено. Только по ряду косвенных признаков можно сделать вывод, что эта связь существует. Основным признаком является уровень подземных вод в долине р. Вятка и на площади участка размещения ОУХО. Уровень подземных вод в долине реки совпадает или превышает уровень грунтовых вод на 0,5–1,0 м. Вертикальный градиент напора направлен вверх. За пределами долины реки (II надпойменная терраса) пьезометрический уровень подземных вод совпадает с уровнем подземных вод или залегает ниже (до 7,0 м). В этом случае градиент напора направлен вниз.

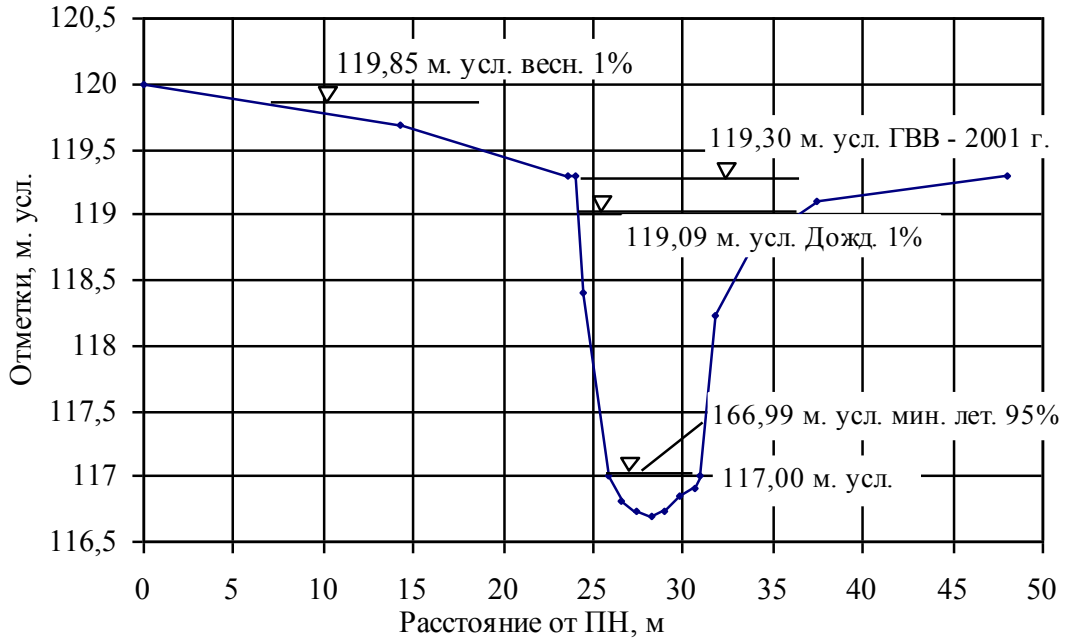


Рис. 7. Поперечный профиль долины р. Б. Холуницы – мост (по данным нивелировки и промерам от 13.07.2001 г.)

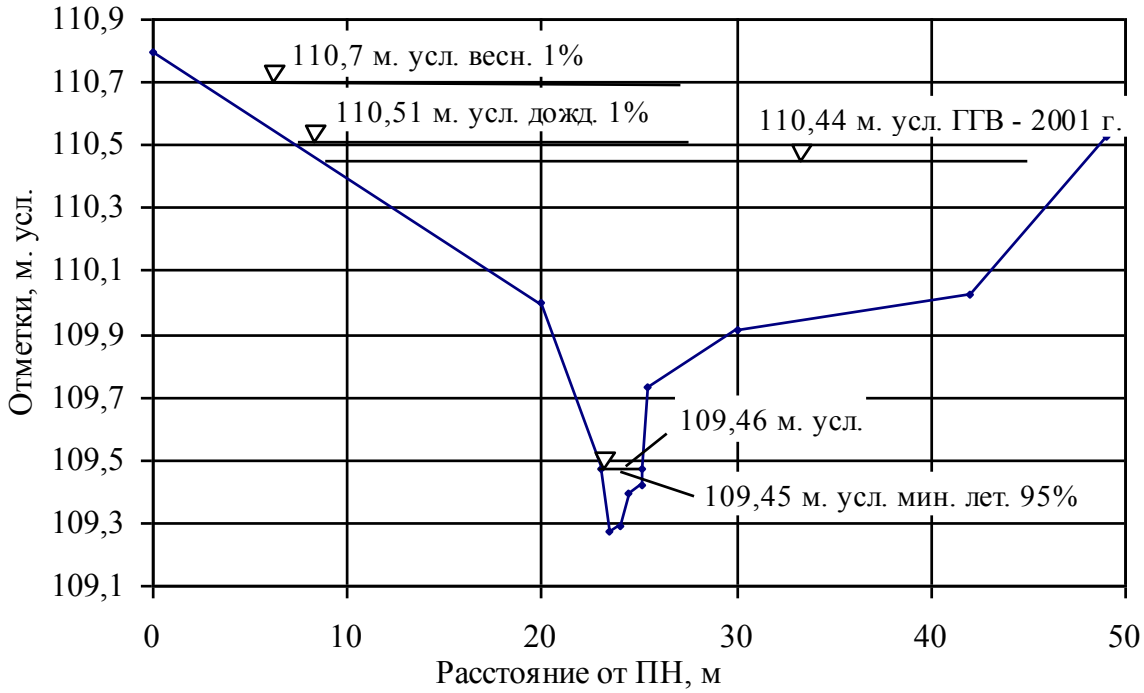


Рис. 8. Поперечный профиль долины р. Погиблицы – д. Корсаки (по данным нивелировки и промерам от 11.07.2001 г.)

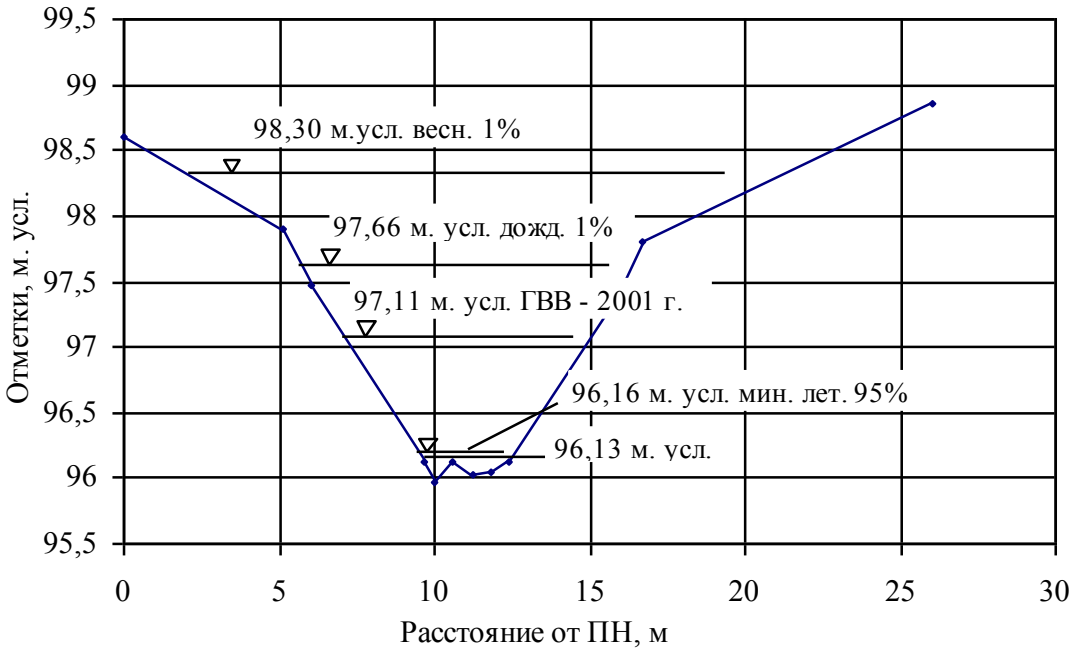


Рис. 9. Поперечный профиль долины р. Погиблицы – каз. Погиблица (по данным нивелировки и промерам от 13.07.2001 г.)

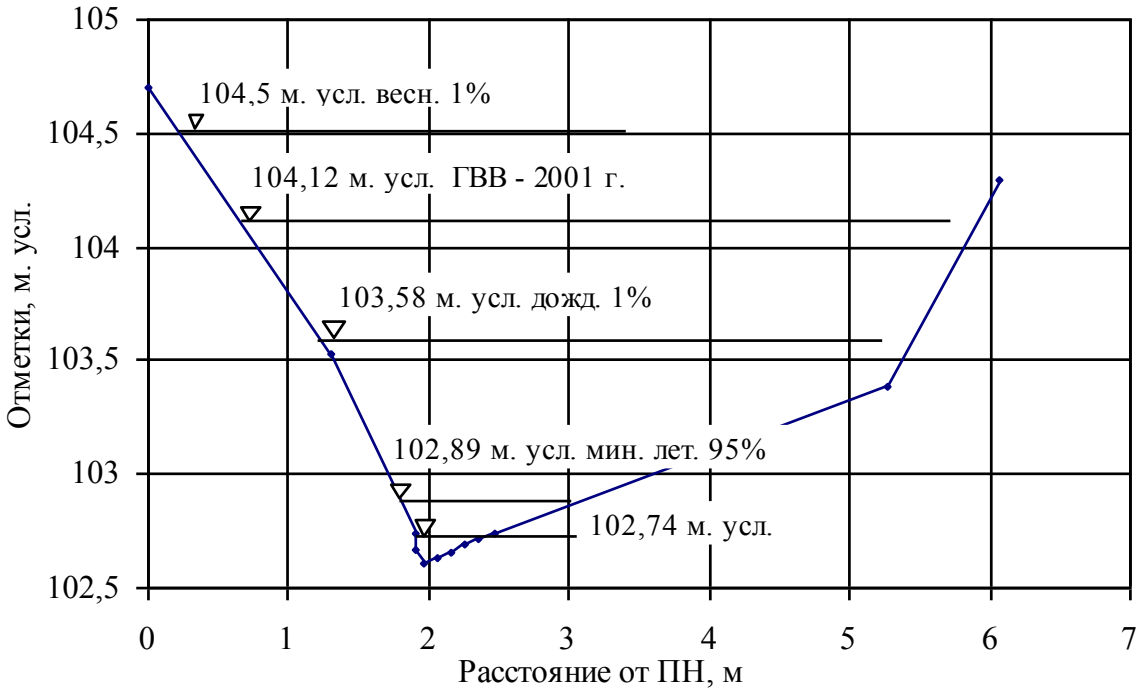


Рис. 10. Поперечный профиль долины р. Берёзовки – п. Мирный (по данным нивелировки и промерам от 12.07.2001 г.)

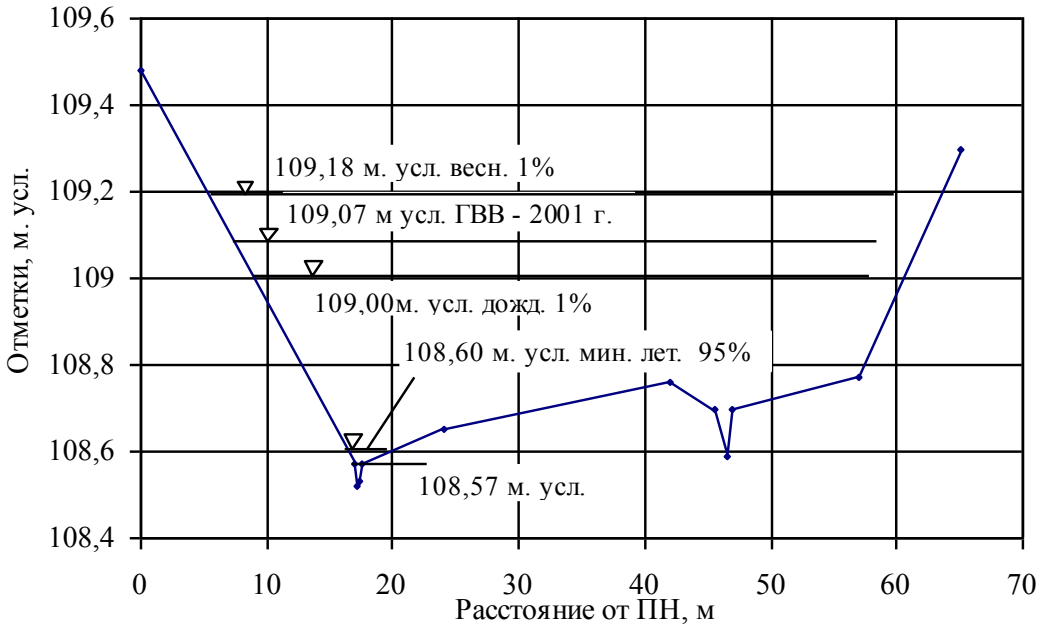


Рис. 11. Поперечный профиль долины р. Бражихи – п. Мирный (по данным нивелировки и промерам от 12.07.2001 г.)

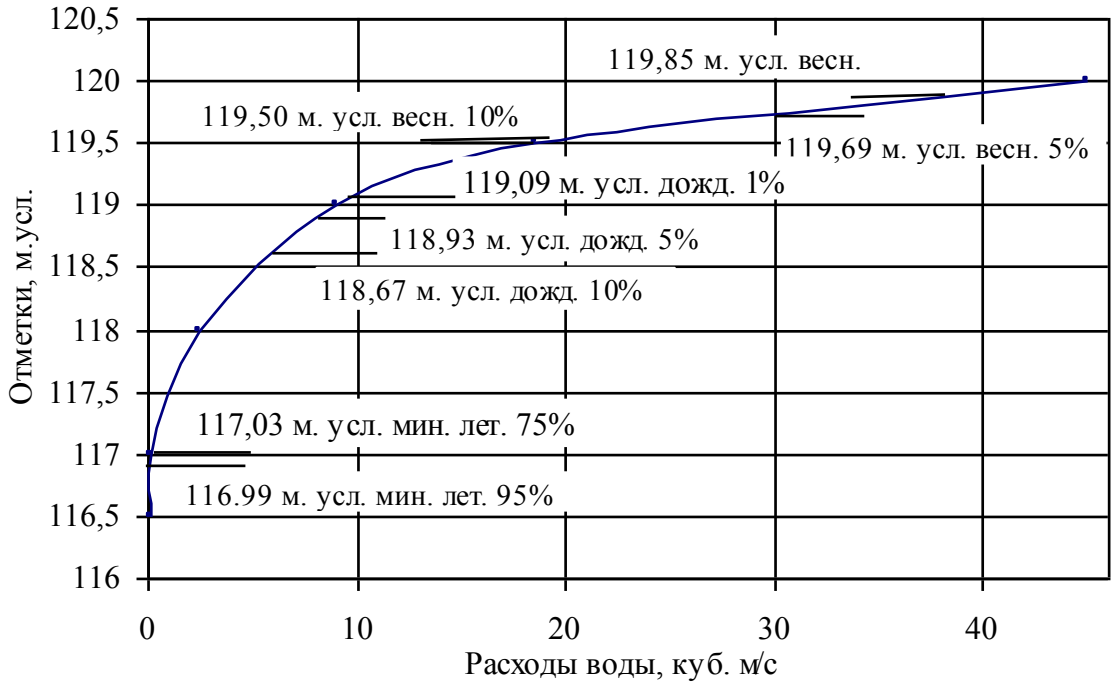


Рис. 12. Кривая Q=f(H) р. Бол. Холуница - мост (рассчитана по формуле Шези-Маннинга)

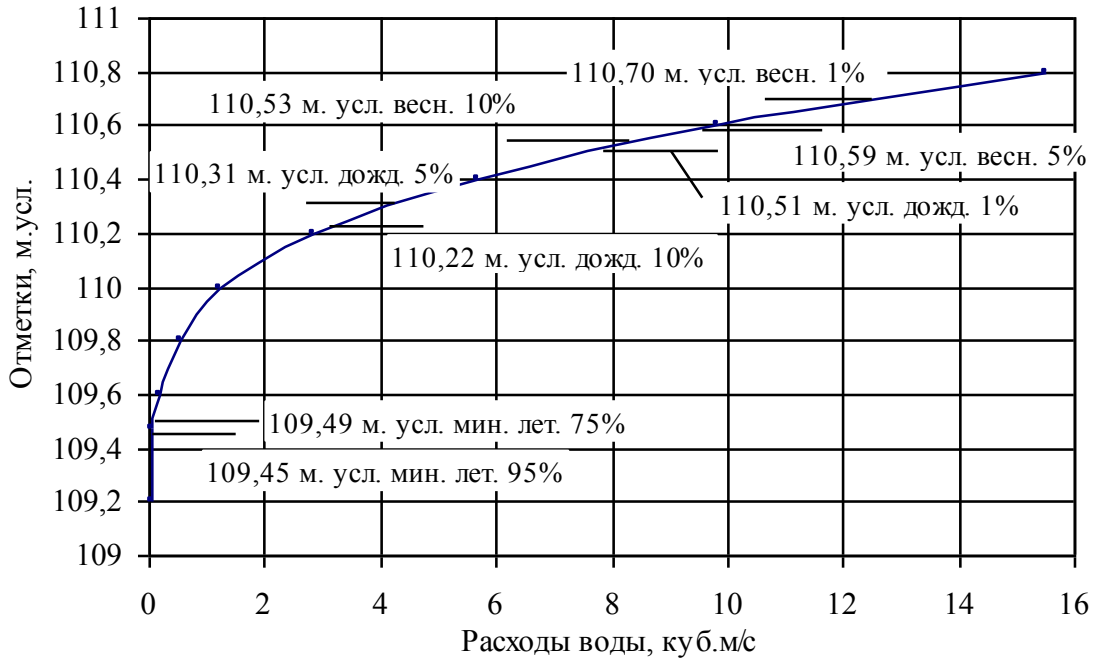


Рис. 13. Кривая Q=f(H) р. Погиблица - д. Корсаки (рассчитана по формуле Шези-Маннинга)

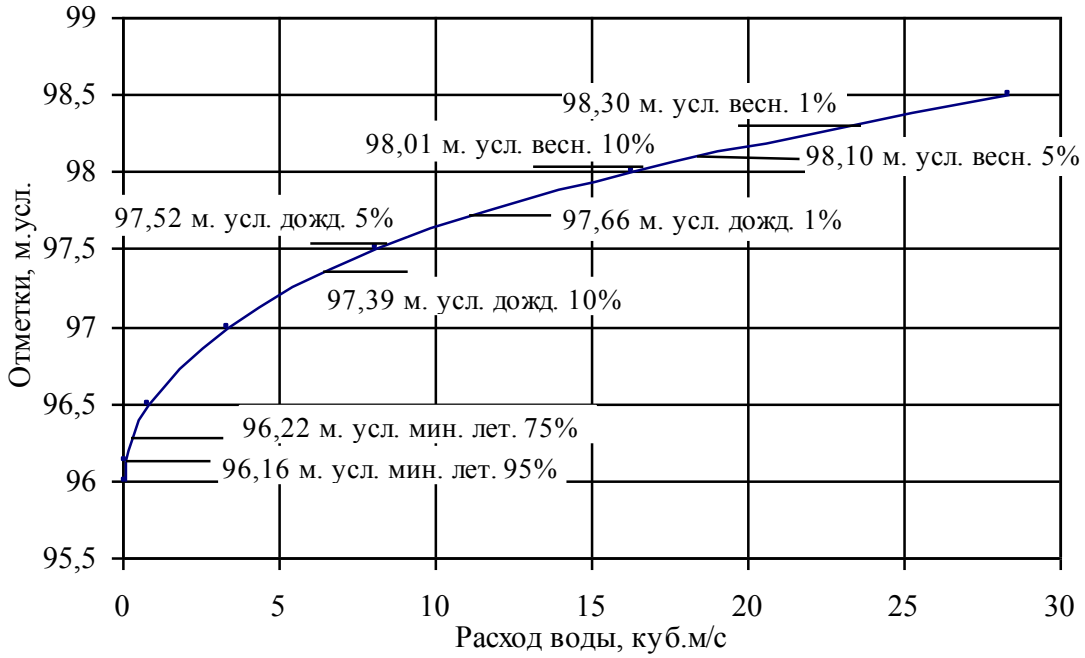


Рис. 14. Кривая Q=f(H) р. Погиблица – каз. Погиблица (рассчитана по формуле Шези-Маннинга)

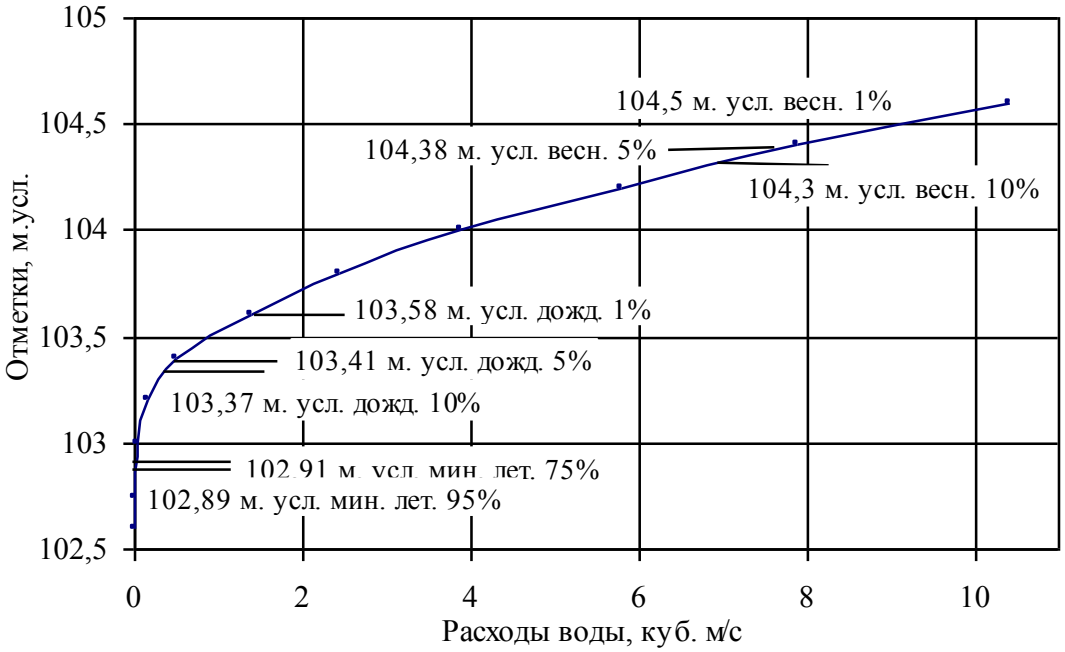


Рис. 15. Кривая Q=f(H) р. Берёзовка – п. Мирный (рассчитана по формуле Шези-Маннинга)

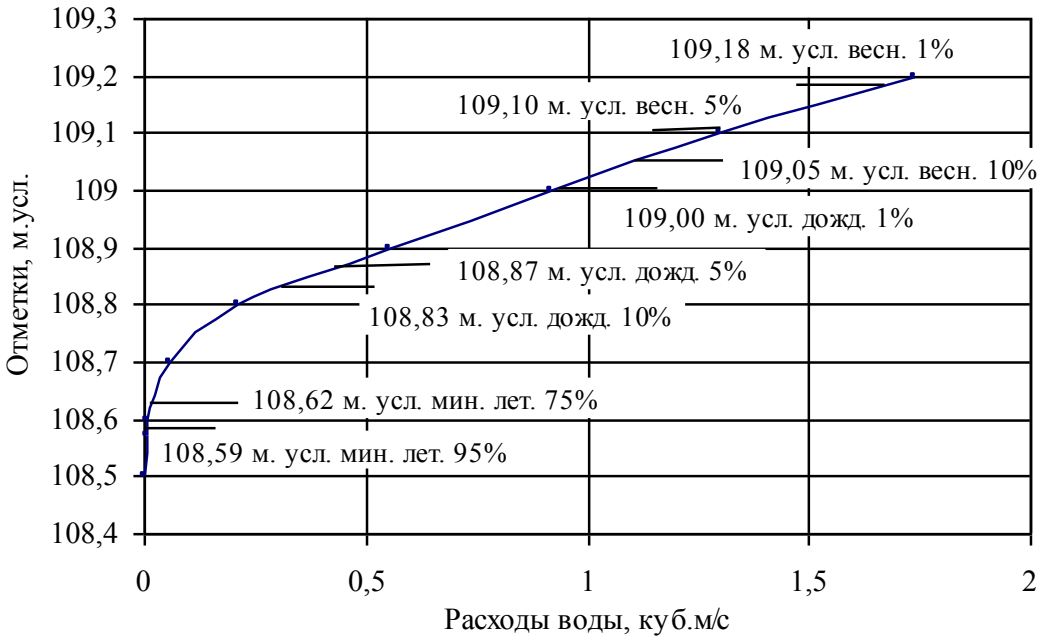


Рис. 16. Кривая Q=f(H) Бражиха – п. Мирный (рассчитана по формуле Шези-Маннинга)

Вторым признаком, указывающим на связь подземных и поверхностных вод, являются результаты опытной откачки на водозаборе войсковой части объекта хранения ХО. При небольших понижениях уровня подземных вод отмечаются достаточные водопритоки, позволяющие увеличить водоотбор до 1600 $м^3$/сут.

Третьим признаком является наличие зональности в химическом составе подземных вод. Как отмечалось ранее, в водозаборных скважинах, приуроченных к долине р. Вятки, отмечается изменение состава подземных вод с увеличением минерализации и повышенное содержание бора. Известно, что нижележащие водоносные горизонты имеют повышенную минерализацию, что указывает на подпитку из этих горизонтов.

Гидрохимическая характеристика водных объектов. Гидрохимические наблюдения, наиболее полно характеризующие качество воды р. Вятки, проведены в 1998–2001 гг. по течению выше г. Котельнич в п. Восточный, в месте наибольшего (не менее 80%) смешения сточных вод пгт. Мирный с водой р. Вятки. Основным водоприемником сточных вод в районе размещения арсенала ХО является р. Погиблица.

Вода анализировалась по следующим показателям: запах, цветность, прозрачность, водородный показатель (pH), растворенный кислород, углекислый газ, взвешенные вещества, хлориды, сульфаты, гидрокарбонаты, кальций, магний, натрий, калий, минерализация, общая жесткость, химическое потребление кислорода, биохимическое потребление кислорода за 5 суток, ионы аммония, нитраты, нитриты, фосфаты, железо, кремний, нефтепродукты, фенолы, СПАВ, соединения меди и цинка, формальдегид. Кроме этого при отборе каждой пробы проведены визуальные наблюдения, измерялась температура воды, расход воды и скорость течения.

Сведения о составе и свойствах вод поверхностных водных объектов (рек Вятка, Б. Холуница, Язильница, Погиблица), характеристиках их загрязненности (за период 1998–2001 гг.) приведены в табл. 14, 19–22.

Кислородный режим р. Вятки (табл. 14, 19) удовлетворительный – в среднем 7,29 мг O_2/л. Из загрязняющих веществ доминируют нефтепродукты, среднегодовые концентрации которых достигают 3 ПДК, а максимальная концентрация – 6 ПДК. Превышает санитарные нормы загрязнение железом (1,4–1,7 ПДК) и органическими веществами по ХПК (18,8 мгO_2/л). Максимальные концентрации фенолов, железа, меди достигают 3–5 ПДК. Эпизодически превышают ПДК максимальные концентрации аммонийного (до 7 ПДК) и нитритного азота, формальдегида и сульфатов (до 3 ПДК).

Общая жесткость воды в зимнюю межень не превышает 5,5 мг-экв/л, а в период весеннего половодья падает до 1,5–2 мг-экв/л. В ионном составе преобладают гидрокарбонаты и кальций, значительно меньше магния, количество сульфатов и хлоридов незначительно (табл. 14, 19).

Состояние загрязнения рек района размещения арсенала ХО дано в табл. 20. Наиболее подробно изучена характеристика качества воды р. Погиблицы, основного приемника сточных вод проектируемого ОУХО (табл. 19–22)

Таблица 19

Характеристика состава и свойства поверхностных вод рек вблизи арсенала «Марадыковский» (июль 1998 г.)

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Количество
РЕКА ВЯТКА (район вблизи пгт. Мирный)			
1	Биохимическое потребление кислорода ($БПК_5$)	мг O_2 /л	0,78
2	Химическое потребление кислорода (ХПК)	мгO_2/л	16,9
3	Взвешенные вещества	мг/л	19,8
4	Водородный показатель (pH)	-	7,04
5	Максимальная температура водного объекта	°С	25,4
6	Концентрация растворенного кислорода после установления ледяного покрова	мг O_2 /л	7,51 7,64 7,39
7	Цветность (по шкале)	град.	51
8	Запах	балл	0
9	Общая минерализация	мг/л	268,3
10	Жесткость общая	мг-экв/л	3,08
11	Азот общий	мг/л	0,67
12	Нитриты (по азоту)	мг/л	0,005
13	Нитраты (по азоту)	мг/л	0,05
14	Хлориды	мг/л	25,3
15	Сульфаты	мг/л	52,7
16	Нефтепродукты	мг/л	0,13
17	Поверхностно-активные вещества (СПАВ)	мг/л	0,03
18	Формальдегид	мг/л	0,01
19	Железо общее	мг/л	0,12
20	Медь	мг/л	0,002
21	Цинк	мг/л	0,006
22	Фосфаты (по фосфору)	мг/л	0,061
23	Фенолы	мг/л	0,001
24	Аммонийный азот	мг/л	0,60
РЕКА Б. ХОЛУНИЦА			
1	Биохимическое потребление кислорода ($БПК_5$)	мгO_2/л	0,79

Продолжение табл. 19

2	Химическое потребление кислорода (ХПК)	мг O_2/л	17,3
3	Взвешенные вещества	мг/л	21,6
4	Водородный показатель (pH)	–	7,50
5	Максимальная температура водного объекта	°С	–
6	Концентрация растворенного кислорода летом	мг O_2/л	9,07
7	Цветность (по шкале)	град.	11
8	Запах	балл	0
9	Общая минерализация	мг/л	370
10	Жесткость общая	мг-экв/л	5,34
11	Азот общий	мг/л	0,39
12	Нитриты (по азоту)	мг/л	0,004
13	Нитраты (по азоту)	мг/л	0,31
14	Хлориды	мг/л	11,5
15	Сульфаты	мг/л	24,1
16	Нефтепродукты	мг/л	не обн.
17	Поверхностно-активные вещества (СПАВ)	мг/л	0,07
18	Формальдегид	мг/л	не обн.
19	Железо общее	мг/л	0,04
20	Медь	мг/л	0,006
21	Цинк	мг/л	0,009
22	Фосфаты (по фосфору)	мг/л	0,009
23	Фенолы	мг/л	не обн.
24	Аммонийный азот	мг/л	0,09
	РЕКА ПОГИБЛИЦА		
1	$БПК_5$	мгO_2/л	1,0–1,9
2	ХПК	мгO_2/л	26–37
3	Взвешенные вещества	мг/л	4,0–8,0
4	Водородный показатель, pH		7,8–8,3
5	Азот аммония	мг/л	0,2–0,87
6	Азот нитритов	мг/л	0,015–0,03
7	Азот нитратов	мг/л	0,26–0,97
8	Сухой остаток	мг/л	197–207
9	Хлорид-ион	мг/л	7–9,0
10	Сульфат-ионы	мг/л	2,6–10
11	СПАВ	мг/л	< 0,025
12	Железо общее	мг/л	0,24–1,61
13	Фосфор-фосфатов	мг/л	0,01–0,065
14	Нефтепродукты	мг/л	0,028–2,6
15	Прозрачность	см	30
16	Жиры	мг/л	0,7–0,8
17	Биотестирование		не токсична

Таблица 20

Состояние загрязнения рек Погиблицы, Бражихи, Б. Холуница, Березовки, Вятки за июль – сентябрь 2001 г. (сравнение с рыбохозяйственными ПДК)

№ п/п	Наименование створа	Точки контроля (км от устья)	Дата наблюдений	Расход воды, $м^3/с$	Описание химического состава поверхностных вод	Оценка состояния загрязненности водотока (рыбохозяйственное водопользование)				
						Величина ИЗВ	Класс качества	Описание класса	Показатели, превышающие ПДК р.х.	Кратность превышения ПДК (средняя)
1	2	4	6	7	8	9	10	11	12	13
1	р. Погиблица (д. Корсаки)	15,5	15.07.01	0,013	Гидрокарбонатные магниево-натриево-кальциевые	3,71	4	Загрязненная	Железо общее Марганец Нефтепродукты Алюминий Медь	7,53 6,93 4,35 1,75 1,70
			16.08.01	0,01	Гидрокарбонатные магниево-натриево-кальциевые					
			23.09.01.	0,47	Гидрокарбонатные натриево-магниево кальциевые					
2	р. Погиблица (пруд)	4,8	15.07.01	-	Гидрокарбонатные магниево-кальциевая	2,33	3	Умеренно загрязненная	Фенолы Нефтепродукты Марганец Железо общее Медь БПК-5	4,0 3,74 2,40 2,25 2,0 1,02
			23.09.01.		Сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые					
3	р. Погиблица (каз. Погиблица)	0,5	15.07.01.	0,181	Гидрокарбонатные натриево- кальциевая	10,68	6	Очень грязная	Марганец Железо общее Азот нитритов Азот аммония Нефтепродукты СПАВ БПК-5 Медь	28,77 16,0 9,52 6,44 3,01 2,80 2,72 2,67
			17.08.01	0,041	Гидрокарбонатные кальциево натриевые					
			23.09.01.	0,074	Гидрокарбонатные магниево-натриево-кальциевые					

Продолжение табл. 20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	р.Бражиха (п. Мирный)	1	15.07.01	0,004	Гидрокарбонатные магниево-натриево-кальциевые	3,68	4	Загрязненная	Марганец Нефтепродукты Железо общее Медь	13,17 3,67 2,90 1,0
			16.08.01	0,003	Гидрокарбонатные магниево-кальциевые					
			23.09.01.	0,015	Гидрокарбонатные магниево-кальциево-натриевые					
5	р.Б Холуница (мост)	14,2	15.07.01	0,133	Гидрокарбонатные натриево-магниево кальциевые	1,95	3	Умеренно загрязненная	Марганец Железо общее Нефтепродукты	4,20 2,80 2,32
			17.08.01	0,097	Гидрокарбонатные натриево-магниево кальциевые					
			24.09.01.	0,1	Сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые					
6	р. Березовка (п. Мирный)	5,0	15.07.01	0,0015	Гидрокарбонатные натриево-магниево-кальциевые	1,27	3	Умеренно загрязненная	Железо общее Азот нитритов Марганец	2,90 1,80 1,0
10	р. Вятка выше устья Погиблицы	560	23.09.01.		Гидрокарбонатные магниево-кальциевые	4,70	5	Грязная	Марганец Нефтепродукты Медь Железо общее СПАВ Азот аммония БПК5	8,40 7,80 6,0 4,05 2,70 1,69 1,50
11	ручей б/н		23.09.01.		Гидрокарбонатные магниево-кальциевые	18,14	6	Очень грязная	Железо общее Нефтепродукты Медь Азот аммония	90,0 11,8 4,0 2,05

Таблица 21

Данные по качеству воды в р. Погиблице

Определяемый компонент или показатель, мг/л	Методика выполнения измерений	Результат КХА, дата отбора пробы			
		24.07.99	2.11..98	14.07.98	ПДК
ХПК, мгO_2/л	РД 33-5.3.08-96	26	37	26	
Азот аммония, мг/л	ПНД Ф 14.1.1-95	0,2	0,87	0,30	2.0
Азот нитритов, мг/л	ПНД Ф 14.1:2.3-95	0,015	0,03	0,022	1.0
Азот нитратов, мг/л	ПНД Ф 14.1:2.4-95	0,26	0,97	0,30	10
Сухой остаток, мг/л	ПНД Ф 14.1:2.114-97	197	204	207	1000
Хлорид-ион, мг/л	РД 52.24.402-95	7	8,87	9,0	350
Железо общее, мг/л	ПНД Ф 14.1:2.50-96	0,24	1,61	0,37	0,3
Фосфор-фосфатов, мг/л	РД 52.24.382-95	<0,01	0,065	0,01	
$БПК_5$, мг/л	РД 52.24.420-95	1,0	1,9	1,4	
Взвешенные вещества, мг/л	РД 33-5.3.18-96	26	8,0	4,0	
СПАВ (анионакт.), мг/л	ПНД Ф 14.1:2:4.27-95	<0,025	<0,2	0,025	
Нефтепродукты, мг/л	ПНД Ф 14.1:2:4.118-98	0,028	2,6	0,67	0,1
Водородный показатель, pH	ПНД Ф 14.1:2:3:4.127-97	7,8		8,3	6-9
Прозрачность, см	РД 52.24.496-95	>30		<30	
Сульфат-ионы, мг/л	РД 52.24.405-95	7	2,6	10	
Жиры, мг/л	ПНД Ф 14.1:2.122-97	0,8	0,7		
Биотестирование	РД 118-02-90	не токсична			

Таблица 22

Результаты химического анализа органических компонентов поверхностных вод

Место отбора проб	Дата	Определяемые компоненты	Результаты КХА мг/кг	ПДК мг/л
р.Погиблица (устье)	24.10.01.	Винилхлорид	<0.001	0.05
		Органические фосфаты	<0.001	н.н
р. Погиблица (каз.Погиблица, а/д мост)	24.10.01.	Винилхлорид	<0.001	0.05
		Органические фосфаты	<0.001	н.н
руч. б/н* (верховье)	24.10.01.	Винилхлорид	<0.001	0.05
		Органические фосфаты	<0.001	н.н
руч. б/н (мост)	24.10.01.	Винилхлорид	<0.001	0.05
		Органические фосфаты	<0.001	н.н

Примечание: * ручей без названия

Содержание органических компонентов в поверхностных водах р. Погиблицы и ручья без названия не превышает допустимых концентраций.

По данным химических анализов воды, исследуемые водотоки пресные, по химическому составу – в основном гидрокарбонатные магниево-натриево-кальциевые, натриево-магниево кальциевые.

Основными загрязнителями являются: марганец, железо общее, нефтепродукты, азот нитритов и аммония, СПАВ, медь.

Диаграмма изменения концентраций загрязняющих веществ в воде р. Погиблицы как наиболее загрязненной из всех водотоков на данной территории представлена на рис. 17. Большое влияние на качество воды в устье Погиблицы оказывают недостаточно очищенные сточные воды пгт. Мирный, а также торфодобыча на полях Пищальского месторождения.

При оценке качества воды в реках Вятке, Погиблице, Бражихе, Холунице, Березовке, озерах Лопатинское, Савиновское, Карповые использован программный комплекс СППР (ИСПС «Гидрохимия»), разработанный СевКавНИИВХ.

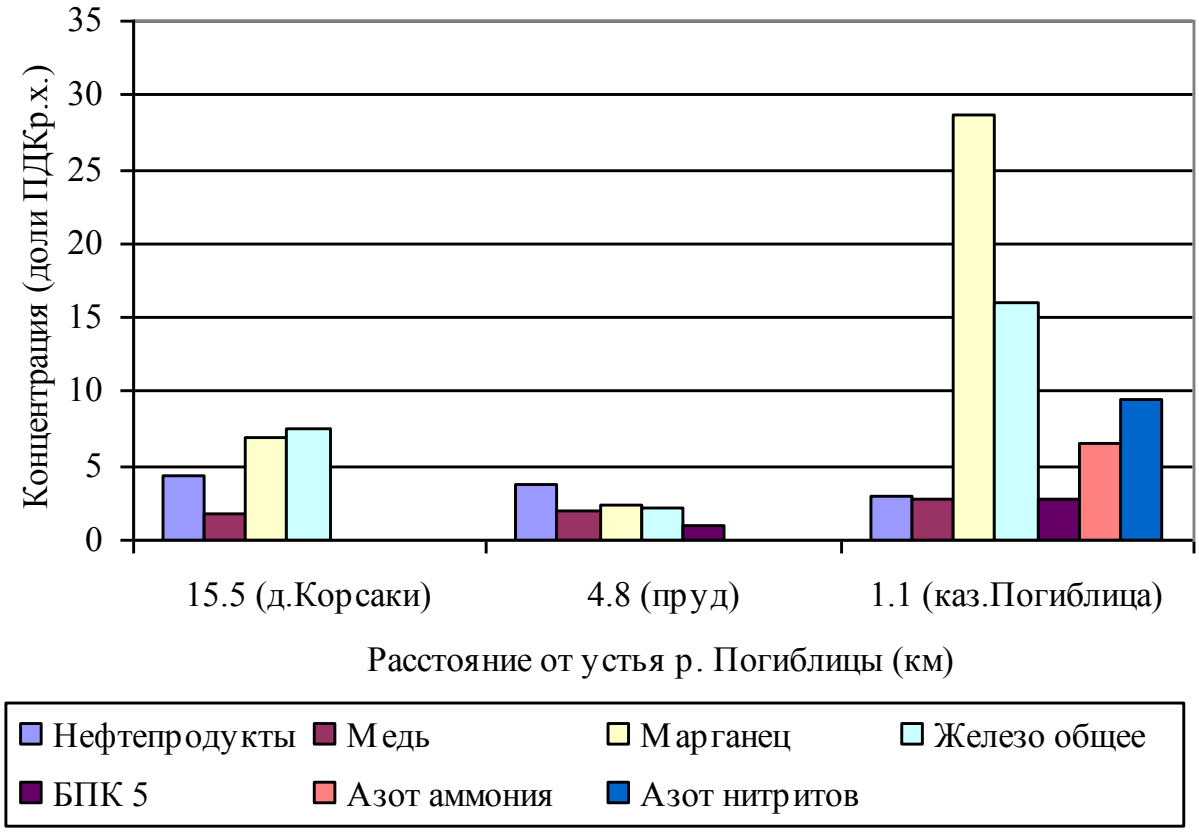


Рис. 17. Изменение концентраций загрязняющих веществ в воде р. Погиблицы в июле-сентябре 2001 г.

***Озера Лопатинское и Савиновское*,** предположительно, карстово-суффозионного генезиса, могли возникнуть в результате длительного выноса подземными водами тонких илистых частиц или вымывания водой некоторых солей, что привело к образованию пустот, оседанию слоев грунта и формированию неглубоких воронок овальной формы. Образованию озер способствовал определенный состав и характер наслоения горных пород, в частности чередование рыхлых песчанистых и растворимых карбонатных пород. Озера небольшие, с малыми площадями водосбора, расположены в лесу.

Бассейн оз. Лопатинское имеет форму овала, вытянутого с запада на восток. Территория представляет собой среднезалесённую слабоволнистую равнину. Грунты в основном сложены флювиогляциальными песками и супесями. Леса преимущественно хвойные, залесённость бассейна около 40%. Все леса бассейна расположены у озера, в остальной своей части бассейн занят сельскохозяйственными угодьями. Озеро расположено на второй надпойменной террасе р. Вятки, тип озёрной котловины – провальный (по классификации Б.Б. Богословского). Берега невыраженные, окаймлены сплавиной шириной до 2 м. Зеркало озера имеет форму овала, вытянутого с северо-запада на юго-восток. Поверхность озера зарастает водной растительностью. Глубины колеблются в пределах 5–10 м, максимальная глубина достигает 12 м.

Створ оз. Лопатинское у д. Лопата имеет площадь водосбора (*F*) 2,35 км^2, площадь леса (*fл*) – 40%, площадь зеркала (*Fз*) – 0,0134 км^2, объема озера (*V*) – 63,0 тыс. м^3.

Бассейн оз. Савиновское имеет неправильную форму, вытянутую с юго-запада на северо-восток. Территория представляет собой густозалесённую слабоволнистую равнину. Грунты в основном сложены флювиогляциальными песками и супесями. Леса преимущественно хвойные, залесённость бассейна составляет 90%. Леса расположены равномерно по всему бассейну. Озеро расположено на второй надпойменной террасе р. Вятки, тип озёрной котловины – провальный (по классификации Б.Б. Богословского). Берега низкие, невыраженные, заболочены полностью и покрыты болотной растительностью, окаймлены сплавиной шириной 4–5 м. Зеркало озера имеет форму неровного круга. Дно озера ровное. Глубины колеблются в пределах 3–4 м.

Створ оз. Савиновское имеет площадь водосбора (*F*) – 4,39 км^2, площадь леса (*fл*) – 90%, площадь зеркала (*Fз*) – 0,010 км^2, объем озера (*V*) – 32,61 тыс. м^3.

Русловой сток из озер отсутствует, и внешне они кажутся бессточными, однако сброс воды из них происходит постоянно или в отдельные сезоны и осуществляется либо подземными путями, либо путем фильтрации через моховой очес.

Уровень воды в озерах не остается постоянным. Для озер умеренных широт характерны в течение года два максимума уровня – весенний и осенний и два минимума – зимой и летом. Весенний максимум формируется снеготаянием, осенний – дождевыми паводками. Зимний минимум наступает перед вскрытием в связи с уменьшением питания, летний обусловлен интенсивным испарением.

Карповые озера – пойменные, водноэрозионного происхождения, возникли в результате полного отчленения старого русла р. Вятки.

Озера расположены в пойме р. Вятки, тип озёрных котловин – водноэрозионный (по классификации Б.Б. Богословского). Во время весеннего половодья озёра затапливаются р. Вяткой. Берега низкие, выраженные, местами заболочены. Озёра имеют продолговатую форму. Дно озёр илистое, вязкое, заросшее. В летний период озёра зарастают водной растительностью, а небольшие по площади пересыхают и зарастают практически полностью. Глубины колеблются в пределах 1,2–1,5 м, максимальная глубина достигает 4 м.

Створ Карповых озер в пойме р. Вятки имеет площадь водосбора (*F*) – 1,84 км^2, площадь леса (*fл*) – 0%, площадь зеркала (*Fз*) – от 0,010 до 0,030 км^2, объем озера (*V*) – от 10,0 до 38,0 тыс. м^3.

Изучен химический состав воды озер Лопатинское, Савиновское и Карповые, данные представлены в табл. 23.

Таблица 23

Характеристика химического состава воды оз. Лопатинское, оз. Савиновское и Карповых озер

Показатели	оз. Лопатинское	оз. Савиновское	Карповые озера
Химический состав поверхностных вод	Гидрокарбонатные кальциевые	Гидрокарбонатные натриево-кальциевые	Гидрокарбонатные магниево-кальциевые
Гидрокарбонаты, мг/л	48	12	107
Водородный показатель, pH	7,3	6,7	7,3
Кальций, мг/л	12,4	2,8	21,2
Магний, мг/л	1,7	<4.4	5,6
ХПК, мг O_2/л	24	39	53
Азот аммония, мг/л	0,14	0,23	0,47
Нитрит-ион, мг/л	<0,02	<0,02	<0,02
Нитрат-ион, мг/л	0,58	1,6	1,20
Общая жёсткость, мг-экв/л	0,76	<0,5	1,52
Сухой остаток, мг/л	74	46	132
Сухой остаток расчётный, мг/л	45	23	96
Хлорид-ион, мг/л	2,0	3,0	3,1

Продолжение табл. 23

Сульфат-ион, мг/л	<2,0	<2,0	<2,0
Железо общее, мг/л	<0,1	2,1	0,70
Медь, мг/л	не обн.	<0,0006	<0,0006
Мышьяк, мг/л	не обн.	не обн.	не обн.
Фторид-ион, мг/л	<0,1	0,18	0,13
Фосфат-ион, мг/л	<0,05	<0,05	0,113
$БПК_5$, мгO_2/л	1,3	2,0	2,6
Сумма ионов Na и K, мг/л	2,4	4,01	8,67
Марганец, мг/л	0,030	0,023	0,011
Алюминий, мг/л	не обн.	0,023	0,041
Нефтепродукты, мг/л	не обн.	0,009	не обн.
Растворённый кислород, мг/л	10,4	9,4	10,0
Величина ИЗВ	3,38	4,68	4,04
Класс качества	4 (загрязненная)	5 (грязная)	5 (грязная)

В озерах воды в основном сульфатно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые, гидрокарбонатные магниево-кальциевые. Минерализация составляет от 46 до 132 мг/л, pH – от 6,7 до 7,52.

Основными загрязнителями озер являются железо, нефтепродукты, марганец, азот аммония.

Озера по питательности содержащихся в их водах веществ относятся к эвтрофным, характеризуются интенсивным развитием фитопланктона и высших водорослей. Последние развиваются в большом количестве, полностью не потребляются животными. При этом на дне озер происходит отложение отмерших растений, которые для окисления требуют много кислорода. Поэтому количество кислорода ко дну озер резко уменьшается. Вода озер непрозрачна, имеет желтоватый оттенок.

На рис. 18–20 представлены планы-схемы озер. У озер Лопатинское и Савиновское по урезу образовались сплавины.

Для озер характерно вертикальное распределение (стратификация) температуры и минерализации. Озера Лопатинское и Савиновское расположены в лесу, где сила ветра не может достигнуть большой величины. Правомерно предположить, что воды озер перемешиваются на небольшую глубину, порядка 1–2 м. Ниже температура и минерализация вод имеют другие характеристики, что вызывает необходимость в процессе мониторинга отбирать пробы воды с глубины озера.

Во всех пробах воды, отобранных из открытых водоемов на исследуемой территории, токсичных элементов (ртуть, медь, свинец, мышьяк) не обнаружено.

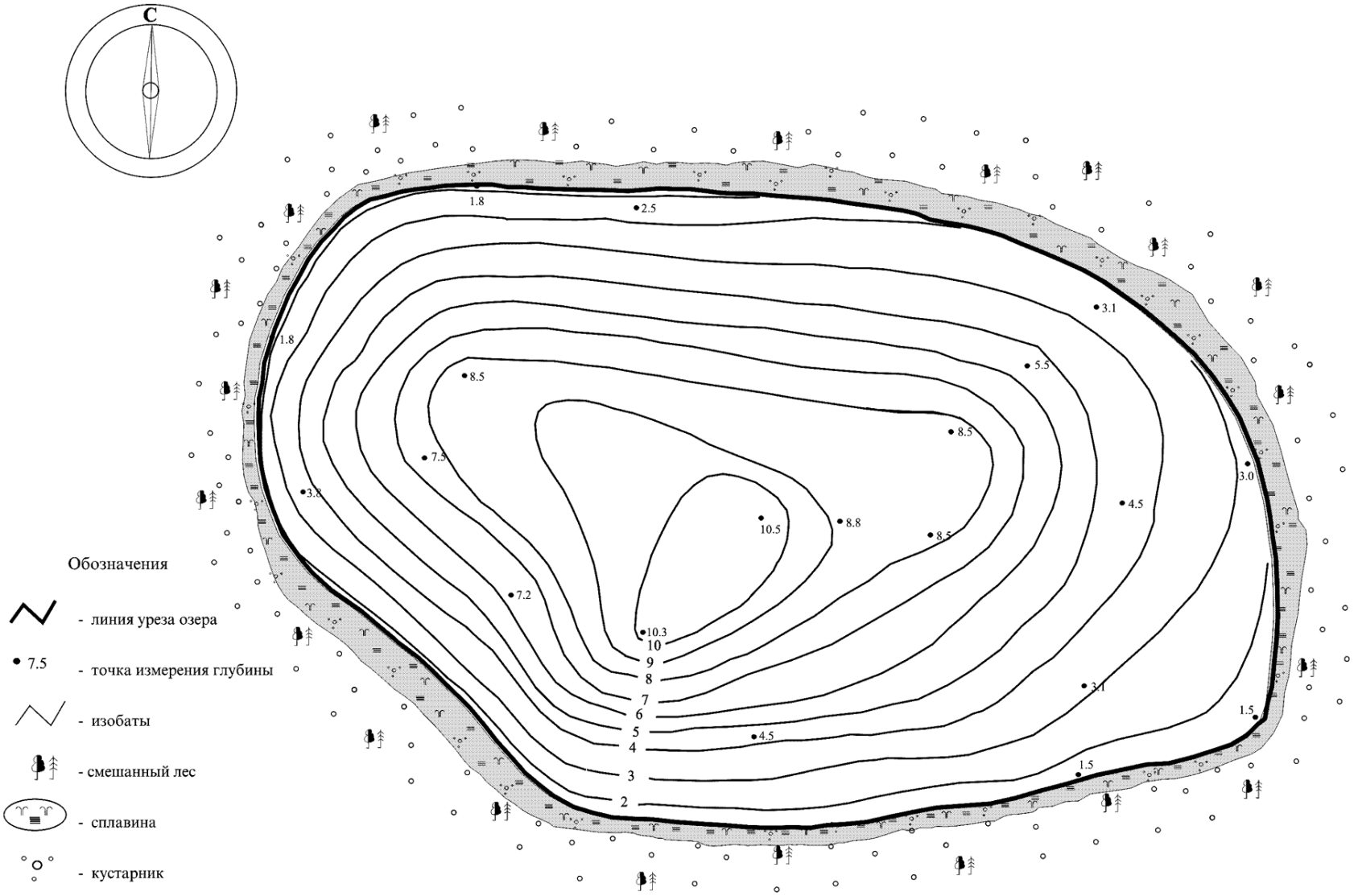


Рис. 18. План-схема озера Савиновское (М 1:1350)

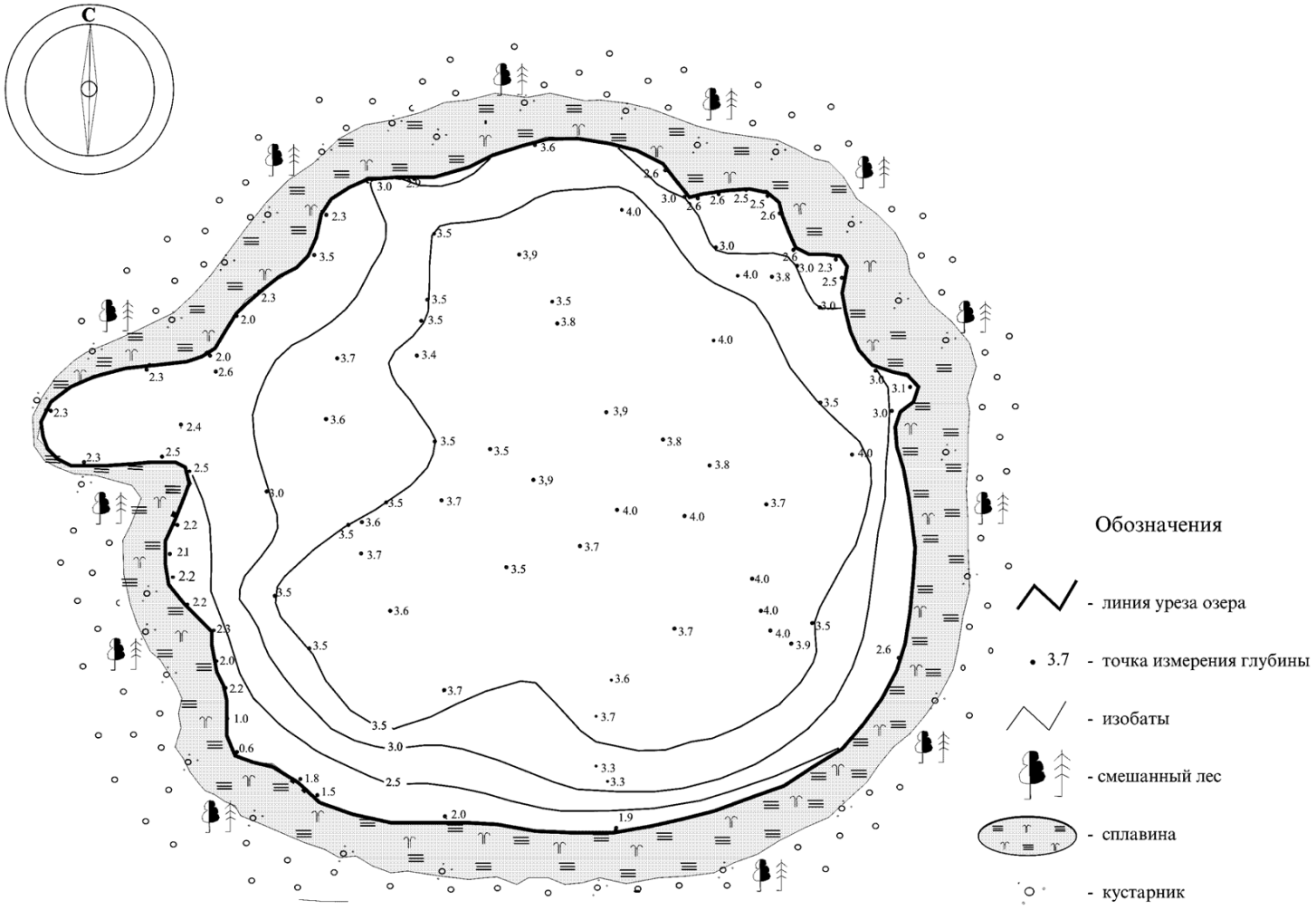


Рис. 19. План-схема озера Лопатинское (М 1:1450)

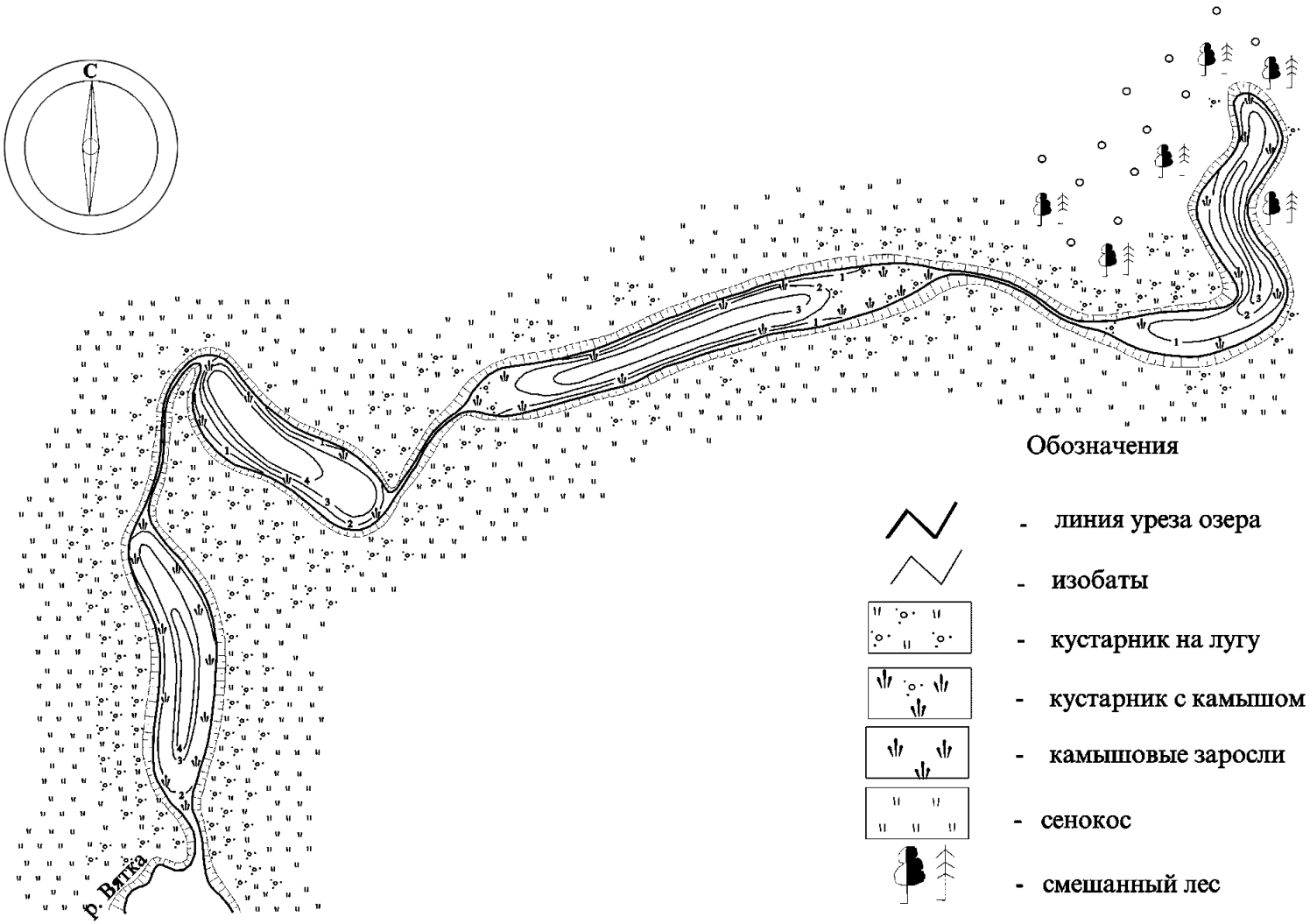


Рис. 20. План-схема Карповых озер (М 1:1350)

Превышения гигиенических нормативов отмечены по следующим показателям:

– железо – р. Вятка в районе с. Истобенск – пгт. Мирный, р. Погиблица, р. Холуница, оз. Лопатинское (2–4 ПДК);

– фенол – р. Вятка, р. Холуница, пруд с. Пищалье, оз. Лопатинское (4-7 ПДК);

– нефтепродукты – р. Погиблица, р. Вятка (3-6 ПДК);

– ХПК – р. Вятка, пруд с. Пищалье, оз. Лопатинское (1,5-2 ПДК);

– азот аммонийный – р. Вятка (эпизодически до 7 ПДК), пруд с. Пищалье и оз. Лопатинское (1,5 ПДК);

– азот нитритный – р. Вятка (эпизодически до 3 ПДК);

– формальдегид – р. Вятка (эпизодически до 3 ПДК).

В целом санитарно-гигиеническое состояние поверхностных водных объектов в районе размещения проектируемого объекта УХО можно оценить как удовлетворительное.

Кроме химического анализа воды проведены исследования по изучению состояния макрозообентосных сообществ, зоопланктона, донных отложений водотоков, расположенных в зоне защитных мероприятий ОУХО. Интегральная оценка качества воды дана на основе индекса загрязненности воды (ИЗВ) в соответствии с ГОСТ 17.1.1.01-77. Отнесение качества воды к конкретному классу осуществляется на основе специальных критериев интервального типа для значений индекса загрязненности воды.

Река Вятка. Исследования проводились на 538–581-м км от устья реки, в 3 км ниже д. Новожилы, на пути стока подземных вод в районе бывшего уничтожения ХО на установке «Долина».

В составе зоопланктонной фауны р. Вятки отмечено 54 индикаторных вида [180]. Среди них доминируют виды, принадлежащие к индикаторам бета-мезосапробных условий (виды р. *Brachionus*). Из олиго- и олиго-бетамезосапробов наиболее часто встречались *Asplanchna priodonta*, *Lecane*, *Bosmina longirostris*, *Rynchotalona rostrata*, *Diaphanosoma brachiyrum*, *Alona rectangula*, *Mesocyclops leuckarti*. Отмечены в составе зооценозов альфа- и бета-мезосапробы - *Brachionus calyciflorus*, *Moina macrocopa*, *Rotatoria rotaria*.

Анализ относительного значения индикаторных видов зоопланктона свидетельствует о том, что ни одна из величин индивидуального сапробного индекса не превышала 2,5, т. е. качество воды находилось в пределах бета-мезосапробной зоны. Значения индексов сапробности изменялись от 2,0 до 1,47. Если в 1991 г. по составу фауны зоопланктона вода на участке р. Вятки, расположенном вблизи объекта хранения ХО, оценивалась как умеренно загрязненная (индекс сапробности составлял 1,93-2,03), то в 1996–1998 гг. наблюдалось снижение значений индексов сапробности от 1,77 до 1,47 (табл. 24), за счет более значительного развития индикаторных организмов

олигосапробной зоны (табл. 25), что указывает на улучшение качества воды р. Вятки на этом участке в последние годы.

Таблица 24

Изменения индексов сапробности (S) и видового разнообразия (H) зоопланктона исследованных участков р. Вятки

Показатели	р.Вятка (581-538 км)			
	1991 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.
S	2,03-1,93	1,69-1,68	1,77	1,50-1,47
H	0,84-0,83	0,85-0,72	1,29-1,02	1,30
	р. Вятка (307-281 км) (фоновая территория)			
S			1,47-1,48	1,47
H			0,79-0,80	0,79

Примечание. Значения индексов сапробности:
1,0–1,5 – олигосапробная зона;
1,5–2,5 – бетамезосапробная зона;
2,5–3,5 – альфамезосапробная зона;
3,5–4,0 – полисапробная зона.

Таблица 25

Процентное соотношение количественного развития индикаторных видов зоопланктона р. Вятки

Сапробность	р.Вятка (581-538км) (ЗЗМ и буферная зона)				р.Вятка (307-281км) (фоновая территория)	
	1991 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1997 г.	1998 г.
o	10,0	1,8	25,0	31,2	34,6	74,4
o-b	24,7	58	32,2	68,8	37,8	18,0
b-o	11,3	0,1	1,1	-	4,5	2,5
b	14,5	20,3	23,4	-	21,6	-
b-a	37,0	19,6	17,9	-	1,5	5,1
a	2,7	0,2	0,4	-	-	-

Примечание: o – олигосапробы;
o-b – олигобетамезосапробы;
b-o – бетаолигосапробы;
b – бетамезосапробы;
b-a – бетаальфасапробы;
a – альфасапробы.

Индексы видового разнообразия (H) зоопланктона в данных зонах колеблются в пределах 1,29 (1997 г.) – 1,3 (1998 г.) (табл. 24). Высокие показатели видового разнообразия зоопланктона, отмеченные в 1997 и 1998 г., вызваны значительным развитием коловраток в р. Вятке.

Увеличение индексов видового разнообразия и снижение индексов сапробности воды на исследованном участке р.Вятки указывает на перестройку общего таксономического состава зоопланктона в связи с изменениями экологических условий в реке [180].

В качестве фоновой территории изучался участок р. Вятки в границах Нолинского района, зоопланктон не богат, отмечено 24 вида, из которых 20 видов-индикаторов. Доминирующее положение занимают олигосапробы *Diaphanosoma brachyurum*, *Alona rectangula*, *Rhynchotalona rostrata* и олигобетамезосапроб *Bosmina longirostris*. Бетамезосапробные виды, такие, как *Brachionus calyciflorus*, *Eucyclops serrulatus*, *Acanthocyclops viridis*, встречались в незначительном количестве. В зооценозах в 1998 г. отмечалось уменьшение количественного развития организмов бета-мезосапробной зоны и устанавливалось преобладание олигосапробных организмов. Индексы сапробности, рассчитанные по Пантле и Буку, составили 1,47–1,48. Таким образом, и данный участок реки, взятый в качестве фонового, в соответствии с принятой шкалой сапробных зон, относится к олигосапробной зоне. Индексы видового разнообразия колебались в пределах 0,79–0,80 (табл. 24).

В целом, при значении индексов сапробности от 1,47 до 1,77, водные экосистемы, расположенные вблизи от объекта хранения ХО, относятся к умеренно загрязненным.

На исследуемом участке р. Вятки обнаружено большое видовое разнообразие моллюсков, относящихся к группе организмов-фильтраторов, и очень высокая их численность (160 экз/м^2) [180]. Доминирующие виды – двустворчатые моллюски – относятся к бета-мезосапробам (*Unio pictorum*, *Rivicoliana rivicola*, *Viviparus viviparus*). Молодь двустворчатых моллюсков (*Crassiana crassa*, *Unio rostratus*) размером до 3 см служит индикатором чистой воды. Все основные показатели зообентосных сообществ оказались достаточно высокими, соответствующими классу качества «слабо загрязненных вод» (табл. 26).

В р. Вятке ниже д. Новожилы в районе Карповых озер в 2001 г. был проведен учет продуктивности видов Unionidae на тест-площадке размером 2 м^2. Здесь было обнаружено большое видовое разнообразие моллюсков (10 видов двустворчатых и 1 вид брюхоногих). Высокая численность и биомасса молюсков свидетельствует о хорошем кислородном режиме водоема и достаточной кормовой базе для животных фильтраторов (табл. 27) [180].

Таблица 26

Показатели макрозообентосных сообществ и оценка качества воды р. Вятки, 2001 г.

Показатели макрозообентосных сообществ	Значение показателя
Индекс биоразнообразия по Шеннону	1,7131
Биотический индекс по Вудивиссу, баллы	7
Индекс Гуднайта и Уотлея (олигохетный индекс), %	9,4
Индекс сапробности Пантле-Бука	2,05
Общее количество индикаторных видов	13
Обилие доминирующих видов, экз/м ^{2}:	
Unio pictorum	83
Rivicoliana rivicola	13
Viviparus viviparus	14
Обилие видов – индикаторов чистой воды (олигосапробов), экз/м ^{2}:	
Crassiana crassa (juv)	2
Unio rostratus	4
Классификация качества воды по состоянию макрозообентоса	Слабо загрязненная

Таблица 27

Продуктивность

Вид	Обилие, экз/м^2	Средний размер, мм	Средняя масса, г
Unio pictorum	83	7,5	78,05
U.rostratus	12	6,75	61,15
Anadonta cygnea	6	8,0	72,8
Pseudanodonta complanata	2	4,2	13,7
Crassiana crassa	13	5,25	15,2

Весьма показательным и достаточно чутким индикатором качества водной среды является структура населения рыб в водоёмах. Такие очевидные особенности, как отсутствие молоди или видов с повышенной чувствительностью к загрязнению, уже сейчас могут свидетельствовать о неблагополучии экологической обстановки в водоёме. Малочисленность некоторых видов обусловлена или биологическими особенностями этих видов, или экологической обстановкой на водоёме, или непродолжительной сезонностью работ.

Из зарегистрированных 18 видов наиболее чувствительными к негативному антропогенному воздействию являются гольян, елец, пескарь, окунь, плотва. Все перечисленные виды являются обычными и многочисленными (пусть и не на всех водоёмах). Возможное в перспективе ухудшение экологической обстановки отразится прежде всего на этих представителях ихтиофауны: на их численности, снижении ряда биологических показателей и изменении

морфотипа. Полное исчезновение какого-либо вида маловероятно. Причины, которые могут привести к такому результату, должны быть катастрофическими. Поэтому контроль и учет данных видов рыб в водоемах должен входить в программу мониторинга ОУХО.

В обследованных водоёмах не обнаружен ни один из четырёх редких или исчезающих в пределах Кировской области видов рыб [179].

Река Вятка имеет большое значение в хозяйственном отношении и как рыбопромысловый водоем, и как путь миграции ценных видов рыб. Кроме того, заливаемая в весенний период пойма реки имеет большое значение для нереста леща, щуки, плотвы и других видов. В русле есть участки, на которых нерестится стерлядь.

По приблизительным оценкам Уральского отделения ГосНИОРХ, в среднем общая ихтиомасса р. Вятки на рассматриваемом участке, от устья р. Холуницы (578 км) до устья Истобенской воложки (552 км), составляет около 50 кг/га, а ихтиофауна представлена 30 видами. Среди отловленных представителей ихтиофауны были виды с совершенно разным образом жизни и особи, масса тела которых изменялась в широких пределах: от 1 г до 2550 г. Наиболее массовыми видами являются елец, пескарь, щука, стерлядь, плотва, лещ и некоторые другие.

Однако следует отметить, что в уловах практически отсутствуют крупные экземпляры обычных и многочисленных для реки видов. Данный показатель может свидетельствовать о возникновении тенденции к образованию короткоцикличных популяций рыб, которая характеризуется замедлением роста рыб, более ранним их созреванием и короткой продолжительностью жизни особей. Причинами образования короткоцикличных популяций является приспособление вида к неблагоприятным условиям среды, а это приводит к снижению промысловой рыбопродуктивности водоема.

Важным показателем оценки состояния воды р. Вятки является наличие молоди. Молодь в р. Вятке встречается по руслу неравномерно. Она тяготеет к определённым биотопам, в которых зачастую образует весьма значительные скопления. В основном выделяются два биотопа с высокой концентрацией молоди: 1) небольшие заливы с замедленным течением и илистым грунтом; 2) прибрежное мелководье с зарослями макрофитов. К первому из них тяготеют такие виды, как пескарь, плотва, уклея, во втором типе биотопов встречается молодь ельца, пескаря, окуня, плотвы. В русловой части реки, которая характеризуется песчаным дном, небольшими, в общем-то, глубинами и высокой скоростью течения, молодь рыб практически отсутствует.

Параметры морфотипов трёх наиболее значимых для Вятки видов рыб (стерлядь, лещ, щука) оказались строго в пределах видовых параметров (табл. 28).

Это говорит о достаточно удовлетворительном состоянии популяций.

Логарифмическая кривая роста стерляди также достаточно наглядно свидетельствует о темпах роста (рис. 21).

Таблица 28

Фенохарактеристика рыб реки Вятки, 2001 г.

Признаки	Стерлядь *Acipenser ruthenus* L.,1758	Лещ *Abramis brama* L., 1758	Щука *Esox lucius L.*, 1758
Количество исслед. экземпляров	28	5	4
Число чешуек в боковой линии (linea lateralis)	58-66 (62,5)	54-57 (55)	113-130 (122)
Число лучей в плавниках:			
дорзальный (D)			
неветвистые		III (III)	V-VI (5,5)
ветвистые		9-10 (9,2)	13-15 (14)
анальный (A)			
неветвистые		III (III)	IV (IV)
ветвистые		25-28 (26,4)	13 (13)
Число тычинок на 1-й жаберной дуге (слева)		20-25 (21,7)	
Число глоточных зубов (слева)		4-5 (4,8)	
Число лучей на жаберной перепонке			14-15 (14,5)

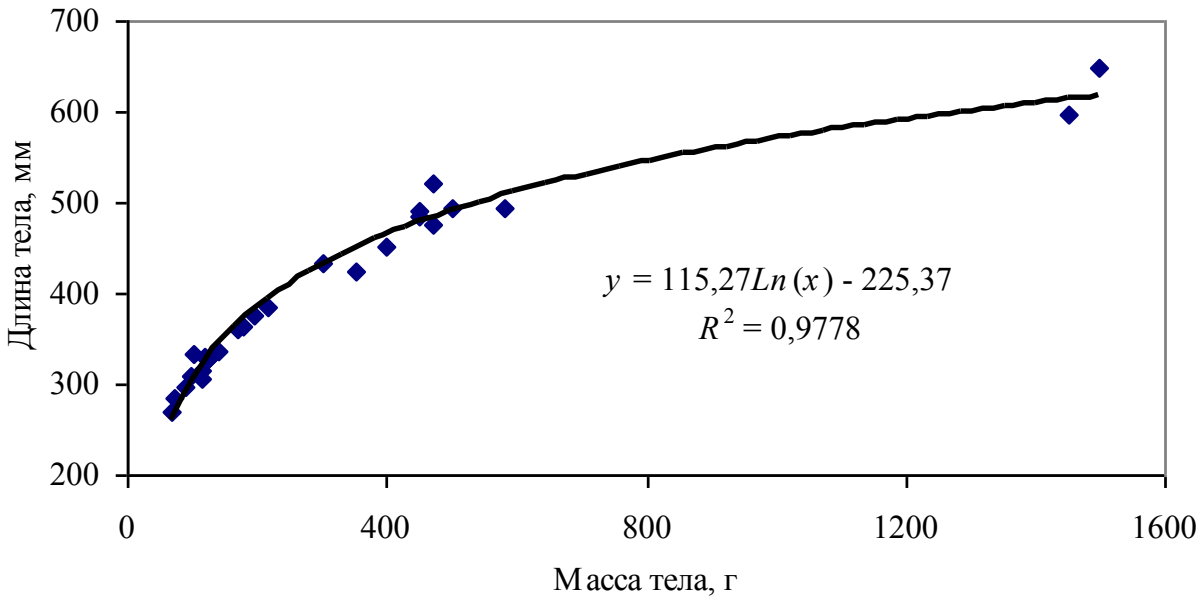


Рис. 21. Параметры роста стерляди р. Вятки (n=28) [180]

Река Б. Холуница. В р. Б. Холуница состав зоопланктона (место отбора проб в районе 10-километровой зоны от объекта хранения) в 1998 г. был довольно беден. По числу видов в зоопланктоне преобладали олиго- и олигобетамезосапробы (80%), из которых наибольшего развития достигали Euchlanis dilatata, Asplanchna priodonta. По численности и биомассе преобладали бета-мезосапробы, представленные двумя видами – Testudinella patina и Chydorus sphaericus, играющими существенную роль в формировании количественных показателей развития зоопланктона. Средний индекс сапробности для исследованного участка р. Холуницы составил 1,59, что соответствует бета-мезосапробной зоне. Видовое разнообразие невысоко, индекс Шеннона равен 0,80. В р. Б. Холуница зообентос исследован на границе верхне-среднего и нижнего течения. В составе донных биоценозов отмечено 24 таксона животных из 10 групп. Наиболее богаты в видовом отношении хирономиды (11 видов и форм), олигохеты (4 вида), личинки двукрылых (2 вида), встречены также нематоды (1 вид), моллюски (1 вид), ракушковые раки (1 вид), пауки (1 вид), поденки (1 вид), личинки клопов (1 вид), ручейники (1 вид) [180].

Биомасса макробентоса [180] колеблется от 0,04 г/м^2 до 2,75 г/м^2 и составляет в среднем для реки 1,65 г/м^2, при численности 3938 экз./м^2, что связано с колебаниями численности и биомассы основных групп животных – хирономид, олигохет, моллюсков. Хирономиды встречены на всех участках реки, их биомасса изменяется от 0,02 до 1,79 г/м^2, при численности 160-5974 экз./м^2 они составляют 50–94,5% численного соотношения и 66,8-82,5% биомассы зообентоса. Доминируют среди них пелофильные хирономиды p.Janytarsus, Stictochironomus, Chironomus. Олигохеты распространены повсеместно, биомасса их изменяется от 0,01 до 0,16 г/м^2, при численности 107-160 экз./м^2, что составляет 2,2-50% численного соотношения и 33,3-73,9% биомассы зообентоса. Доминируют среди них олигохеты сем. Naididae. Моллюски встречены только на одном участке и в небольшом количестве – 27 экз./м^2, с биомассой 0,13 г/м2, и представлены видом Radix ovata (табл. 29).

По участкам р. Б. Холуница зообентос распределен неравномерно - на границе верхнего и нижнего течения реки зообентос представлен 12 таксонами животных из 6 групп (табл. 29). Наиболее богаты в видовом отношении хирономиды (7 видов и форм), их биомасса составляет 1,79 г/м^2 (82,5%) при численности 4561 экз/м^2.

Выше впадения р. Холуницы отмечена более высокая биомасса зообентоса - 2,75 г/м^2 при численности 6668 экз./м^2, которая на 96% (2,64 г/м^2) состоит из двукрылых. Хирономиды имеют очень низкую биомассу – 0,16 г/м^2 и высокую плотность – 5974 экз./м^2 и составляют 89,6% численного соотношения и 2,8% биомассы зообентоса. Среди хирономид доминируют (6 видов и форм) личинки р. Polypedilum, Limnochironomus, Cryptochironomus.

Таблица 29

Показатели количественного развития зообентоса р. Б. Холуница (август 1999 г.) [180]

	Б.Холуница, 30 м ниже моста	Б.Холуница, 10 м выше впадения р. Холуницы	Б.Холуница, 10 м ниже впадения р. Холуницы
Nematoda	107 0,0053	-	-
Oligohaeta	107 0,1600	107 0,0533	160 0,0133
Hirudinea	-	-	-
Mollusca	27 0,1334	-	-
Ephemero-ptera	-	53 0,0400	-
Heteroptera	27 0,0800	-	-
Coleoptera	-	-	-
Trichoptera	-	-	-
Diptera (кроме Chironomi-dae, Heleidae)	-	533 2,6403	-
Chironomi-dae	4561 1,7869	5974 0,0160	160 0,0267
Heleidae	-	-	-
Всего	4827 2,1656	6668 2,7497	320 0,0400

Численность и биомасса олигохет очень мала – 0,05 г/м^2. Только на этом участке реки встречены молодые реофильные поденки *Jsonychia ignata* – 53 экз./м^2 с биомассой 0,04 г/м^2.

Ниже впадения р. Холуницы очень бедный биоценоз как в видовом (5 таксонов из 3 групп), так и в количественном отношении. Биомасса зообентоса составляет 0,04 г/м^2 при численности 320 экз./м^2, причем 66,8% биомассы приходится на хирономиды.

Бедность видового и группового состава зообентоса, слабое развитие насекомых, низкие количественные показатели зообентоса на многих участках этих рек, возможно, связаны с большой засоренностью грунтов древесными и растительными остатками, особенно в затишных местах и участках со слабым течением.

Показатели макрозообентосных сообществ и оценка качества воды р. Б. Холуница приведены в табл. 30.

Таблица 30

Показатели макрозообентосных сообществ и оценка качества воды р. Б. Холуница, 2001 г. [180]

Показатели макрозообентосных сообществ	Значение показателя
Индекс биоразнообразия по Шеннону	2,0369
Биотический индекс по Вудивиссу, баллы	8
Индекс Гуднайта и Уотлея (олигохетный индекс), %	23,4%
Индекс сапробности Пантле-Бука	1,94
Общее количество индикаторных видов	14
Обилие доминирующих видов, экз / м ^{2}:	
Lymnaea tumida	49
Crassiana nana	15
Обилие видов – индикаторов чистой воды (олигосапробов), экз/м ^{2}:	**7**
Anabolia soror	1
Plecoptera	
Классификация качества воды по состоянию макрозообентоса	Достаточно чистая

Среди исследуемых рек, за пределами 5-километровой зоны от арсенала ХО, р. Б. Холуница отличается наибольшим количеством бентосных видов и самым низким индексом сапробности. Здесь обнаружены личинки веснянок, поденок и ручейников (индикаторы чистой воды), шесть видов моллюсков, водные жуки и ракообразные. Доминирующие виды относятся к группе бета-сапробных видов: Lymnaea tumida, Crassiana nana. Из олигосапробов обнаружен один вид веснянки и один вид ручейника. По всем бентосным показателям вода в р. Б. Холуница относится к классу достаточно чистых вод.

Река Холуница. Небольшая река, являющаяся притоком р. Вятки первого порядка. Ширина водотока от 2 до 6 м. Отсутствие сильного антропогенного воздействия, наличие перекатов, омутов глубиной более 1 м и участков с медленным течением, крутых берегов, покрытых кустарниками, – всё это обеспечивает высокую численность и биомассу речного гольяна, пескаря, гольца усатого и ельца. Обычны щука, налим, уклея, окунь. Наличие в пределах этого ихтиологического полигона большого количества видов, весьма чутких к загрязнению, свидетельствует о достаточно удовлетворительной экологической обстановке.

На участке реки в районе её пересечения с железной дорогой методом сплошного невожения обнаружено 6 видов рыб: гольян речной, пескарь, голец усатый, елец, щука, уклея. Показатели фенохарактеристики рыб даны в табл. 31.

Таблица 31

Фенохарактеристика рыб р. Холуницы, 2001 г.

Признаки	Елец *Leuciscus leuciscus* L.,1757	Уклейка *Alburnus alburnus* L.,1758	Щука *Esox lucius* L.,1758
Количество исслед. экземпляров	13	1	1
Число чешуй в боковой линии (linea lateralis)	49-51 (50,15)	47	121
Число лучей в плавниках:			
дорзальный (D)			
неветвистые	II(II)	III	VII
ветвистые	7 (7)	8	14
анальный (A)			
неветвистые	II(II)	III	VI
ветвистые	8 (8)	17	12
Число тычинок на 1-й жаберной дуге:			
слева	6-8(6,8)	26	
справа	6-8(6,9)	24	
Число глоточных зубов (лев. – прав.)	5.2 –2.5 (4.2-2.4) (1.5)	5.3 –2.5	
Число лучей на жаберной перепонке			16

Морфотип ельца, рассчитанный по 13 экземплярам, показывает достаточно широкий размах изменчивости в пределах видовых параметров. Сделать такой вывод по даным морфотипа щуки и уклеи пока не представляется возможным из-за недостаточности полученного материала.

Изучены параметры роста гольяна, речного ельца, гольца усатого и пескаря обыкновенного. Построены логарифмические зависимости роста от массы и длины тела этих рыб. Коэффициенты R^2 очень высоки: у гольяна – 0,9235, пескаря обыкновенного – 0,9576, гольца усатого – 0,9584, ельца – 0,9862.

Логарифмические зависимости роста пескаря обыкновенного и гольяна речного в р. Холунице представлены на рис. 22–23. При любом изменении экологической обстановки в этом водоёме изменится структура популяций каждого из этих видов, соотношение возрастных классов и упитанность особей. Это можно будет выявить в процессе мониторинга подобными расчётами.

Обследование зоопланктонной фауны р. Холуницы позволило выявить 13 индикаторных видов (Asplanchna priodonta Gosse, Cephalodella gibba Ehren., Epiphanes macroura Barr., Testudinella patina Herm., A.guadrangularis O.F.M., A.rectangula Sars., Bosmina longirostris O.F.M., B. obtusirostris Sars., Chydorus sphaericus O.F.M., Daphnia cristata Sars., Rhynchotalona rostrata Koch., Paracyclops fimbriatus Fisch., Copepoda yuv., Copepoda nauplii).

Индекс сапробности 1,53-1,6 р. Холуницы (табл. 32) свидетельствует о бета-мезосапробной зоне.

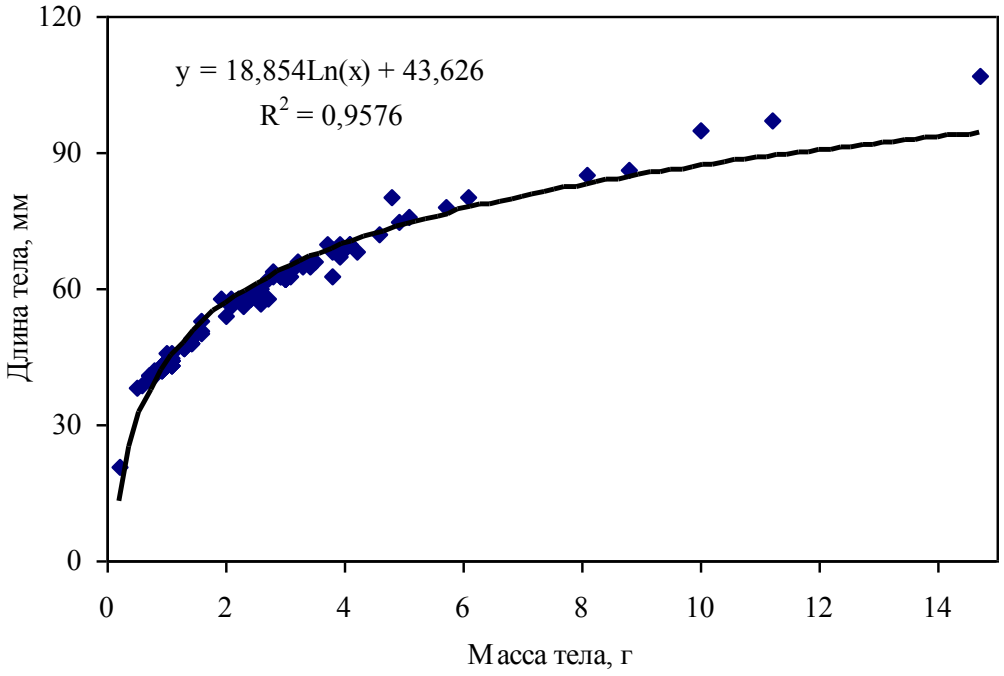


Рис 22. Параметры роста пескаря р. Холуницы (n=94)

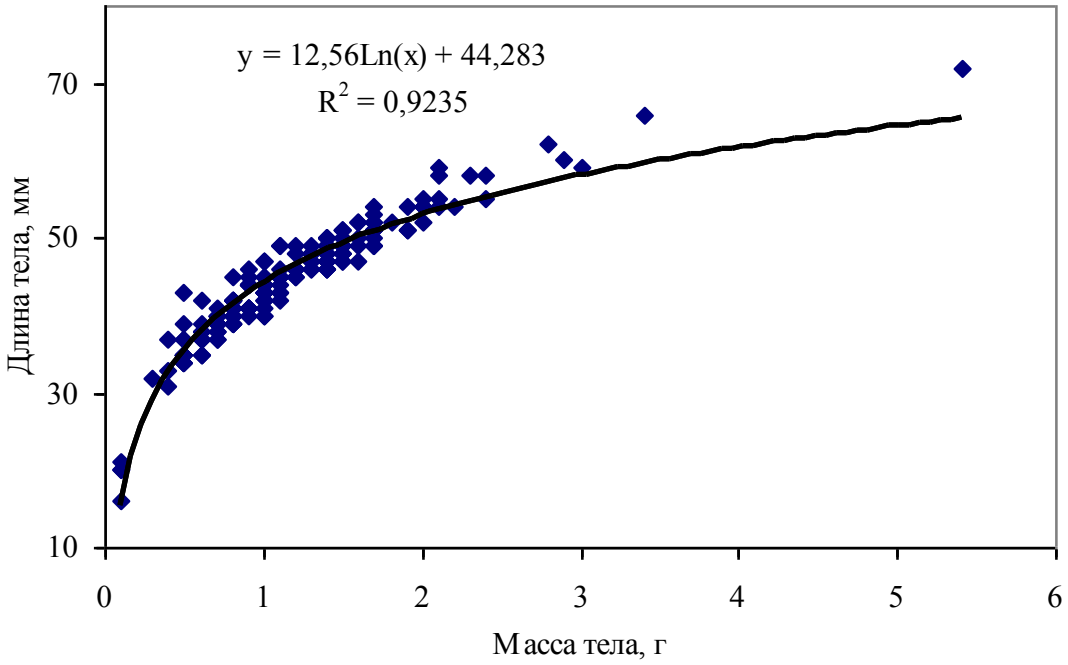


Рис. 23. Параметры роста гольяна р. Холуницы (n=201)

Таблица 32

Изменения индексов сапробности (S) и видового разнообразия (H) зоопланктона исследованных участков р. Холуницы [173, 180]

Показатели	1996 г.	1998 г.	2000 г.
S	1,59	1,53	1,60
H	0,80	0,82	0,79

Примечание. Значения индексов сапробности:
1,0-1,5 – олигосапробная зона;
1,5-2,5 – бетамезосапробная зона;
2,5-3,5 – альфамезосапробная зона ;
3,5-4,0 – полисапробная зона.

В целом по комплексу показателей можно оценить состояние данного водоема как благополучное с достаточно удовлетворительной экологической обстановкой.

Река Погиблица, пруд на р. Погиблице. Это небольшая река, которая ниже плотины в пгт. Мирный течет в канализированном, практически прямом русле.

Степень загрязнения воды в р. Погиблице от верховья до устья значительно увеличивается: от достаточно чистой до умеренно загрязненной. В низовье реки вода мутная с гнилостным запахом с оценкой «очень грязная». Основной характер загрязнения - бытовые стоки пгт. Мирный и поля торфодобычи.

Фаунистический состав изучался на 6 участках р. Погиблицы. В верховье реки (участок № 1) обнаружено 12 групп бентосных животных (три вида ручейников, личинки поденок и стрекоз, шесть видов моллюсков и малая ложноконская пиявка), среди которых доминируют олиго- и бета-мезосапробные виды: поденки и моллюски. Из индикаторов чистой воды обнаружены два вида ручейников (*Anabolia soror*, *Athripsodes annulicornis*) и один вид поденки (*Potamonthus luteus*). Вода относится к классу относительно чистой (табл. 33).

Пруд, расположенный в среднем течении р. Погиблицы (участки № 2-4), относится к классу «умеренно загрязненных» вод. Среди доминирующих видов встречаются полисапробы (пиявка малая ложноконская и улитковая, олигохеты), альфамезосапробы (*Spaerium nitidum*) и бета-мезосапробы (катушка роговая и живородка болотная). Олигосапробные виды, обитающие преимущественно в проточных водах, в пруду не обнаружены.

В низовье реки (участок № 5) обнаружено 10 групп бентосных животных с преобладанием полисапробных видов: олигохет и хирономид. В то же время отмечены олигосапробы: два вида ручейников (*Anabolia soror*, *Athripsodes annulicornis*) и один вид губок (*Ephydatia fluviatilis*). Индекс биоразнообразия оказался на уровне слабо загрязненных вод, но по биотическому индексу и индексу сапробности качество воды в нижнем течении р. Погиблицы оценивается как «умеренно загрязненная».

Таблица 33

Показатели макрозообентоса и оценка качества воды в р. Погиблице, 2001 г.

Показатели макрозообентосных сообществ	Номер участка наблюдения				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
1	2	3	4	5	6
Индекс биоразнообразия по Шеннону	2,3988	1,2770	1,9499	1,6835	0,8746
Биотический индекс по Вудивиссу, баллы	7		6	5	5
Индекс Гуднайта и Уотлея (олигохетный индекс), %	10%	0	23,3 %	34 %	25,4%
Индекс сапробности Пантле-Бука	2,30	2,17	2,32	2,84	2,58
Общее количество индикаторных видов	12	4	12	8	10
Обилие доминирующих видов, экз/м ^{2}:					
Bithynia tentaculata	11				
Herpobdella octoculata				32	
Lymnaea fontinalis				12	
Chironomus sp. sp.			92	35	
Chironomus sp.					500
Sphaerium nitidum	6		36		
Potamonthus luteus	5				
Planorbarius corneus		12	16		
Contectiana listery	4	8			
Oligochaeta					186
Lymnaea fontinalis					10
Ephydatia fluviatilis					20
Anabolia soror					4
Athripsodes annulicornis					2
Обилие видов-индикаторов чистой воды (олигосапробов), экз/м ^{2}		Не обнаружено	Не обнаружены	Не обнаружено	
Anabolia soror	2				
Athripsodes annulicornis	2				
Potamonthus luteus	5				
Классификация качества воды по состоянию макрозообентоса	Относительно чистая	Слабо загрязненная	Слабо загрязненная	Слабо загрязненная	Умеренно загрязненная

Река Погиблица на протяжении нескольких десятилетий находится под сильным воздействием отрицательных антропогенных факторов, что, несомненно, не могло не привести к образованию специфического устойчивого биоценоза и выработке у индивидуальных организмов механизмов защиты. Всё это нашло чёткое отражение как в видовом и количественном составе, так и в биологических показателях отдельных видов.

Во-первых, здесь было отловлено минимальное в сравнении со всеми другими стационарами количество представителей ихтиофауны: всего четыре вида. Причём 70% особей (5 из 7) и 75% видов (3 из 4) – это хищники. Планктоноядные виды и виды с повышенной чувствительностью к загрязнению (такие, как гольян, например) отсутствуют совсем. Не было обнаружено и молоди рыб, которая бы постоянно обитала в этом водоёме.

Условия обитания отразились и на морфотипе рыб. Так, у ельцов Погиблицы диапазон вариабельности многих признаков оказался выше, чем у ельцов р. Холуницы (табл. 31, 34). А количество тычинок на жаберных дугах редуцировано почти на 30 %. Это может свидетельствовать о существенном ухудшении спектра питания. Ниже, чем обычное, число неветвистых лучей в D и A**,** возможно, также результат редукции.

Таблица 34

Фенохарактеристика рыб р. Погиблицы [180]

Признаки	Елец *Leuciscus leuciscus* L.,1757	Щука *Esox lucius* L.,1758
Количество исслед. экземпляров	2	3
Число чешуй в боковой линии (linea lateralis)	49-52 (50,5)	Не см.
Число лучей в плавниках:		
дорзальный (D)		
неветвистые	II(II)	III
ветвистые	8 (8)	14-16 (15,3)
анальный (A)		
неветвистые	II(II)	III
ветвистые	8-9 (8,5)	12-13 (12,7)
Число тычинок на 1-й жаберной дуге:		
слева	5	
справа	5	
Число лучей на жаберной перепонке		13-15 (13,7)
Число глоточных зубов (лев. – прав.)	5.4-4.5 (-4.4)	

Кроме того, изучены водные системы пруда окресностей пгт. Мирный.

Пруд представляет собой искусственный водоем, образовавшийся в результате запруживания верхнего участка русла р. Погиблицы. Небольшая глубина на большей части акватории пруда и хорошая прогреваемость водоёма обеспечивают благоприятные условия для нереста и нагула многих видов рыб. Здесь обитают линь, щука, плотва, окунь и другие виды.

Биологический материал изучался по двум видам рыб. Так же как и в Вятке, обращает на себя внимание отсутствие в пруду крупных экземпляров рыб. Вероятно, именно вследствие интенсивного сетевого лова в пруду уже сформировались короткоцикличные популяции некоторых видов рыб. Морфотипические показатели плотвы и линя представлены в табл. 35. Асимметрия числа глоточных зубов для обоих видов является типичной.

Таблица 35

Фенохарактеристика рыб пруда пгт. Мирный, 2001 г. [180]

Признаки	Плотва *Rutilus rutilus* L.,1758	Линь *Tinca tinca* L.,1758
Количество исслед. экземпляров	2	4
Число чешуй в боковой линии (linea lateralis)	42 (42)	Не см.
Число лучей в плавниках:		
дорзальный (D)		
неветвистые	III (III)	II (II)
ветвистые	10 (10)	8 (8)
анальный (A)		
неветвистые	III (III)	II (II)
ветвистые	10-11 (10,5)	7 (7)
Число тычинок на 1-й жаберной дуге:		
слева	11-13 (12)	11-12 (11,5)
справа	11-13 (12)	12-13 (12,5)
Число глоточных зубов (лев. – прав.)	5 – 4	4 – 5

Для водных свободно живущих нематод установлено наличие видов, относящихся к 11 родам, 9 семействам и 6 отрядам. Средняя плотность (обилие) нематод для экосистемы прудового типа (окр. пгт. Мирный) составила около 353 тыс. экз на м^2. В целом полученные результаты соответствуют данным для водоемов подобного типа, расположенных в бассейне р. Вятки.

Оценка качества воды рек **Березовка и Бражиха** сделана также по показателям макрозообентоса. Река Березовка (с родниковым питанием) протекает

по жилой части пгт. Мирный и используется местными жителями для полива огородов и частично для питья.

Из-за засушливого лета 2001 г. русло р. Бражихи местами пересохло, на исследуемом участке глубина его не превышала 20 см. Поэтому наблюдалось локальное скопление донных животных и показатели численности, возможно, завышены по сравнению с годами средних погодных условий.

Показатели макрозообентосных сообществ и видовое разнообразие зообентоса рек Березовка и Бражиха даны в табл. 36.

Таблица 36

Показатели макрозообентосных сообществ и оценка качества воды рек Березовки и Бражихи, 2001 г. [180]

Показатели макрозообентосных сообществ	р. Березовка	р. Бражиха
Индекс биоразнообразия по Шеннону	1,4709	1,6647
Биотический индекс по Вудивиссу, баллы	6	6
Индекс Гуднайта и Уотлея (олигохетный индекс), %	37 %	21,3%
Индекс сапробности Пантле-Букка	1,6	2,42
Общее количество индикаторных видов	8	8
Обилие доминирующих видов, экз/м ^{2}:		
Contectiana listery		22
Pisidium amnicum.		30
Oligochaeta	39	
Anabolia. Soror	12	2
Potamophylax sp..	10	
Обилие видов – индикаторов чистой воды (олигосапробов), экз/м ^{2}:		
Anabolia. soror	12	
Potamophylax sp.	10	
Anisus laevis	6	
Классификация качества воды по состоянию макрозообентоса	Слабо загрязненная	Слабо загрязненная

Из основных бентосных групп преобладают олигосапробные виды (два вида ручейников: *Anabolia soror* и *Potamophilax* sp.). В то же время в составе бентосных сообществ отмечены полисапробные виды – олигохетный индекс 37%. Индекс сапробности оказался на уровне достаточно чистых вод, но по остальным биоиндикационным показателям река относится к классу слабо загрязненных водоемов.

Индекс загрязнения р. Бражихи равен 3,68, класс качества – 4, вода по химическим показателям характеризуется «загрязненная».

Из представителей зообентоса в р. Бражихе обнаружены два вида ручейников, личинка стрекозы патрульщика металлического, три вида моллюсков и водяной ослик. Доминируют виды альфа- и бета-мезосапробной группы (горошины и болотные живородки). Из индикаторов чистой воды обнаружен один вид ручейника (*Anabolia soror*). Комплекс зообентосных показателей свидетельствует о слабом загрязнении этого водоема.

Изучение состояния качества воды водных экосистем **озер Савиновское, Лопатинское и Карповых** проводилось по результатам анализа донных отложений, показателям макрозообентоса и зооценозу (табл. 37–42).

Таблица 37

Показатели макрозообентоса и оценка качества воды озер Лопатинское, Савиновское и Карповых, 2001 г. [180]

Показатели макрозообентосных сообществ	оз. Лопатинское	оз. Савиновское	оз. Карповые
Индекс биоразнообразия по Шеннону	1,7500	1,7028	2,9425
Биотический индекс по Вудивиссу, баллы	6	4	8
Индекс Гуднайта и Уотлея (олигохетный индекс), %	24,0 %	14,0 %	11,1 %
Индекс сапробности Пантле-Букка	2,27	2,83	2,29
Общее количество индикаторных видов	7	7	18
Обилие доминирующих видов, экз/м^2:			
Contectiana listery			7
Lymnaea stagnalis			6
Siphlonurus lacustris			2
Physa adversa			2
Sphaerium nitidum	5		
Sphaerium corneum	4		
Ephydatia fluviatilis	4		
Agrion viridis		24	
Gomphus sp.		15	
Обилие видов – индикаторов чистой воды (олигосапробов), экз/м^2		Не обнаружено	
Классификация качества воды по состоянию макрозообентоса	Слабо загрязненная	Умеренно загрязненная	Достаточно чистая

Таблица 38

Основные виды и группы зообентоса озер Лопатинское, Савиновское, Карповых [180]

Группы, виды	Обилие, экз/м^2		
	оз. Лопатинское	оз. Савиновское	оз. Карповые
Annelida			
Oligochaeta			
Tubifex tubifex	5	10	6
Sphaerium corneum	4		
Sphaerium nitidum	5		
Acellus aquaticus			5
Gamarus pulex			1
Mollusca			
Planorbarius corneus			3
Physa adversa			2
Contectiana listeri			7
Anisus contortus			2
A. vortex			2
Lymnaea stagnalis			6
Bithynia tentaculata			3
Insecta			
Aeschna sp.	1	3	
Limnophilus sp.	1		2
Siphlonurus lacustris			2
Acilius sulcatus			3
Dytiscus sp.			6
Ditiscus marginalis	1		
Стрелка		24	
Gomphus sp.		15	4
Corixa dentipes			2
Ditiscus sp.		1	
Corixis sp.		10	
Chironomus sp.		9	2
Губки			
Ephydatia fluviatilis	4		
Всего видов	7 N = 21	7 N = 71	19 N = 56

Бентосное видовое разнообразие озера небольшое: три вида стрекоз, водные жуки и клопы. Олигохетный индекс соответствует классу достаточно чистых вод. Индекс биоразнообразия (1,7028) – на уровне слабо загрязненных вод. Остальные показатели соответствуют классу умеренно загрязненных вод. Вероятно, показатели биоиндикации оказались низкими из-за отсутствия благоприятных условий для размножения и развития зообентосных организмов, а не по причине загрязнения.

В воде оз. Лопатинское обнаружены (табл. 37, 38) два вида шаровок, личинка стрекозы большое коромысло, один вид ручейника, плавунец окаймленный и губка-бадяга. Доминируют альфа–мезосапробные виды (*Sphaerium nitidum Sphaerium corneum*), из показателей чистой воды обнаружены губки (*Ephydatia fluviatilis*). Низкий температурный режим воды, отсутствие прогреваемой литоральной зоны, необходимой для размножения ряда бентосных групп, и слабая кормовая база для беспозвоночных животных явились причиной заниженных биоиндикационных показателей: биотический индекс – 6, индекс биоразнообразия – 1,7500. По комплексу бентосных показателей вода оценивается как слабо загрязненная. Данный результат является, вероятнее всего, следствием неблагоприятных для развития зообентоса природных условий.

Карповые озера, расположенные в пойме р. Вятки и имеющие весенне-промывной режим, относятся к эвтрофному типу и отличаются большим биоразнообразием бентоса (H = 2,9425). Здесь обнаружены: личинки ручейников и поденок, 7 видов моллюсков, два вида ракообразных, личинки стрекоз, жуки и ракообразные. Доминирующие виды относятся к бета-мезосапробам (*Contectiana listery*, *Lymnaea stagnalis*). Обнаруженные поденки (*Siphlonurus lacustris*) и брюхоногие моллюски (*Physa adversa*) свидетельствуют о достаточно чистой воде. По всем рассматриваемым показателям зообентоса Карповые озера относятся к классу достаточно чистых водоемов.

Таблица 39

Зооценоз Карповых озер

Класс	Вид животного	Характер пребывания	Встречаемость
Млекопитающие	Бобр	Мигранты	Нерегулярно
	Норка	Постоянно	Редок
	Водяная полевка	Постоянно	Обычен
	Ондатра	Мигранты	Регулярно
Птицы	Обыкновенная кряква	Гнездится	Ежегодно
	Шилохвость	Гнездится	Ежегодно
	Свиязь	Гнездится	Ежегодно
	Чирок трескунок	Гнездится	Редок
Птицы	Чирок свистунок	Гнездится	Ежегодно
	Озерная чайка	Постоянно	Обычен
	Речная крачка	Постоянно	Обычен

Продолжение табл. 39

Земноводные	Травяная лягушка	Постоянно	Обычен
	Озерная лягушка	Постоянно	Редок
	Остромордая лягушка	Постоянно	Обычен
	Гребенчатый тритон	Постоянно	Редок
	Тритон обыкновенный	Постоянно	Немногочислен
Пресмыкающиеся	Уж водяной	Постоянно	Немногочислен
Рыбы	Щука	Постоянно	Обычен
	Плотва	Постоянно	Обычен
	Густера	Постоянно	Обычен
	Золотой карась	Постоянно	Обычен
	Окунь речной	Постоянно	Обычен
Тип Моллюски	Tubifex tubifex	Постоянно	Обычен
	Acellus aquaticus	Постоянно	Обычен
	Gamarus pulex	Постоянно	Редок
	Planorbarius corneus	Постоянно	Немногочислен
	Physa adversa	Постоянно	Редок
	Contectiana listeri	Постоянно	Обычен
	Anisus contortus	Постоянно	Редок
	A. vortex	Постоянно	Редок
	Lymnaea stagnalis	Постоянно	Обычен
	Bithynia tentaculata	Постоянно	Немногочислен
	Limniphilus sp.	Постоянно	Редок
	Limniphilus sp	Постоянно	Редок
	Siphlonurus lacustris	Постоянно	Редок
	Acilius sulcatus	Постоянно	Немногочислен
	Dytiscus sp.	Постоянно	Обычен
	Gomphus sp.	Постоянно	Немногочислен
	Corixa dentipes	Постоянно	Редок
	Chironomus sp.	Постоянно	Редок

Из объектов ихтиофауны в Карповых озерах обитают золотой карась, окунь, щука, плотва, густера (табл. 40). На период обследования в озерах наблюдалось большое количество молоди рыб. Для исследований использованы наиболее массовые в озёрах виды рыб – окунь и карась. Данные по двум выборкам представлены в табл. 40.

Число полос на боках тела у окуня стабильное. Размах изменчивости других меристических признаков невысок и находится в пределах видовых параметров. У карасей (единичных экземпляров) отмечены следующие аномальные особенности:

– источенные до основания глоточные зубы;
– зубы чёрного цвета (с чёрным налётом);
– несколько сросшихся чешуй на боках;
– поражённость личинками паразитических ракообразных.

Таблица 40

Фенохарактеристика рыб Карповых озер, 2001 г. [180]

Признаки	
Окунь речной *Perca fluviatilis* L., 1758	
Количество исследованных экз.	6
Число полос на боках (лев. – прав.)	6 – 6
Число лучей в плавниках: дорзальный (D)	
первый (I D)	XIV-XV (14,7)
второй (II D)	III 13-14 (13,3)
анальный (A)	II 7-10 (8,5)
Число лучей на жаберной перепонке	6-7(6,8)
Карась золотой *Carassius carassius* L., 1758	
Количество исследованных экз.	8
Число чешуй в боковой линии linea lateralis, (от – до, ср.)	33-35 (33,7)
Число ветвистых лучей в плавниках:	16-20 (17,2)
дорзальном (от – до, ср.)	6-7(6,1)
анальном (от – до, ср.)	
Число тычинок на первой жаберной дуге	24-29 (25,9)
Число глоточных зубов	4-4 (3-3) (4-2)

Причина таких аномалий неизвестна. Карась по типу своего питания и образу жизни имеет максимальный среди всех вятских рыб контакт с седиментами. А замкнутый тип водоёма способствует ещё и развитию эктопаразитов [181]. Для установления причин данных отклонений необходимо комплексное обследование водных экосистем водоема, а состояние популяции карася в Карповых озёрах целесообразно включить в перечень показателей экологического мониторинга.

Таблица 41

Результаты анализа донных отложений в Карповых озерах, 2001 г.

№ п/п	Определяемые компоненты	оз. Карповые		оз. Савиновское		оз. Лопатинское	
		результаты КХА, мг/кг	ПДК мг/кг	результаты КХА, мг/кг	ПДК мг/кг	результаты КХА, мг/кг	ПДК мг/кг
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Атразин	<0,01	0,5	<0,01	0,5	<0,01	0,5
2	ДДТ	<0,01	0,1	<0,01	0,1	<0,01	0,1
3	Диметилсульфид	<0,05	н.о.*	<0,05	н.о.*	<0,05	н.о.*

Продолжение табл. 41

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Линдан	<0,01	0,1	<0,01	0,1	<0,01	0,1
5	Метафос	<0,01	0,1	<0,01	0,1	<0,01	0,1
6	Мышьяк	<0,1	2,0	<0,1	2,0	<0,1	2,0
7	Нитраты	4,4	130	16,8	130	4,0	130
8	Прометрин	<0,01	0,5	<0,01	0,5	<0,01	0,5
9	Симазин	<0,04	0,2	<0,04	0,2	<0,04	0,2
10	Сероводород	<0,0005	10,4	<0,0015	10,4	<0,0005	10,4
11	Сульфаты	127	160	199	160	117	160
12	Фториды	4,3	10,0	5,4	10,0	4,5	10,0
13	Хлориды	35	360	44,3	360	33	360

Примечание. * не обнаружен

Сравнительный анализ оценки качества воды озер Лопатинское, Савиновское и Карповых приведен в табл. 42. Результаты химических анализов донных отложений свидетельствуют о том, что все определяемые компоненты не превышают ПДК и не оказывают отрицательного влияния на водные объекты.

Таблица 42

Оценка качества воды в исследованных водоемах по показателям зообентоса

№ площ.	Название водного объекта	Разряд качества	Уровень загрязнения
1	Карповые озера	2а	Достаточно чистая
2	Лопатинское озеро	2б	Слабо загрязненная
3	Савиновское озеро	3а	Умеренно загрязненная

Таким образом, применение разных методов биоиндикации по различным структурным количественным и качественным показателям зообентосных сообществ показали, что наиболее устойчивые донные зооценозы из исследуемых водоемов оказались в р. Холунице (данный водоток в системе экологического мониторинга можно принять за фоновый участок), верховье р. Погиблицы и Карповых озерах. В этих водоемах обнаружено наибольшее видовое разнообразие, отмечено наличие олигосапробных видов и доминирование видов бета-мезосапробной группы. Качество воды этих водных объектов оценивается как «достаточно чистая» (табл. 43).

Таблица 43

Оценка качества воды в исследованных водоемах по показателям зообентоса

№ площ.	Название водного объекта	Разряд качества	Уровень загрязнения
1	Большая Холуница	2а	Достаточно чистая
2	Погиблица (верховье)	2а	Достаточно чистая
3	Пруд на р.Погиблице	2б	Слабо загрязненная
4	Пруд на р.Погиблице	2б	Слабо загрязненная
5	Пруд на р.Погиблице	3а	Умеренно загрязненная
6	Погиблица (низовье)	3а	Умеренно загрязненная
7	Березовка	2б	Слабо загрязненная
8	Бражиха	2б	Слабо загрязненная
9	Вятка	2б	Слабо загрязненная
10	Карповые озера	2а	Достаточно чистая
11	Лопатинское озеро	2б	Слабо загрязненная
12	Савиновское озеро	3а	Умеренно загрязненная

При загрязнении обычно уменьшается общее число видов животных в сообществе. С увеличением загрязнения в первую очередь исчезают стенобионтные олигосапробные виды, увеличиваются - эврибионтные, а затем и сапробионтные виды. Форма зависимости величин индексов от степени загрязнения не всегда бывает линейной. Минимальное видовое разнообразие наблюдается как в очень чистых, так и в очень загрязненных водоемах.

Например, наименьшее видовое разнообразие из исследуемых водоемов характерно для двух карстово-суффозионных озер Савиновское и Лопатинское. По всем основным показателям зообентоса эти озера относятся к слабо и умеренно загрязненным водоемам.

Анализ проб воды из поверхностных слоев показал, что вода здесь (на основе индекса загрязненности воды в соответствии с ГОСТ 17.1.1.01-77) грязная. Основным загрязнителем является железо, кроме того, для оз. Лопатинское – фенолы.

На Карповых озерах, где в основном ранее проводилось ранее уничтожение химического оружия, вода оценивается как чистая, вероятно, это связано с тем, что в половодье вся система Карповых озер соединяется с р. Вяткой и озера промываются вешними водами. По комплексу показателей более загрязненной оценивается вода озер Лопатинское и Савиновское.

Целесообразно включить в программу мониторинга контроль за состоянием водных экосистем данных озер, в том числе воды из глубинных слоев.

Из исследуемых водоемов этому классу качества (слабо загрязненных) соответствует вода рек Бражихи, Березовки, пруда, расположенного в среднем

течении рек Погиблицы, Вятки (в 3 км ниже д. Новожилы). В этих водоемах встречаются олигосапробные виды и доминируют виды альфа- и бетамезосапробной группы.

Наиболее загрязненный водоем на исследуемой территории – низовье р. Погиблицы (участок № 5). Здесь невысокие значения индекса биоразнообразия и биотического индекса и доминируют полисапробные виды бентоса. Вода соответствует классу качества «умеренно загрязненных вод».

В соответствии с индексом загрязнения водоемов, вода в реках Б. Холуница, Березовка умеренно загрязненная, основными загрязнителями являются марганец, железо; в р. Бражиха вода загрязненная, основные загрязнители - железо, марганец, нефтепродукты; в р. Вятке вода грязная, основные загрязнители - марганец, медь, железо, нефтепродукты; в устьевой части р. Погиблицы вода очень грязная, основные загрязнители – марганец, железо, нефтепродукты. Большое влияние на качество воды в устье р. Погиблицы оказывают недостаточно очищенные сточные воды пгт. Мирный и торфопредприятия «Пищалье»; в ручье без названия, протекающем по пойме р. Вятки, вода очень грязная, концентрация железа составляет 90 ПДК, повышено содержание нефтепродуктов. Источником загрязнения, по-видимому, являются заболоченная пойма и надпойменная терраса р. Вятки; гидрохимические исследования вод и донных отложений водоемов, расположенных в зоне защитных мероприятий объекта УХО, не выявили влияния бывшего уничтожения ХО на качество поверхностных вод.

2.1.3. Состояние атмосферного воздуха

Территория предполагаемого строительства объекта по уничтожению химического оружия, как и вся Кировская область, испытывает влияние различных по своим характеристикам воздушных масс. Они приносятся сюда циклонами и антициклонами с севера (арктический воздух), с запада и востока (умеренный морской и континентальный коздух) и обусловливают, наряду с другими климатообразующими факторами (солнечной радиацией и характером подстилающей поверхности), умеренно-континентальный климат с продолжительной, многоснежной, холодной зимой и умеренно теплым, коротким летом, с устойчивой по температуре и осадкам погодой.

Климатологические характеристики на исседуемой территории могут быть как близкими к среднемноголетним, так и доходить (в определенные периоды) до экстремальных значений, соответствующих опасным, стихийным гидрометеорологическим явлениям. Это такие явления как сильный ветер, засуха и сильная жара, сильные продолжительные осадки, туманы и низкая облачность, гололедно-изморосевые отложения, паводковые явления и т. д.

По данным ближайшей к объекту хранения химического оружия «Марадыковский» метеостанции «Котельнич» за период с 1975 по 1996 гг. построена диаграмма повторяемости направлений ветров, характерных для зоны Котельнич – Орлов – Оричи.

Из диаграммы (рис. 24) следует, что наиболее типичными ветрами для территории размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия в Оричевском районе являются южные, юго-западные и западные ветры.

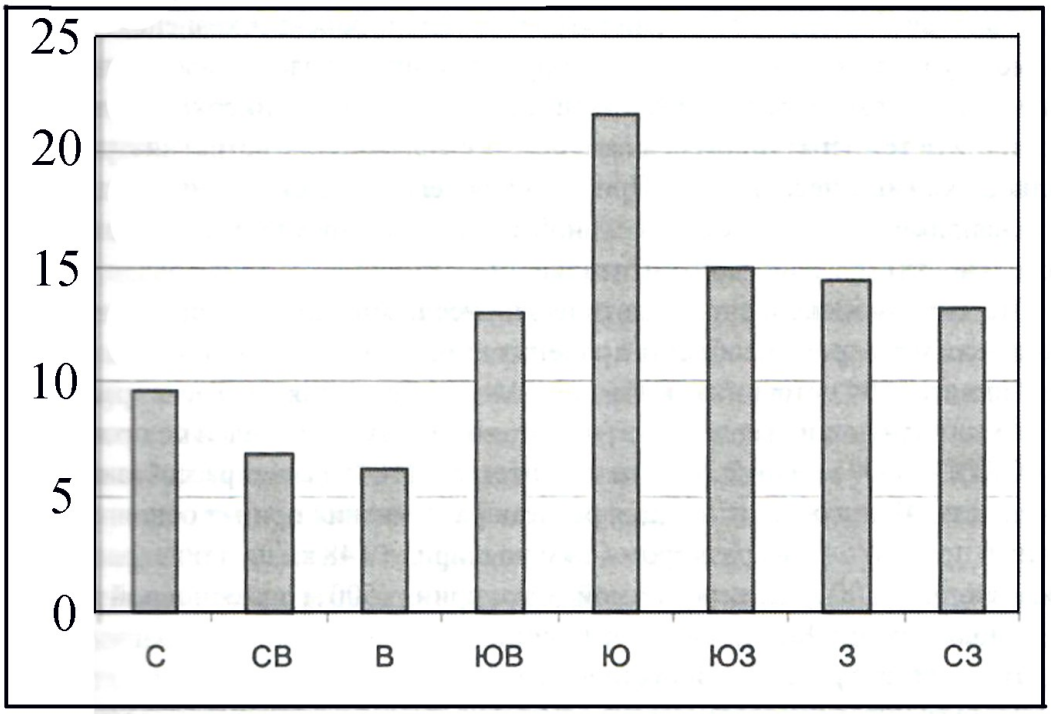


Рис. 24. Повторяемость направлений ветров по 8 румбам

По средним месячным значениям, самым теплым месяцем является июль (средняя температура 17–18 °С, максимальная +37 °С); самым холодным – январь (средняя температура – около -14 °С, минимальная -46 °С). Годовая амплитуда температур – около 32 °С.

За год в изучаемом районе выпадает обычно от 600 до 650 мм осадков: за холодный период обычно выпадает 180–210 мм, за теплый – 420–440 мм. Самым дождливым месяцем является июль (80-90 мм), самым сухим – февраль (26–28 мм). В связи с преобладанием циклонической деятельности осадки в Кировской области выпадают часто, примерно каждый второй день. При этом преобладают дни с небольшим суточным количеством (обычный суточный максимум осадков в холодный период равен 6–9 мм, летом – до 18–25 мм). Зимой преобладает пасмурная погода с частым снегопадом и метелями. Снежный

покров исследуемой территории залегает на протяжении 170–175 дней; высота его в среднем равна 55–60 см.

Распределение осадков и снежного покрова по территории области неравномерно, что обусловлено особенностями равнинного рельефа с отдельными возвышенностями. Более всего осадков и самый высокий снежный покров обычно отмечается на северо-западных склонах Вятских увалов – в 20–25 км юго-восточнее от объекта «Марадыковский» и пгт. Мирный.

Высокая (52%) лесистость района расположения объектов хранения и планируемого уничтожения химического оружия, широкая заболоченная пойма р. Вятки создают значительные климатические и особенно микроклиматические различия (в температурном режиме, режиме увлажнения, ветра) внутри центральной климатической зоны. При этом для некоторых синоптических ситуаций (например, при отсутствии сильной адвекции и турбулентности) возникает возможность смягчения континентальности климата.

По данным инженерно-экологических исследований, на территории зоны защитных мероприятий объекта хранения химического оружия «Марадыковский» имеется 504 источников выбросов ЗВ от 71 предприятия. Расчет рассеивания 48 загрязняющих веществ в атмосферном воздухе проведен по программе «ЭКОЛОГ-ПРО» версии 2.20 фирмы «Интеграл» [184]. Расчет рассеивания произведен по 48 ингредиентам. Для расчета рассеивания принят основной расчетный прямоугольник размером 48 км по ширине и 48 км по длине (расчетная промплощадка 001). Шаг расчетной сетки принят 500 м для основной расчетной площадки от г. Котельнич до п. Оричи.

В результате рассеивания установлено:

1. На границе санитарно-защитной зоны объекта хранения и проектируемого объекта уничтожения ХО на атмосферный воздух оказывают влияние 14 ингредиентов: гидроксид натрия, диоксид азота, аммиак, диоксид серы, сероводород, газообразные фториды, хладон, взвешенные вещества, пыль зерновая, этилацетат, оксид углерода, пыль древесная, пыль абразивная, оксиды марганца. Максимальная приземная концентрация этих веществ от 0,01 до 0,43 ПДК.

На расчетной площадке внутри СЗЗ с радиусом 3 км от объекта хранения ХО приземная концентрация по тем же 14 ингредиентам составляет от 0,01 ПДК до 0,56 ПДК.

Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха на данной территории вносят по диоксиду азота – колхоз «Искра» Котельничского района и Котельничский кирпичный завод, АО «Талпек Лимитед» и войсковая часть; по оксиду цинка – РМЗ г. Котельнич; аммиаку – Котельничская птицефабрика; диоксиду серы – колхоз «Искра», ПОКиТС Котельничского района, Пищальская ПМК Оричевского района; оксиду углерода – колхоз «Искра» Котельничского района и Пищальское торфопредприятие; по газообразным фторидам – РМЗ

г. Котельнич; по хладану – ОАО «Микрометр» г. Котельнич; по взвешенным веществам – колхоз «Искра» Котельничского района, колхоз «Дружба» и войсковая часть; пыль зерновая – колхоз «Заря» Оричевского района, колхоз «Заветы Ленина» Котельничского района; пыль абразивная – Пищальское торфопредприятие Оричевского района.

Расчет рассеивания ЗВ показал, что содержание одиннадцати веществ (диоксид титана, стирол, спирт этиловый, этилцеллозольв, акролеин, формальдгид, ацетон, уксусная кислота, керосин, зола сланцевая, пыль комбикормов) непосредственно в местах выброса не превышает 0,88 ПДК, соответственно, они в точках контроля не оказывают влияния на окружающую среду.

Для семи веществ (хлористый водород, серная кислота, фториды плохо растворимые, спирт метиловый, эмульсол, сольвент-нафта, масло минеральное) расчет рассеивания нецелесообразен, так как $С_М$/ПДК меньше 0,05 ПДК.

Анализ источников атмосферного загрязнения в районе размещения объектов хранения и планируемого уничтожения химического оружия свидетельствует о том, что уже сейчас вблизи данных объектов 24 источника загрязнения атмосферного воздуха имеют наибольшие выбросы, загрязняющие вещества 14 наименований имеют концентрации на значимом уровне (0,01–0,6 ПДК); с введением в действие ОУХО их количество значительно увеличится (по материалам ТЭО – еще на 42 загрязняющих вещества).

Обследование загрязнения атмосферного воздуха вблизи объекта хранения химического оружия проводилось в 2001 г. по двум маршрутным постам: № 1 – пгт. Мирный – п. Быстряги; № 2 – п. Брагичи – с. Пищалье. Обследованы населенные пункты Пищалье, Мирный, Терешичи, Быстряги, Брагичи, Тихоненки, Березины и Софоничи. Результаты химического анализа по общепромышленным загрязнителям (диоксиды серы, азота) свидетельствуют о том, что во всех точках наблюдений отмечен низкий (значительно ниже предельно допустимого) уровень загрязнения атмосферного воздуха.

2.1.4. Состояние почвенного покрова

Изучение почвенного покрова проводилось на территории радиусом до 30 км от объекта хранения химического оружия «Марадыковский». В ходе исследований заложено 65 почвенных разрезов и прикопок на территории СЗЗ и ЗЗМ ОУХО, в том числе и на территориях бывшего уничтожения химического оружия. Отобрано 380 образцов почв. На территории, прилегающей к объекту, с участков размером 10–20 га взяты 83 смешанных образца верхних горизонтов почв (0–20 см). Анализ почвенных образцов выполнен в лаборатории Агрохимцентра «Кировский», на кафедре агрохимии и почвоведения ВГСХА. В почвах определялись агрохимические и физико-химические показатели: pH водной и солевой вытяжки, емкость катионного обмена, сумма обменных оснований, гидролитическая кислотность; содержание микроэлементов и некоторых специфических веществ (гумуса, подвижного фосфора и обменного калия, валовое содержание фосфора, свинца, меди, цинка, никеля, мышьяка, содержание

фтор-, хлор-, фосфорорганических соединений, подвижных форм марганца, кобальта, меди, молибдена, бора).

Физико-химические и агрохимические свойства почв района размещения ОУХО «Марадыковский». Прирусловая пойма характеризуется максимальным развитием аллювиального процесса. К ней приурочены аллювиальные слаборазвитые, дерновые слоистые, дерновые глеевые слоистые почвы, характерной чертой их является слоистость профиля и слабая выраженность дернового слоя. ***Аллювиальные слаборазвитые*** почвы формируются в непосредственной близости от русла реки. Профиль представлен крупнозернистыми или мелкозернистыми песчаными и супесчаными слоями, мало отличающимися друг от друга, часто с включениями галек и слабо заметной косой слоистостью. Емкость поглощения, катионная и анионная поглотительная способность очень малы, гумусовый слой не развит.

Аллювиальные дерновые слоистые почвы располагаются в прирусловой части поймы за слаборазвитыми аллювиальными почвами. Для этих почв характерна тонкая слоистость и суглинистый гранулометрический состав верхних горизонтов. В профиле данных почв светлоокрашенные песчаные и супесчаные слои большой мощности чередуются с тонкими глинистыми и суглинистыми прослойками, обычно темно окрашенными.

Верхние горизонты этих почв имеют высокую обменную, высокую и среднюю гидролитическую кислотность. Показатели кислотности вниз по профилю смещаются в сторону щелочного интервала. Емкость катионного обмена также высокая в верхних горизонтах почвенного профиля и снижается в нижних песчаных и супесчаных слоях. В верхних горизонтах мало фосфора и калия, содержание усваиваемых растениями форм фосфора в нижних горизонтах профиля повышается (табл. 44).

Почвенный покров центральной части поймы р. Вятки разнообразен и зависит от рельефа. Здесь распространены ***аллювиальные дерновые, дерновые глееватые,*** на высоких гривах – дерновые оподзоленные, а в понижениях – аллювиальные дерновые глеевые и болотные почвы. Преобладающими являются аллювиальные дерновые почвы. В профиле их часто встречаются погребенные гумусовые горизонты.

Таблица 44

Некоторые показатели агрохимических свойств аллювиальных почв прирусловой и центральной части поймы р. Вятки

Разрез	Горизонт, глубина, см	pH сол.	Ca+Mg, мэкв/100 г почвы	$H_{гидр}$, мэкв/100 г почвы	S, мэкв/100 г почвы	V_1, %	Гумус, %	P_2O_5, мг/кг	K_2O, мг/кг
Аллювиальная дерновая слоистая супесчаная почва прирусловой части поймы									
№ 1	A_1 3-13	4,1	20,9	7,0	28,0	74,0	2,1	31,0	55
	I 30-40	4,6	14,2	3,0	17,2	82,0	0,5	61,0	35
	II 60-70	4,8	4,3	1,2	5,5	78,0	0,2	108,0	17
	III 90-100	5,1	4,3	1,1	5,4	79,0	0,1	124,0	15
	C 140-150	5,0	3,9	0,9	4,9	80,0	0,1	145,0	14
Аллювиальная дерновая зернистая глинистая почва в центральной части поймы									
№ 2	A_1 6-23	4,0	32,0	13,1	45,1	71,0	6,5	6,0	160
	B_1 32-42	3,5	24,6	12,5	37,1	67,0	1,6	3,0	70
	B_2 67-77	3,6	24,7	4,5	29,2	86,0	0,2	10,0	37
	C 125-135	4,1	5,2	4,5	9,7	54,0	-	-	-

Примечание: V_1 – степень насыщенности основаниями, %;

S – емкость катионного обмена, Мэкв/100 г почвы.

Аллювиальные дерновые зернистые почвы занимают преимущественно наиболее выровненную центральную часть поймы. Верхняя часть профиля сложена суглинистым аллювием зернистой, водопрочной структуры. Гумусовый горизонт у них обычно хорошо выражен, часто в профиле встречаются погребенные гумусовые горизонты. Подстилаются почвы суглинисто-супесчаным или песчаным аллювием, русловым песком. Гранулометрический состав преимущественно глинистый, тяжелосуглинистый с преобладанием в верхних горизонтах пылеватых фракций и значительным содержанием ила. Результаты статистической обработки агрохимических показателей верхнего гумусового горизонта (табл. 45) позволили отметить сильнокислую реакцию $pH_{сол.}$ – от 3,4 до 4,6; очень высокую гидролитическую кислотность – от 6 до 19,7 мэкв/100 г почвы. В то же время степень насыщенности основаниями повышенная – 72%, что связано с очень высокой емкостью катионного обмена, средний показатель которой 43,7 мэкв/100 г почвы. Содержание гумуса среднее и высокое (2,5–6,5%) при среднем показателе 4,29% в верхнем горизонте.

Содержание подвижного фосфора низкое во всех горизонтах в связи с кислой реакцией. В поверхностном слое фосфор достигает средних значений в пойме р. Вятки и вблизи установки «Долина». Содержание обменного калия в верхних горизонтах среднее, низкое и очень низкое. Степень насыщенности основаниями ниже, чем у аллювиальных слоистых почв.

Таблица 45

Результаты вариационно-статистической обработки показателей основных агрохимических свойств аллювиальных почв

Показатели	Ед. изм.	M	L	±m	V	P
Аллювиальная дерновая зернистая						
Гумус	%	4,29	2,5-6,5	0,33	28,7	7,7
$pH_{сол.}$	Символ	4,0	3,4-4,6	0,11	10,0	2,8
$H_{гидр.}$	мэкв/100 г	12,2	6,0-19,7	1,29	39,6	10,5
Ca+Mg	мэкв/100 г	32,1	27,0-39,0	1,0	11,8	3,1
S	мэкв/100 г	43,7	33,0-58,8	2,14	17,6	4,9
V_1	%	72,0	34-86	3,9	19,6	5,4
P_2O_5	мг/кг	12,0	10-40	3,2	100,0	26,7
K_2O	мг/кг	106,0	40-160	8,8	30,9	8,3
Аллювиальная дерновая оподзоленная						
Гумус	%	3,6	2,0-4,8	0,44	30,2	12,2
$pH_{сол.}$	Символ	3,9	3,5-4,6	0,18	12,5	4,6
$H_{гидр.}$	мэкв/100 г	12,4	5,5-18,9	1,98	39,2	16,0
Ca+Mg	мэкв/100 г	20,3	8,4-37,6	4,72	61,3	23,2
S	мэкв/100 г	30,2	14,0-52,2	6,0	51,6	19,9
V_1	%	64,0	45-82	5,8	23,9	9,1
P_2O_5	мг/кг	7,0	1-16,2	0,2	71,0	28,0
K_2O	мг/кг	66,00	40,0-125	10,3	41,2	15,6

Примечание. L – пределы колебаний показателя;
M – средние арифметические значения показателя;
±m – ошибка среднеарифметических значений;
V – коэффициент вариации показателя, %;
P – относительная погрешность определения, %.

Аллювиальные дерновые оподзоленные почвы в пойме р. Вятки залегают на высоких, редко заливаемых гривах. Отличительной особенностью их является наличие в профиле признаков оподзоленности: белесой присыпки в нижней части гумусового горизонта и под ним. В профиле может быть горизонт A_2B_1 или A_2 с палевой окраской. Характерной чертой этих почв является также ореховатая структура горизонтов B_1 и B_2. В них содержится меньше гумуса, ниже емкость катионного обмена, степень насыщенности основаниями. Аллювиальные дерновые оподзоленные почвы в сухие периоды года имеют неблагоприятный водный режим и дают низкие урожаи трав.

Аллювиальные дерновые глеевые почвы встречаются в понижениях всех частей поймы. Они сохраняют облик почв этой части поймы, но имеют в профиле вязкий сизоватой окраски со ржавыми прожилками глеевый горизонт. В притеррасной части поймы эти почвы всегда многогумусные.

На переходных участках поймы от прирусловой к центральной части поймы почвы имеют черты, свойственные как почвам прирусловой, так и центральной частям поймы. Здесь встречаются аллювиальные дерновые слоистые с хорошо выраженным гумусовым горизонтом, аллювиальные дерновые глееватые и глеевые, среднедерновые и глубокодерновые, маломощные, малогумусные и среднегумусные почвы.

На изучаемой территории под хвойными лесами на бедных по химическому и минералогическому составу водноледниковых, древнеаллювиальных породах и на двучленных отложениях распространены *подзолистые почвы* легкого гранулометрического состава. Почвы отличаются высокой гидролитической кислотностью, она составляет 2,9–5,7 мэкв/100г, обменная кислотность также очень высокая, pH оподзоленных горизонтов A_2 или A_2B составляет в среднем 3,8. Сумма поглощенных оснований в этих горизонтах низкая (0,7–3,0 мэкв/100 г). Содержание элементов питания растений: подвижного фосфора и обменного калия в минеральных горизонтах крайне низкое.

Результаты статистической обработки аналитических данных по 16 почвенным разрезам приведены в табл. 46.

Таблица 46

Результаты вариационно-статистической обработки показателей основных агрохимических свойств подзолистых почв

	L	M	± m	V	P
pH	3,2-4,5	3,78	0,24	11,07	6,27
Гумус,%	0,3-0,9	0,56	0,16	36,04	28,84
P_2O_5 мг/100г	0,3-1,6	1,01	0,25	41,92	24,77
K_2O мг/100г	0,8-4,2	1,82	0,50	52,62	27,57
S мэкв/100г	0,7-3,0	5,34	1,07	20,43	20,02

Таким образом, на изученной территории подзолистые почвы легкого гранулометрического состава отличаются очень неблагоприятными свойствами: они кислые, малогумусные и, соответственно, обладают низкой емкостью поглощения. Эти почвы характеризуются наименьшей буферной емкостью.

На рассматриваемой территории большие площади занимают ***дерново-подзолистые почвы***. Характерным морфологическим признаком дерново-подзолистых почв является различная степень выраженности процесса оподзоливания под гумусовым горизонтом почвы, отмечается подзолистый горизонт белесого цвета. На данной территории преобладающими являются дерново-среднеподзолистые и дерново-сильноподзолистые почвы, что свидетельствует о наличии повышенной кислотности и о неудовлетворительных условиях для формирования гумусового горизонта. Мощность гумусового горизонта колеб-

лется в пределах 20–30 см. Оподзоливание препятствует накоплению гумуса, его содержание не превышает 3%.

На значительной части площади дерново-подзолистые почвы подвержены водной эрозии**.** Степень проявления водной эрозии преимущественно слабая. Многие дерново-подзолистые почвы оглеены в результате переувлажнения. Морфологически процесс оглеения выявляется по наличию ортштейновых зерен в гумусовом и подзолистом горизонтах, сизоватой окраске почвенных горизонтов. Дерново-подзолистые почвы распространены на пашнях и других сельскохозяйственных угодьях, они значительно лучше изучены, и анализ материалов почвенных обследований позволил провести статистическую обработку показателей агрохимических свойств этих почв.

Результаты статистической обработки аналитических данных по разным видам, разновидностям и разрядам дерново-подзолистых почв приведены в табл. 47.

Таблица 47

Вариационно-статистическая обработка показателей основных агрохимических свойств

Почва	L	M	± m	V	P
Содержание гумуса (%)					
1. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на глубоких песках	0,43-2,7	1,22	±0,14	49.0	11,5
2. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на двучленных отложениях	0,4-1,9	0,97	±0,08	48,0	8,2
3. Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая на суглинистых отложениях	0,7-2,0	1,36	±0,11	29,4	8,1
4. Дерново-сильноподзолистая легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	0,61-2,8	1,70	±0,23	41,0	13,5
5. Дерново-среднеподзолистая эродированная (слабо, средне) легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	1,1-3,1	1,80	±0,13	30,5	7,2
6. Дерново-средне- и сильноподзолистая глееватая супесчаная легкосуглинистая на двучленных и суглинистых отложениях	0,59-2,7	1,62	±0,29	43,8	17,9
7. Дерново-глееватая легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	3,0-9,8	6,0	±0,75	39,3	12,5

Продолжение табл. 47

Обменная кислотность (pH солевой)					
1. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на глубоких песках	3,5-5,7	4,4	±0,17	16,8	3,9
2. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на двучленных отложениях	3,5-6,5	4,7	±0,15	19,6	3,2
3. Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая на суглинистых отложениях	3,6-5,8	4,7	±0,2	14,2	4,2
4. Дерново-сильноподзолистая легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	4,1-5,8	4,9	±0,17	10,4	3,5
5. Дерново-среднеподзолистая эродированная (слабо, средне) легко- и среднесуглинистая на суглинках	4,0-6,9	5,1	±0,18	14,7	3,5
6. Дерново-средне- и сильноподзолистая глееватая супесчаная легкосуглинистая на двучленных и суглинистых отложениях	4,1-5,8	4,9	±0,25	12,6	5,1
7. Дерново-глееватая легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	5,6-7,4	6,3	±0,17	8,6	2,7
Гидролитическая кислотность (мэкв/100 г)					
1. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на глубоких песках	0,6-6,8	3,2	±0,33	45,6	10,3
2. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на двучленных отложениях	0,4-6,5	2,7	±0,21	49,2	7,8
3. Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая на моренных суглинках	1,0-5,3	3,1	±0,39	39,0	10,8
4. Дерново-сильноподзолистая легко- и среднесуглинистая на суглинках	2,1-5,1	3,3	±0,31	27,9	9,4
5. Дерново-среднеподзолистая эродированная (слабо, средне) легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	0,4-6,8	3,2	±0,38	48,4	11,8
6. Дерново-средне- и сильноподзолистая глееватая супесчаная легкосуглинистая на двучленных и суглинистых отложениях.	1,7-4,1	2,9	±0,37	31,4	12,7
7. Дерново-глееватая легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	0,3-3,2	1,7	±0,35	63,0	20,0
Сумма поглощенных оснований (мэкв/100г)					
1. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на глубоких песках	02,-17,5	6,6	±1,05	69,4	15,9
2. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на двучленных отложениях	1,1-11,0	4,8	±0,38	50	7,9

Продолжение табл. 47

3. Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая на суглинках	5,5-20,3	10,7	±0,97	37	9,0
4. Дерново-сильноподзолистая легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	3,3-16,3	11,1	±1,46	39,5	13,1
5. Дерново-среднеподзолистая эродированная (слабо, средне) легко- и среднесуглинистая на суглинках	6,4-26,5	14,6	±1,18	34,2	8,1
6. Дерново-средне- и сильноподзолистая глееватая супесчаная легкосуглинистая на двучленных и суглинистых отложениях	3,0-18,8	8,5	±2,86	82	33
7. Дерново-глееватая легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	20,1-42,3	27,5	±2,8	30,5	10,2
Емкость поглощения (мэкв/100г)					
1. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на глубоких песках	5,7-19,4	10,2	±1,1	40,2	10,8
2. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на двучленных отложениях	4,1-15,4	8,7	±0,56	36	6,4
3. Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая на суглинистых отложениях	7,6-21,8	14,7	±0,58	21,1	3,9
4. Дерново-сильноподзолистая легко- и среднесуглинистая на суглинках	10,1-19,0	14,8	±0,75	16,2	5,1
5. Дерново-среднеподзолистая эродированная (слабо, средне) легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	8,4-29,2	17,6	±1,25	31	7,1
6. Дерново-средне- и сильноподзолистая глееватая супесчаная легкосуглинистая на двучленных и суглинистых отложениях	4,4-22,5	13,9	±3,4	55	24,4
7. Дерново-глееватая легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	22,5-52,8	31,7	±3,0	34	9,4
Степень насыщенности основаниями (%)					
1. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на глубоких песках	36-90	66	±4,1	23,0	6,2
2. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на двучленных отложениях	27-95	70	±3,4	26,4	4,8
3. Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая на суглинках	60-98	83	±2,3	15,1	2,8
4. Дерново-сильноподзолистая легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	50-92	77	±3,6	14,8	4,6
5. Дерново-среднеподзолистая эродированная (слабо, средне) легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	61-98	81	±2,2	12,0	2,7

Продолжение табл. 47

6. Дерново-средне- и сильноподзолистая глееватая супесчаная легкосуглинистая на двучленных и суглинистых отложениях	34-94	68	±11,6	40,0	17,0
7. Дерново-глееватая легко- и среднесуглинистая на суглинках	87-98	94	±1,0	3,8	1,1
Содержание подвижного фосфора (мг/100г)					
1. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на глубоких песках	1,2-32,2	13,1	± 2,52	81,6	19,2
2. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на двучленных отложениях	0,3-49,0	11,3	±2,2	121	19,4
3. Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая на суглинках	0,6-25,0	7,6	±1,75	92	23,0
4. Дерново-сильноподзолистая легко- и среднесуглинистая на суглинках	2,0-16,8	7,2	±1,65	68,9	22,9
5. Дерново-среднеподзолистая эродированная (слабо, средне) легко- и среднесуглинистая на суглинках	1,7-42,4	17,8	±4,88	116	27,0
6. Дерново-средне- и сильноподзолистая глееватая супесчаная легкосуглинистая на двучленных и суглинистых отложениях.	1,7-19,2	6,6	±2,8	103	42
7. Дерново-глееватая легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	0,6-10,3	3,9	±1,26	97	32
Содержание обменного калия (мг/100 г)					
1. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на глубоких песках	1,8-31,0	11,9	±1,7	60,5	14,3
2. Дерново-среднеподзолистая супесчаная на двучленных отложениях	1,2-30,8	12,5	±1,36	68	10,9
3. Дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая на суглинистых отложениях	н.о.				
4. Дерново-сильноподзолистая легко- и среднесуглинистая на суглинках	3,8-19,5	9,8	±1,77	54	18,0
5. Дерново-среднеподзолистая эродированная (слабо, средне) легко- и среднесуглинистая на суглинках	4,8-50,9	17,8	±2,83	67	15,9
6. Дерново-средне- и сильноподзолистая глееватая супесчаная легкосуглинистая на двучленных и суглинистых отложениях	1,6-21,8	8,5	±2,93	84,7	34,0
7. Дерново-глееватая легко- и среднесуглинистая на суглинистых отложениях	4,6-28,1	9,7	±2,43	75	25

По данным статистической обработки (табл. 47), содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава на пашне опускается до 0,4%. Среднее содержание гумуса в данных почвах составляет 0,97–1,22%. Небольшое повышение гумусированности отмечено в дерново-подзолистых почвах суглинистого гранулометрического состава, среднее содержание гумуса в которых составляет 1,36–1,8%, что также значительно ниже оптимального уровня. У дерново-подзолистых почв гидролитическая кислотность варьирует в широких пределах (V = 28–49%) и в среднем составляет 2,7–3,3 мэкв/100 г. Наиболее низкие значения суммы поглощенных оснований у дерново-подзолистых почв супесчаного гранулометрического состава. В среднем она составляет в данных почвах 4,8–6,6 мэкв/100 г. Емкость поглощения у дерново-подзолистых почв составляет в гумусовом горизонте в среднем 8,7–10,2 мэкв/100 г. У суглинистых дерново-подзолистых почв по сравнению с супесчаными емкость поглощения значительно выше.

Содержание доступных форм элементов питания растений колеблется в широких пределах. В среднем неплохо обеспечены подвижным фосфором и обменным калием дерново-среднеподзолистые почвы, в том числе и эродированные, и обеднены дерново-сильноподзолистые.

Дерновые оглеенные почвы формируются при участии жестких грунтовых вод, часто на карбонатных почвообразующих породах. На рассматриваемой территории преобладающими являются дерново-глееватые почвы. Данные почвы отличаются высоким содержанием гумуса, в среднем – 6%, при колебаниях от 3,0 до 9,8%. Почвы нейтральные, pH солевой вытяжки варьирует от 5,6 до 7,4; средние значения – 6,3, гидролитическая кислотность низкая и составляет в среднем 1,7 мэкв/100г. Сумма поглощенных оснований и емкость поглощения высокие, в отдельных разрезах последняя достигает 52 мэкв/100г. Степень насыщенности основаниями близка к 100%, в среднем она составляет 94%. Дерново-глеевые почвы по гранулометрическому составу обычно средне-, тяжелосуглинистые и глинистые, отличаются высокой поглотительной способностью и буферной емкостью. Дерновые оглеенные почвы очень плодородны, так как имеют высокое содержание гумуса, оптимальные для многих сельскохозяйственных культур значения pH, не нуждаются в известковании. Недостатком их является избыточное увлажнение.

Дерново-карбонатные почвы формируются на карбонатных почвообразующих породах, на изучаемой территории они приурочены к выходам мергелизованных глин – на водоразделах левобережной части, и карбонатных морен – в правобережной части. Почвы отличаются слабокислой (в оподзоленных и выщелоченных подтипах) или нейтральной (в типичных) реакцией солевой вытяжки в верхних горизонтах и щелочной реакцией (независимо от подтипа) в нижней части профиля. В изученных нами почвах содержание гумуса ниже значений, типичных для данных почв. Почвы обладают высокой емкостью поглощения, средним и тяжелым гранулометрическим составом, степень

насыщенности основаниями в них достигает 100%, в отличие от дерново-глеевых почв характеризуются благоприятными водно-воздушными свойствами. На изучаемой территории эти почвы встречаются на пахотных угодьях.

Болотные почвы. На изучаемой территории встречаются заболоченные почвы: болотные низинные и аллювиальные болотные. Оба типа почв характеризуются наличием торфа разной степени разложения и различной мощности. Находятся они, в основном, под сенокосами и пастбищами – в поймах, под лесами и кустарниками – на водоразделах и террасах. Отличаются высокой влагоемкостью и емкостью поглощения, высокой зольностью торфа, кислой, слабокислой и даже близкой к нейтральной реакцией среды.

Почвенный покров на территории, прилегающей к войсковой части, представлен подзолистыми, болотно-подзолистыми и аллювиальными почвами. К востоку от объекта на выходах коренных пермских пород, перекрытых маломощным слоем древнеаллювиальных песков, распространены дерново-подзолистые почвы, а в понижениях на тяжелых суглинках и глинах со следами карбонатности – дерново-глеевые почвы. Территория в целом характеризуется пониженным рельефом, и признаки переувлажнения в виде оглеения проявляются во многих разрезах. Участок поймы от Карповых озер к территории войсковой части отличается гривистым рельефом, заболоченностью, закочкаренностью. Здесь находятся искусственные котлованы, заполненные водой, почвы перекрыты слоем песка, изъятого при рытье котлованов. В настоящее время на песчаном слое сформировалась свежая дернина.

На основании анализа содержания подвижных форм микроэлементов в изученных почвах можно сделать следующие выводы. Почти для всех рассмотренных разрезов характерно повышенное количество подвижного марганца. Максимальное его содержание отмечается в гумусовом горизонте и подстилке. В шести разрезах встречаются горизонты с повышенным содержанием подвижных форм меди.

Определение валового содержания тяжелых металлов в почвах показало, что исследуемые почвы характеризуются очень низким и низким валовым содержанием тяжелых металлов. Только содержание никеля в значительной части почвенных образцов превышает ориентировочно допустимые концентрации. Повышенное количество этого элемента встречается во всех почвенных горизонтах, но значительно чаще – в средней и нижней частях профиля. В изучаемом районе отсутствуют какие-либо промышленные производства, поэтому можно предположить, что повышенное содержание никеля связано с естественным геохимическим ореолом надкларковых концентраций этого элемента. На геохимической карте Кировской области [182] ореол повышенных концентраций никеля в горизонте А-1 простирается от г. Орлов на юго-запад до верховьев рек Мурдюг, Черная и Холуница, где отмечается концентрация никеля в пределах 56–127 г/т при кларке 25–56 г/т.

Содержание мышьяка в исследуемых почвах на изучаемой территории в целом невысокое, не превышает 1,7 мг/кг. Однако около установки «Долина» в почвах обнаруживается повышенное содержание мышьяка: от 19 до 69 мг/кг почвы (при ПДК 2мг/кг). В почвенных разрезах А-1 , А-2, А-7 содержание мы-

шьяка превышает ПДК в несколько раз, причем вниз по профилю концентрация его существенно возрастает (табл. 48, 49). Это связано с промывным типом водного режима и особенностями поведения мышьяка в почвах.

Наиболее устойчивые соединения мышьяк образует с полуторными гидроксидами и глинистыми минералами, менее устойчивы его комплексы с органическими веществами. В иллювиальном горизонте разреза Мд-2 на глубине 90–105 см и глинистых прослойках аллювиальной почвы разреза Мд-1 (рис. 25А) обнаружено повышенное содержание мышьяка в пределах от 8 до 11,8 мг/кг. Анализ корреляционных связей между содержанием в почве мышьяка и показателями агрохимических свойств свидетельствует об отсутствии значимой корреляции между ними. Коэффициент корреляции между содержанием мышьяка и содержанием гумуса в дерново-подзолистых пахотных и лесных подзолистых почвах соответственно 0,42 и 0,58; между содержанием мышьяка и гидролитической кислотностью в подзолистых почвах – 0,49. Отсутствие значимой корреляции между содержанием мышьяка и гумуса, а также содержанием кальция в почвах подзолистого типа отмечено и другими авторами.

Значимая корреляция обнаружена между содержанием мышьяка и показателями: общим содержанием железа и железом, определяемым методом Мера и Джексона [189].

Только в аллювиальных почвах эти коэффициенты корреляции между общим содержанием мышьяка, содержанием гумуса и обменного кальция в дерновом горизонте высокие и составляют, соответственно, 0,83 и 0,93. Следует отметить также высокую корреляцию между последними двумя показателями (коэффициент корреляции 0,82). Возможно, это объясняется высоким содержанием в составе гумуса фракции, связанной с кальцием (табл. 49).

Наибольший размер зоны загрязнения почвы по одному из приоритетных загрязнителей (по материалам технико-экономического обоснования проекта строительства ОУХО) – диоксиду азота, отмечается в северном, северо-восточном и восточном направлениях. Расчет уровня годового накопления нитратов в почве свидетельствует о том, что при штатной работе ОУХО техногенное накопление нитратов составит 1 мг/кг почвы на расстоянии 4,6 км от ОУХО, с удалением от объекта на расстояние 6,7 км накопление нитратов составит 0,5 мг/кг, на расстоянии 10,6 км – 0,2 мг/кг, соответственно, на 15 км – 0,1 мг/кг (рис. 26). Данные результаты говорят о том, что вклад техногенного загрязнения нитратами на данной территории следует ожидать незначительным Однако с учетом суммации загрязняющих веществ, розы ветров можно предположить, что в северном, северо-восточном и восточном направлении при эксплуатации объекта зона техногенного загрязнения будет значительно больше, чем в южном и юго-западном направлениях.

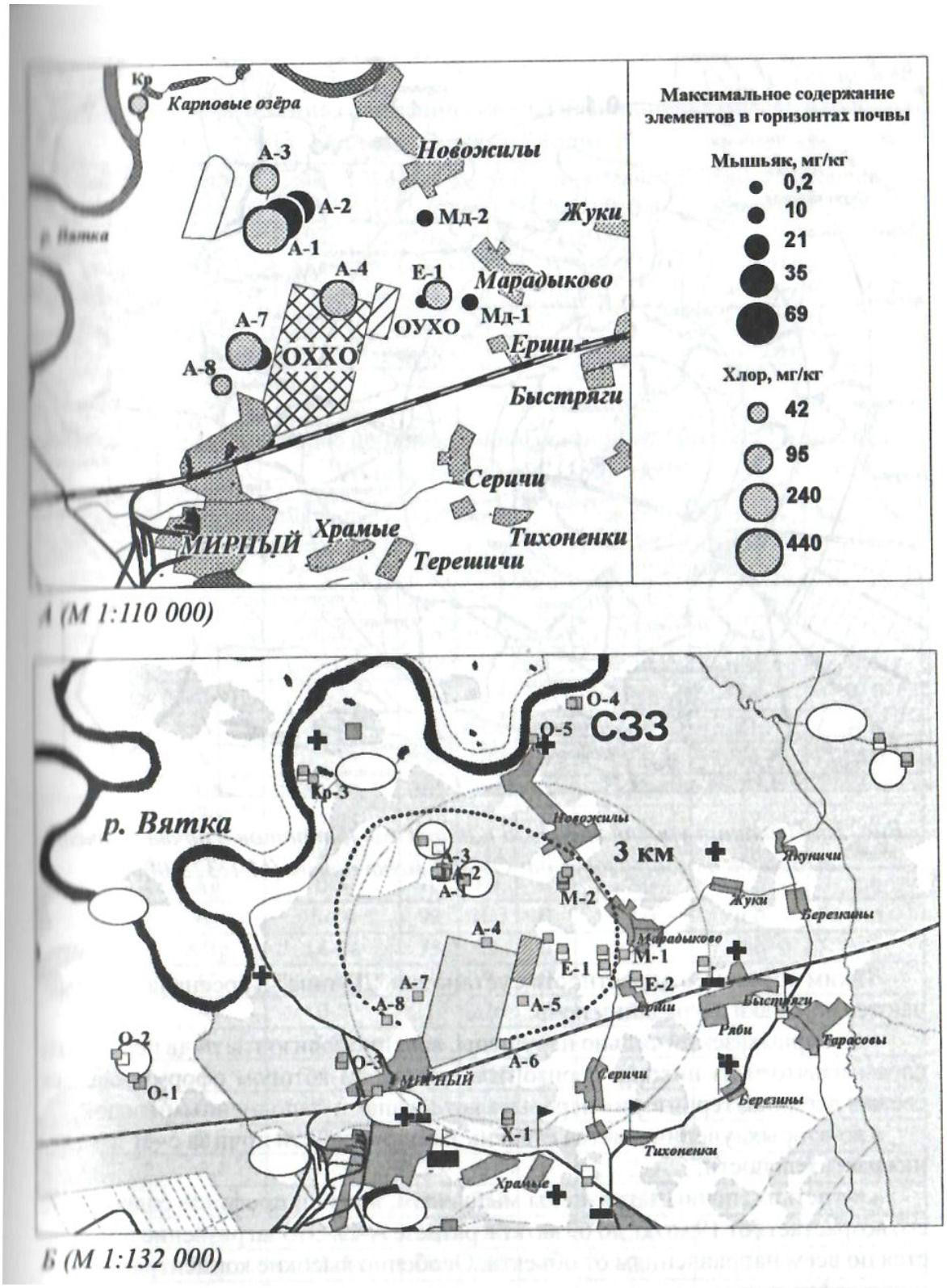


Рис. 25 А, Б. Карта-схема зоны загрязнения почв по мышьяку, хлору и состоянию растительности на территории СЗЗ ОУХО (граница обозначена пунктирной линией)

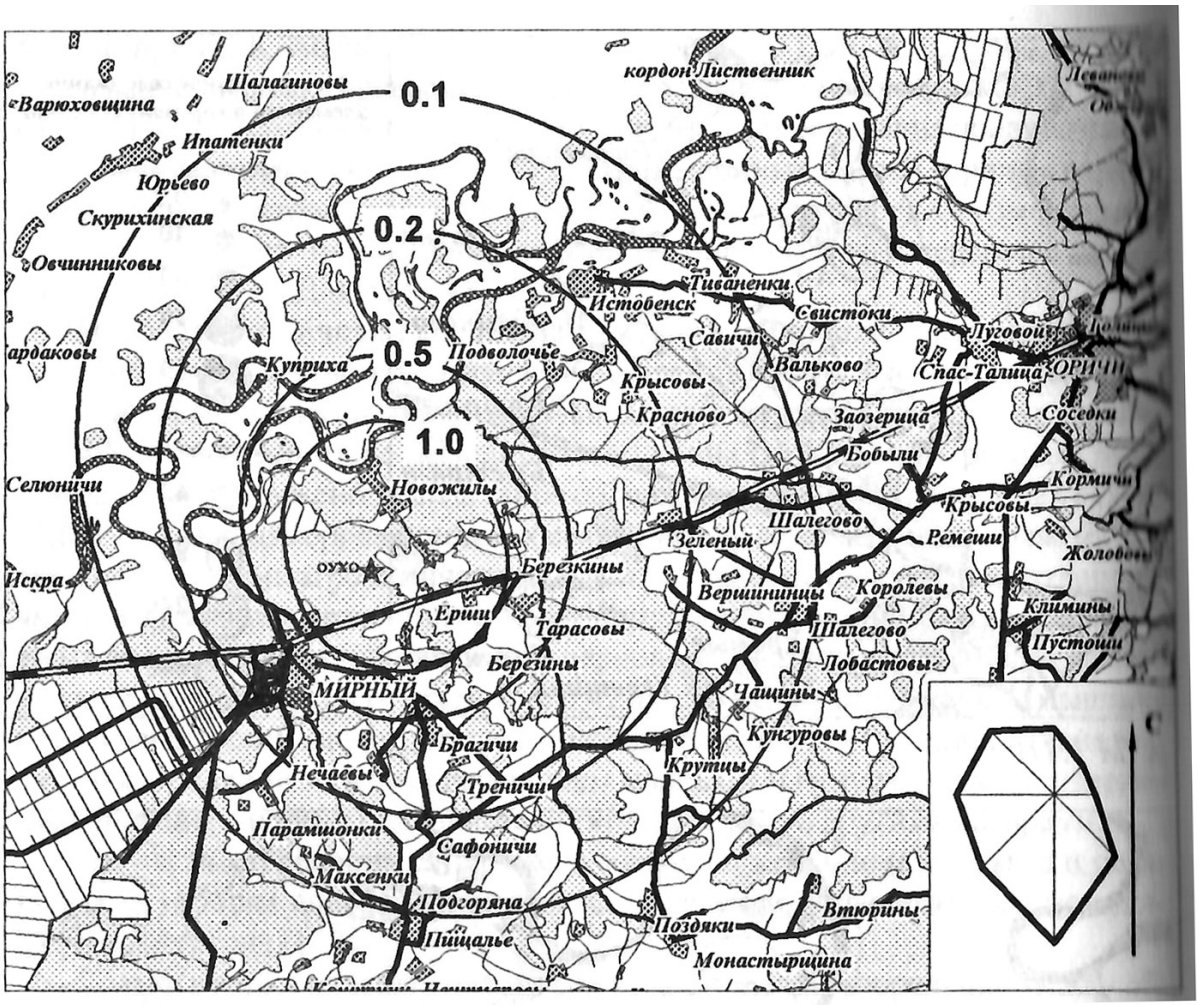


Рис. 26. Изолинии уровня годового накопления нитратов в почве за счет Выбросов оксидов азота от ОУХО, мг/кг почвы *(М 1:325 000)*

Таким образом, в окрестностях установки «Долина» и арсенала ХО отмечаются признаки деградации почв:

– во-первых, земли сильно нарушены, верхние горизонты почв перекрыты слоем изъятого из нижних горизонтов грунта, на котором сформировалась свежая дернина, территория перерыта котлованами, заполненными водой;

– во-вторых, увеличивается степень заболоченности почв за счет изменения растительности;

– в-третьих, почвы загрязнены мышьяком, вниз по профилю содержание его возрастает (от 19 мг/кг до 69 мг/кг в разрезе А-1). Это загрязнение проявляется по всем направлениям от объекта. Особенно высокие концентрации элемента зафиксированы непосредственно около установки «Долина». В нижнем горизонте разреза А-1 на глубине около 1 м обнаружен винилхлорид (табл. 48).

Таблица 48

Результаты определения специфических загрязняющих веществ в почвах вблизи установки «Долина»

Раз-рез	Горизонт, глубина, см	As, мг/кг	Винилхло-рид, мг/кг	Органические фосфаты, мг/кг	Серосодержащие соединения, мг/кг
А-1	IIIg 17-32	19,0	<0,01	<0,01	<0,01
	V 46-53	58,0	0,02	<0,01	<0,01
	VIII 79-150	69,0	0,04	<0,01	<0,01
А-2	C_1 40-60	35,0	<0,01	<0,01	<0,01
А-7	BCg 90-120	21,0	<0,01	<0,01	<0,01

Таблица 49

Результаты анализа проб почвы в районе установки «Долина» и арсенала «Марадыковский» [180]

Продолжение табл. 49

№ почвен. разреза	Горизонт	Глубина отбора проб	Хлор (Cl), мг/кг			Фтор (F), $м^2$/кг	Сера общая, мг/кг	Мышьяк, мг/кг
			общ.	мин.	орг.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
А-1	A_0	0-5	н.о	н.о.	н.о	н.о	н.о	н.о.
	A_1	5-17	30	29	0	<2,0	20	н.о
	IIIg	17-32	440	435	0	<2,0	18	19,0
	IV	32-46	400	400	0	<2,0	21	н.о
	V	46-53	380	382	0	<2,0	16	58,0
	VI	53-57	305	304	0	<2,0	17	н.о
	VII	57-75	320	320	0	<2,0	17	н.о
	VIII	79-130	240	241	0	<2,0	18	69,0
А-3	Ag	0-5	79	80	0	<2,0	н.о	н.о
	A_1	5-14	99	100	0	<2,0	н.о	н.о
	ABg	14-24	75	73	0	<2,0	н.о	н.о
	C	>140	10	9	0	<2,0	н.о	н.о
А-4	A_0	0-3	217	220	0	<2,0	н.о	н.о
	A_1	3-21	64	64	0	<2,0	н.о	н.о
	A_2	21-30	36	35	0	<2,0	н.о	н.о
	B_1	31-50	18	16	0	<2,0	н.о	н.о
	B_2	50-70	14	15	0	<2,0	н.о	н.о
А-7	A_0	0-3	25	27	0	<2,0	12	н.о
	AA_2g	3-9	260	257	0	<2,0	13	н.о
	A_2g	19-27	230	230	0	<2,0	10	н.о
	B_1g	27-54	203	200	0	<2,0	11	н.о
	B_2g	54-74	200	201	0	н.о	9	н.о
	Cg	90-120	20	21	0	<2,0	8	21,0

Продолжение табл. 49

1	2	3	4	5	6	7	8	9
А-8	A_1	0-14	14	14	0	<2,0	6	н.о
	A_2	14-25	32	34	0	<2,0	7	н.о
	B_1	25-44	43	42	0	<2,0	6	н.о
	B_2 (C)	44-57	40	40	0	<2,0	4	н.о
	Д	57-85	34	33	0	<2,0	5	н.о
Е-1	A_0	0-25	80	78	0	<2,0	44	н.о
	A_1	25-27	90	90	0	<2,0	42	н.о
	B_1	27-46	30	29	0	<2,0	35	н.о
	B_2	46-77	35	35	0	<2,0	40	н.о
	C	77-106	35	34	0	<2,0	45	н.о
	C	106-140	37	37	0	<2,0	50	н.о
Д-4	A_{max}	0-25	16	16	0	<2,0	51	н.о
	A_2B	23-40	39	38	0	<2,0	50	н.о
	B_1	40-90	28	26	0	<2,0	54	н.о
	B_2n	90-110	23	24	0	<2,0	60	н.о
	B_2Cg	110-140	27	28	0	<2,0	57	н.о
	Cgn	140-160	14	14	0	<2,0	61	н.о
Кр	A_0	0-6	41	42	0	<2,0	н.о	н.о
	A_1	6-17	35	33	0	<2,0	н.о	н.о
	A_B	17-29	34	34	0	<2,0	н.о	н.о
	C	61-95	19	20	0	<2,0	н.о	н.о
	$A_{погр}$	95-129	14	13	0	<2,0	н.о	н.о
	VIII	129-130	31	30	0	<2,0	н.о	н.о
	X	165-190	16	16	0	<2,0	н.о	н.о
А-2	Апт	0-29						н.о
	A_6	23-40						н.о
	G	40-60						35

Примечание: ПДК (Cl) – 267 мг/кг, ПДК (F)водораст. - 2,8мг/кг, ПДК(F)подвижн. – 10мг/кг, ПДК (S) – 52мг/кг.

Агрохимическое обследование почв, проведенное на территории радиусом до 10 км от объекта хранения ХО, дает представление о мозаичности почвенного покрова. Химический анализ смешанных почвенных образцов проводился по определению: валового содержания меди, цинка, свинца, никеля, кадмия, хрома, ртути, мышьяка; подвижного бора, фосфора, молибдена, кобальта, серы; обменного калия, кальция, магния. Кроме того, получены данные по степени кислотности, гидролитической кислотности, сумме поглощенных оснований, содержанию гумуса.

Таблица 50

Статистическая обработка результатов анализа смешанных почвенных проб

Элемент	Группа по содержанию элемента	Число выборок	M	±m	s	P	V	t_{05} табл.	t_{05} факт.
As	Очень низкое	44	0,7	0,1	0,9	14,3	114,3	2,01	7,0
	Низкое	24	2,2	0,2	1,1	9,1	50,0	2,06	11,0
	Среднее	15	3,8	0,6	2.4	15,8	63,2	2,13	6,3
Cr	Очень низкое	82	12,2	0,97	8,8	7,95	72,1	1,98	12,6
Cu	Очень низкое	83	8,5	.0,8	7,4	9,4	87,1	1,98	10,6
Zn	Очень низкое	71	19,6	1,8	14,9	9,2	76,0	2,01	10,9
	Низкое	12	31,7	4,1	14,4	12,9	45,4	2,18	7,7
Hg	Очень низкое	83	16,0	1,8	16,2	11,3	101,3	1,98	8,9
Pb	Низкое	83	6,4	0,4	3,8	6,25	59,4	1,98	16,0
Ni	Суглин., pH <5,5 > ОДК	8	48,3	1,2	3,4	2,5	7,0	2,31	40,3
	Суглин., pH < 5,5 < ОДК	21	26,8	2,3	10,7	8,6	39,9	2,08	11,7
	Песчаные, выше ПДК	3	28,8	3,2	5,5	11,1	19,1	3,18	9,0
	Песчаные, ниже ПДК	45	7,7	0,8	5,5	10,4	71,4	2,02	9,6
Cd	Песчаные, < ОДК	50	0,11	0,0024	0,0167	2,2	15,2	2,01	45,8
	Суглинистые, pH < 5,5 < ОДК	30	0,30	0,0307	0,1686	10,2	56,2	2,04	9,8

Статистическая обработка результатов анализа смешанных почвенных образцов (табл. 50) проведена по методике (Агрохимические методы исследований почв. М.: Наука, 1975. С. 614–644) с определением следующих показателей:

M – среднеарифметическое содержание элементов, мг/кг, Hg кг/кг;

s – среднее (стандартное) квадратическое отклонение;

±m – ошибка среднеквадратического отклонения;

P – показатель точности, %;

V – коэффициент вариации, %.

Высокая вариабельность показателей содержания в почве характерна для мышьяка, ртути, меди, цинка и хрома. Превышение ПДК отмечается по содержанию никеля, для всех остальных элементов оно укладывается большей частью в интервалы, которые характеризуются как низкое содержание элемента. Выполнены картограммы по 21 показателю агрохимического обследования почв. На рис. 27–29 приведены картограммы по содержанию мышьяка, гумуса, по гидролитической кислотности.

Таким образом, почвенный покров изучаемой территории очень разнообразен, здесь распространены почвы с различными свойствами: кислые, малогумусные подзолистые и дерново-сильноподзолистые почвы легкого гранулометрического состава, легко- и среднесуглинистые дерново-, слабо- и среднеподзолистые почвы, обладающие более высокими емкостью поглощения и содержанием гумуса, менее кислой реакцией среды, дерново-карбонатные и дерново-глеевые средне- и тяжелосуглинистые почвы, отличающиеся нейтральной или близкой к нейтральной реакцией среды, высокой поглотительной способностью и насыщенностью поглощающего комплекса основаниями, значительным содержанием гумуса, аллювиальные почвы, свойства которых зависят от местоположения в пойме, от характера и режима самой поймы и других факторов. Наиболее распространенными среди аллювиальных почв являются аллювиальные дерновые, характеризующиеся кислой реакцией среды, высоким содержанием гумуса, тяжелым гранулометрическим составом и, соответственно, высокой емкостью поглощения.

На изучаемой территории встречаются заболоченные почвы: болотные низинные и аллювиальные болотные. Оба вида почв характеризуются наличием торфа разной степени разложения и различной мощности. Находятся они, в основном, под сенокосами и пастбищами - в поймах, под лесами и кустарниками – на водоразделах и террасах. Отличаются высокой влагоемкостью и емкостью поглощения, высокой зольностью торфа, кислой, слабокислой и даже близкой к нейтральной реакцией среды.

Почвенный покров в окрестностях объектов уничтожения ХО характеризуется относительно невысокой устойчивостью к воздействию загрязняющих компонентов. Наиболее деградирован почвенный покров вблизи объекта «Долина», где отмечено его нарушение, заболачивание и загрязнение. Все перечисленные виды деградации, несомненно, связаны с уничтожением химического оружия на объекте. В разрезе, заложенном в окрестностях Карповых озер (табл. 49, разрез Кр.), признаков загрязнения почв не обнаружено, так как эта территория расположена на затопляемом участке поймы, вблизи русла реки и связанных с руслом пойменных озер.

Почвы в окрестностях озер Савиновское и Лопатинское отличаются низкой устойчивостью к загрязнению.

2.1.5. Оценка состояния почвенной микрофлоры

Для анализа состояния микрофлоры контролируемых районов были отобраны пробы почвы с различных участков местности как из поверхностных слоев, так и с глубины 60–100 см (рис. 30).

В почвенных образцах после предварительной их обработки определяли ***бактериальную и грибковую микрофлору*** с помощью микробиологических тестов. Среди бактериальной микрофлоры выделяли наличие спорообразующих и неспорообразующих бактерий. Результаты определений приведены в табл. 51.

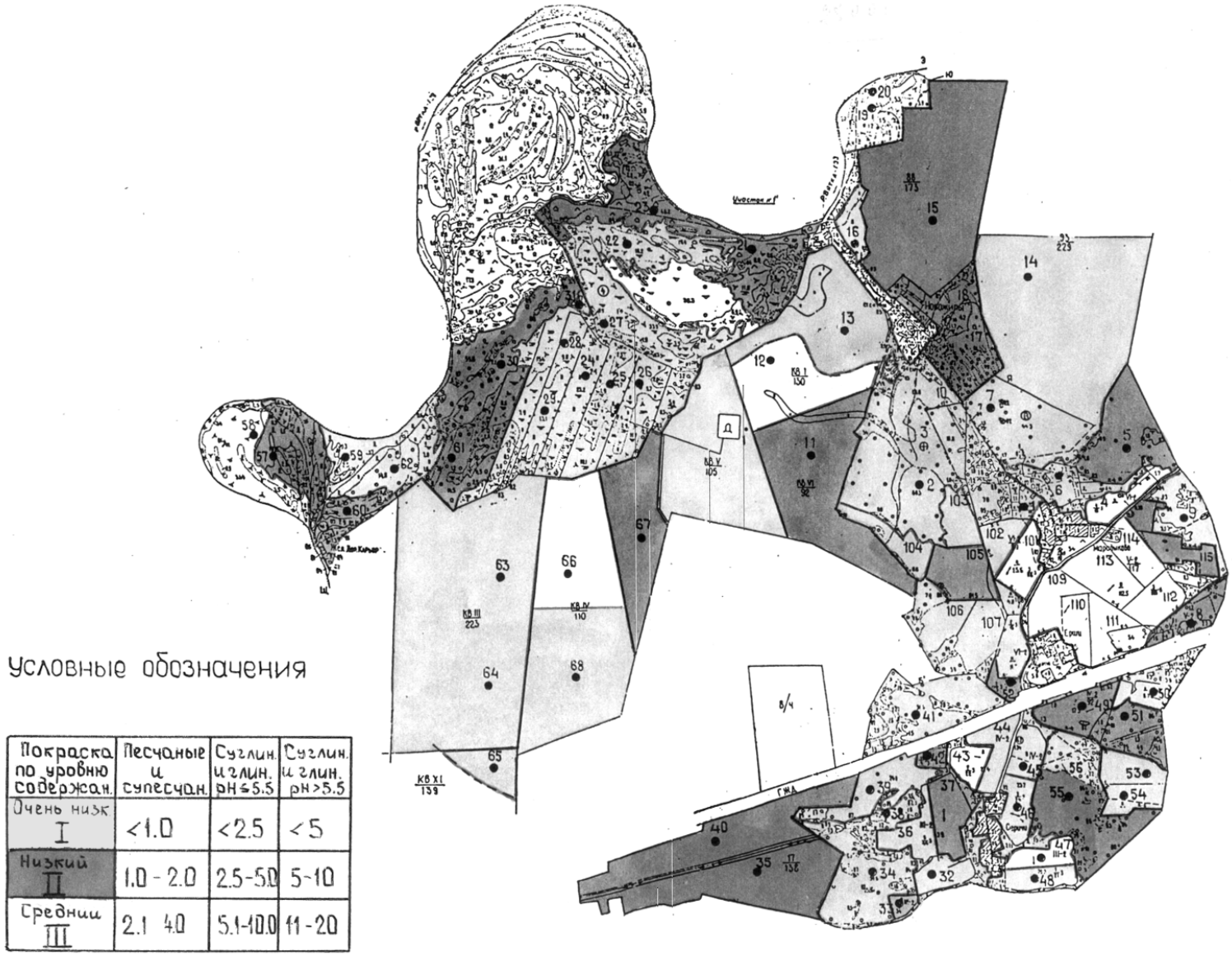


Рис. 27. Картограмма содержания валового мышьяка в почвах на территории ЗЗМ ОУХО (мг/кг)

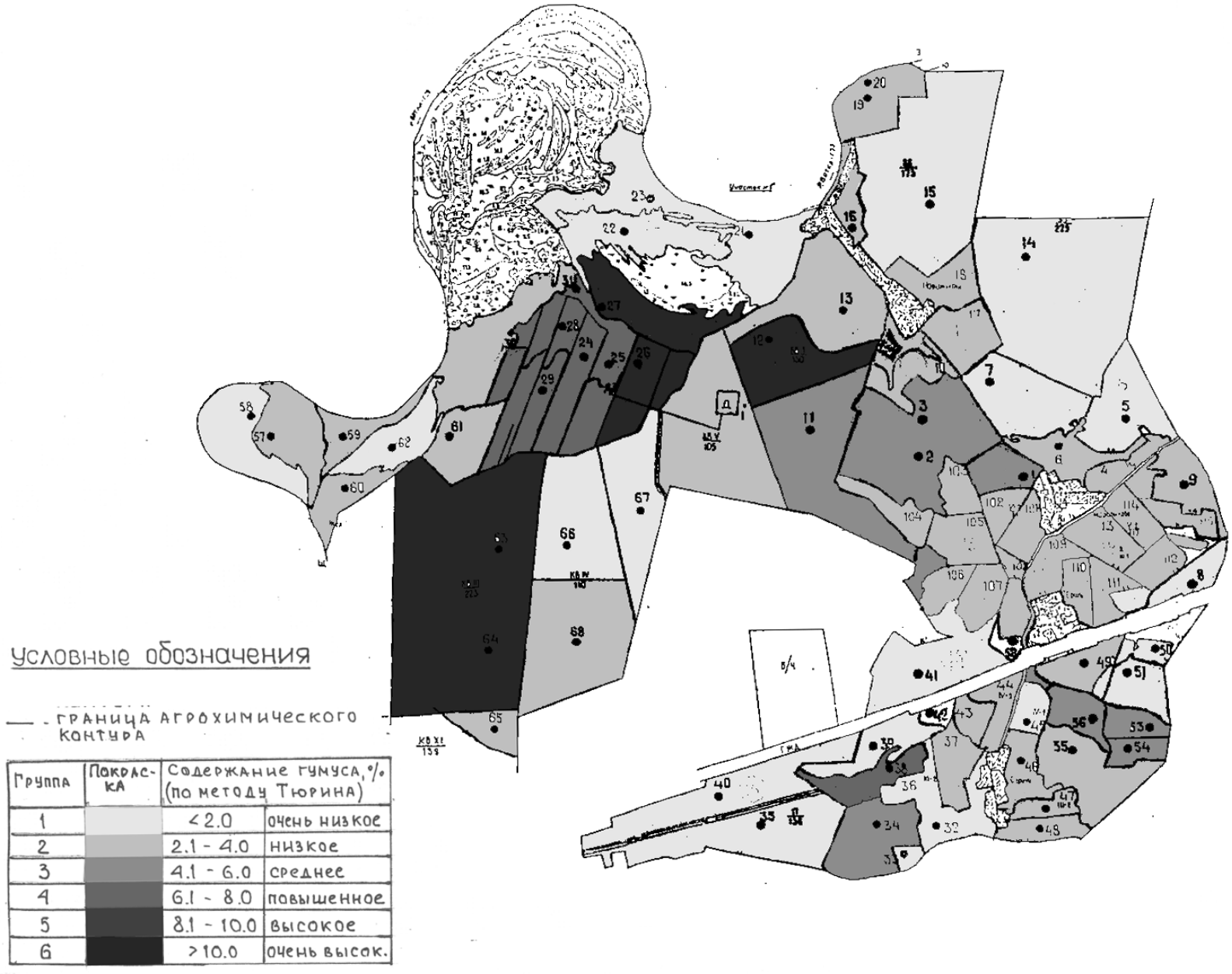


Рис. 28. Картограмма содержания гумуса (%)

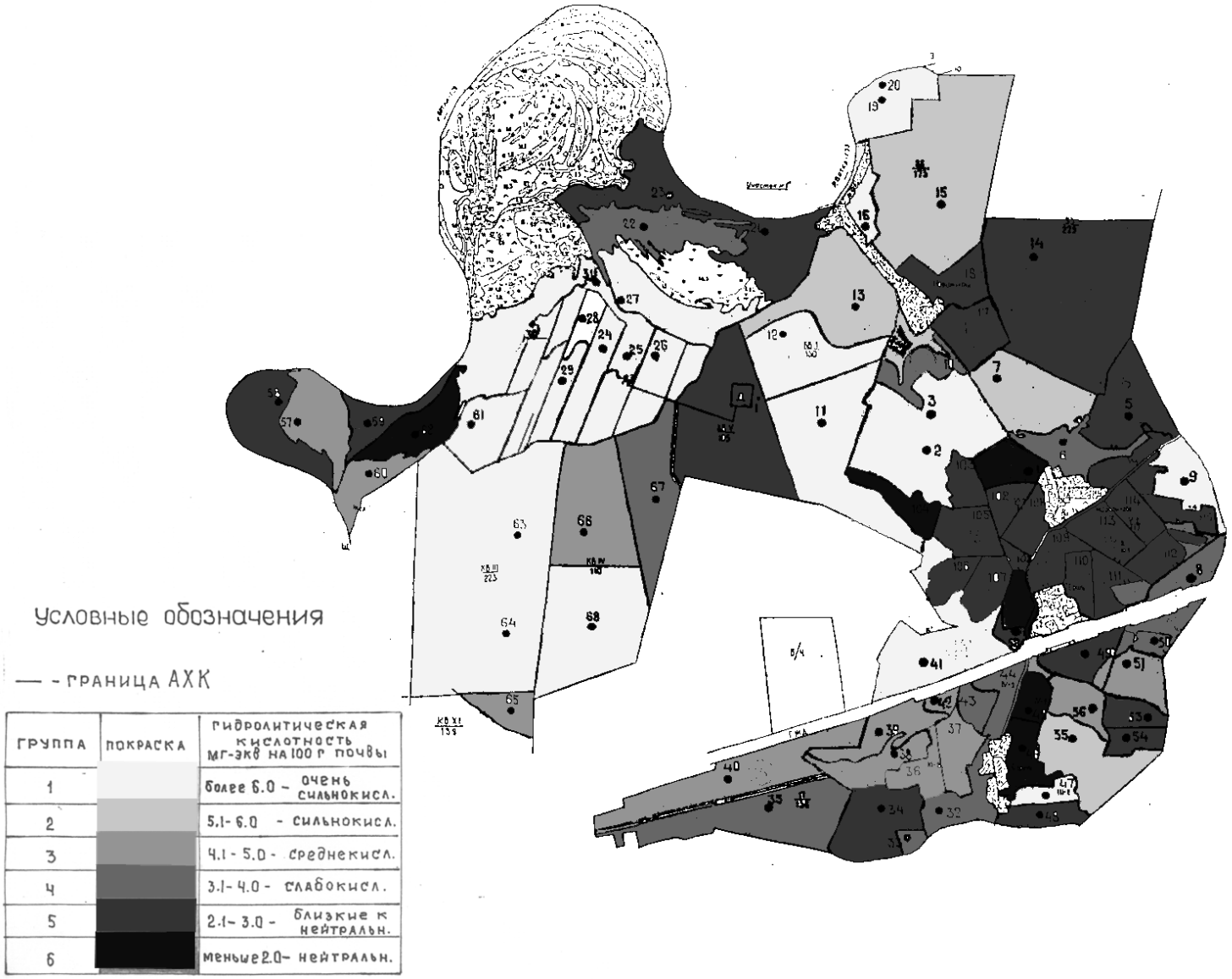


Рис. 29. Картограмма гидролитической кислотности почв (мг-экв/100 г)

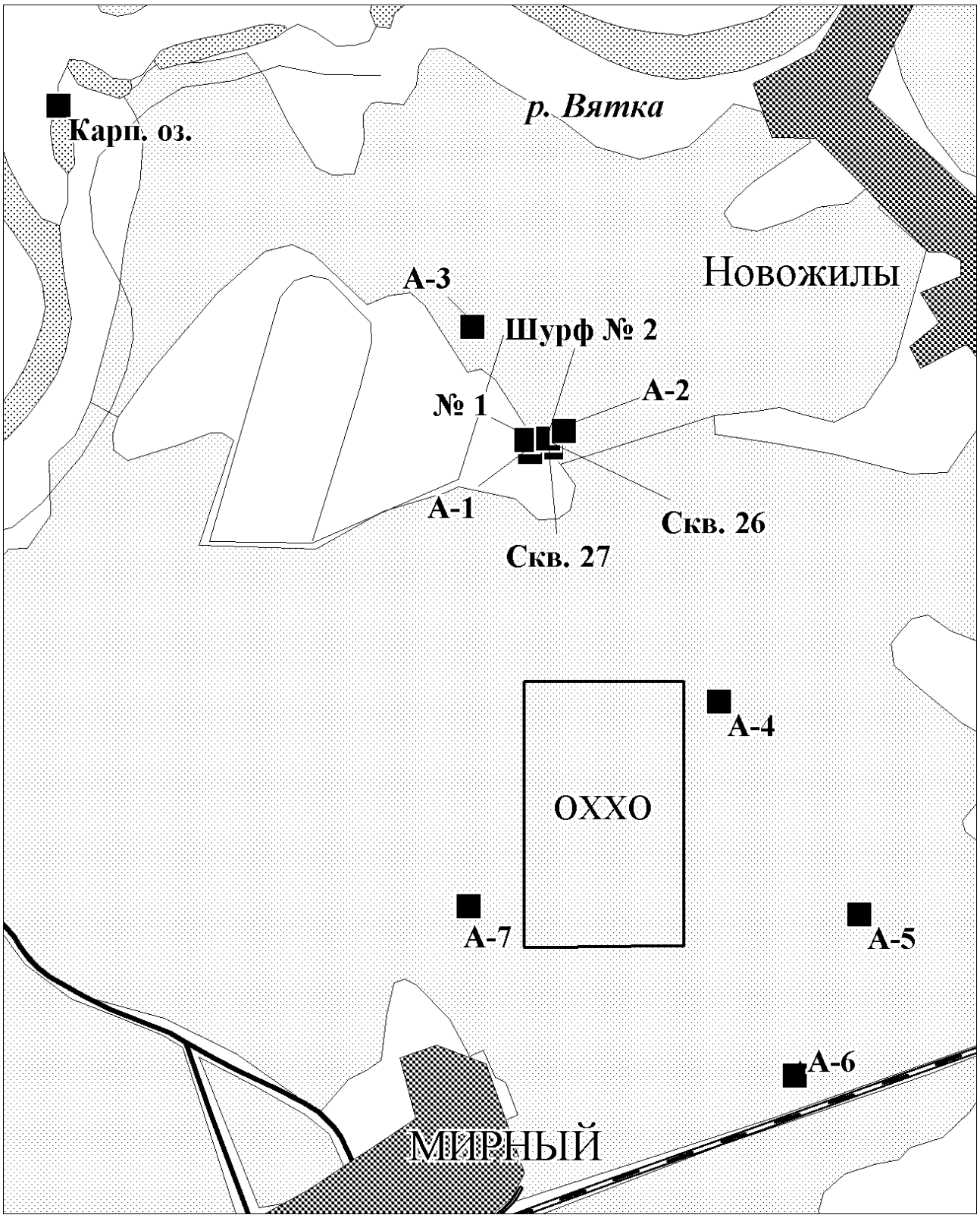


Рис. 30. Точки отбора проб почвы для микробиологического анализа (М 1:41 000)

Таблица 51

Обсемененность проб почвы, взятой в районе установки «Долина» и вблизи арсенала «Марадыковский» (2001 г.) [180]

№ образца	№ пробы	Неспорообразующие бактерии	Спорообразующие	Микроскоп. грибы и актиномицеты	Общее микробное число в 1 г почвы
№1 до 10 см, I р-н установки Долина	1n	$433x10^4$	$1,36x10^2$	$1,3x10^2$	$1,6x10^5$
		$2,96x10^4$	$1,45x10^5$	$1,22x10^2$	$1,75x10^5$
		$3,02x10^4$	$0,9x10^5$	$1,56x10^2$	$1,22x10^5$
	2	33,3	66	33,3	$1,33x10^2$
		$1,0x10^2$	$1,0x10^2$	0	$2,0x10^2$
		0	$1,3x10^2$	0	$1,3x10^2$
№2 Скважина 27	3n	$4,0x10^3$	$1,68x10^4$	33,3	$2,08x10^4$
		$0,99x10^3$	$1,16x10^4$	33,3	$1,26x10^4$
		$3,5x10^3$	$1,2x10^4$	0	$1,55x10^4$
	4	33,3	$2,0x10^2$	33,3	$2,66x10^2$
		0	$2,0x10^2$	66,6	$2,66x10^2$
		66,6	$2,7x10^2$	0	$3,36x10^2$
№3 Шурф № 2	5n	$6,0x10^2$	$2,42x10^4$	0	$2,48x10^4$
		$5,0x10^2$	$1,66x10^4$	0	$1,71x10^4$
		$6,66x10^2$	$9,3x10^3$	0	$0,99x10^4$
	6	$6,33x10^2$	$4,66x10^2$	0	$1,09x10^3$
		$1,2x10^3$	$2,0x10^3$	0	$3,2x10^3$
		$7,12x10^2$	$9,28x10^2$	0	$1,64x10^3$
№4 Скважина № 26	7n	$3,2x10^3$	$3,28x10^4$	66,6	$3,61x10^4$
		$3,6x10^3$	$3,8x10^4$	100	$4,17x10^4$
		$4,1x10^3$	$3,9x10^4$	100	$4,32x10^4$
	8	$1,0x10^2$	$3,3x10^2$	0	$4,3x10^2$
		0	$3,7x10^2$	0	$3,7x10^2$
		66,6	$3,15x10^2$	0	$3,81x10^2$
№5 А-6	9n	$4,66x10^2$	$1,6x10^3$	0	$2,07x10^3$
		$6,33x10^2$	$4,7x10^3$	0	$5,33x10^3$
		$6,8x10^2$	$3,5x10^3$	0	$4,18x10^3$
	10	$5,66x10^2$	$2,27x10^3$	0	$2,84x10^3$
		$8,0x10^2$	$2,77x10^3$	0	$3,57x10^3$
		$4,66x10^2$	$3,5x10^3$	0	$3,97x10^3$
№6 А –5	11n	$1,37x10^3$	$4,27x10^3$	$2,0x10^2$	$5,84x10^3$
		$1,45x10^3$	$6,9x10^3$	$1,4x10^2$	$8,49x10^3$
		$3,3x10^3$	$5,4x10^3$	$2,33x10^2$	$8,93x10^3$
	12	$8,06x10^3$	$2,0x10^2$	$1,33x10^2$	$8,39x10^3$
		$9,28x10^3$	$1,3x10^2$	33,3	$9,42x10^3$
		$5,2x10^3$	$2,66x10^2$	66,6	$5,53x10^3$

Продолжение табл. 51

№7 А-7	13n	$2,96x10^3$	$6,4x10^3$	66,6	$9,43x10^3$
		$8,66x10^2$	$7,76x10^3$	33,3	$8,66x10^3$
		$1,25x10^3$	$7,15x10^3$	66,6	$8,47x10^3$
	14	$1,66x10^2$	$2,42x10^2$	33,3	$4,41x10^2$
		$2,66x10^2$	$4,12x10^2$	0	$6,78x10^2$
		$3,0x10^2$	$3,8x10^2$	0	$6,8x10^2$

Таблица 52

Микробная обсемененность проб почвы, взятой в районе установки «Долина» и вблизи арсенала «Марадыковский» (2001 г)

Продолжение табл. 52

№ образца	Неспорообразующие бактерии	Bacillus	Микроскопические грибы	Общее микробное число в 1 г. почвы
№1 А-4 от 24.09	$1,33x10^4$	$5,57x10^4$	$3,0x10^2$	$6,93x10^4$
	$1,1x10^4$	$5,32x10^4$	$2,87x10^2$	$6,45x10^4$
	$1,52x10^4$	$5,66x10^4$	$2,5x10^2$	$7,2x10^4$
№2 А-4 от 24.09	$2,33x10^4$	$7,6x10^3$	$8,0x10^2$	$3,17x10^4$
	$2,15x10^4$	$7,21x10^3$	$7,9x10^2$	$2,05x10^4$
	$2,08x10^4$	$6,66x10^3$	$8,3x10^2$	$2,83x10^4$
№3 А-4 от 24.09	$9,84x10^4$	$1,21x10^4$	$6,6x10^3$	$11,71x10^4$
	$9,56x10^4$	$1,03x10^4$	$7,2x10^3$	$11,31x10^4$
	$11,1x10^4$	$1,72x10^4$	$5,4x10^3$	$13,36x10^4$
№4 А-2 от 23.09	$1,66x10^4$	$5,66x10^4$	0	$7,32x10^4$
	$3,23x10^4$	$1,5x10^4$	0	$4,73x10^4$
	$3,75x10^4$	$0,82x10^4$	0	$4,56x10^4$
№5 Карп. озера от 22.09	$1,0x10^4$	$1,66x10^4$	$3,66x10^2$	$2,69x10^4$
	$1,32x10^4$	$1,98x10^4$	$2,84x10^2$	$3,33x10^4$
	$1,18x10^4$	$1,54x10^4$	$2,9x10^2$	$2,75x10^4$
№6 А-1(А-2)	$2,07x10^5$	$3,33x10^4$	$1,96x10^3$	$2,42x10^5$
	$1,17x10^5$	$3,72x10^4$	$1,25x10^3$	$1,55x10^5$
	$2,85x10^5$	$1,96x10^4$	$1,48x10^3$	$3,06x10^5$
№7 А-2 от 24.09	$5,21x10^4$	$5,66x10^4$	0	$1,09x10^5$
	$5,11x10^4$	$6,15x10^4$	0	$1,13x10^5$
	$4,87x10^4$	$6,72x10^4$	0	$1,16x10^5$
№8 А-2	$2,13x10^5$	$6,66x10^2$	66	$2,14x10^5$
	$2,97x10^5$	$8,21x10^2$	66	$2,98x10^5$
	$3,1x10^5$	$7,49x10^2$	0	$3,11x10^5$
№9 А-3	$7,28x10^4$	$5,0x10^4$	$1,36x10^3$	$1,24x10^5$
	$7,96x10^4$	$6,12x10^4$	$1,72x10^3$	$1,43x10^5$
	$9,21x10^4$	$6,1x10^4$	$2,03x10^3$	$1,55x10^5$

Продолжение табл. 51

№10 А-3	$9{,}74x10^4$	$1{,}24x10^4$	$1{,}9x10^2$	$10{,}99x10^4$
	$8{,}98x10^4$	$1{,}36x10^4$	$1{,}85x10^2$	$10{,}36x10^4$
	$7{,}02x10^4$	$1{,}1x10^4$	$1{,}7x10^2$	$7{,}14x10^4$
№11 А-1	$4{,}03x10^4$	$4{,}6x10^4$	33	$8{,}63x10^4$
	$6{,}25x10^4$	$3{,}96x10^4$	0	$10{,}23x10^4$
	$6{,}25x10^4$	$4{,}11x10^4$	0	$10{,}63x10^4$
№12 А-1	$5{,}46x10^4$	$7{,}73x10^3$	$9{,}33x10^2$	$6{,}32x10^4$
	$9{,}72x10^4$	$7{,}12x10^3$	$8{,}97x10^2$	$10{,}52x10^4$
	$9{,}56x10^4$	8,17x103	$8{,}54x10^2$	$10{,}46x10^4$
№13 А-4	$7{,}33x10^4$	$3{,}72x10^4$	$3{,}0x10^2$	$1{,}08x10^5$
	$7{,}97x10^4$	$3{,}66x10^4$	$2{,}5x10^2$	$1{,}17x10^5$
	$8{,}44x10^4$	$3{,}9x10^4$	$3{,}0x10^2$	$1{,}24x10^5$

Приведенные в табл. 51 и 52 данные свидетельствуют о том, что пробы почвы являются загрязненными и умеренно загрязненными. В большей части проб присутствуют вегетативные формы бактерий, представленные в основном кишечной группой, бактериальные споры и грибковая микрофлора. Однако грибы были выделены не из всех проб. Так, например (табл. 53), в точках А-1 и А-2 микромицеты либо не выделены, либо представлены единичными колониями.

Данные табл. 51 (с индексом «п» – пробы отобраны из поверхностного слоя, без индекса – с глубины 60–100 см) показывают, что в поверхностных слоях почвы находится большее количество представителей микрофлоры, чем на глубине. Представлены они, в первую очередь, спорообразующими бактериями. Грибковая микрофлора отсутствует в точке А-6 и в районе шурфа № 2. Отсутствует рост микромицетов и на глубине 60–100 см в районе скважины 26.

Учитывая высокую устойчивость грибковой микрофлоры в окружающей среде, а также ее наличие или отсутствие в отдельных пробах, можно предположить, что грибковая микрофлора является одним из видов микроорганизмов, которые реагируют на экологические сдвиги, в частности, в почве, и может быть включена в программу экологического мониторинга.

В верхнем слое почвы различных лесных биотопов для выявления биоиндикаторов техногенного загрязнения изучалось видовое разнообразие и численность ***нематод***. Обнаруженные в почвах нематоды относились к 6 отрядам, 19 семействам и 30 родам. Численность нематод в почвах на расстоянии 3 км от объекта хранения химического оружия составляла 41,6 экз на куб. см, а биомасса – около 0,373 мг на 5 куб.см. На расстоянии 10 км от объекта эти показатели, соответственно, равнялись 23,3–34,3 экз. и 0,211–0,297 мг. В почвах в 25–30 км от объекта хранения химического оружия «Марадыковский» чис-

ленность нематод достигала промежуточной величины (30.6 экз.), а биомасса – 0,299 мг. Полученные результаты свидетельствуют о том, что техногенное загрязнение почв на данной территории радиусом до 30 км находится почти на одинаковом уровне.

Почвенные водоросли. Почвенные водоросли составляют постоянную и активную часть почвенной биоты и обладают высоким потенциалом диагностической информации.

Альгоиндикация состояния почвы проводилась с использованием общепринятых в альгологии методов определения видового состава водорослей [185]. Проведен анализ альгофлоры по систематическим группам и жизненным формам, по относительной встречаемости и составу индикаторных видов.

В природных условиях – естественных и антропогенных экосистемах – водоросли образуют группировки, которые по своему характеру отражают свойства почвы – генезис, текущее состояние, характер использования, наличие загрязнения и т.п. Генетические свойства почвы обусловливают основные признаки группировок водорослей. Водоросли четко реагируют на водный режим почв, гранулометрический состав, пищевой режим, особенно наличие фосфорных соединений, кислотность, солевой состав, структуру.

Почвенные водоросли реагируют на различные виды загрязнения почвы [186]. Отмечено, что аэротехногенное загрязнение – рассеянное и локальное – уменьшает разнообразие и численность водорослей. Желтозеленые водоросли, особенно одноклеточные, можно считать показателями чистоты и здоровья почвы. Их исчезновение из местообитаний, где они присутствовали, становится сигналом неблагополучия почвы.

На участке А-1 (рис. 30) (лес березовый с ивой злаково-разнотравный, почва дерновая грунтово-глеевая) в осенних пробах 2001 г. обнаружено 9 видов водорослей: 5 видов зеленых (*Chlamydomonas conversa, Chlamydomonas gloeogama, Carteria sphagnicola, Coccomyxa confluens, Chlorella minutissima*) и 4 вида желтозеленых (*Botridiopsis arhiza, Botridiopsis eriensis, Heterothrix bristoliana, Heterococcus chodatii*).

На участке А-2 (лес березово-черноольховый тростниково-лабазниковый, почва болотная перегнойно-торфяно-глеевая) отмечено 18 видов: 6 видов синезеленых (*Pseudanabaena catenata, Pseudanabaena galeata, Oscillatoria formosa, Oscillatoria limosa, Oscillatoria sancta*), 6 видов диатомовых (*Navicula mutica, Navicula pelliculosa, Pinnularia borealis, Stauroneis anceps, Nitzschia palea, Hantzschia amphioxys*), 2 вида желтозеленых (*Bumilleriopsis brevis, Heterococcus*

chodatii), 4 вида зеленых водорослей (*Chlamydomonas gloeogama, Coccomyxa confluens, Macrochloris dissecta, Chlorococcum* sp.).

В осенних пробах почвы участка А–4 (ельник травяной, почва дерново-слабоподзолистая) обнаружен только один вид зеленой водоросли Coccomyxa.

На участке луга у Карповых озер (Кр–3) обнаружено в пробах 11 видов водорослей из четырех отделов: синезеленые (*Nostoc punctiforme, Cylindrospermum licheniforme*), диатомовые (*Pinnularia intermedia, Hantzschia amphioxys*), желтозеленые (*Heterothrix bristoliana, Tribonema angustissimum*), зеленые (*Chlamydomonas gloeogama, Actinochloris sphaerica, Chlorella vulgaris, Stichococcus minor, Chlorococcum* sp.).

На участке стрельбищ (А–8, почва дерново-слабоподзолистая) были собраны поверхностные разрастания водорослей. Выявлено 32 вида. Преобладали синезеленые (*Oscillatoria amoena, Oscillatoria formosa, Oscillatoria subtilissima, Phormidium angustissimum, Phormidium boryanum, Phormidium foveolarum, Phormidium hennigsii, Phormidium frigidum, Lyngbya aerugineo-coerulea, Nostoc punctiforme, Anabaena* sp., *Tolypothrix tenuis, Calotrix gracilis, Stigonema ocellatum*) и зеленые (*Chlamydomonas elliptica, Macrochloris dissecta, Chlorhormidium flaccidum, Chlorhormidium mucosum, Cylindrocystis brebissonii, Cylindrocystis crassa, Cosmarium anceps, Mesotaenium* sp., *Chlorococcum* sp.),присутствовали диатомовые (*Navicula mutica, Navicula pelliculosa, Pinnularia borealis, Pinnularia intermedia, Stauroneis anceps, Nitzschia palea, Hantzschia amphioxy*s), желтозеленые (*Pleurochloris anomala, Polyedriella helvetica*), эвгленовые водоросли (*Euglena mutabilis*).

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что видовой состав альгофлоры характерен для почв данных биогеоценозов, однако обеднение видового разнообразия и уменьшение доли желтозеленых водорослей свидетельствует о загрязнении почв.

2.1.6. Оценка растительного покрова вблизи объектов хранения и уничтожения химического оружия

Территория изучаемого Оричевского района входит в состав подзоны южной тайги, где зональная растительность представлена темнохвойными (еловыми и пихтово-еловыми) лесами кисличного типа. Помимо влияния климата характер растительности определяется сочетанием рельефа, почв и других условий, что приводит к пестротности (гетерогенности) естественного растительного покрова конкретных территорий. Антропогенный фактор усиливает эту неоднородность.

Современные ландшафты в зоне исследований представлены комплексами антропогенно трансформированной растительности водораздельных территорий и долины р. Вятки. В геоморфологическом отношении водоразделы неоднородны – повышенные холмистые участки представляют эрозионно-денудационные равнины; низменные выположенные территории имеют водно-ледниковое происхождение. Долинный комплекс р. Вятки представлен обширной поймой и несколькими надпойменными террасами. Арсенал «Марадыковский» находится на границе между долиной р. Вятки и незаметно сливающейся с ней Средневятской водно-ледниковой равниной.

Для участков пониженной Средневятской равнины характерны комплексы сырых и заболоченных лесов черничной, долгомошной и сфагновой группы. Древостои – производного типа из вторичных пород (сосны, осины, березы) с незначительной примесью коренной породы - ели. Пихта почти не встречается.

На повышенных участках холмистых эрозионно-денудационных равнин сохранились местами незначительные по площади и сильно измененные деятельностью человека леса кисличного типа. В основном же эти оптимальные по лесорастительным условиям экотопы таежной зоны заняты сельскохозяйственными землями.

Площади земель на месте вырубленных когда-то зональных лесов, используемые прежде под пашни и посевы сельскохозяйственных культур, в настоящее время заняты залежными лугами, постепенно зарастающими порослью сосны и березы. Достаточно высокое еще плодородие бывших пахотных почв обеспечивает формирование на заброшенных пашнях ценных в кормовом отношении, высокопродуктивных травостоев из верховых мезофильных рыхлокустовых злаков – овсяницы луговой, тимофеевки, ежи сборной с участием бобовых – клеверов (лугового, среднего, гибридного), чины луговой, горошка мышиного. Подобный ботанический состав индицирует наиболее ценную в хозяйственном отношении фазу развития луговой растительности, длительное поддержание которой требует постоянного ухода со стороны человека. Однако в настоящее время большая часть лугов находится в заброшенном состоянии и не используется в качестве кормовых угодий.

Задернованные обочины дорог, полевые межи, длительно используемые под сенокос лесные поляны заняты низкопродуктивными мелкозлаково-мелкотравными травостоями с полевицей тонкой, душистым колоском, манжеткой, ястребинкой и др. Они быстро зарастают мхами, а на сухих участках - выгорают.

По низинам с переувлажненными кислыми и бедными почвами низкого плодородия произрастают осочники и щучники, имеющие низкую кормовую ценность. Опушки сырых лесов местами окаймляют сильно замоховелые луго-

вые поляны с изреженным травостоем из мелких осок, белоуса, хвощей и ситников. Ценность таких луговин в качестве кормовых угодий чрезвычайно низка; при неиспользовании по назначению они быстро зарастают ивняком и сосной.

По склонам и ложбинам эрозионно-денудационных холмистых равнин, где развиты более плодородные суглинистые почвы, сформировались ценные высокопродуктивные луга с доминированием лисохвоста, овсяницы луговой, тимофеевки, ежи сборной. Вдоль водотока по днищу ложбины произрастают крупноосоковые травостои; а у подножий склонов встречаются мелко травные участки.

В пойме р. Вятки наибольшие площади заняты лугами сенокосного использования; имеются участки лесов и древесно-кустарниковой растительности. На пойменных лугах широко распространены сообщества с доминированием диграфиса, костра безостого (кострец), овсяницы луговой и лисохвоста. Луга такого типа представляют хорошую кормовую базу животноводства и требуют регулярного ухода для длительного сохранения в данном состоянии; своевременная уборка трав также повышает экономическую ценность природных угодий.

Первая надпойменная терраса сильно заболочена. Здесь сохранились участки сырых еловых и лиственных лесов, кустарниковые заросли (осиново-ольховые с ивой). Наибольшие площади лугов заняты лабазниково-щучковыми, вейниковыми и крупноосоковыми травостоями. По ложбинам, вдоль небольших водотоков, заросших труднопроходимыми ивняками, доминирует осока дернистая, образующая высокие кочки. При проведении мелиоративных работ эти луга также можно превратить в ценные кормовые угодья.

Вторая надпойменная терраса, сформированная толщами песчаного аллювия, занята преимущественно сосняками кустарничкового типа (с брусникой, плауном сплюснутым, грушанками). Почвы в этой группе типов леса имеют низкое плодородие и недостаточно обеспечены влагой. Луговая растительность заброшенных пахотных участков этих территорий представлена изреженными низкопродуктивными полевичниками.

В 3-километровую зону ОУХО «Марадыковский» входит долина р. Вятки, где боровая терраса занята лесами брусничного типа, а пойма и первая терраса заболочены. В пойме Вятки имеются луга, заросли кустарников, низинные и верховые болота. Водоразделы представлены пониженной Средневятской равниной, где также широко развито заболачивание, поэтому значительные площади заняты сырыми черничными и заболоченными лесами. Лесопокрытая площадь составляет здесь 52,7%; 43% приходится на пастбища; 4% – на пашни. Площадь лесов с максимальной нарушенностью древостоев (вторичные леса с сосной, березой, осиной) составляет 87,6%.

В пределах санитарно-защитной зоны ОУХО леса распределены неравномерно. Безлесные участки, не представляющие преграды для распространения в случае аварии химического облака, расположены от него к северо-западу, северу и юго-востоку. Особая опасность для незащищенного лесами северного направления обусловлена еще и тем, что расположенная здесь долина р. Вятки представляет как бы аэродинамическую трубу, по которой поллютанты могут распространяться на значительные территории, расположенные в южном направлении основной водной артерии области. В северном и северо-западном направлениях не защищенным является долинный комплекс р. Вятки. В восточном и юго-восточном направлении опасность загрязнения обусловлена возможностью поражения проживающего здесь населения, так как на этой территории расположено несколько населенных пунктов – деревни Ерши, Ряби, Марадыково, Быстряги и далее Серичи, Березины, Тарасовы, Березкины, Якуничи. В качестве преграды распространению загрязняющего облака необходимо создание буферных лесопосадок. Нормативы для объектов данного типа не разработаны. По имеющимся для металлургических комбинатов нормативам лесозащитная полоса должна составлять не менее 40% всей площади территории, попадающей в зону воздействия.

10-километровая зона включает аналогичные ландшафтные комплексы – долину р. Вятки и участки Средневятской равнины. Лесопокрытая площадь составляет 33,4%; более 2/3 этих лесов являются вторичными. Пашни, расположенные на месте вырубленных зональных южнотаежных лесов, занимают 1/4 часть территории. Треть земель приходится на луга, большая часть которых расположена в пойме р. Вятки.

Выявленные особенности растительного покрова зоны воздействия ОУХО соответствуют состоянию его в целом по Оричевскому району, где лесистость составляет 54,9 %, а лесопокрытая площадь – 53,2% от всей территории. Особенностью породного состава лесов района является абсолютное преобладание сосняков (51%); доля коренных (условно коренных) еловых лесов составляет менее 1/4 части всей лесной площади (22,6%). При этом надо учесть, что по государственным нормативам к еловым относят лесонасаждения с участием ели от 40 до 30%, что неоправданно с позиций биосферной значимости растительного покрова. По Оричевскому лесхозу доля лесонасаждений с участием ели в древостое, равным 10 единицам, составляет 0,6% лесопокрытой площади. В 10-километровой зоне ОУХО «Марадыковский» структура лесных территорий по долевому участию ели такова: 4Е – 1,2%; 3Е – 3,8% 2Е – 6,7%, 1Е – 11,3%. В трехкилометровой зоне ОУХО преобладают сосновые леса. Широко распространены елово-березовые, осиново-березовые, елово-осиновые леса, возникшие на месте коренных елово-пихтовых и пихтово-еловых типов. Происхождение сосняков связывают с периодически повторяющимися пожарами, а также монокультурой сосны; благоприятствующим фактором является

широкое распространение на исследуемой территории мощных песчаных отложений водно-ледникового или аллювиального происхождения.

Половина всех лесонасаждений относится к первой и второй возрастной группе (молодняки и средневозрастные). Доля полноценных спелых и перестойных еловых лесов по трем районам центральной полосы Кировской области – Оричевскому, Котельничскому и Орловскому – составляет всего лишь 2,7%. По условиям произрастания наибольшие площади заняты черничной и майниково-черничной группой, для которых характерно повышенное увлажнение, низкое плодородие, плохой дренаж и повышенная кислотность. На зональные леса кисличного типа приходится менее 10% территории.

Флора района насчитывает 642 вида высших сосудистых растений, что составляет 58,5% от флоры Кировской области, они входят в состав 89 семейств (90,8% таковых всей флоры области) и 337 родов (73,9% – от общеобластного состава). Эти данные говорят о сходстве флоры изучаемой территории с флорой области в целом. Первое место по систематическому разнообразию (число родов и видов) занимает семейство сложноцветные, на втором месте стоят злаковые, на третьем – зонтичные (по числу родов) (табл. 53). Такая же закономерность характерна и для области в целом [187]. В Оричевском районе произрастает 32 вида охраняемых растений, что составляет 44,4% от таковых в области [188]. Из них 3 вида: башмачок настоящий, калипса клубневая и пыльцеголовник красный – занесены в список охраняемых растений Росийской Федерации и включены в Красную книгу РФ (1988 г.).

Таблица 53

Систематический анализ флоры Оричевского района в сравнении с Кировской областью[180]

Название семейств	Количество родов		Количество видов	
	Оричевский р-н	Кировская обл.	Оричевский р-н	Кировская обл.
Сложноцветные	38	49	64	118
Злаковые	28	46	50	102
Зонтичные	21	30	23	33
Розоцветные	19	25	43	80
Гвоздичные	16	20	31	53
Крестоцветные	19	23	28	45
Бобовые	12	20	28	57
Губоцветные	12	20	20	34
Лютиковые	10	15	18	38
Норичниковые	10	11	32	41
Орхидные	9	14	13	22
Бурачниковые	9	11	15	20

Оричевский район богат грибами. В лесах в больших количествах встречаются белые грибы, подберезовики обыкновенный и болотный, моховики желто-бурые, подосиновики, лисички, волнушки и грузди. Биологический урожай съедобных грибов составляет 736,8 т в год обильного плодоношения, 58,3 т – в слабоурожайный год и 339,6 т – при среднем урожае. Общий промысловый урожай съедобных грибов оценивается в 134,5 т (в средний урожайный год); фактическое освоение общего промыслового урожая равно 63,7%, доступного – 85,1%.

В лесах Оричевского района произрастает 8 видов ягодных растений [188]. Общие запасы дикорастущих ягод (в разные по их плодоношению годы) колеблются в пределах 136–325–451 т.; доля черники в них составляет 35,0%, клюквы – 44,4%. Промысловый урожай ягод, плодов колеблется в пределах 102 – 245 – 935 т и осваивается на 90% (биологический – на 68%).

На территории Оричевского района встречаются многие виды лекарственных растений. Наиболее широкое распространение в районе имеют багульник болотный, брусника, вахта трехлистная, зверобой (продырявленный и четырехгранный), иван-чай узколистный, крапива двудомная, лабазник вязолистный, толокнянка обыкновенная, шиповник (иглистый и коричный). Биологический запас лекарственного сырья составляет 541 т, а возможные ежегодные заготовки – 22,55 т [188].

Санитарное состояние насаждений неблагоприятно на всей исследуемой территории, что проявляется в усыхании древостоев. Особенно сильно это прослеживается на сосне, осине, ели. Основной причиной деградации древостоев являются концентрированные рубки леса, сведение лесной растительности на значительных территориях. Мелкоконтурность сохранившихся лесных массивов, изрезанность их границ, значительные рекреационные нагрузки изменяют микроклимат леса, что ухудшает жизненное состояние лесных растений и благоприятствует массовому распространению насекомых-вредителей и болезней. Именно неправильное лесопользование привело к массовому усыханию, прежде всего, хвойных лесообразующих пород и к деградации таежных лесов равнинной части страны. В целом по Оричевскому району санитарное состояние древостоев оценивается баллом 3–3,5.

В непосредственной близости к объектам хранения и уничтожения химического оружия (технический комплекс – установка «Долина», на которой проводилось уничтожение химического оружия) состояние растительности отличается более значительным повреждением древостоев, а также растений других ярусов леса.

Санитарное состояние деревьев на участке в березово-черноольховом тростниково-лабазниковом лесу на территории установки «Долина» оценивается баллом 3,5–4 (балл 5 означает полную гибель дерева). Морфометрические показатели деревьев характеризуются сильным отклонением от нормального

состояния. Стволы ольхи черной имеют очень крупные размеры (по высоте и толщине), необычно толстую и трещиноватую кору, уродливые выросты на коре, продольные и крупные, сферической формы трещины, слабо развитую крону. Аналогичное ослабленное состояние характерно для осины. У молодых елей отмечается значительное смолотечение на коре стволов и усыхание веток в кроне дерева. На листьях подлеска и кустарникового яруса отмечается обилие некротических пятен разной величины. Для жимолости характерна курчавость края листа, на листьях смородины – обилие пузыревидных вздутий.

На расстоянии 1,5 км к северу от установки «Долина» также проявляется сильное воздействие техногенного «источника». Проективное покрытие эпифитных лишайников на стволах сосны здесь очень незначительное – в пределах 5–10%; на стороне стволов сосны, обращенных в сторону «Долины», эпифитные лишайники и мхи усыхают (словно «оплавленные»). Химический анализ по определению соединений мышьяка в лесных мхах выявил радиальный характер распространения мышьяка от источника загрязнения в пределах 2–3 км, аналогично происходит увеличение обилия лишайников по мере удаления от источника загрязнения воздуха. Кроме того, на талломах лишайников отмечаются некрозы [180, 184]. Кроны сосен, растущих очень редко, при хорошем освещении, развиты слабо, хвоя обесцвечена, бледно-зеленая.

Значительно повреждены леса в непосредственной близости от арсенала «Марадыковский». Вдоль восточной стороны ограждения и вблизи от ЮВ угла территории арсенала изучено два участка. На одном из них представлен ельник чернично-зеленомошный, на другом – сосняк зеленомошно-наземновейниковый. В обоих случаях древостои сильно нарушены, санитарное состояние оценено баллом 4,5. У елей разного возраста и у всех сосен кроны почти полностью усохшие, что означает реальность гибели леса.

В очень плохом состоянии находится лес, расположенный в непосредственной близости к западной стороне ограждения арсенала. Усыхание крон сосен в ближайшее время также может привести к полной гибели леса, на месте которого сформируются заросли ивняка, а впоследствии возможно образование верхового болота.

Гибнущий лес выявлен и на участке около северо-западного угла арсенала. Разрушение осины и березы (выпадение из состава древостоя в валежник) здесь обусловлено возрастом. Сосны и ели находятся в фазе самого активного роста и должны обладать наибольшей устойчивостью. Однако санитарное состояние их тоже выявляет неблагополучие, оно оценено баллом 3,5. Кроны ослаблены, на большей части ствола сухие ветви. Среди сухостоя и валежника есть ели разного диаметра (и возраста). Это означает, что их гибель не связана с возрастом, а определяется неблагоприятным воздействием внешнего фактора.

Сравнение состояния растительности в разных точках на ближайшей к арсеналу и «Долине» территории показывает, что наиболее повреждены леса

вдоль восточной стороны арсенала «Марадыковский», расположенные по основному направлению дующих здесь ветров.

В сравнении со средними данными санитарного состояния древостоев в Оричевском районе этот показатель в ближайшей зоне к объектам хранения и уничтожения химического оружия – «Арсенал» и «Долина» – оказался более высоким, что следует расценивать как проявление имеющегося здесь отрицательного воздействия на растительность, источником которого, очевидно, являются данные объекты. Санитарное состояние древостоев, выявленное на изучаемых участках, подтверждает данное предположение.

На буферной территории состояние хвойных пород оценено баллом 3,5, а на территории, непосредственно прилегающей к арсеналу и участку уничтожения аварийных боеприпасов, с расположенной на нем экспериментальной установкой «Долина», этот показатель значительно выше и составляет 4,5. Эти данные свидетельствуют о наличии отрицательного воздействия названных объектов на лесную растительность.

В целом для района изучения характерна сильная нарушенность естественного растительного покрова в результате хозяйственного освоения (промышленная крупномасштабная вырубка лесов, распашка земель под сельскохозяйственное освоение). Мелкоконтурные участки лесов, расположенных на сельскохозяйственных землях, испытывают сильное рекреационное воздействие.

Таким образом, современное состояние растительного покрова Оричевского района, а также территории воздействия ОУХО выявляет значительную степень нарушенности коренной растительности в результате хозяйственного освоения и свидетельствует о значительном снижении ресурсного и биосферного потенциала сохранившихся лесов; их пониженной буферной способности и значительной уязвимости против любых внешних неблагоприятных факторов.

2.1.7. Оценка состояния животного мира на территории зоны защитных мероприятий объекта хранения химического оружия «Марадыковский»

На территории радиусом около 30 км от объекта хранения ХО проводилось изучение видового состава и численности мелких млекопитающих и беспозвоночных животных.

Животный мир представлен в основном типичными таежными видами. Однако южное положение в подзоне, большая доля открытых территорий, их мозаичность вносят разнообразие в состав фауны. Наряду с характерными для средней и южной подзон тайги видами здесь встречаются представители лесостепи – серая куропатка, перепел, заяц-русак.

В районе исследований отмечено 137 видов позвоночных из 220 теоретилекопитающих Кировской области [189] в районе исследований достоверно установлено обитание 39 видов (без рукокрылых). Из 193 гнездящихся в Кировской области видов птиц [190] в районе исследований возможно нахожде-

ние 124 видов, однако по учетным и опросным данным зарегистрирован 91 вид (включая пролетных, залетных и зимующих). Охотничьи животные в районе проектируемого строительства объекта представлены 23 видами.

Подавляющая часть ***ихтиофауны*** приурочена к руслу р. Вятки, являющейся водоемом первой рыбохозяйственной категории, и ее пойменным озерам, где обычны такие виды рыб, как плотва, язь, линь, караси, уклейка, щука, окунь, ерш. Почти весь этот набор видов отмечен и в искусственном пруду на р. Погиблице у пгт. Мирный. Из видов Красной книги РФ в р. Вятке присутствует обыкновенный подкаменщик. Ихтиофауна р. Вятки в пределах изучаемого района, по результатам исследований, литературным и опросным сведениям, представлена 30 видами рыб, относящимися к 8 семействам. Кроме того, в пойменных водоемах предположительно встречаются быстрянка и вьюн, а в некоторых притоках возможно обитание хариуса.

Наиболее многочисленны и широко распространены на данном участке р. Вятки, как и в других районах, пескарь, уклея, елец, а из ценных промысловых видов – лещ, стерлядь, жерех. Обычны – язь, белоглазка, подуст, плотва, щука, судак, голавль, окунь, ерш, густера, синец, чехонь. Редкими являются щиповка, голец, бычок-подкаменщик и сом.

Для ихтиофауны притоков р. Вятки (реки Холуница, Большая Холуница, Погиблица, и др.), расположенных вблизи проектируемого ОУХО, характерны те же виды рыб, что и для р. Вятки. Практически эти притоки относятся к водоемам второй рыбохозяйственной категории и служат нерестилищами карповых рыб.

С водными экосистемами и околоводными территориями помимо ихтиофауны связаны также тритон обыкновенный и тритон гребенчатый; обыкновенный уж, тритон гребенчатый, обыкновенный уж, гадюка, серая цапля, все пастушковые, большинство видов куликов, все чайки, поганки, гусеобразные и аистообразные, болотная сова, трясогузки, камышевки, дубровник, а также кутора, бобр, ондатра, водяная полевка, горностай, норки, выдра.

Из 10 видов земноводных животных фауны Кировской области в районе исследований установлено наличие 6 видов. К многочисленным видам (видам-доминантам) относятся серая жаба и остромордая лягушка, обычны озерная лягушка, тритон обыкновенный и тритон гребенчатый, травяная лягушка немногочисленна.

Из 6 видов пресмыкающихся животных фауны Кировской области на данной территории установлено наличие 4 видов: ящерица живородящая (встречается практически во всех подходящих для нее местообитаниях), ящерица прыткая единично, уж обыкновенный и гадюка. Гадюка визуально отмечена только в прибрежной зоне оз. Лопатинское, при несомненном наличии ее на всей территории.

В соответствии с имеющимися данными, на территории 25-километровой зоны от объекта хранения ХО обитает 4 вида редких и исчезающих животных, занесенных в Красную книгу России (орлан-белохвост, скопа, черный аист, подкаменщик обыкновенный).

В целом выявленный видовой состав позвоночных животных соответствует типичным фаунистическим комплексам подзоны южной тайги с наличием характерных таежных видов: серая жаба, травяная лягушка, живородящая ящерица, обыкновенная гадюка, глухарь, рябчик, черный дятел, медведь. Присутствуют отдельные представители южной фауны европейских хвойно-широколиственных лесов: прудовая лягушка, прыткая ящерица, веретеница, клинтух, белоспинный дятел, горихвостка, иволга.

В лесном массиве в окрестностях установки «Долина» и д. Новожилы видовой состав зооценоза обследован по характеру пребывания, встречаемости, флуктуирующей асимметрии, гематологическим показателям.

Исследование микромаммалий показало, что наибольшие показатели флуктуирующей асимметрии отмечены только в непосредственной близости от полигона, где уничтожались химические боеприпасы (около установки «Долина»). Здесь оценочный индекс составляет 2 балла, что в соответствии с используемой методикой указывает на незначительное неблагоприятное влияние. [180]

По гематологическим показателям мышевидных грызунов в этом районе также имеются наибольшие отклонения. Зарегистрировано повышенное иммунологическое напряжение.

У рыжих полёвок, отловленных в районе «Долина» – д. Новожилы, выявлено повышенное количество лимфоцитов, моноцитов и сниженное количество нейтрофильных элементов, по сравнению с рыжими полёвками, обитающими в окрестностях с. Бобино (фоновая территория), что свидетельствует о напряженности иммунитета у обследованных животных изучаемой зоны. Исследование крови грызунов обнаруживает в ней содержание базофилов, в то время как в крови мышей фоновой территории они отсутствуют.

При сопоставлении активности гуморальных факторов естественной резистентности установлено достоверное повышение значений уровня общего комплемента и лизоцима в крови мышевидных в районе изучаемого объекта по сравнению с показателями фоновой территории. Полученные результаты являются предварительными, по ним можно сделать вывод о напряженности гуморальных факторов резистентности у животных из экологически неблагополучного района. Для подтверждения этих данных требуется продолжение исследований.

По охотничьим животным отклонений от нормы не выявлено. Изменения сроков размножения, плодовитости, упитанности, смертности были в пределах естественных колебаний, обусловленных абиотическими и биотическими фак-

торами. Более того, в лесу, примерно в 1 км от д. Марадыково, в 2000 и 2001 гг. был обнаружен редкий для Кировской области азиатский бурундук. А в летние месяцы из-за пониженного фактора беспокойства (мало посещаемый людьми участок) отмечена повышенная численность лося. [180]

Особенностью орнитофауны пгт. Мирный и его окрестностей является отсутствие обоих видов воробьев. Несколько особей полевого воробья отмечено лишь на железнодорожном разъезде «Марадыковский».

Изучение беспозвоночных животных проводилось в наземных и водных экосистемах на территории радиусом около 30 км от объекта хранения ХО с целью выявления биоиндикаторов техногенного загрязнения. Изучался видовой состав и численностъ ***беспозвоночных животных***: моллюсков, насекомых, нематод, зоопланктона, зообентоса.

Проведенные исследования в 8 водных и 6 наземных биотопах позволили выявить 36 видов *моллюсков* двух классов, из них в пруду у пгт. Мирный за два года наблюдений зарегистрировано 10 видов. В целом состояние малакофауны на изучаемой территории характеризуется как благополучное.

В районе исследования вблизи пгт. Мирный при рекогносцировочных исследованиях в 1999 г. было обнаружено более 20 видов ***насекомых***. В окрестностях с. Пищалье (в 15 км от пгт. Мирный) обилие насекомых составило 167 экз. на кв. м, в их составе преобладали двукрылые (около 100 экз).

На фоновой территории (урочище Атарская Лука Нолинского района) видовое разнообразие существенно превышало данный показатель по Оричевскому району. Достаточно репрезентативные материалы получены по распределению количества муравейников на 1 км маршрута при разном удалении от объекта хранения ХО «Марадыковский». Наличие и обилие муравейников, наряду с другими показателями состояния фауны, может быть использовано в качестве индикатора состояния окружающей среды в экологическом мониторинге.

2.2. Социально-демографическая характеристика района размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский»

Социально-демографическая характеристика района размещения объекта свидетельствует о высокой плотности населения – 16,4 чел/км^2, в то время как средняя плотность населения Оричевского района составляет 14,9 чел/км^2, а среднеобластная – 13,1 чел/км^2.

Основные показатели демографической ситуации района размещения ОУХО, Оричевского, Куменского (контрольного) районов и Кировской области представлены в табл. 54.

Таблица 54

Основные показатели демографической ситуации (1990-1998 гг.)

Район	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Общие коэффициенты рождаемости (на 1000 чел.)									
Куменский	10,9	12,1	11,8	8,5	8,7	10,0	9,9	8,6	9,6
Оричевский	10,9	9,6	7,8	7,8	6,4	7,2	6,5	6,2	4,3
пгт. Мирный	8,8	7,8	8,8	5,3	5,5	6,0	5,5	5,8	5,4
По области	12,7	11,2	9,8	8,5	8,5	8,1	7,7	7,3	7,6
Общие коэффициенты смертности (на 1000 чел.)									
Куменский	10,8	12,2	12,6	15,0	14,7	16,3	15,3	15,7	13,4
Оричевский	13,2	13,6	12,8	15,8	16,9	18,1	15,8	16,1	16,4
пгт. Мирный	10,3	11,3	10,0	12,8	13,3	16,5	12,0	14,8	15,0
По области	11,8	12,1	12,6	14,6	16,4	16,3	15,2	15,8	14,3
Прирост/убыль населения (на 1000 чел.)									
Куменский	0,1	-0,1	-0,8	-6,5	-6,0	-6,3	-5,4	-7,1	-3,8
Оричевский	-2,3	-4,0	-5,0	-8,0	-10,5	-10,9	-9,3	-9,9	-12,1
пгт. Мирный	-1,5	-3,5	-1,2	-7,5	-7,8	-10,5	-6,5	-9,0	-9,6
По области	0,9	-0,9	-2,8	-6,1	-7,9	-8,2	-7,5	-8,5	-6,2

Анализ данных, представленных в табл. 54, свидетельствует о том, что по показателям рождаемости, смертности и убыли населения Оричевский район и пгт. Мирный существенно отличаются от Куменского (контрольного) района и в целом по Кировской области. В частности, убыль населения по Оричевскому району в три раза выше, чем в Куменском районе, и в два раза больше показателей по Кировской области, почти идентичная картина по пгт. Мирный.

Показатели естественного движения населения пгт. Мирный и городского населения Оричевского района приведены в табл. 55.

Таблица 55

Основные показатели естественного движения населения в пгт. Мирный, %

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
пгт. Мирный											
Рождаемость	7,9	10,5	8,8	7,8	8,8	5,3	5,5	6,0	5,5	5,8	5,4
Смертность	10,8	10,8	10,3	11,3	10,0	12,8	13,3	16,5	12,0	14,8	15,0
Ест. убыль	-2,9	-0,3	-1,5	-3,5	-1,2	-7,5	-7,8	-10,5	-6,5	-9,0	-9,6
Оричевский район (городская местность)											
Рождаемость	11,2	10,5	9,4	8,4	7,0	6,1	5,4	6,9	6,7	5,9	6,1
Смертность	11,8	10,1	10,0	10,7	9,4	12,6	12,7	15,6	12,8	13,7	13,8
Ест. прирост (убыль)	-0,6	+0,4	-0,6	-2,3	-2,4	-6,5	-7,3	-8,7	-6,1	-7,8	-7,7

За 1999–2000 гг. число родившихся в пгт. Мирный составило 46 человек, умерло 126 жителей поселка. Официальная статистика свидетельствует об ухудшении демографической ситуации в поселке, в частности, о заметном снижении рождаемости и высоких коэффициентах смертности, превышающих среднерайонные показатели. Возрастно-половая структура населения пгт. Мирный является отображением общей структуры района, которая характеризуется низкой долей детей и подростков (15,2%) и повышенной долей лиц старшего возраста (25%).

В целом, естественная убыль населения в поселке началась значительно раньше, чем в области, и показатели убыли превышают среднеобластные и среднерайонные (для городского населения). Таким образом, возрастная структура населения пгт. Мирный и населения в 10-километровой зоне от него явно нарушена, устойчиво сохраняется тенденция старения населения. На 1897 чел. экономически активного населения приходится 1215 чел. пенсионеров и инвалидов.

Состояние социальной инфраструктуры района размещения объекта свидетельствует о крайне низком уровне средств связи, состояния дорог, медицинского обеспечения, невысок уровень материальных доходов населения, ухудшается материально-техническая база учреждений социальной сферы и жилищного фонда. В сельских поселениях, включая центры сельских округов п. Быстряги и с. Пищалье, нет ни одного объекта бытового обслуживания, закрыты все предприятия общественного питания, за последние десять лет сократилось число фельдшерско-акушерских пунктов.

Характеристика численности населения, проживающего вблизи арсенала «Марадыковский», сравнительная характеристика заболеваемости взрослого и детского населения пгт. Мирный, Оричевского района и Кировской области приведены в табл. 56, 57.

Таблица 56

Характеристика численности населения, проживающего вблизи проектируемого ОУХО

Показатели	Значение
Количество населенных пунктов в СЗЗ объекта хранения ХО (3 км)	9
Население, проживающее в СЗЗ (3 км от периметра), чел.	4143
Количество населенных пунктов в радиусе 10 км	45
в том числе с постоянным населением	41
Население, проживающее в радиусе 10 км	5762
Население, проживающее в ЗЗМ, площадью 891 км	54590

Таблица 57

Сравнительная характеристика заболеваемости взрослого и детского населения за 1992-2000 гг. (на 1000 чел. населения)

Критерии	пгт. Мирный (по данным УБ)	Оричевский район	Кировская область
Средние показатели заболеваемости взрослого населения:	896,9±19,0	872,9±6,15	1070,4±0,96
- эндокринные заболевания	20,5±2,88	21,3±0,96	25,6±0,15
- заболевания крови и кроветворных органов	1,3±0,73	2,1±0,301	2,9±0,05
- болезни системы кровообращения	194,1±8,86	180,1±2,79	172,0±0,39
- онкологические заболевания	13,3±2,32	32,5±1,19	35,6±0,18
- болезни нервной системы и органов чувств	52,7±4,62	61,7±1,64	116,3±0,32
- болезни мочеполовой системы	37,1±3,87	37,2±1,27	51,4±0,21
- болезни органов дыхания	226±9,56	221,2±3,10	242,1±0,46
- болезни кожи и подкожной клетчатки	25,8±3,23	18,9±0,904	38,8±0,18
- болезни костно-мышечной системы	141,2±7,55	105,6±2,14	107,7±0,31
- болезни органов пищеварения	86,3±5,31	62,1±1,64	75,6±0,26
Средние показатели заболеваемости детского населения	1949,1±65,0	1448,3±18,2	1439,7±2,11
- эндокринные заболевания	137,5±17,27	45,2±3,22	23,3±0,27
- заболевания крови и кроветворных органов	19,7±6,54	25,4±2,42	18,9±0,24
- болезни системы кровообращения	51,3±10,6	11,1±1,60	8,1±0,16
- онкологические заболевания	-	2,0±0,68	2,3±0,08
- болезни нервной системы и органов чувств	112,9±15,7	121,3±5,28	137,1±0,65
- болезни мочеполовой системы	44,8±9,86	32,4±2,73	26,3±0,29
- болезни органов дыхания	1059,4±47,9	726,2±12,9	762,2±1,54
- болезни кожи и подкожной клетчатки	42,5±9,6	31,5±2,69	61,3±0,44
- болезни костно-мышечной системы	22,9±7,05	17,0±1,98	29,9±0,30
- болезни органов пищеварения	93,8±14,3	67,9±3,95	75,7±0,48

Продолжение табл. 57

- психические расстройства	64,6±11,8	48,3±3,33	43,8±0,37
- врожденные аномалии	17,9±6,23	10,9±1,58	11,7±0,19

Из представленных данных в табл. 56 видно, что уровень общей заболеваемости взрослого населения пгт. Мирный выше аналогичного в Оричевском районе на 2,7% и ниже, чем в Кировской области, на 19,3%. Среднемноголетние показатели заболеваемости взрослого населения пгт. Мирный выше среднерайонных и среднеобластных по ряду болезней: болезни системы кровообращения, органов пищеварения и костно-мышечной системы.

В то же время уровень заболеваемости детского населения пгт. Мирный по большинству показателей значительно превышает среднерайонные и среднеобластные значения. В частности, уровень общей заболеваемости на 35% выше, чем в Оричевском районе и по Кировской области. Значимые различия заболеваемости наблюдаются по следующим нозологическим классам:

– болезни эндокринной системы в пгт. Мирный в 5,9 раза выше по сравнению со среднеобластными показателями и в 3 раза выше, чем в Оричевском районе;

– болезни системы кровообращения в пгт. Мирный в 6,3 раза выше по сравнению со среднеобластными показателями и в 4,6 раза выше, чем в Оричевском районе;

– болезни органов дыхания в пгт. Мирный в 1,4 раза выше по сравнению со среднеобластными показателями и в 1,5 раза выше, чем в Оричевском районе;

– болезни мочеполовой системы в пгт. Мирный в 1,7 раза выше по сравнению со среднеобластными показателями и в 1,4 раза выше, чем в Оричевском районе;

– врожденные аномалии в пгт. Мирный встречаются в 1,5 раза чаще по сравнению со среднеобластными показателями и в 1,6 раза чаще, чем в Оричевском районе;

– психические расстройства в пгт. Мирный в 1,5 раза выше по сравнению со среднеобластными показателями и в 1,3 раза выше, чем в Оричевском районе;

– заболевания органов пищеварения в пгт. Мирный в 1,2 раза выше по сравнению со среднеобластными показателями и в 1,4 раза выше, чем в Оричевском районе.

Структурный анализ заболеваемости детского населения сравниваемых территорий представлен в табл. 58.

Таблица 58

Структура среднемноголетней заболеваемости детского населения Пищальского сельского округа, пгт. Мирный, Оричевского района и Кировской области за 1992-1998 гг. (%)

Ранг	Пищальский сельский округ	п. Мирный	Оричевский район	Кировская область
1	Болезни органов дыхания (59,83 %)	Болезни органов дыхания (54,54 %)	Болезни органов дыхания (52,99 %)	Болезни органов дыхания (52,34 %)
2	Инфекционные и паразитарные болезни (7,67 %)	Болезни эндокринной системы (7,08 %)	Инфекционные и паразитарные болезни (12,17%)	Инфекционные и паразитарные болезни (9,69 %)
3	Болезни нервной системы и органов чувств (5,78 %)	Инфекционные и паразитарные болезни (6,65 %)	Болезни нервной системы и органов чувств (8,74 %)	Болезни нервной системы и органов чувств (9,53 %)
4	Болезни органов пищеварения (5,34 %)	Болезни нервной системы и органов чувств (5,81 %)	Болезни органов пищеварения (4,89 %)	Болезни органов пищеварения (5,26 %)
5	Травмы и отравления (4,79 %)	Болезни органов пищеварения (4,83 %)	Психические расстройства (3,48 %)	Травмы и отравления (4,71 %)
6	Болезни кожи и подкожной клетчатки (4,70 %)	Травмы и отравления (3,99 %)	Болезни эндокринной системы (3.26 %)	Болезни кожи и подкожной клетчатки (4,26 %)
7	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде (2,77 %)	Психические расстройства (3,32 %)	Травмы и отравления (2,36 %)	Психические расстройства (3,05 %)
8	Другие заболевания (9,12 %)	Другие заболевания (13,78 %)	Другие заболевания (12,11 %)	Другие заболевания (11,16 %)

Анализ данных по состоянию здоровья, структуры, уровня динамики и тенденций заболевания пгт. Мирный выявляет повышенные значения по следующим детским заболеваниям: на первом месте болезни органов дыхания, составляющие более половины всех обращений детей за медицинской помощью. Второе ранговое место занимают болезни эндокринной системы с удельным весом 7,08%, далее – инфекционные и паразитарные болезни (6,65%), болезни нервной системы и органов чувств (5,81%), болезни органов пищеварения (4,83%). Заболеваемость детского населения пгт. Мирный характеризуется высокими темпами ежегодного роста по следующим классам болезней: болезни нервной системы и органов чувств, кожи и подкожной клетчатки, костно-мышечной системы, органов пищеварения.

Изучение заболеваемости гемобластозами населения Оричевского района выявило четкое превышение заболеваний по сравнению с контрольным Куменским районом по отдельным группам этой этиологии, в частности по миелопролиферативным заболеваниям (МПЗ). Данная группа заболеваний в настоящее время неизлечима и приводит к летальному исходу в течение нескольких лет. Учитывая высокую зависимость риска развития МПЗ от внешних факторов, в том числе окружающей среды, контроль за заболеваемостью по МПЗ особенно важен в экологически неблагоприятных районах, и ее рост во время эксплуатации объекта УХО может служить одним из маркеров химического загрязнения.

Обеспеченность населения Оричевского района медицинской помощью приведена в табл. 59. По данным таблицы можно сделать вывод о том, что показатели обеспеченности врачами и больничными койками в Оричевском районе ниже среднеобластных показателей по Кировской области.

Таблица 59

Обеспеченность населения медицинской помощью

	Динамика по годам							
	1991 г.	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.
Обеспеченность врачами, на 10 тыс. чел.								
Оричевский р-н	22,3	21,7	22,4	20,9	18,8	21,8	21,9	21,5
По области	28,8	29,6	30,8	32,6	31,4	33,9	33,6	36,0
Обеспеченность больничными койками, на 10 тыс. чел.								
Оричевский р-н	135,1	134,7	142,9	138,4	139,6	148,0	148,2	148,0
По области	152,5	148,1	157,7	148,4	150,5	152,2	152,8	157,7

Таким образом, результаты, полученные при исследовании экологического состояния территории размещения объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский», свидетельствуют о том, что уже в настоящее время природный комплекс на данной территории испытывает определенные природные и техногенные нагрузки.

По своему географическому положению территория района размещения объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» круглый год в той или иной степени находится в зоне активной циклонической деятельности западных, северо-западных и реже – юго-западных и южных циклонов.

Широкая заболоченная пойма р. Вятки, высокая лесистость изучаемого района создают значительные климатические и особенно микроклиматические различия (в температурном режиме, режиме увлажнения). Поэтому климатологические характеристики на данной территории могут быть как близкими к

среднемноголетним, так и, в определенные моменты, доходить до экстремальных значений, соответствующих опасным, стихийным гидрометеорологическим явлениям (сильный ветер, засуха и сильная жара, сильные продолжительные осадки, туманы и низкая облачность, гололедно-изморосевые отложения, паводковые явления и т. д.). При этом для некоторых синоптических ситуаций (например, при отсутствии сильной адвекции и турбулентности) возникает возможность смягчения континентальности климата.

Особенности равнинного рельефа с отдельными возвышенностями обусловливают неравномерное распределение осадков и снежного покрова.

Преобладание в течение года в нижних слоях атмосферы задерживающих слоев создает неблагоприятные условия для скорости рассеивания загрязняющих веществ.

Территория Оричевского района (в т. ч. и места размещения ОУХО «Марадыковский») неблагополучна в сейсмическом отношении, кроме того, она находится в зоне геотектонического разлома, вследствие чего возможна разгрузка загрязняющих веществ через трещины данного разлома и, соответственно, возникновения обширного очага загрязнения.

Местность относится к природно-подтопляемым территориям, местами заболочена, грунтовые воды подходят близко к поверхности (уровень грунтовых вод 0–3 м).

Основными источниками загрязнения окружающей природной среды в районе предполагаемого размещения ОУХО являются промышленные и сельскохозяйственные предприятия, воинские части, захоронения промышленных и бытовых отходов, скотомогильники, склады ядохимикатов и т. д.

Кроме промышленных предприятий серьезную антропогенную нагрузку на данную территорию вносят сельскохозяйственные предприятия и отходы их производственной деятельности (например, пестициды, в т.ч. пришедшие в негодность, свалки, стоки животноводческих ферм, скотомогильники). На территории Оричевского района имеется 16 складов хранения ядохимикатов, из них 11 приспособленных. На данных складах хранится 9942 кг пестицидов, из них с истекшим сроком – 1838 кг, непригодных к использованию – 148 кг. На территории Оричевского района расположено 30 скотомогильников (в т.ч. 4 почвенных очага сибирской язвы вблизи территории арсенала «Марадыковский»).

За время существования объекта хранения химического оружия «Марадыковский» на территории вблизи его неоднократно проводилось уничтожение различных видов химического оружия, в т.ч. синильной кислоты, фосгена, иприт-люизитной смеси, фосфорорганических ОВ. Уничтожение проводилось как на открытой местности, так и на экспериментальной установке «Долина», что могло привести к накоплению соединений органического фосфора, мышьяка и фтора в окружающей природной среде.

Для выявления мест бывшего уничтожения химического оружия обследовано 8 мест предполагаемого уничтожения, захоронения или затопления хи-

мического оружия и продуктов его деструкции на территории зоны защитных мероприятий объекта хранения химического оружия «Марадыковский». Проведенные исследования позволили выявить некоторые отклонения от нормативных показателей в природном комплексе лишь в двух местах: в районе бывшей установки «Долина» и в окрестностях арсенала химического оружия «Марадыковский». В частности, признаки техногенного воздействия проявляются на растительности, отмечаются отклонения от ПДК по мышьяку на почвенных разрезах вблизи установки «Долина», по гематологическим показателям в крови мышевидных грызунов, кроме того, у них зарегистрировано повышенное иммунологическое напряжение.

Сравнение состояния растительности на различных участках территории ближайшей к арсеналу ХО и установки «Долина» показывает, что наиболее повреждены леса вдоль восточной стороны арсенала «Марадыковский», расположенные по преобладающему направлению ветров. Древостои сильно нарушены, санитарное состояние оценено баллом 4,5. У елей разного возраста и у всех сосен кроны почти полностью усохшие.

В плохом состоянии находится лес, расположенный в непосредственной близости к западной стороне ограждения арсенала. Усыхание крон сосен в ближайшее время может привести к гибели леса, на месте которого формируются заросли ивняка, а впоследствии вполне реально развитие верхового болота. Гибнущий лес выявлен около С-З угла арсенала химического оружия.

Вблизи от установки «Долина» на расстоянии 1,5 км также проявляется сильное техногенное воздействие «источника». На стволах сосны отмечается малое проективное покрытие и усыхание эпифитных лишайников.

В сравнении со средними данными санитарного состояния древостоев в Оричевском районе этот показатель в ближайшей зоне к объектам хранения и уничтожения химического оружия и установки «Долина» оказался более высоким, что следует расценивать как проявление имеющегося здесь отрицательного техногенного воздействия на растительность.

Видовой состав и обилие позвоночных животных на изучаемой территории радиусом до 30 км существенно не отличаются от районных показателей. Имеющиеся различия объясняются увеличением (преобладанием) или снижением доли тех или иных предпочитаемых разными видами животных стаций.

У крупного рогатого скота резистентность и интенсивность обменных процессов в разных зонах Оричевского района по отношению к местам локализации ОУХО практически не отличаются.

Качество грунтовых вод на обследованной территории различно. На основании результатов анализа грунтовых вод, отобранных из шурфов (по периметру полигона захоронения) и из колодцев на расстоянии 2 км от ОУХО выявлено, что качество грунтовых вод ухудшается по направлению к существующему полигону захоронения. Грунтовые воды колодцев практически кондиционны по всем показателям, в некоторых из них (разъезд «Марадыков-

ский») отмечены превышения по окисляемости, по содержанию железа, марганца и нитратов.

По состоянию зоопланктона и зообентоса водоемы и водотоки района (независимо от мест их локализации по отношению к участкам размещения ОУХО) относятся к умеренно загрязненным. Неблагоприятный состав вод может быть вызван в том числе и привнесением веществ с поверхностным стоком, так как водосборный бассейн рек и других водоемов в большей степени расположен в сельскохозяйственных угодьях. В целом существенной разницы в состоянии водных экосистем внутренних водотоков вблизи объекта хранения ХО с точки зрения видового состава и обилия фауны планктона и бентоса не имеется.

Почвы в окрестностях объекта хранения химического оружия представлены подзолистыми, болотно-подзолистыми и аллювиальными типами. Распространенные здесь песчаные подзолистые почвы отличаются очень низкой устойчивостью к загрязнению. На геохимическом барьере – в иллювиальном горизонте дерново-подзолистой почвы – проявляется повышенное содержание мышьяка (5 ПДК) и в заболоченных почвах вблизи установки «Долина» (9–34,5 ПДК).

Исследование зоологической биоты показало, что у микромаммалий отмечается некоторое увеличение флуктуирующей асимметрии. Оценочный индекс составляет II балла, что в соответствии с используемой методикой указывает на признаки техногенного влияния. По гематологическим показателям крови мышевидных грызунов, отловленных на территории вблизи полигона захоронения, также отмечены наибольшие отклонения и зарегистрировано повышенное иммунологическое напряжение. Хотя полученные результаты являются предварительными, однако по ним можно сделать вывод о напряженности гуморальных факторов резистентности у животных, обитающих на территориях с повышенной экологической нагрузкой.

Таким образом, полученные материалы позволяют сделать вывод о том, что еще до начала функционирования ОУХО на данной территории проявляется техногенное воздействие на природный комплекс. Оценку экологического состояния мест бывшего и планируемого уничтожения химического оружия, выполненную по результатам исследований в преддверии строительства ОУХО, можно рассматривать как исходное или фоновое состояние.

По результатам проведенных исследований разработаны и оформлены экопаспорта 19 лесных и 8 луговых ключевых участков мониторинга биогеоценозов (растительности и почв), экопаспорта 37 скважин, шурфов и колодцев, 4 поверхностных водных объектов, 2 маршрутных постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, 2 гидропостов, 9 реперных участков мониторинга агроценозов, экопаспорта 10 ключевых участков мониторинга зооценозов водных объектов и 5 наземных зооценозов, которые составят основу сети экологического мониторинга на данной территории. Всего разработано и оформлено 102 экопаспорта, которые представляют кадастр состояния природного комплекса на данной территории, оформленный в электронно-цифровом

варианте геоинформационной системы комплексного экологического мониторинга ОУХО.

Кроме того, исследования на начальном этапе работ по проектированию строительства объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» ценны тем, что позволяют выявить и обосновать основной перечень контролируемых показателей системы мониторинга, обоснованно спроектировать её сеть и на этой основе разработать программу комплексного экологического мониторинга окружающей природной среды и здоровья населения, проживающего в зоне защитных мероприятий объектов хранения и уничтожения химического оружия.

Глава 3
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТА УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Воздействие объекта уничтожения химического оружия на окружающую природную среду складывается из двух видов:

– воздействия при штатной работе объекта;

– воздействия в случае аварийной ситуации.

Для проведения оценки воздействия объекта строительства на окружающую среду необходимо:

– описать существующие характеристики состояния окружающей среды;

– выявить виды, основные источники и интенсивность существующего техногенного воздействия на изучаемой территории;

– оценить характер, объем и интенсивность предполагаемого воздействия проектируемого объекта на компоненты окружающей среды в процессе строительства и эксплуатации;

– сделать прогноз изменения параметров окружающей среды, здоровья населения под воздействием объекта;

– определить экологические и социальные последствия строительства и эксплуатации объекта;

– спрогнозировать возможность аварийных ситуаций на объекте и их последствия.

На основе полученных данных делается анализ характера использования объемов (количества) природных ресурсов, вовлекаемых в хозяйственный оборот; количества сбрасываемых и выбрасываемых загрязняющих веществ, отходов производства, степени их токсичности, условий складирования, захоронения или утилизации.

3.1. Оценка воздействия объекта на окружающую природную среду при штатной работе

Краткая характеристика проектируемого объекта «Марадыковский», включающая объемы валовых выбросов в атмосферу, виды загрязняющих веществ, их количество при штатной работе объекта; характеристика загрязненности поверхностных водных объектов и подземных вод; состав и количество

сбрасываемых сточных вод; количество отходов производства их класс опасности; характер землепользования выполнены по материалам ТЭО проекта строительства ОУХО [184]. Данные представлены в табл. 60.

Таблица 60

Исходные данные для оценки воздействия ОУХО «Марадыковский» на окружающую среду

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
Валовой расход сырья и полуфабрикатов за 5 лет, в т. ч. по видам сырья и полуфабрикатов:	т	
моноэтаноламин		243,26
N-метилпирролидон		880,41
изобутиловый спирт		2361,28
капролактам		394,73
гидроксид кальция		370,93
битум нефтяной		19133,08
серная кислота		606,56
гидроксид натрия		998,63
перманганат калия		0,45
сода кальцинированная		5,04
гидроксид калия		3984,93
пероксид водорода		498,81
сульфонол		20,16
активированный уголь		85,87
оксид алюминия активный		83,62
дизельное топливо		209,88
всего:		29877,64
Общее (валовое) количество загрязняющих веществ, выбрасываемых проектируемым объектом в атмосферу, в т. ч.	т	4782,84
- по видам вредных веществ		
1-го класса опасности:	т	
зарин		$8,525 \cdot 10^{-6}$
зоман		$1,8196 \cdot 10^{-5}$
Vx		$1,8296 \cdot 10^{-5}$
ДС		$0,4267 \cdot 10^{-4}$
оксид свинца		0,0373
2-го класса опасности:	т	
моноэтаноламин		1,74013
диоксид азота		768,092
фторида натрия, калия, кальция		6,74783
фтороводород		0,0180077
гидроксид натрия		0,3747

Продолжение табл. 60

фосфорный ангидрид серная кислота хлорид мышьяка		$7{,}75 \cdot 10^{-5}$ 0,65186 $18{,}351 \cdot 10^{-3}$
Валовое количество вредных веществ, поступающих от всех источников предприятия, в т.ч.: - выделяется без очистки (CO и NOx) - выделяется после очистки	т	 2972.57 1800.27
Сброс сточных вод, в т. ч.: - в накопители промстоков - в системы промышленной или городской канализации - в водные объекты	$м^3$/сут	 85,4 278,01 -
Сброс загрязняющих веществ со сточными водами, в т. ч. по видам: - взвешенные вещества - азот аммонийный - фосфаты - СПАВ - соли	т/год	 10,7 0,71 0,25 0,15 25,4
Химический состав сточных вод проектируемого объекта: - $БПК_{полн}$ - взвешенные вещества - азот аммонийный - фосфаты - СПАВ - соли	мг/л	 150 105 7 2,5 1,5 250
Температура сточных вод	°С	10–20
Общая площадь отвода земель для строительства и эксплуатации объекта, в т. ч.: - в постоянное пользование - во временное пользование	га	 41 41 –
Размер санитарно-защитной зоны (радиус зоны)	м	3000
Площадь отчуждаемых земель: - земли лесного фонда	 га	 41
Стоимость изымаемого земельного участка	млн. руб.	41,0
Перечень землевладельцев (землепользователей), территория которых будет затронута при отчуждении земель, с указанием площади изымаемых земель по каждому землепользователю: - СХПК "Заря" - Гослесфонд	 га	 4,0 37,0

Продолжение табл. 60

Размер компенсационных выплат землепользователям (землевладельцам) за изъятие земель и потери сельскохозяйственного производства, в т. ч. по отдельным землепользователям: - СХПК "Заря" - Гослесфонд	млн. руб.	 4,0 37,0
Класс опасности отходов производства		1-4
Намечаемый характер использования отходов:		
- отходы (1-2 кл.) передаются другим предприятиям (без стадии битумирования) программа [2]	т	14 000
- отходы (3-4 кл.) поступают на карту захоронения (сооружение 1054)	–"–	339,0
- сточные воды утилизируются	$м^3$/сут.	85,4

Как следует из представленных в табл. 60 проектных данных по валовым и разовым выбросам, наибольший вклад в загрязнение окружающей среды будут вносить: **оксид углерода, диоксид азота, хлорид мышьяка, N-метилпирролидон, моноэтаноламин, фториды натрия, калия, пирофосфат натрия, спирт изобутиловый, эпсилон-капролактам, ОВ (зарин, зоман, Vx, иприт, люизит).** Ежесекундные выбросы этих веществ будут достаточны для создания сверхдопустимых концентраций в объеме атмосферного воздуха более чем 5000 $м^3$. Проведенные расчеты размеров зон распространения этих веществ (при проектных значениях выбросов) с применением рекомендованной методики (ОНД – 86, [191]) показывают, что на расстояниях до 1000 м от ОУХО в нормальном режиме работы выбросы различных химических загрязнителей не приведут к превышению значений $ПДК_{м.р.}$ или $ПДК_{сс}$, а на расстоянии свыше 1000 м от объекта при типичных метеоусловиях за счет рассеяния в атмосфере концентрация загрязнителей еще более снизится.

Материалами ТЭО проекта строительства ОУХО «Марадыковский» не предусматривается каких-либо существенных сбросов загрязняющих веществ со сточными водами в поверхностные воды вблизи объекта, поскольку система технологического водоснабжения проектируется по оборотному замкнутому циклу с соответствующими системами очистных сооружений. Без очистки в окружающую среду может попасть лишь часть хозяйственно-бытовых загрязнителей и ливневых стоков.

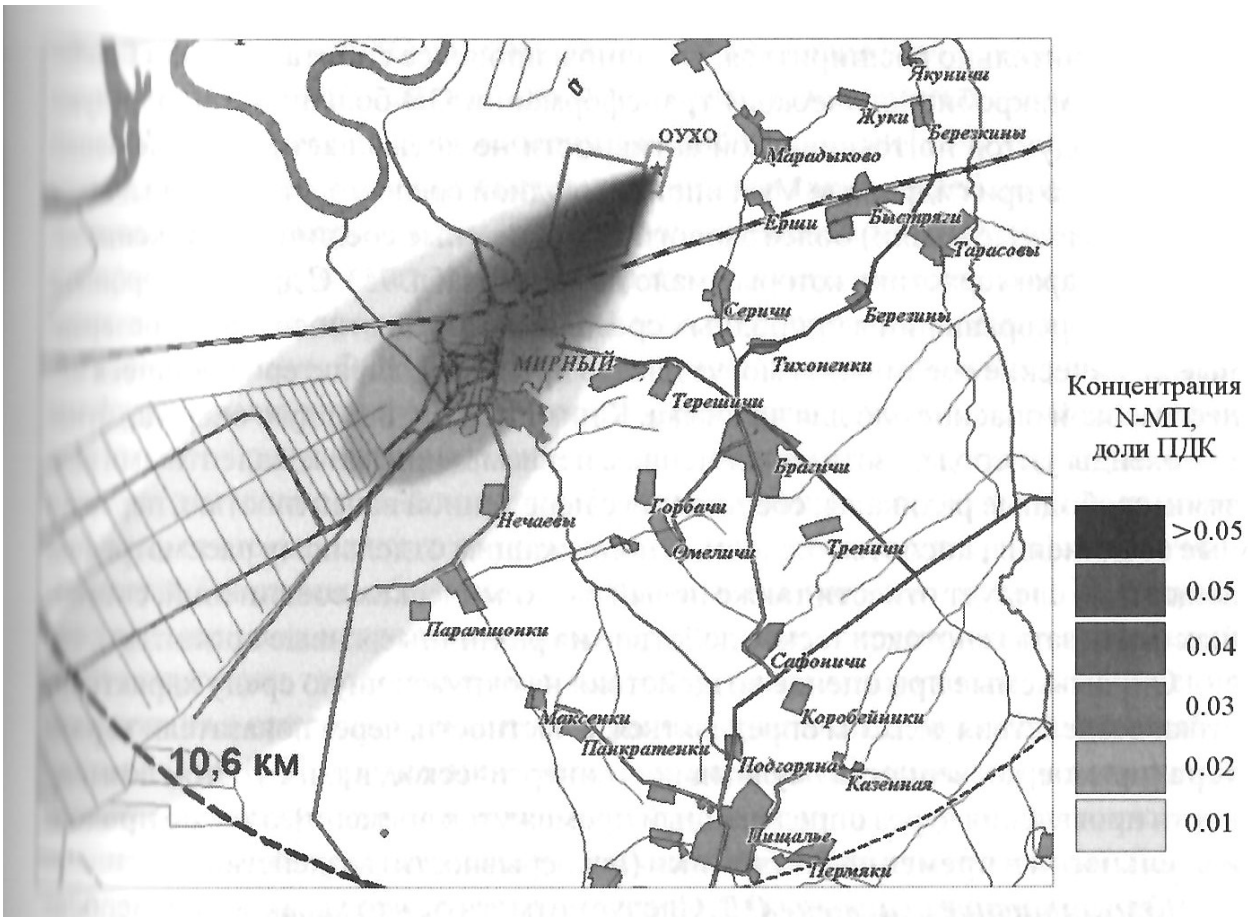


Рис. 31. Приземные концентрации N-метилпирролидона при направлении ветра в сторону пгт. Мирный и скорости 1 м/с (М 1:175 000)

Наиболее опасные жидкие (собираемые в накопителях) и твердые отходы предусматривается утилизировать методом сжигания в специальных печах с дополнительной очисткой продуктов сгорания. Основную массу отходов от детоксикации всех ОВ планируется перерабатывать на предприятиях химической промышленности.

Важной характеристикой в расчете оценок по определению воздействия ОУХО являются значения предельно допустимых концентраций веществ. Для ряда химических соединений и веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух и содержащихся в отходах (табл. 76, 77), отсутствуют утвержденные значения ПДК или хотя бы расчетные значения ОБУВ. При этом некоторые из веществ-загрязнителей явно относятся к потенциально опасным или вредным: гидроксиламин, трибутиламин, аминомеркаптан, диэтаноламин, хлорпикрин, кислый эфир (КЭ), моноэтаноламин фтористоводородный (МЭА·HF), смешанный аминоэфир (АЭ), диизобутиловый эфир (ДЭ). Кроме того, загрязняющие вещества, содержащиеся в выбросах и сбросах, попадая во внешнюю среду, подвергаются химическим трансформациям в атмосфере, воде, почве, таким образом, спектр реально накапливающихся в окружающей среде соединений может значительно

расшириться. Обычно в процессе спонтанной или биологической (микробиологической) трансформации ОВ большинство образующихся продуктов по токсической активности не превышает исходные вещества. Однако при гидролизе Vx и иприта в водной среде могут образовываться более токсичные и (или) более экологически опасные соединения, токсикологические характеристики которых мало изучены (табл. 75). С другой стороны, в процессе превращений в природных средах некоторые относительно безвредные химические соединения могут давать продукты, характеризующиеся более высокой опасностью для человека. К ним следует, в первую очередь, отнести оксиды углерода, азота, соединения с ненасыщенными ковалентными связями, свободные радикалы, соединения с переменной валентностью, перекисные соединения, кислоты, щелочи. К подлежащим отдельному рассмотрению веществам следует отнести также целый ряд химических соединений, способных оказывать генотоксическое действие на различные живые организмы.

Описываемые при оценке воздействия на окружающую среду характеристики воздействия должны определяться, в частности, через показатели **характера** (прямое, косвенное, кумулятивное, синергическое, в т.ч. с учетом возможности проявления через определенный промежуток времени), а также **продолжительности** и **временной динамики** (непрерывности) воздействия.

Кумулятивное действие ОВ. Следует отметить, что характерной особенностью технологического процесса уничтожения ХО является его большая продолжительность (5 или более лет) и непрерывность (ОУХО по проекту будет работать в круглосуточном режиме). В то же время гигиенические нормативы по показателям хронического или кумулятивного воздействия для многих химических соединений определяются по результатам намного менее продолжительных (1–2 года) наблюдений в экспериментах на лабораторных животных.

В аспекте кумулятивного воздействия малых доз химических загрязнителей на биоту и здоровье населения в районе ОУХО потенциальную опасность могут представлять мышьяксодержащие соединения, которые будут образовываться в процессе уничтожения иприто-люизитной рецептуры и накапливаться в случае попадания в окружающую среду, прежде всего, в почве. В отличие от большинства относительно нетоксичных продуктов химической детоксикации и спонтанного разложения ФОВ, мышьяксодержащие соединения высокотоксичны и, кроме того, в низких дозах способны длительное время проявлять мутагенное действие.

Известны также и кумулятивные эффекты ФОВ. За счет постепенного необратимого выведения из оборота все большего количества молекул холинэстеразы (ХЭ) активность АХЭ эритроцитов человека после однократного воздействия ФОВ может быть снижена более чем на 50% на срок до двух месяцев [193], а у лиц, длительно работавших в плановом режиме функционирования объекта по хранению ХО и многократно контактировавших с субдопусти-

мыми концентрациями ФОС, активность АХЭ оказывалась заметно сниженной даже через несколько месяцев после окончания работы с ними [194]. Следовательно, при видимом благополучии, состояние здоровья таких людей нельзя признать физиологически нормальным. При продолжительном воздействии малых концентраций ОВ (при штатном режиме работы объекта) можно ожидать те или иные проявления хронического отравления. В первую очередь при хронической интоксикации ФОВ проявляются поражения центральной нервной системы функционального и органического характера в сочетании с нарушениями вегетативной регуляции и нервно-мышечного аппарата (полиневропатии), поражения зрительного анализатора, функциональных и органических изменений желудочно-кишечного тракта, печени (токсические гепатиты) и сердечно-сосудистой системы, обменных расстройств, иммунодефицита [195]. Наиболее характерными неврологическими проявлениями хронических отравлений ФОВ могут стать такие симптомы, как «сенсорная близорукость», ограничения поля зрения в отсутствии симптомов ранней глаукомы и иных подобных заболеваний [196, 197], проявления частичных нарушений проводимости нервных импульсов (легкие парезы различных групп мышц, нарушения тонкой координации движений и др.). Ввиду особенностей и причин, способных вызвать заболевания этой группы, помимо указанного источника загрязнения, данный вид наблюдения более информативен при наблюдении детского населения. Поражения периферической нервной системы у детей имеют также преимущественно токсическую природу.

В связи со способностью ипритов вступать во взаимодействие с функциональными группами белковых молекул, в т.ч. ферментов, общий обмен при хроническом воздействии иприта и продуктов его распада понижен [196]. В первую очередь иприты блокируют оксидазы, дегидрогеназы и другие ферменты, участвующие в окислительно-восстановительных процессах. В результате развивается кислородное голодание по тканевому типу: несмотря на достаточное количество кислорода в крови, тормозятся обе фазы (аэробная и анаэробная) гликолиза, что приводит к гипергликемии [198], а следовательно, может быть причиной ***диабета***, особенно у людей молодого возраста.

При хроническом поражении ипритами отмечается не только окисление углеводов, но и их фосфорилирование вследствие активирования фосфокиназы (фосфотрансферазы). В результате этих биохимических нарушений головной мозг и мышечная система человека лишаются макроэргических соединений, что может стать причиной ***отставания детей в росте*** и развития у них соответствующих ***врожденных патологий***. Также имеются данные о том, что

иприт и люизит при ингаляционном воздействии приводят к снижению детоксикационной функции организма. Кроме этого в экспериментах на лабораторных животных показано, что иприт и люизит в широком интервале доз вызывают ***поражение иммунной системы***, причем основной точкой приложения данных ОВ являются регуляторные субпопуляции Т-лимфоцитов. Изменения отдельных показателей иммунной системы могут быть использованы для диагностики воздействия на организм малых доз ОВ кожно-нарывного действия и разработки методов профессионального отбора персонала для ОУХО.

Комплексное воздействие химических загрязняющих веществ. В процессе деятельности ОУХО на персонал объекта, а также на население, проживающее в непосредственной близости от него, возможно воздействие большого спектра различных химических веществ (более 80), в том числе и ОВ, используемых или образующихся в технологическом процессе. Из них 42 будет поступать в атмосферу (табл. 77). В составе ливневых, хозбытовых, производственных сточных вод насчитывается еще около 40 различных химических соединений и их сложных смесей. Кроме того, в результате протекания процессов трансформации химических веществ в окружающей среде образуется множество новых соединений с различными токсикологическими и гигиеническими характеристиками.

Отсюда следует, что общее количество различных химических веществ, попадающих и накапливающихся в тех или иных количествах в объектах природной среды, будет исчисляться многими десятками. Существующие модели и теории оценки рисков для здоровья населения [22, 23, 199, 200] в обязательном порядке учитывают этот комплексный, многофакторный характер воздействия загрязнений на организм человека. При этом принимается во внимание как вероятность проникновения в организм одного и того же химического вещества различными путями (через воздух, воду, продукты питания), так и наличие в различных средах целого набора экотоксикантов. В частности, при расчете величин так называемого дозового риска (DRij) [199, 201,202] вначале для каждого из i-х загрязняющих веществ рассчитывают поглощенную организмом дозу из различных объектов среды обитания по формуле:

$$DR_{ij} = [DE]_{ij} \cdot K_{ij},$$

где: K_{ij} – коэффициент поглощения, [DE] - поступившая в организм доза вещества (экспозиционная доза).

Величина дозового риска DR_j в отношении каждого пути поступления определяется как отношение реальной поглощенной дозы к стандартной («безопасной максимальной разовой») дозе:

$$DR_j = DI_j/SDI_{ij}.$$

При этом в качестве стандартной (нормативной) дозы используют значения поглощенных доз, не оказывающих неблагоприятного воздействия на человека, например $ПДК_{м.р.}$

При оценке риска важно помимо «многофакторности» учесть и возможные взаимные влияния различных экотоксикантов, результаты взаимодействия которых далеко не всегда известны. В то же время при определении ПДК в процессе социально-гигиенического нормирования возможные токсические эффекты комбинаций из нескольких экотоксикантов редко учитываются, особенно в плане выявления взаимного потенцирующего их действия на биологические объекты. Нормативные документы, устанавливающие предельно допустимое содержание веществ в атмосфере [203], ГОСТ 12.1.005-88, ГН 2.1.6.789-99 обычно исходят из независимого или, как максимум, простого аддитивного действия различных экотоксикантов и, соответственно, предписывают определять ПДК смеси веществ на уровне не выше ПДК наиболее токсичного из этих компонентов. Однако правильность такого подхода подлежит обязательному экспериментальному подтверждению, которое для большинства из перечня загрязняющих выбросов до настоящего времени отсутствует. Более того, для химически опасных объектов, характеризующихся большим количеством выбросов загрязняющих веществ 1 и 2-го классов опасности СанПиН 2.2.1/2.1.1.10301-01 рекомендуют применять методику расчета, основанную на определении суммарного воздействия экотоксикантов. Поэтому в целях более объективной оценки воздействия на окружающую среду следует принимать во внимание возможность не только кумулятивного, но и «кооперативного» действия малых доз химических загрязнений из выбросов, стоков и отходов ОУХО.

Для оценки комбинированного действия вредных веществ должны применяться правила, установленные нормативными документами санитарного законодательства РФ, которые базируются на общем представлении о преимущественно аддитивном токсическом воздействии химических веществ на организм [204, 205]. Математически его можно выразить формулой:

$$\frac{a_1}{x_1} + \frac{a_2}{x_2} + \ldots + \frac{a_n}{x_n} \leq \ ,$$

где a_1, a_2, ..., a_n – значения фактических концентраций вредных веществ в окружающей среде, а x_1, x_2, ... , x_n – величины их ПДК. Отсюда следует, что уже при наличии 10 токсических веществ, одновременно воздействующих на организм, значения фактическ Согласно документу «Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух» (НИИ атмосферы, С.Пб., 1987 г.) из перечисленных в представленных исходных данных о выбросах химических веществ к настоящему времени доказаны:

эффект суммации – для:

6006 *Азота диоксид и оксид, мазутная зола, серы диоксид*;

6007 *Азота диоксид, гексан, углерода оксид, формальдегид;*

6008 *Азота диоксид, гексан, серы диоксид, углерода оксид*;

6034 *Свинца оксид, серы диоксид;*

6039 *Серы диоксид и фтористый водород*;

6040 *Серы диоксид и трехокись серы, аммиак и оксиды азота*;

6041 *Серы диоксид и кислота серная*;

эффект потенцирования – для:

6302 *Фтороводород и фториды* (с коэффициентом 0,8).

При этом следует иметь в виду, что отсутствие в этом перечне многих других химических соединений далеко не всегда означает отсутствие суммационного или потенцирующего действия тех или иных комбинаций, а свидетельствует лишь о неисследованности таких эффектов.

Нужно отметить, что, хотя в методическом руководстве [30, 191] правило суммационного расчета дано в качестве рекомендации, необходимо учитывать, что ОУХО относится к категории I - наиболее опасных химических объектов, до сих пор не имеющих прямых аналогов в химической промышленности страны. В перечне только учтенных материалами ТЭО проекта строительства объекта планируемых промышленных выбросов в атмосферу более 20 химических соединений относятся к веществам 1 и 2-го классов опасности, а общее их число составит 42 загрязняющих вещества. Для некоторых из них (диизобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты, 2-диэтиламиноэтилизобутилсульфид, кислый эфир метилфосфоновой кислоты, фтористоводородный моноэтаноламин и некоторые другие продукты превращений ОВ) величины $ПДК_{м.р.}$ не установлены, что затрудняет определение оценки реальной их опасности при совместном воздействии на человека, животных или растения.

В качестве примера, иллюстрирующего важность учета суммационного действия комплекса загрязняющих веществ можно привести результаты анализа расчетов величин возможных концентраций химических загрязнителей в воздухе на различных расстояниях от объекта (документ Л-10-2423-ООС. ПЗ, 1999 г. «Обоснование размера СЗЗ объекта ОУХО «Марадыковский»). Этот анализ показывает, что уже при сочетании только 9 выбранных загрязнителей на расстоянии порядка 1,5–1,8 км от центра участка проектируемого строительства ОУХО (в районе дд. Новожилы, Марадыково, Ерши, разъезд Марадыковский) их суммарная относительная допустимая концентрация превысит единицу (табл.61). На рисунке 32 представлены зоны загрязнений, рассчитанных на основании ОНД-86 (Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ в выбросах предприятий) по 36 загрязняющим веществам в выбросах ОУХО. Комплексный коэффициент опасности, представляющий собой сумму кратностей превышений ПДК, достигает значения единицы на расстоянии 1,5 км от ОУХО, значения 0,5 ПДК – на расстояни 2,5 км и 0,05 ПДК – на расстоянии 11,2 км (рис. 32).

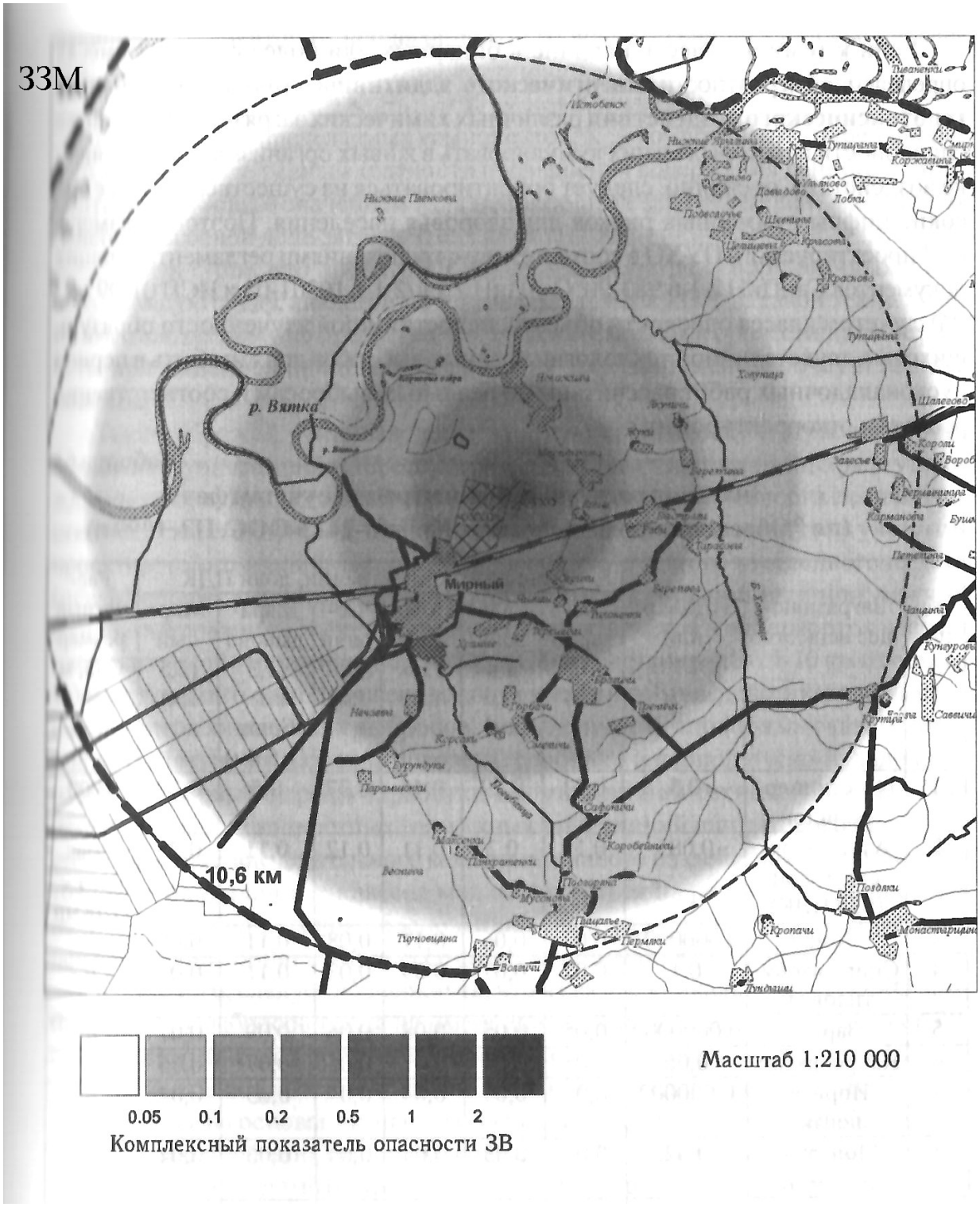


Рис. 32. Карта-схема зоны влияния ОУХО при штатной работе объекта, рассчитанная по совокупному воздействию 36 загрязняющих веществ

Если к тому же учесть наличие в бинарных или более сложных смесях определенной вероятности **синергического, аддитивного токсического и (или) генотоксического воздействия** различных химических загрязнителей, а также способности некоторых из них кумулировать в живых организмах, то при оценке воздействия, очевидно, следует ориентироваться на существенно более высокие цифры суммарных рисков для здоровья населения. Поэтому размеры СЗЗ проектируемого ОУХО в соответствии с требованиями регламентирующих документов СанПиН 2.1.6.983-00, СанПиН 2.2.1/2.1.1.10301-01 и НСП 01-99 МО РФ с учетом класса опасности объекта, недостаточной изученности образующихся по двухстадийной технологии вредных выбросов должны быть в период пусконаладочных работ рассчитаны по реальным выбросам и соответственно расчетам откорректированы.

Таблица 61

Значения расчетных концентраций с учетом фона (по «Обоснованию...» документ № Л-10-2423-ООС. ПЗ, 1999 г.)

№ п/п	Загрязняющее вещество	ПДКм.р. или ОБУВ мг/м^3	Расчетные концентрации, доли ПДК						Расчетный размер СЗЗ, м
			Казарма (3,1 км)	Жилая зона в/ч (2,3 км)	Новожилы (1,3 км)	Серичи (1,4 км)	Марадыково (1,4 км), Ерши (1,8 км)	Мирный (2,5 км)	
1	N-метилпирролидон	0,3	0,31	0,29	0,46	0,37	0,5	0,37	1000
2	Азота диоксид + фон (0,06ПДК)	0,085	0,19	0,2	0,11	0,12	0,11	0,23	С мах. расч.< ПДКмр
3	Зоман	0,0000001	0,07	0,06	0,11	0,08	0,11	0,08	- // -
4	Спирт изобутиловый	0,1	0,07	0,07	0,09	0,08	0,11	0,09	- // -
5	Зарин	0,0000002	0,05	0,05	0,08	0,06	0,09	0,07	- // -
6	Капролактам	0,06	0,05	0,04	0,07	0,05	0,07	0,05	- // -
7	Иприт+ люизит	0,000002	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	- // -
8	Моноэтаноламин	0,02	0,04	0,03	0,05	0,04	0,06	0,04	- // -
9	Зола	0,15	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	- // -
	Σ		0.83	0.79	1.03	0.86	1.13	0.99	

Аналогичным образом должна производиться оценка химического загрязнения не только атмосферного воздуха, но почв и грунтов. При этом рас-

считывается специальный показатель Z_c химического загрязнения [206], являющийся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье населения:

$$Z_c = K_{c1} + \ldots + K_{ci} + \ldots + K_{cn} - (n - 1),$$

где n – число определяемых компонентов, K_{ci} – коэффициент концентрации i-го загрязнителя, равный кратности превышения содержания данного компонента над фоновым значением (для неприродных загрязнителей – частное от деления массовой доли загрязнителя на его ПДК).

В связи с тем, что проектом ТЭО не предусмотрен сброс сточных вод в окружающую среду, аналогов-объектов уничтожения ОВ по такой технологии не имеется, поэтому не представляется пока возможным провести данные расчеты при выполнении оценки воздействия загрязнителей на почву и водные объекты.

Таким образом, учитывая недостаточную практическую отработанность технологии уничтожения ОВ, отсутствие в исходных данных целого ряда утвержденных нормативных технических характеристик эффективности систем очистки воздуха, сточных вод, наличие в непосредственном соседстве с участком проектируемого строительства ОУХО довольно крупного населенного пункта (пгт. Мирный), имеются все основания полагать, что при штатном режиме функционирования объекта из-за проектных просчетов и недоработок население селитебной территории вблизи ОУХО (на расстояниях до 5–10 км от объекта) может оказаться подверженным одновременному воздействию множества компонентов химических выбросов, в совокупности способных оказать вредное воздействие на здоровье человека, особенно в период пусконаладочных работ и в первый период отработки промышленной технологии УХО. При прогнозировании конкретных возможных заболеваний или патологических состояний вследствие длительного комбинированного воздействия малых доз экотоксикантов различных классов можно опираться на результаты экспертных оценок, выполненных при обосновании перечней нозологических форм, подлежащих мониторингу в процессе функционирования ОУХО.

Кроме того, следует подчеркнуть, что в связи с уникальностью ОУХО комбинация его выбросов также не имеет аналогов на других действующих в РФ объектах химической промышленности. Соответственно, затруднены прогнозирующие оценки, которые согласно регламентирующим документам должны выполняться на основании анализа состояния здоровья населения вблизи аналогичных по профилю, мощности и проектировочным решениям химическим объектам. Необходимо отметить, что оценка уровня «эксплуатационного риска» ОУХО не может опираться только на данные исследований, проведенных в районах хранения химического оружия либо вблизи ранее действовавших объектов по производству ОВ. Для данных объектов не характерен процесс массового уничтожения ОВ. Поэтому считать такие объекты полными аналогами ОУХО и строить на этой основе прогнозы последствий УХО в отношении состояния окружающей природной среды и здоровья населения нецелесообразно.

Таким образом, при оценке возможного воздействия химических загрязнителей на здоровье населения в нормальных условиях эксплуатации ОУХО сделать достоверный прогноз комплексного воздействия малых доз (ниже ПДК) различных классов выбросов на организм человека к настоящему времени не представляется возможным. Однако можно обоснованно предположить возможный рост заболеваемости населения, проживающего в зоне воздействия объекта, хроническими формами экологически обусловленных нозологий.

Что касается оценки косвенного воздействия ОУХО на состояние здоровья населения, то следует уточнить, что в приведенном выше перечне основных факторов такого влияния можно выделить две основные группы: позитивных и негативных.

К первой группе следует отнести такие прогнозируемые последствия, как повышение уровня медицинского обслуживания в районе строительства и функционирования ОУХО и некоторое улучшение социально-бытовых условий с учетом улучшения снабжения населения в районе размещения ОУХО продовольственными и промышленными товарами.

Однако большее число факторов влияния на здоровье населения необходимо отнести к группе негативно воздействующих. Это и ухудшение в целом экологической обстановки (в т.ч. за счет определенного увеличения потоков транспорта, воздействия котельной ОУХО), а также существенное повышение психогенных нагрузок, в том числе в результате возможного возрастания социальной напряженности в районе размещения ОУХО, характеризующегося высоким уровнем безработицы и низким уровнем денежных доходов постоянно проживающего населения. Существенный вклад в плане повышения общей заболеваемости могут внести психоневротические расстройства, связанные с наличием риска аварий на ОУХО (неврозы ожидания, психотические состояния и т. п.). Следует подчеркнуть, что проведение правильной социально-экономической политики в ходе реализации программы строительства и эксплуатации ОУХО может существенно снизить риски для здоровья населения по этой группе патологий.

Воздействие генотоксикантов от ОУХО. В процессе деятельности ОУХО в штатном режиме эксплуатации особое значение преобретает возможность воздействия на персонал ОУХО и население, проживающее в зоне воздействия объекта, выбросов химических веществ и их различных комплексов между собой, многие из которых способны проявлять негативное воздействие на наследственные структуры человека и животных.

Ряд соединений, которые предполагается использовать (или которые будут образовываться) в процессе уничтожения ХО, обладают выраженным генотоксическим и канцерогенным действием (например, иприт, люизит, продукты их превращений в окружающей среде, оксид марганца (II), оксид свинца (II), оксиды азота (II,IV), галогенированные углеводороды, хлорпикрин, циклические углеводороды, ε-капролактам, угольная сажа и др.).

На сегодняшний день известны различные механизмы индуцирования новообразований химическими веществами. Попав в организм, большинство веществ вступает в опосредуемые ферментами реакции, в которых они либо детоксицируются, либо активируются, превращаясь в реакционноспособные. Баланс между активирующими и детоксицирующими ферментными системами регулируется скоростью доставки активных метаболитов к участкам взаимодействия макромолекул. В результате макромолекулярного взаимодействия может образовываться аддукт ДНК в случае генотоксикантов, являющихся инициирующими агентами, или замещение рецепторов – в случае химических веществ, способствующих развитию злокачественных новообразований. Некоторые из ДНК – аддуктов, образующихся при таких воздействиях, являются промутагенами, а репликация поврежденной ДНК может привести к изменению ее последовательности, приводящему к изменению экспрессии гена или к появлению мутированных генных продуктов. Weisburger и Williams предложили разделить химические генотоксиканты на две группы: взаимодействующие с ДНК и не взаимодействующие (эпигенетические) [207]. Кроме того, известно взаимное усиление повреждающего действия на клетки, в том числе для ряда мутагенно-активных соединений, обладающих различными механизмами повреждения наследственных структур в живых клетках. Поэтому комбинации даже малых доз мутагенов не безопасны для человека и других живых организмов.

Известно, что по типу поражения генетического аппарата наследственные болезни подразделяются на группы [208]:

1) моногенные:

а) по типу наследования: аутосомно-доминантные, аутосомно-рецессивные, сцепленные с полом;

б) по фенотипическому проявлению: энзимопатии, иммунопатии (в том числе – гемоглобинопатии, болезнь Вильсона, атрансферринемии), патологии свертывающей системы крови и др.;

2) полигенные (болезни с наследственной предрасположенностью);

3) хромосомные (полиплоидии, анеуплодии, структурные перестройки хромосом).

Поражения генетического аппарата живых организмов могут проявляться как при жизни отдельного индивида (при поражении соматических клеток), так и передаваться по наследству (при поражении половых клеток). Соответственно, по быстроте наступления, реакции, вызванные воздействием внешних факторов на генетические структуры биологических объектов, могут быть классифицированы на 3 группы:

– экспрессные, или быстропроявляющиеся (быстро развивающиеся опухоли, например меланомы, саркомы, лейомиосаркомы и т. д.);

– отсроченные, проявляющиеся при жизни одного индивида (например, повышение уровня спонтанных абортов, перинатальной и ранней постнатальной смертности, врожденные аномалии развития);

– отдаленные, проявляющиеся в ряду последующих поколений, то есть наследственные заболевания.

Необходимо отметить, что на сегодняшний день специальный достаточно полный учет наследственных заболеваний в предполагаемом районе размещения ОУХО не организован. В связи с этим для проведения медико-генетического мониторинга этого района необходимо включить указанные заболевания в качестве самостоятельных нозологических единиц в медицинские формы статистической отчетности, например форму № 16.

С учетом широкого спектра выбросов химических веществ – потенциальных генотоксикантов в процессе эксплуатации ОУХО, возможности их накопления и длительного сохранения в объектах окружающей среды, а также различных механизмов повреждающего действия на генетические структуры живых организмов, в настоящее время практически невозможно достаточно точно спрогнозировать, так же как и масштабы, и количественные характеристики экологического риска от деятельности ОУХО на здоровье населения. Однако вполне обоснованно можно предположить рост отсроченной заболеваемости населения в ближайшей к ОУХО селитебной зоне нозологиями, обусловленными генотоксическим действием химических выбросов объекта, например таких, как злокачественные новообразования, врожденные аномалии, некоторые формы сахарного диабета, болезнь Дауна, фенилкетонурия, гемофилия, гликозидозы, подагра и некоторые другие.

Согласно результатам специальных экспертных оценок [209], для контроля промышленной деятельности по уничтожению ОВ фосфорорганического типа медицинский мониторинг необходимо проводить по следующим основным нозологическим типам (табл. 62).

Таблица 62

Итоговая номенклатура болезней, подлежащих мониторингу в районах размещения объектов хранения и уничтожения ФОВ

Болезни *	α**
VI. Психические расстройства	0,32
300. Невротические расстройства (включены неврозоподобные состояния экзогенной этиологии)	1,00
Болезни нервной системы и органов чувств	0,91
Болезни системы кровообращения	0,69
Нарушения сердечного ритма	1,00

Продолжение табл. 62

VII. Болезни органов дыхания	0,59
323. Бронхит хронический и неуточненный, эмфизема и бронхиальная астма	0,89
491. Хронический бронхит	0,90
XI. Осложнения беременности, родов и послеродового периода	0,91
380. Самопроизвольный (спонтанный) аборт	1,00
Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	0,55
765. Расстройства, связанные с ускорением срока беременности, а также с низкой массой тела при рождении (неуточненной причины)	0,86

Примечания.
* На основе Международной классификации болезней, вариант МКБ-9 [210].
** Комплексный показатель экспертной оценки.

Подобно другим ОВ, иприт обладает многосторонним действием на организм, он является ферментным ядом, нарушающим процесс энергоснабжения клеток и всего организма. Кожно-нарывное действие иприта обусловлено взаимодействием ОВ со структурными белками клеточных мембран. Нарушение их структуры ведет к нарушению клеточной проницаемости. Кроме этого иприт является мощным алкилирующим агентом, способным нарушать структуру нуклеиновых кислот. Следствием этого может быть повреждение хромосомного аппарата и изменение наследственных признаков.

Иприт обладает четко выраженным местным действием на все органы и ткани, оказавшиеся в контакте с ним (глаза, дыхательные пути, кожа, желудочно-кишечный тракт) [99]. Вместе с тем иприту присуще значительное общеядовитое действие в результате всасывания его с пораженного участка тела в кровь. Токсическое действие проявляется как у капельно-жидкого ОВ, так и у его пара и аэрозолей. В литературе [196, 198] имеются данные о том, что иприты, связываясь с белковыми и аминокислотными структурами, могут вызывать аутоаллергические реакции организма. Кроме того, в связи с выраженными кумулятивными свойствами иприта значимыми для медицинского мониторинга могут оказаться уровни заболеваемости селезенки, костного мозга, а также кожи и глаз. Учитывая возможное воздействие ипритов на кроветворную систему, представляется целесообразным отслеживать уровни заболеваемости лейкопенией, алейкией, различными формами анемий и иными аналогичными болезнями крови.

Ввиду того, что многие исследователи сравнивали поражение ипритом с воздействием проникающей радиации [196, 198], особое внимание следует обратить на различные хромосомные аберрации, а также иные выраженные признаки возможного тератогенного воздействия. Вместе с тем, поскольку медико-экологический мониторинг призван учитывать не только возможность воздействия самого иприта, но и продуктов его трансформации, следует предусмотреть и эту особенность в организации мониторинга здоровья.

Из группы тиоловых ядов в районе ОУХО для медико-биологического мониторинга особую значимость представляет люизит (бета-хлорвинилдихлорарсин), входящий в состав двойной ипритно-люизитной смеси. По ингаляционной токсичности люизит уступает иприту, но по выраженности перкутанных поражений несколько превосходит его. Обладая мощным кожно-нарывным действием, люизит, проникая в ткани, повреждает ферментные системы, богатые тиоловыми группами (такие, как холинэстеразы, оксидазы и т. д.), а следовательно, многие нозологии, учитываемые при экологическом мониторинге люизита будут совпадать с подобными показателями для иприта. Но в отличие от ипритов и ФОВ значимым может оказаться уровень заболеваемости токсическими невритами зрительного нерва, особенно для тех случаев, когда исключается иное отравление (бытовыми хлорорганическими препаратами, метиловым спиртом и т.п.). Следует отметить, что мышьяк и его соединения способны угнетать иммунную систему, нарушать кроветворение, провоцировать дистрофические нарушения в паренхиме почек без сопутствующего поражения печени и т. д. Накапливаясь в организме, мышьяк также может вызывать типические «мышьяковые полиневриты». Вместе с тем введение микроколичеств мышьяка в организм способно нарушать обмен веществ, что может вызывать заболевания, связанные с ожирением [196, 211].

Согласно обобщенному мнению медицинских экспертов [209], в процессе производственной деятельности по уничтожению иприта и люизита обязательному медицинскому мониторингу подлежат заболевания человека, отмеченные в табл. 63, 64.

Приведенные перечни болезней носят «общий» характер, т.е. не соотнесены с отдельными демографическими группами населения, технологиями уничтожения, дозовыми нагрузками и пр. Тем не менее, организация медико-биологического мониторинга в районе размещения ОУХО может основываться на предлагаемой номенклатуре показателей. Эти данные уже сейчас могут быть использованы при планировании и проведении лечебно-профилактической работы, расчете медицинских сил и средств, для корректировки организационно-штатной структуры медицинских учреждений.

Таблица 63

Итоговая номенклатура болезней, подлежащих мониторингу в районах размещения объектов по хранению и уничтожению иприта

Классификационный №	Болезни *	α**
II.	Новообразования	0,79
10.	Злокачественные новообразования органов дыхания и грудной клетки	0,91
161	Злокачественные новообразования гортани	0,90
162	Злокачественные новообразования трахеи, бронхов и легкого	0,89
235	Новообразования неопределенного характера органов пищеварения и дыхания	0,89
III.	Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ и иммунитета	0,91
18	Болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ и иммунитета	0,81
IV.	Болезни крови и кроветворных органов	0,79
200	Анемия	0,89
288	Болезни белой крови	0,89
VI.	Болезни нервной системы и органов чувств	0,80
233	Конъюнктивит	0,91
372.1	Хронический конъюнктивит	1,00
372.2	Блефароконъюнктивит	0,91
VIII.	Болезни органов дыхания	0,91
311	Острый ларингит и трахеит	0,87
32	Другие болезни органов дыхания	0,81
320	Острый бронхит и бронхиолит	0,90
323	Бронхит хронический и неуточненный, энфизема и бронхиальная астма	0,90
490	Бронхит, неуточненный как острый или хронический	0,90
491	Хронический бронхит	0,90
492	Эмфизема	0,81
506.4	Хронические респираторные болезни, вызванные дымами и парами	0,89
XII.	Болезни кожи и подкожной клетчатки	0,91

Примечания:

* На основе Международной классификации болезней, вариант МКБ-9 [210].

** Комплексный показатель экспертной оценки.

Таблица 64

Итоговая номенклатура болезней, подлежащих мониторингу в районах размещения объектов по хранения и уничтожению люизита

Классификационный №	Болезни *	α**
VI.	Болезни нервной системы и органов чувств	0,56
372.1	Хронический конъюнктивит	0,86
VIII.	Болезни органов дыхания	0,91
311	Острый ларингит и трахеит	0,87
32	Другие болезни органов дыхания	0,81
323	Бронхит хронический и неуточненный, эмфизема и бронхиальная астма	0,9
490	Бронхит, неуточненный как острый или хронический	0,9
491	Хронический бронхит	0,9
506.4	Хронические респираторные болезни, вызванные дымами и парами	0,89

Примечания.

* На основе Международной классификации болезней, вариант МКБ-9 [210].

** Комплексный показатель экспертной оценки.

3.2. Оценка возможного неблагоприятного воздействия на здоровье населения при авариях на ОУХО

3.2.1. Вероятные аварии и оценка их опасности

Объекты по хранению и уничтожению химического оружия с нулевым риском аварии создать практически невозможно [94, 213]. Опасность возникновения аварийных ситуаций в ходе эксплуатации этих объектов остается всегда. Масштабы и последствия возможных аварий в значительной степени зависят от предпроектной проработки ОУХО, проведения комплекса НИОКР, обеспечивающих всестороннее научное обеспечение технологии УХО, в том числе проведения опытно-промышленных испытаний УХО, а также мер, принимаемых в чрезвычайной обстановке.

Гарантии безопасности персонала и населения окружающих ОУХО населенных пунктов как в условиях нормального функционирования данных объектов, так и при чрезвычайных ситуациях, возникающих при авариях, могут быть обеспечены при организации научно обоснованной системы защиты персонала и населения, нацеленной на исключение или максимальное снижение воздействия на население и окружающую среду поражающих факторов. Для этого на объекте должна создаваться система чрезвычайного реагирования (СЧР) – элемент системы обеспечения безопасности ОУХО. Она предназначена для

предотвращения токсического действия на персонал объекта и население, локализации источника аварии, удержания аварийной ситуации под контролем, ограничения ущерба от опасных факторов с помощью комплекса организационных мероприятий и технических средств, включая разработку эффективных действий сил чрезвычайного реагирования и планирование мероприятий в чрезвычайных ситуациях.

В основе разработок лежит рассмотрение «типовых аварий с ОВ», которые позволяют получить вероятностные оценки возможных выбросов ОВ в окружающую среду, используемые, в свою очередь, для расчета процесса рассеивания ОВ в атмосфере и определения внешних зон риска в случае аварии.

Количественной характеристикой любой аварии с химически опасными веществами является показатель аварийного риска. Уровень аварийной опасности, отражаемый в оценке аварийного риска, определяется вероятностью (частотой) возникновения аварийной ситуации и характеристикой последствий при возникновении аварии. При этом применительно к оценке влияния аварий на здоровье, понятие «риск» - это мера возможного ущерба, характеризуемого потерями здоровья людей вследствие аварии на объекте. Количественной характеристикой риска является функция частоты аварий и ожидаемого ущерба (заболевания или смерти человека):

$$R = \sum_s (f_s \cdot U),$$

где R – условная оценка риска ;

f_s – частота проявлений аварийной опасности;

U – ущерб (потери) от проявления аварийной опасности.

При прогнозировании последствий аварий на подобных объектах относительно здоровья населения целесообразно использовать частный случай оценки индивидуального риска – оценку локального риска [94]. Такая оценка предполагает отсутствие какой-либо защиты от токсического воздействия и не учитывает конечное время пребывания человека в зоне поражения (предполагается, что человек находится в такой зоне постоянно в течение года). Иначе говоря, оценка локального аварийного риска характеризует уровень потенциальной опасности в определенной точке вероятной зоны поражения. Упрощенно, уровень локального риска 10^{-2} означает, что поражение одного конкретного человека наступит лишь при 100-кратном повторении аварийной ситуации.

В оценке группового риска аварий для здоровья населения конкретной территории используются оценки локального риска с учетом функции плотности распределения населения на данной территории.

Теоретические аспекты расчетов величин локального и группового рисков для человека достаточно подробно изложены в работах [23, 43, 94]. На основе этих принципов могут быть построены прогнозы последствий аварий на ОУХО, выражаемые в виде зон локального риска, располагающихся вокруг ОУХО, радиус которых увеличивается с уменьшением вероятности поражения человека в конкретной точке территории. При расчетах по математическим моделям аварийных рисков используются также вероятностные показатели, учитывающие неравномерность распределения: частот направлений ветров в зоне объекта, частот различных состояний вертикальной устойчивости атмосферы в этой зоне, температурных значений по сезонам года, а также плотность распределения вероятностей выпадения осадков.

Применение такого подхода позволяет создать некую усредненную идеальную модель аварийных ситуаций. Эта модель позволяет производить сравнение вероятностных последствий аварий для различных видов ОВ, различных количеств ОВ, различных сценариев аварий с одним и тем же ОВ. Наконец, она позволяет сопоставить последствия аварий при выборе участка для размещения ОУХО.

Прогноз условных оценок аварийного риска, порождаемых ОУХО, имеет два основных аспекта: аспект, связанный с частотным анализом возможных проявлений аварийной опасности, и аспект, связанный с прогнозом ущерба при проявлении аварийной опасности. Как отмечено выше, частотный анализ не может носить чисто теоретический характер, а должен опираться на результаты анализа реальных аварийных ситуаций при осуществлении аналогичной деятельности на предприятиях (объектах) аналогах. К сожалению, прямого аналога для ОУХО по общим принципам организации производственного процесса, используемому промышленному оборудованию, массовым количествам химических реагентов и отходов производства до настоящего времени не существует. Поэтому надежный расчет частотной составляющей рисков аварий на ОУХО провести не представляется возможным. Можно лишь сослаться на отдельные оценки таких рисков применительно к некоторым операциям, осуществляемым на имеющихся объектах хранения ХО (самопроизвольные протечки из боеприпасов, пожары на участках хранения, аварии при укладке или транспортировке боеприпасов и др.), которые составляют величины порядка от 10^{-4} до 10^{-7} в год [23, 43, 94].

В частности, ориентировочную оценку интенсивности проявления аварийной опасности можно сделать на основании статистики зафиксированных прецедентов возникновения аварийных и предаварийных ситуаций на объектах

хранения химического оружия США. Численная оценка интенсивности (часто ты) возникновения аварийных ситуаций на объектах хранения боевых отравляющих веществ дает величину **порядка 10^{-4} в год**, то есть одна авария в десять тысяч лет на единицу хранения. Можно полагать, что данная оценка частоты возникновения аварийных ситуаций будет справедлива и для российских объектов хранения боевых отравляющих веществ.

Для 33 тысяч боеприпасов, хранящихся на арсенале «Марадыковский», в соответствии с этой оценкой можно ожидать возникновения ежегодно порядка трех нештатных ситуаций.

Сценарии возникновения и развития аварийной ситуации могут охватывать широкий круг возможных событий в условиях хранения, перевозки и уничтожения ХО.

Подобная оценка риска была проведена для учебно-тренировочного объекта в г. Чапаевске, оснащенного оборудованием для уничтожения ФОВ по двухстадийной технологии. В табл. 65 приведены показатели вероятности различных аварийных событий.

Таблица 65

Оценка вероятности событий, которые могли бы к авариям на объекте г. Чапаевск [94]

Событие	Вероятность, $год^{-1}$
Разрушение технологических сосудов	$1\cdot10^{-5}$
Отправка на обжиг в печь снаряженного боеприпаса	$1\cdot10^{-5}$
Возникновение пожара при проливе горючих реагентов	$1\cdot10^{-5}$
Разрыв трубопроводов	$1\cdot10^{-5} – 1\cdot10^{-6}$
Разрыв реактора	$1\cdot10^{-7} – 1\cdot10^{-8}$
Утечка нагретых смесей из реакторов	$1\cdot10^{-7} – 1\cdot10^{-8}$
Взрыв смесей в результате утечки из реакторов	$1\cdot10^{-8} – 1\cdot10^{-9}$

Уровень катастрофических разрывов трубопроводов, по мнению авторов [94], составляет величины от 10^{-6} до 10^{-5} $год^{-1}$/м, вероятность катастрофического разрыва реакторов типа «Нейтрал» с учетом времени возможного нахождения в нем ОВ оценена величиной $2\cdot10^{-8}–10^{-7}$ $год^{-1}$/л. Помимо катастрофических отказов оборудования в работе [94] рассматривалась возможность влияния на безопасность процесса ошибок персонала, в частности вероятность сценария пропуска снаряда с ОВ в печь обжига вместе с горючими материалами, которая оценена величиной $10^{-5}–10^{-4}$.

Исследования последствий разгерметизации сосудов и аппаратов внутри цеха показали, что наибольшую опасность представляет распространение ОВ за

пределы корпуса, основным источником которого будет являться вентиляционная система. Следует иметь в виду, что она оборудована специальной схемой очистки вентвыбросов, рассчитанной на возможность «пикового» выброса ОВ в результате аварийной ситуации. Оценена также вероятность взрыва используемых в процессе взрыво- и пожароопасных веществ (моноэтаноламина, дизельного топлива и др.) за счет искр или статического электричества, которая составляет 10^{-8}–10^{-9} год$^{-1}$.

Размеры облака зараженного воздуха, образовавшегося в результате аварии, определяются физико-химическими свойствами ОВ (агрегатное состояние, коэффициент диффузии паров в воздухе, давление насыщенного пара, температура кипения); распределением вещества в месте формирования облака (разлив на площади с образованием «зеркала» жидкости, непрерывная утечка, утечка линейная или объемная, пожар на участке пролива, вспышечный пожар, взрыв и т. п.). Кроме того, величина облака обусловлена географическими (топографическими) и метеорологическими условиями в конкретный момент времени (скорость и направление ветра, температура воздуха и почвы, степень вертикальной устойчивости атмосферы, шероховатость подстилающей поверхности, наличие ложбин, холмов, лесов и т. п.).

В случае крупной аварии при самых строгих оценках и самых неблагоприятных метеорологических условиях глубины распространения облака зараженного воздуха по пороговой дозе могут составить до нескольких десятков километров [213]. Не исключая возможности такой ситуации, надо иметь в виду, что ее вероятность все же невелика. Большинство же вариантов возможных аварий не приведут к образованию больших глубин распространения облака, глубины будут составлять от сотен метров до нескольких километров.

Весьма опасно попадание ОВ в малые и средние реки, особенно если пролитая масса разбивается на капли или образует плывущее пятно.

Попадание 5 кг зарина в реку среднего размера может вызвать гибель более 50% рыбы на расстоянии свыше 40 км от места пролива [213]. Проникновение пролитого ОВ в водоносные слои грунта может привести к отравлению источников питьевой воды, что предъявляет особые требования к организации мониторинга окружающей среды, реагированию в чрезвычайных ситуациях, системам оповещения, защиты и эвакуации населения, проживающего в районах объектов уничтожения химического оружия.

При включении объекта хранения боевых отравляющих веществ в состав промплощадки ОУХО возникают дополнительные проблемы с точки зрения оценки аварийного риска. Наличие ОУХО в непосредственной близости от объекта хранения боевых отравляющих веществ значительно увеличивает общий риск нештатных ситуаций по сравнению со штатным режимом фукционирования арсенала.

Авария на объекте хранения боевых отравляющих веществ порождает комплекс воздействий на состояние здоровья человека, состояние окружающей среды и объектов техногенного происхождения. Например, при аварии на объ-

екте хранения, связанной со взрывом или пожаром, комплекс воздействий может включать воздействие ударной волны, тепловой радиации, токсическое воздействие и т. д. При определенных условиях каждое из них может иметь ведущее значение. Однако в общем случае, учитывая свойства и объемы отравляющих веществ, хранящихся на арсеналах, определяющим будет являться токсическое воздействие. Соответственно, оценки аварийного риска в первую очередь должны учитывать уровень токсического воздействия.

Загрязнение окружающей среды посредством распространения отравляющих веществ в атмосфере является сложным физико-химическим процессом, кинетика которого определяется следующими основными факторами [94]:

а) физико-химическими свойствами отравляющих веществ;

б) процессами распространения отравляющих веществ в атмосфере, которые зависят от метеорологической ситуации в районе объекта хранения отравляющих веществ на момент аварии и физического состояния (пар, аэрозоль различной дисперсии и т. п.), в котором отравляющие вещества или продукты их фазовых и химических превращений присутствуют в атмосфере;

в) процессами фазовых и химических превращений отравляющих веществ в атмосфере;

г) процессами фазовых и химических превращений отравляющих веществ, при их взаимодействии с почвой после выпадения на земную поверхность.

Процесс переноса отравляющего вещества в атмосфере описывается уравнением турбулентной диффузии [94, 214–217]:

$$\frac{\partial q_i}{\partial t} + u(z)\frac{\partial q_i}{\partial x} + w_i \frac{\partial q_i}{\partial z} = K_Y(z)\frac{\partial\ q_i}{\partial y^2} + \frac{\partial}{\partial z}(K_Z(z)\frac{\partial q_i}{\partial z}) + \sum_j F_{ij},$$

где t – время; x, y, z – декартовы прямоугольные координаты (ось x направлена вдоль направления «среднего» ветра, ось y перпендикулярно оси x в плоскости земли, ось z вертикально вверх); $q_i(t, x, y, z)$ – объемная концентрация i-го компонента отравляющего вещества; $u(z)$ – проекция на ось x средней скорости ветра на высоте z над поверхностью земли; $w_i \leq 0$ – проекция на ось z гравитационного оседания i-ого компонента отравляющего вещества; $K_y(z)$, $K_z(z)$ – поперечный и вертикальный коэффициенты турбулентной диффузии соответственно; $F_{ij}(q_i, q_j)$ – объемные источники и стоки, характеризующие превращение j-го компонента отравляющего вещества в i-й.

Существует много методов решения уравнения турбулентной диффузии с различной степенью упрощения модели. В работе [216] проведена оценка различных математических моделей и сделан вывод о том, что для прогноза чем проще модель (при условии сохранения основных свойств атмосферы), тем ближе к реальным условиям загрязнений рассчитываемые показатели.

Каждому пути токсического воздействия (ингаляционному, контактному (кожному), пероральному, на органы зрения) и каждому реципиенту риска соответствует определенная величина ущерба, влияющая на величину оценки аварийного риска. В общем случае величина каждого вида токсического воздействия определяется факторами воздействия: массой (концентрацией) воздействующего вещества и временным интервалом воздействия.

Форма представления величины токсического воздействия зависит и от способа передачи воздействия реципиенту риска.

Например, при токсическом воздействии через атмосферный воздух на человека и на фауну:

$$y = \int_0^T C^n \cdot dt,$$

где C – концентрация (масса) воздействующего токсичного вещества в атмосфере; n – регрессионный коэффициент, который учитывает нелинейный характер воздействия; T – время воздействия ОВ.

При неаэрогенном токсическом воздействии на абиотические среды, флору, фауну и на человека:

$$y = \frac{1}{N} \int_0^T \dot{m} \cdot dt,$$

где $\dot{m}$ – скорость изменения массы воздействующего токсичного вещества; T – время воздействия; N – коэффициент, имеющий смысл массы или площади поверхности реципиента риска.

При токсическом воздействии на органы зрения через атмосферный воздух:

$$y = \int_0^T \dot{C} \cdot dt,$$

где Ċ – скорость изменения концентрации воздействующего токсичного вещества в атмосфере [94].

Как было отмечено выше, условные оценки аварийного риска отражают последствия аварии, которые в свою очередь характеризуются величиной ущерба (потерь) U, зависящей от множества внешних по отношению к аварии факторов. Среди них наиболее существенными являются климатические параметры:

– направление ветра, характеризуемое углом α;

– значение скорости ветра V;

– значение температуры воздуха T;

– состояние устойчивости атмосферы, с классом устойчивости d_i;

– наличие осадков.

Для математического описания последствий аварии вводится полярная система координат (r,φ) с началом координат в точке центра источника токсической опасности. Условная оценка аварийного локального риска при токсическом воздействии через атмосферный воздух может быть определена с использованием выражения [94]:

$$R(r,\varphi) = \sum_i \int_0^{2\pi} d\alpha \int_0^{t_\alpha} dt \int_0^{V_{\max}} dV \int_{T_{\min}}^{T_{\max}} \mu(\alpha) \cdot \lambda(V) \cdot P(V,d_i) \cdot \eta(t) \cdot \chi(T) \times$$
$$\times U(r,\varphi,d_i,t,\alpha,V,T)dT,$$

где $\mu(\alpha)$ – плотность распределения вероятности направлений ветра, определяемых величиной угла α;

$\lambda(V)$ – плотность распределения вероятности значений скорости ветра V;

$P(V, d_i)$ – вероятность того, что при скорости ветра V состояние устойчивости атмосферы относится к классу устойчивости d_i;

$\eta(t)$ - плотность распределения вероятности невыпадения осадков в виде дождя;

t_a – временной масштаб токсического воздействия при передаче воздействия через атмосферный воздух;

$\chi(T)$ – плотность распределения вероятности значений температуры атмосферного воздуха;

$U(r, \varphi, d_i, t, \alpha, V, T)$ – функция, характеризующая ущерб при реализации аварии.

Локальный риск получается усреднением ущерба по возможным значениям климатических параметров при фиксированных координатах (r,φ). Количественно риск определяется произведением частоты аварий (λ) на ущерб (U), но по вышеприведенной формуле величина λ не учитывается (точнее, она рассматривается как дополнительный параметр к ущербу), и оценка локального риска сводится к оценке среднего ущерба от аварии, выражаемой долей так или иначе пострадавших от аварии людей от общей численности населения в рассматриваемом районе.

Для оценки возможных медицинских последствий аварий на арсенале ХО и на ОУХО тяжесть последствий возможных аварий характеризует показатель ущерба от проявления аварийной опасности (U). Именно он является основным фактором, который должен учитываться при прогнозировании последствий любой, даже самой маловероятной аварии.

При этом под тяжестью последствий (величиной ущерба) подразумевается:

– для индивидуальных оценок риска – тяжесть интоксикации;

– для оценок группового риска – число пораженных, имеющих те или иные симптомы поражения.

3.2.2. Оценка токсического воздействия отравляющих веществ

В результате аварий на объектах по хранению и уничтожению ХО могут иметь место выбросы различных химических веществ во внешнюю среду, их токсическое воздействие на персонал объектов и на население окружающих территорий. На объекте хранения (арсенале) это, главным образом, сами ОВ, а при авариях на ОУХО к ним может добавиться очень большой перечень опасных соединений как из хранящихся на складах реагентов (кислоты, щелочи, перекиси, органические спирты, дегазирующие рецептуры, амины и др.), так и из образующихся в ходе технологии промежуточных и конечных продуктов (полупродукты реакционных масс, химически загрязненные компоненты фильтров очистки и др.).

Краткие характеристики возможных проявлений острого отравления при возникновении аварийных ситуаций наиболее опасными и токсичными из ОВ, продуктов их детоксикации и веществ, используемых в технологии уничтожения ХО, описаны в работах [195, 218–222].

Из многообразия токсических воздействий на человека, обусловленных аварией на ОУХО, наиболее значимыми являются:

– ингаляционное – воздействие токсического вещества в парообразном состоянии через атмосферный воздух;

– накожное и чрезкожное (контактное);

– пероральное – воздействие при попадании токсичных веществ в организм человека (например, с пищей или водой);

– перокулярное – воздействие на органы зрения человека.

Токсикологические характеристики кожно-нарывного и нервно-паралитического действия ОВ представлены в табл. 66.

Таблица 66

Токсические дозы ФОВ и ОВ кожно-нарывного действия при различных путях поступления в организм [67, 229]

ОВ	Путь поступления в организм и токсодоза					
	ингаляционный, мг·мин/л*			действие паров через обнаженную кожу, LCt_{50}, мг·мин /л	кожно-резорбтивный LD_{50}, мг/кг	пероральный LD_{50}, мг/кг
	LCt_{50}	ICt_{50}	PCt_{50}			
Зарин	0,075	0,055	$25 \cdot 10^{-4}$	12-15	24	0,14
Зоман	0,03	0,025	$2 \cdot 10^{-4}$	7,5-10	1,4	0,02-0,04
V-газ	0,01-0,04	0,005	$1 \cdot 10^{-4}$	1	0,01-0,01	0,07
Иприт	1,5	0,2	$25 \cdot 10^{-3}$	10**	70	1-2
Люизит	1,3				20	5-10

Примечание.

* Интенсивность дыхания принята 15 л воздуха в минуту;

** Расчетное значение.

Как видно из представленных данных, химические вещества, и в первую очередь ОВ (особенно ФОВ), обладают высокой токсичностью для теплокровных при различных путях поступления в организм.

Из всех перечисленных путей поступления ОВ в организм человека наибольшую опасность в случае возникновения аварийной ситуации будет представлять воздействие паров ФОВ (зарина, зомана и V-газов) через органы дыхания. В этом случае диапазон между дозами ФОВ, вызывающими исключительно местные эффекты, и смертельными дозами очень небольшой. Например, после воздействия паров зарина в токсической дозе 15 мг·мин /м^3 у человека развиваются миоз и спазм аккомодации, при 40 мг·мин /м^3 появляются сжатие в груди, затрудненное дыхание, кашель, обильная саливация, тошнота, изжога и подергивание мышц. Повышение концентрации зарина до 70 мг·мин/м^3 быстро вызывает тяжелые судороги, за которыми следуют коллапс, паралич и смерть [99]. Аналогичную картину интоксикации (только при более низких токсических дозах) вызывает другой представитель ФОВ – зоман. Так, например, известно, что вдыхание паров этого агента в течение 15 мин уже в концентрации 0,02 мг/м^3 приводит к отравлениям слабой степени. При увеличении дозы до 0,5 мг·мин/м^3 появляется миоз, затруднение дыхания, слюнотечение и потливость. ОВ типа Vx вызывает миоз при вдыхании в течение 1 мин паров зараженного воздуха с концентрацией отравляющего агента 0,1 мг/м^3 [195].

При воздействии паров и аэрозолей ОВ, относящихся к классу кожно-нарывного действия, наиболее чувствительной мишенью организма человека будут органы зрения и дыхания. Так, пребывание в течение 15 мин в атмосфере с концентрацией люизита 10 мг/м^3 приводит к покраснению глаз и отеку век. При более высоких концентрациях ощущаются жжение в глазах, слезотечение, светобоязнь, спазмы век, возникает резкое раздражение слизистых оболочек верхних дыхательных путей [31]. При тяжелой степени поражения в период общего угнетения интоксикация может протекать по типу быстро развивающегося сосудистого коллапса. Если в этот период не наступает гибель, то через несколько часов могут развиваться явления острого отека легких и нарушение водного обмена. Возникает накопление жидкости в тканях и полостях, что проявляется в отечности кожи, слизистых оболочек, асците, гидротораксе.

Поражение глаз парами иприта наблюдается при нахождении в атмосфере с концентрацией ОВ около 1 мг/м^3 в течение 45 минут. Первые признаки поражения появляются через 4–8 часов в виде спазма век, слезотечения, чувства засоренности глаз, светобоязни, воспаления конъюнктивы, которое может сохраняться до месяца. Возможна потеря зрения вследствие помутнения роговицы. При нахождении в течение 1 мин в облаке зараженного воздуха с концентрацией паров иприта 150 мг/м^3 пораженные полностью будут выведены из строя через 4–6 часов из-за сильного воспаления конъюнктивы, сопровождающегося эритемой кожи.

Вдыхание пара или аэрозоля иприта в невысоких концентрациях приводит через 6–8 часов к легкому воспалению верхних дыхательных путей, першению в горле, сухому кашлю, бронхиту, явлениям катара, продолжающимся 3–4 сут. Более высокие концентрации ОВ уже через 3 часа вызывают мучитель-

ный кашель, потерю голоса, боли в груди, затруднение глотания, позывы к рвоте, кровотечения в дыхательных путях и, наконец, отек легких. Общее отравление проявляется в подъеме температуры тела, апатии, слабости и упадке сил. Тяжелые поражения через 3–4 дня заканчиваются смертельным исходом. Необходимо отметить высокую опасность хронического действия иприта [223] (в т.ч. продуктов его распада, обладающих более пролонгированным действием и большим периодом выведения из организма), что может быть причиной возникновения различных нозологий, например некротически-геморрагических колитов, патологии почек [99]: альбуминурия и цилиндрурия, сочетающиеся со снижением диуреза.

В результате аварии на объекте хранения или уничтожения химического оружия, сопровождающейся выбросом ОВ или другого токсического вещества в окружающую среду, образуется очаг химического заражения, в пределах которого концентрация экотоксиканта постепенно уменьшается как во времени, так и по мере удаления от центра.

Некоторые обобщенные данные по медико-тактической характеристике зон заражения различными видами ОВ, а также срокам оказания доврачебной помощи тяжело пораженным приведены в табл. 67, 68 (цит. по [212]).

Таблица 67

Ориентировочные данные по прогнозируемому максимальному числу пораженных людей (в случае крупной аварии на ОУХО или арсенале ОВ)

Вариант расчета	Центр аварии	Глубина расп. пораж. концентраций ОВ в воздухе, км	Макс. ширина зоны заражения	Вероятное максимальное число пораженных в соответствующей зоне заражения (глубина приведена в скобках)		
				Смертельно	Опасно (средне-тяжелые отравления)	Не смертельно (легкие отравления)
Розлив зомана (20 т) в разруш. помещ. [229]	центр участка № 5	~18 км	1,4 км	0 чел. (0,78 км)	0 чел. (1,15 км)	~ 4800 чел., в т.ч. пгт. Мирный (18 км)
Розлив зомана (20 т) в разруш. помещ. [229]	центр участка № 5	~11 км	0,8 км	0 чел. (0,5 км)	0 чел. (0,85 км)	~ 4800 чел., в т.ч. пгт. Мирный (11 км)
Розлив зомана (2 т) на откр. местн. [166]	центр участка № 5	~43 км	14 км	0 чел. (1,86 км)	0 чел. (2,77 км)	~36600 чел., 4600+ 32000 (г.Котельнич) (43,4 км)
Розлив зомана (2 т) на откр. местн. [30]	центр участка № 5	~32,9 км	2,6 км	0 чел. (1,65 км)	0 чел. (1,82 км)	~35500 чел., 3500+ 32000 (г.Котельнич) (32,9 км)
Розлив зомана (2 т) на откр. местн. [30]	центр участка № 5	~80 км	6,3	~4100 чел. (6,6 км)	10 чел. (7,39 км)	~800 чел., с. Пищалье + д. Суводи + д. Разбойный Бор (80 км)
Взрыв 16 емкостей с люизитом (2 т) [66]	центр участка № 5	~ 20 км	1,6 км	~4000 чел. (Мирный) (3 км)	~60 чел. (11 км)	0 чел. (20 км)

Примечание. Расчет выполнен, исходя из представления зоны фактического заражения в виде эллипса и направления его оси в сторону наиболее крупных населенных пунктов (в пределах длины оси) и с наиболее тяжелыми вероятными последствиями поражения населения, без учета розы ветров. При расчетах не учитывались численность персонала самого ОУХО и личного состава арсенала.

Таблица 68

Вероятные сроки гибели пораженных при отравлении их смертельной дозой ОВ и при отсутствии своевременного и эффективного лечения

Наименование ОВ	Основной путь поступления яда в организм	Продолжительность скрытого периода	Вероятностные сроки гибели при отравлении одной смертельной д озой	
			с момента воздействия ОВ	с момента возникновения клиники отравления
Зарин	Ингаляционный	1 – 2 мин	5 – 15 мин	5 – 15 мин
Зоман	Ингаляционный Через кожу	5 – 10 мин 10 – 30 мин	15 – 40 мин 30 – 90 мин	15 – 40 мин 30 – 60 мин
V-газы	Ингаляционный Через кожу	10 – 30 мин 1 – 3 часа	30 – 90 мин 2 – 4 часа	30 – 60 мин
Иприт	Через кожу	Часы	Сутки, недели	Сутки, недели

3.2.3. Оценка масштабов распространения облака зараженного воздуха при проливе отравляющих веществ

Одним из основных показателей, характеризующих масштабы загрязнения при химически опасных авариях, является глубина распространения облака зараженного воздуха, зависящая от массы выброшенного ОВ, его физико-химических свойств, метеорологических условий, топографических особенностей местности и ряда других факторов, которые достаточно многообразны и в большинстве своем проявляются случайным образом [224, 225].

В условиях конвекции, когда почва нагрета сильнее воздуха, восходящие потоки вызывают быстрое «размывание» облака. Напротив, при инверсии (почва холоднее воздуха) наблюдаются наибольшие глубины распространения облаков. При слабых ветрах облака зараженного воздуха затекают в лощины и обходят холмы, так как пары ОВ тяжелее воздуха и «стелются» по поверхности земли. Глубина распространения значительно снижается при наличии лесного покрова (примерно в 1,5 раза) по сравнению с распространением над равнинной местностью. При инверсии глубина распространения облака увеличивается примерно в 1,7 раза по сравнению с изотермией, а при конвекции уменьшается, что является вполне естественным. Чем неустойчивее атмосфера, тем интенсивнее идет перемешивание воздуха и тем быстрее разбавляется в нем примесь ОВ, следовательно, тем меньше будет глубина распространения действующих концентраций ОВ в облаке, способных нанести ту или иную степень поражения [200, 213].

При прогнозировании радиусов опасных зон необходимо учитывать следующие процессы [225]: испарение жидких ОВ; перенос (диффузия) воздушных масс в приземном слое атмосферы; пространственно-временное распределение концентраций ОВ в атмосфере; физиологическое воздействие ОВ на организм человека. Большинство из перечисленных процессов может быть описа-

но с достаточной для практических целей точностью при помощи различных математических моделей.

Поскольку оценка глубины распространения облака зараженного воздуха носит приближенный характер, то для определения размеров опасных зон целесообразно использовать инженерные методы расчета, основанные на следующих допущениях [226]:

– главным фактором опасности является пролив жидкого вещества на горизонтальную поверхность с последующим образованием зеркала жидкости, испарением жидкости и диффузией паров в окружающую среду;

– испарение жидкости описывается аддитивно-аппроксимационной моделью на основе экспериментальных данных;

– коэффициент перевода ОВ в парообразное состояние соответствует концентрации насыщенных паров ОВ;

– распространение паров вещества описывается диффузионной моделью Гаусса;

– при расчете распространения паров ОВ в атмосферу по методу Гаусса используется стандартная параметризация состояний атмосферы по Пасквиллу;

– расчет распространения паров вещества в атмосфере производится для условий открытой местности;

– оценка границ опасных зон производится исходя из значений экспозиционной дозы ингаляционных поражений.

Оценка возможного уровня токсического воздействия на население в случае реализации конкретного аварийного события может быть выполнена с использованием известных моделей распространения химических веществ (ОВ) в различных природных средах [30, 59, 66, 167, 191, 227]. В рамках этих моделей может быть проведен расчет размеров возможных зон для разных уровней вероятностей локального поражения.

Анализ существующих моделей распространения химических загрязняющих веществ показал, что использование разных методических подходов приводит к значительным различиям в оценках реального риска и размеров зон заражения при авариях на объекте хранения и уничтожения ХО. Например, рассчитанные ранее [59, 66] по двум разным методикам (FOA и INTD) оценки риска для 5% уровня поражения при различных авариях на Камбаркском (Удмуртия) арсенале хранения ОВ (для люизита, на 1 час после аварии при нормальных метеоусловиях и при температуре воздуха +10 °С) дали значительно различающиеся (от 7 до 15 раз) размеры зоны, в которой будет наблюдаться временный вывод людей из строя. Так, при взрыве и горении содержимого кг

$AsCl_3$) глубина зоны поражения может составить 11 км при расчете по одной методике или 0,8 км – по другой.

Наиболее неблагоприятные для населения условия создаются при относительно слабом ветре в нижних слоях атмосферы. При U = 1 м/с, h = 5 м облако может достигнуть 20 км, при h = 2 м – до 30 км (табл. 69).

При этом следует отметить, что для территории Кировской области среднее значение скорости ветра, по данным Росгидромета, равно 3-4 м/с.

Таблица 69

Зависимость глубины зоны заражения при проливе 2 т Vx от метеорологических условий

Модельный вариант разлива 2 т Vx	U = 3 м/с		U = 2 м/с		U = 1 м/с	
	h = 5 м	h = 2 м	h = 5 м	h = 2 м	h = 5 м	h = 2 м
Зона распространения облака от ОУХО	5 км	11 км	10 км	17 км	20 км	30 км

3.2.4. Обоснование размеров зоны защитных мероприятий объекта хранения ХО «Марадыковский»

В соответствии с Федеральным законом «Об уничтожении химического оружия» среди основных направлений работ по хранению, перевозке и уничтожению ХО важное место отводится созданию высокоэффективных и надежных систем мониторинга окружающей среды, здоровья персонала объектов и граждан, проживающих и работающих в зонах защитных мероприятий.

В пределах ЗЗМ должен осуществляться специальный комплекс мероприятий, направленных на обеспечение коллективной и индивидуальной защиты граждан, защиты окружающей среды от возможного воздействия токсичных химикатов вследствие возникновения чрезвычайных ситуаций. Площадь ЗЗМ зависит от расчетного или нормируемого безопасного уровня загрязнения окружающей среды и утверждается Правительством РФ.

Расчет размеров зоны защитных мероприятий для объекта хранения ХО «Марадыковский» выполнен ассоциацией РОСТ (г. Москва) [228] по «Методике определения площади зоны защитных мероприятий» [227]. В соответствии с этой методикой рекомендуется устанавливать ЗЗМ в виде круга с радиусом, равным наибольшему из размеров секторов, рассчитанных исходя из величин пороговой токсодозы ОВ при максимальной гипотетической аварии. Расчет [228] для пролива 20 т зомана дал максимальную величину зоны заражения на уровне PCt_{50}, равную 10,6 км. Таким образом, максимальная площадь ЗЗМ в соответствии с этим расчетом равна 352,8 км^2.

Однако методика [227] содержит ряд серьезных неточностей, и поэтому возникла необходимость проведения дополнительных расчетов с использованием различных методов (ОНД-86,[191], РД 52.04.253-90, работы [31, 167], а также с учетом факторов, которые формально не регламентированы используе-

мыми методами, но крайне важны с точки зрения обеспечения максимальной безопасности населения, в частности социальных факторов [224].

При обосновании размеров зоны защитных мероприятий целесообразно учитывать следующие особенности:

1. Комплекс мероприятий по обеспечению максимальной коллективной и индивидуальной безопасности от возможного воздействия ОВ при возникновении чрезвычайных ситуаций должен быть **достаточным** даже при очень малой величине вероятности максимальной по масштабам аварии.

2. Использование «вероятностного способа» в качестве основного метода при определении размеров ЗЗМ нецелесообразно. Вероятностный метод имеет смысл применять для выбора места и сопоставления различных вариантов размещения объекта, при расчетах рассеивания фильтровентиляционных выбросов при нормальной работе объекта, для сравнительного анализа возможного влияния аварий на окружающую среду при различных вариантах используемых технологий и т. д. Этот метод практически позволяет описывать территорию возможных загрязнений, но не конкретную аварию. Однако аварийным службам необходима не гипотетическая комбинированная модель на все случаи аварии, а модель конкретной аварии с учетом определенной конкретной ситуации. Поэтому в качестве основного метода для расчета размеров зоны защитных мероприятий, устанавливаемых вокруг объектов по хранению и уничтожению ХО, целесообразно использовать **масштабный метод**.

3. Рекомендуемые в Методике [227] критерии индивидуального риска (10^{-6}–10^{-8}) имеют разброс на 2 порядка, т. е. в 100 раз, что создает чрезвычайно большую неопределенность в исходных данных для расчета.

4. Для обоснования размеров (площади) ЗЗМ объекта хранения химического оружия (так же как и для объекта уничтожения ХО) следует брать наиболее «жесткий» вариант вероятной аварийной ситуации. Для расчета ЗЗМ объекта хранения ХО «Марадыковский» целесообразно провести расчет глубин зоны химического заражения на уровне пороговой токсодозы в ситуации разрушения склада боеприпасов, снаряженных фосфорорганическими отравляющими веществами, с проливом 20 т ФОВ (зарина, зомана или Vx) в летних условиях при директивном времени ликвидации аварии 4 часа.

Определение площади зоны заражения. В качестве основного метода расчета размера площади зоны заражения для арсенала «Марадыковский» была использована «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» РД 52.04.253-90 [30].

При расчете площади ЗЗМ необходимо учитывать, что в опубликованных материалах имеют место противоречивые данные по физико-химическим и токсикологическим свойствам ОВ. Например, для зомана давление насыщенного пара при 20 °С варьируется от 0,245 мм рт. ст. [228, 229] до 0,923 мм рт. ст. [195], а пороговая токсодоза – от $2–10^{-4}$ [31, 230] до $5·10^{-4}$ [227] мг·мин/л).

В расчетах площади ЗЗМ [224] использованы данные [31, 230] по физико-химическим и токсикологическим свойствам фосфорорганических ОВ, которые приведены в табл. 70 и 71.

Таблица 70

Физико-химические свойства ФОВ

Наименование ОВ	Показатель				
	МВ	Плотность d_4^{20}, кг/м^3	$T_к$, ^oC	Теплота испарения, Дж/кг	$P^{20}_{нас.}$, мм.рт.ст.
Зарин	140	1094	151	$3{,}77 \cdot 10^5$	1,48
Зоман	182	1013	190	$3{,}35 \cdot 10^5$	0,5
V-газы	267	1008	300	$2{,}93 \cdot 10^5$	0,00034

Таблица 71

Значения экспозиционных доз ОВ при ингаляционном воздействии, использованные для оценки глубины и площади зон заражения

Наименование ОВ	Ингаляционная доза, г·мин/м^3		
	LCt_{50}	ICt_{50}	PCt_{50}
Зарин	0,1	0,055	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$
Зоман	0,05	0,025	$2 \cdot 10^{-4}$
V-газы	0,035	0,005	$1 \cdot 10^{-4}$

Учитывая большую неопределенность исходных данных, результаты теоретических расчетов оценки масштабов заражения можно и нужно рассматривать как весьма приближенные, а с учетом принятых допущений – как предельно возможные, вероятность реализации которых составляет ничтожно малую величину.

Следует также иметь в виду, что экспозиции порядка 8 и тем более 24 часов также маловероятны, так как в режиме функционирования объекта УХО создаваемая система мониторинга окружающей среды предусматривает автоматизированный отбор проб и подачу сигнала от аварии, а система чрезвычайного реагирования – меры по локализации аварий и предотвращению дальнейшего поступления ОВ в атмосферу. В работе [231] указывается, что при наличии квалифицированного персонала подразделений для ликвидации последствий аварий и оснащении их необходимыми средствами время работы источника может лежать в пределах от 0,5 до 4 часов, в зависимости от масштабов аварии и сопутствующих ей обстоятельств.

В соответствии с методикой расчета глубины зоны заражения [30], одним из факторов, лимитирующих глубину зоны, является скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, зависящая от скорости ветра и степени вертикальной устойчивости атмосферы (табл. 72). Потому существует некоторая наиболее опасная скорость ветра, при которой для данного количества СДЯВ и состояния атмосферы глубина зоны заражения достигает максимума.

В табл. 73 приведены результаты расчетов глубины зоны заражения на уровне пороговой токсодозы для трех фосфорорганических отравляющих веществ – зарина, зомана и Vx – при различных метеорологических условиях,

количестве пролитого ОВ и времени ликвидации аварии. Как видно из таблицы, наибольшую глубину зоны заражения дает вторичное облако паров зомана, что обусловлено значительно более высокой его токсичностью (по пороговой дозе) относительно зарина и сравнительно высокой летучестью (по отношению к Vx).

Таблица 72

Скорость (км/ч) переноса переднего фронта облака зараженного воздуха в зависимости от скорости ветра

Состояние атмосферы	Скорость ветра, м/с														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Инверсия	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88
Конвекция	7	14	21	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 73

Глубина зоны заражения (км) при проливе ФОВ для различных количеств ОВ, метеорологических условий и времени ликвидации аварии (результаты расчетов по РД 52.04.253-90 при толщине слоя жидкости 5 см) [224]

Отравляющее вещество и скорость ветра	Изотермия						Инверсия					
	2 т			20 т			2 т			20 т		
	4 ч	8 ч	24 ч	4 ч	8 ч	24 ч	4 ч	8 ч	24 ч	4 ч	8 ч	24 ч
Зарин скорость ветра												
1 м/с	4,3	5,9	10,2	17,4	24,5	42,7	10,5	14,6	25,2	20,0	40,0	106,2
2 м/с	3,0	4,1	7,1	11,7	16,5	28,1	7,2	9,9	16,9	28,8	40,4	68,2
3 м/с	2,6	3,5	5,9	9,7	13,6	23,0	6,0	8,3	14,0	23,5	32,7	55,9
4 м/с	2,4	3,3	5,3	8,8	12,2	20,5	5,4	7,4	12,5	20,9	28,4	49,6
Зоман скорость ветра												
1 м/с	11,6	16,1	28,0	24,0	48,0	117,7	20,0	40,0	71,1	20,0	40,0	120,0
2 м/с	7,8	11,0	18,6	31,7	44,6	76,2	19,0	26,6	45,7	40,0	80,0	196,7
3 м/с	6,6	9,1	15,4	25,9	35,5	62,4	15,7	21,9	36,5	**63,8**	90,0	154,6
4 м/с	6,0	8,2	13,7	22,9	31,1	54,4	14,0	19,5	31,9	55,6	78,8	135,1
Vx скорость ветра												
1 м/с	0,38	0,41	0,63	1,0	1,4	2,3	0,64	0,90	1,4	2,3	3,4	5,5
2 м/с	0,26	0,32	0,52	0,84	1,0	1,7	0,53	0,71	1,1	1,7	2,4	3,9
3 м/с	0,24	0,30	0,49	0,73	0,93	1,6	0,50	0,65	0,95	1,6	2,1	3,3
4 м/с	0,22	0,28	0,46	0,68	0,88	1,5	0,47	0,61	0,91	1,5	2,0	3,1

Как было отмечено выше, время ликвидации крупной аварии с проливом ОВ не должно превышать 4 часа, поэтому в качестве верхней оценки глубины зоны заражения следует взять величину 63,8 км, соответствующую глубине распространения облака зомана при массе пролитой жидкости 20 т при состоянии атмосферы, соответствующем инверсии и скорости ветра 3 м/с.

Необходимо отметить, что полученная величина зоны заражения завышена, поскольку методика [30] не учитывает влияния топографических условий местности, а большая часть территории вокруг арсенала покрыта лесом, существенно сокращающим глубину распространения загрязнения в воздушной среде. Для учета этого фактора можно воспользоваться методом, приведенным в работе [166]. В соответствии с этим методом глубина распространения облака токсичного вещества, рассчитанная для равнинной местности, лишенной растительности, умножается на коэффициент влияния местности $К_м$, определяемый по специальной номограмме (рис. 33). Входными данными для определения $К_м$ являются коэффициент шероховатости подстилающей поверхности Z_0, доля леса на местности, средний перепад высот и состояние вертикальной устойчивости воздуха.

Для местности в районе размещения объекта хранения химического оружия «Марадыковский» характерны следующие значения величин, необходимых для определения коэффициента влияния местности: перепад высот (относительное превышение) 25 м на 1 км; коэффициент шероховатости Z_0 – 0,06, доля леса – 0,3. Для указанных величин при инверсии номограмма дает значение коэффициента влияния местности $К_М$, приблизительно равное 0,35. Таким образом, расчет глубины зоны заражения при проливе 20 т зомана на открытой местности (в разрушенном помещении) в условиях инверсии при скорости ветра 3 м/с, с учетом топографических условий местности, дает величину $63,8 \cdot 0,35 = 22,3$ км.

Таким образом, расчет по методике РД 52.04.253-90 [30] дает для объекта хранения ХО «Марадыковский» глубину зоны пороговых поражений для максимальной гипотетической аварии 22,3 км. В этом случае в зону защитных мероприятий должны быть включены территории двух районных центров – г. Котельнич и пгт. Оричи. В пользу такого расчета границы ЗЗМ говорят и топографические особенности местности, прежде всего – расположение объекта хранения ХО в непосредственной близости от долины р. Вятки и железнодорожной магистрали, проложенной по широкой прямолинейной просеке в лесном массиве. Необходимо также учитывать наличие другого опасного объекта (склада взрывчатых веществ) в восточном направлении от объекта хранения ХО. При окончательном определении границ ЗЗМ следует учесть социально-политические факторы, мнение населения, проживающего в зоне возможного поражения, и администрации районов, на территории которых располагается данная зона.

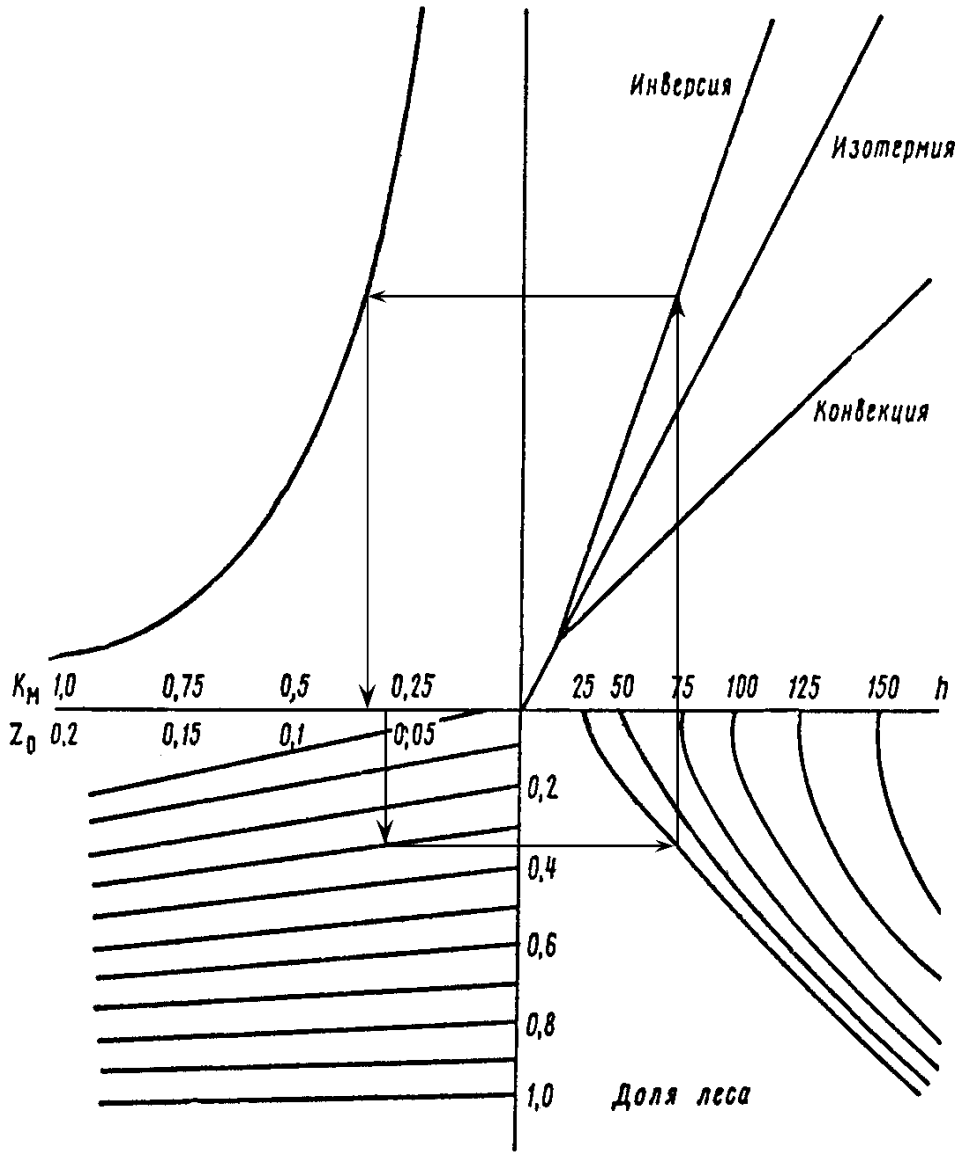


Рис. 33. Номограмма для определения коэффициента влияния местности $К_м$ (по [166])

С учетом всех вышеизложенных факторов размер ЗЗМ ОУХО «Марадыковский» должен быть установлен до 22,3 км с максимальной глубиной в направлении г. Котельнич и пгт. Оричи, площадью 891,7 км^2. При этом, поскольку в радиус 22,3 км попадает ближайшая к объекту окраина пгт. Оричи, в соответствии с общими правилами построения санитарно-защитных зон и зон защитных мероприятий в ЗЗМ должен быть включен весь пгт. Оричи, что увеличивает глубину ЗЗМ в восточном направлении до 24,5 км [224].

Карта-схема площади ЗЗМ ОУХО «Марадыковский» приведена на рис. 34.

На схеме показаны все населенные пункты в пределах ЗЗМ, входящие в действующий официальный перечень населенных пунктов в соответствии с административно-территориальным устройством Кировской области. В этот перечень входят 196 населенных пунктов с общим постоянным населением 54590 жителей Оричевского и Котельничского районов.

Следует отметить, что в наиболее опасном соседстве с ОУХО (в пределах 5 км) находятся относительно крупные населенные пункты: пгт. Мирный (4170 чел.), с. Брагичи (164 чел.) и с. Быстряги (158 чел.)

Подобный подход при расчете площади зоны защитных мероприятий может иметь место для каждого объекта ОУХО, так как методика определения площади зоны защитных мероприятий [227] пока несовершенна и требует должной проработки.

При этом следует особо отметить, что достаточно корректная оценка уровней опасностей, связанных с ОУХО, может быть выполнена при определенных условиях. При анализе должны быть учтены: 1) вся совокупность оценок_группового аварийного риска и вероятностей (частот) возникновения аварийных ситуаций для каждого из аварийно опасных элементов объекта; 2) вся совокупность возможных реципиентов риска; 3) все возможные неблагоприятные последствия (от самых малых до самых тяжелых).

Для более точной конкретизации возможных последствий аварий на ОУХО или арсенале возможно использование специальных методик прогнозирования людских потерь при воздействии боевых ОВ на войсковые контингенты. Однако, если принять во внимание отмеченные выше существенные различия в оценках глубин распространения ОВ после аварий, непостоянство метеорологических условий, изменение реальной плотности населения территорий по сезонам и времени суток, разработка специальной математической модели таких расчетов была бы довольно сложна, а получаемые по этой модели прогнозные оценки слишком приблизительны и малодостоверны.

При оценке величины риска аварии следует иметь в виду следующие обстоятельства [173]:

1) хранимый (в зимнее время) на складе временного хранения боеприпасов (в соответствии с технологией уничтожения) «неснижаемый» запас ОВ должен обеспечивать непрерывную работу ОУХО в течение суток и, следовательно, должен достигать порядка 10–12 т, которые ежедневно будут транспортироваться с арсенала; значит, наибольшую опасность в плане аварии на дотехнологической стадии будут представлять загруженные ОВ транспортные средства, перевозящие порядка 1–1,5 т ОВ, и склад хранения ОВ. При этом на автотранспорте боеприпасы предполагается перевозить в исходной, штатной «упаковке» (только аварийные боеприпасы подлежат транспортировке в специальных контейнерах);

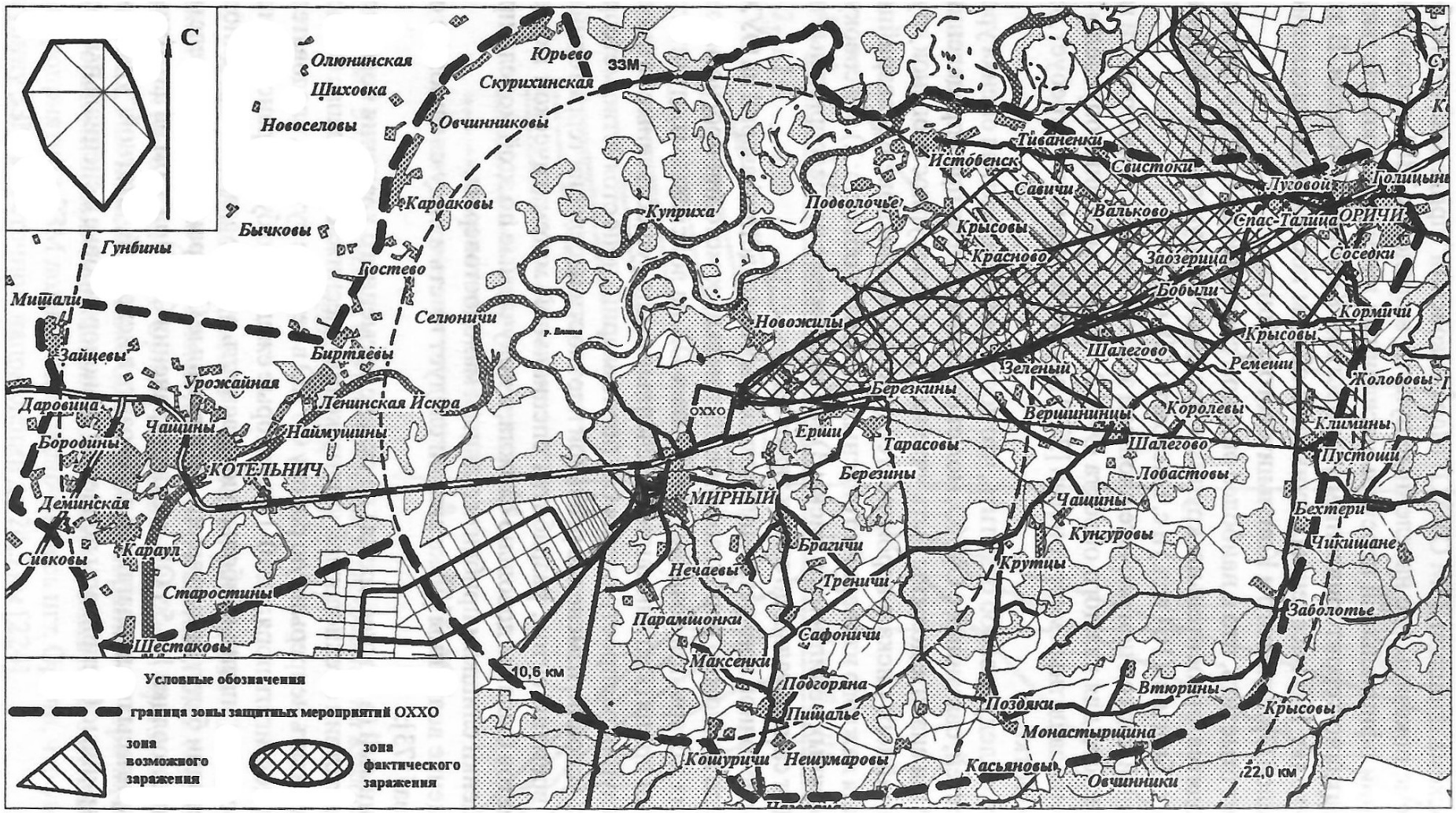


Рис. 34. Карта-схема площади ЗЗМ ОУХО «Марадыковский» и глубины зоны заражения местности при проливе 20 т зомана (М 1:300 000)

2) примерно такое же количество ОВ должно ежедневно доставляться (без помещения на склад временного хранения) на ОУХО и в летнее время;

3) наиболее крупные по количеству ОВ аварии с наиболее тяжелыми последствиями могут произойти на арсенале ХО, однако общая величина риска аварийной ситуации будет возрастать за счет дополнительных рисков на участках погрузки, транспортировки и разгрузки боеприпасов.

Таким образом, суммарный аварийный риск для населения, проживающего вблизи объекта ОУХО, будет равен сумме рисков:

$$R_s = R_x + R_n + R_m + R_в + R_y,$$

где R_s – риск аварии при хранении ОВ;

R_n – риск аварии при погрузке боеприпасов;

R_m – риск аварии при транспортировке боеприпасов;

$R_в$ – риск аварии при выгрузке боеприпасов;

R_y – риск аварии при уничтожении ОВ.

С учетом приведенных выше данных следует сделать вывод о том, что риск для здоровья населения максимален в случае возникновения на объекте хранения ХО крупной аварии с разливом или подрывом емкостей с ФОВ или двойной смесью. При этом количество людей, попавших в зону смертельных или тяжелых поражений может превысить 4500 человек.

В случае менее тяжелых последствий аналогичных крупных аварий число пострадавших, за счет попадания в зону пороговых концентраций ОВ, может достичь в западном направлении от объекта (включая г. Котельнич) около 36000 человек, а в восточном направлении (включая пгт. Оричи) более 10000 человек.

Во всех случаях размещение и функционирование ОУХО в непосредственной близости от арсенала приведет к существенному возрастанию риска аварий для здоровья проживающего вблизи ОУХО населения и, соответственно, к утяжелению прогнозируемых негативных последствий._Уровни риска, связанные с ежедневной транспортировкой нескольких тонн ОВ, безусловно, будут существенно выше риска аварий, свойственного обычному режиму функционирования самого арсенала.

Каким бы низким ни был по величине частотный риск аварии (случай с Чернобыльской АЭС доказал, что при расчетном риске порядка 10^{-5}–10^{-6} ошибочные действия персонала вполне могут довести его до реальной катастрофы), в случае, если она произойдет, достаточно эффективная экстренная медицинская помощь всему этому возможному количеству тяжело пораженных людей не может быть оказана, поскольку летальный эффект от поражения ФОВ наступит значительно раньше, чем появится возможность оказать им квалифицированную медицинскую помощь, тем более – в условиях стационара, где обеспеченность койко-местами недостаточна. В непосредственной близости от арсенала и проектируемого строительства ОУХО (с учетом состояния дорог)

находятся лишь участковая больница пос. Мирный со стационаром на 100 коек и районные больницы пгт. Оричи на расстоянии 22,3 км от объекта со стационаром на 180 коек и в 14 км от объекта в г. Котельнич на 230 койко-мест. При этом ни в одном из медучреждений в настоящее время нет специальных токсикологических отделений или центров, а палаты интенсивной терапии не рассчитаны на прием массовых потоков пораженных.

Следует также учитывать, что и сам пгт. Мирный при аварии может оказаться в зоне воздействия поражающих концентраций ОВ, что еще больше обострит ситуацию с медобслуживанием.

Все изложенные выше моменты позволяют сделать вывод о том, что медицинские последствия возможных аварий на ОУХО и на арсенале в процессе производственной деятельности объекта или вследствие совершения диверсионно-террористических акций будут весьма серьезными. Они должны быть в обязательном порядке учтены при проектировании систем мониторинга вокруг объекта, инфраструктуры объекта (включая строительство необходимых коллективных защитных сооружений в крупных населенных пунктах), попадающих в зоны защитных мероприятий ОУХО.

3.2.5. Прогноз изменения состояния окружающей среды и здоровья населения в районе функционирования ОУХО

В ходе выполнения работ по оценке влияния проектируемого объекта уничтожения химического оружия на состояние окружающей среды сделан некоторый прогноз возможных изменений природных сред и объектов, а также состояния здоровья населения, проживающего в селитебной зоне ОУХО.

Прогноз воздействия ОУХО на геологическую среду. В процессе строительства и эксплуатации ОУХО существует возможность следующих изменений геологической среды:

– условий залегания пород;
– рельефа участка размещения проектируемого строительства ОУХО;
– химического состава подземных и поверхностных вод;
– специфических свойств горных пород.

Наибольшие воздействия объекта УХО будут испытывать горные породы и подземные воды.

Воздействие объекта на рельеф и горные породы может проявиться в следующем:

– в изменении ландшафта в месте отбора грунта для планировки;
– в вырубке леса (с сохранением его на незастроенных участках);
– в привносе на площадь строительства насыпного грунта;
– в бурении инженерно-геологических скважин.

Вертикальная планировка участка размещения объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» потребует применения грунта в количестве 387000 м^3. При использовании привозного грунта возможно изменение химического состава грунтовых вод.

Из-за слабых несущих характеристик грунтов планируемого участка строительства ОУХО здания и сооружения запроектированы на свайных фундаментах, что явится еще одним фактором воздействия на горные породы.

Воздействие объекта на геологическую среду в ходе эксплуатации и после прекращения деятельности ОУХО проявится в уплотнении насыпного грунта, в механической нагрузке зданий и сооружений на горные породы, в выносе минеральных солей из насыпного грунта в грунтовые воды. Изменение поверхностного стока за счет планировки площади может привести к заболачиванию и оврагообразованию.

Воздействие *химических загрязнителей* на геологическую среду и горные породы при прямом попадании их на почву (проливы и др.) будет выше, чем в случае загрязнения атмосферы.

Широкое распространение на участке планируемого строительства объекта песчаных грунтов с высокими инфильтрационными свойствами может вызвать загрязнение нижерасположенных горных пород на глубину более 6 м.

Самым опасным воздействием на геологическую среду проектируемого объекта будет *воздействие на подземные воды* по причине высоких уровней стояния, а также в связи с тем, что они являются единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения и недостаточно защищены по условиям залегания от возможного загрязнения.

Скважины, существующие и проектируемые на территории строительства ОУХО, являются потенциальными проводниками загрязнений в водоносные горизонты.

Влияние объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» на развитие *экзогенных геологических процессов* (ЭГП) может проявиться в оврагообразовании и заболачивании за счет изменения поверхностного стока вследствие поднятия уровня до 1,5 м при строительстве объекта и подъездных путей. Проектом предусматриваются защитные мероприятия для снижения воздействия проектируемого объекта на развитие ЭГП.

При штатном рабочем режиме влияние объекта на ЭГП будет незначительным; аварийные ситуации увеличат опасность, которая проявится прежде всего в изменении состава подземных вод и их агрессивных свойств. В этом случае не исключаются суффозионные процессы как в коренных породах, так и в основании зданий.

Прогноз воздействия ОУХО на почвы. Прогноз воздействия ОУХО на земли сельскохозяйственного назначения предполагает следующие изменения:

– изъятие из сельскохозяйственного оборота пашни и луговых угодий;

– нарушение естественного состояния сельскохозяйственных земель (механическое разрушение (удаление) почвенного покрова или изменение его физико-химических, биологических свойств под воздействием химических загрязнителей).

Для строительства объекта будет занято 28 га, из них 26 га займет сам объект. Подтопляемость территории размещения ОУХО требует поднятия поверхности на 1,5 м за счет подсыпки грунта. При выемке грунта планируется снятие гумусового горизонта с его временным складированием. Мощность слоя гумуса на пашне составляет 18–20 см; на целинных почвах (луг, лес) – 10–12 см. Возможная глубина выемки грунта составит 30–50 см. Будет нарушен также верхний слой почвы на участке складирования срезанного с места выемки грунта гумусового горизонта. При возврате перемещенного гумуса полное восстановление структуры и почвенного плодородия нарушенного участка невозможно.

Аналогичные нарушения произойдут на землях, которые будут использованы под строительство линейных сооружений.

Прогнозные оценки устойчивости почв к воздействию загрязнения на территории планируемого строительства ОУХО.

На участке планируемого размещения ОУХО преобладают аллювиальные почвы, относящиеся к группе устойчивых. В пойму стекают поверхностные и грунтовые воды с окружающих водораздельных пространств. Поэтому степень загрязнения пойменных почв определяется не только их высокими буферными свойствами, но и особенностями почв сопредельных ландшафтов с их легко «фильтрующими» почвами, легко пропускающими загрязняющие вещества в грунтовые воды.

Устойчивость аллювиальных почв, однако, весьма относительна. Накапливающиеся в составе почвенного поглощающего комплекса в больших количествах катионы и анионы загрязняющих веществ при изменении состава или концентрации почвенного раствора (например, в паводок) будут выходить в почвенный раствор и поглощаться из него растениями. Таким образом, специфический водный режим в пойме может стать причиной вторичного загрязнения территории, даже в отсутствие постоянно функционирующего внешнего источника загрязнения.

Прогноз воздействия ОУХО на атмосферный воздух. Строительство и введение в рабочий режим объекта УХО увеличит нагрузку ЗВ на атмосферный воздух. При штатном режиме работы объекта возрастет количество источников аэрогенных выбросов: вместо 7 существующих в настоящее время будет 27. Количество химических загрязнителей в выбросах в атмосферу с вводом в действие объекта увеличится на 42 наименования. Мало изучены процессы миграции и превращения в природных средах самих ОВ и их трансформантов. По имеющимся литературным данным, попадание ОВ в природные среды может привести к образованию новых токсичных загрязняющих веществ.

Токсическое воздействие ОВ на окружающую среду при штатном режиме работы ОУХО из-за низких концентраций выбросов может быть незначительным. Однако длительное воздействие этих веществ, даже в небольших коли-

чествах, может отрицательно сказаться на состоянии экосистем и здоровье человека.

Опасность воздействия на биоту загрязняющих веществ при эксплуатации ОУХО может возрасти в связи с присущими им эффектами суммации и синергизма, а также способностью к аккумуляции в организмах.

В зону воздействия выбрасываемых в атмосферу при эксплуатации ОУХО веществ, оказывающих воздействие на окружающую среду и здоровье населения на уровне 1 ПДК$_{нм}$, могут попасть населенные пункты, в том числе пгт. Мирный, пассажиры железной дороги, низкотолерантные субаквальные экосистемы р. Вятки, места разгрузки подземных вод и сельхозугодья.

При любых авариях (пожар, пролив) отравляющие вещества будут распространяться по воздуху в виде паров или аэрозоля. При этом размер зоны заражения будет зависеть от объемов ОВ, поступивших во внешнюю среду. По расчетам, в модельной ситуации с проливом 20 т зомана (при скорости ветра 3 м/с, температуре воздуха 20 °С, при инверсии, времени ликвидации аварии 4 ч) размер зараженной площади может быть на расстоянии до 22,3 км.

Прогноз воздействия ОУХО на растительность. При рабочем режиме функционирования ОУХО разовое воздействие на растительность будет незначительным даже на территории с радиусом 3 км по причине небольших объемов плановых выбросов. Однако, вследствие кумулятивного характера воздействия самих ОВ и некоторых веществ, используемых в технологическом процессе, возможно поражение растительности из-за накопления мелких нарушений на соматическом и генетическом уровне, которые позднее могут проявляться в снижении продуктивности и изменении роли популяций растений в сообществах, что в конечном итоге может привести к сменам фитоценозов.

На территории с R = 10 км воздействие ОВ и продуктов их деструкции в штатной ситуации не будет иметь явного характера. Последствия могут проявиться здесь лишь различными мутагенными эффектами (появление новых, наследственно обусловленных форм растений), что в конечном итоге тоже может привести к изменению структуры и продуктивности природных экосистем.

В местах аварийного пролива ОВ возможно быстрое и полное разрушение растительного покрова вследствие непосредственного токсического воздействия их на растения. Эти участки трансформируются в зоны с оголенной почвой, где будет происходить водная и ветровая эрозия. Такие ситуации могут возникнуть на территории промзоны, а также при транспортировке емкостей, содержащих БОВ. Размеры их будут зависеть от масштабов аварии.

Попадая в капельно-жидком состоянии на растения, ОВ могут оказать токсическое воздействие. Из атмосферного воздуха токсиканты могут попасть в почву, через которую и осуществляется основное влияние их на растения. Раз-

мер зоны поражения в случае смоделированных вариантов аварий, что было отмечено выше, может охватить территорию с радиусом до 22 км. На этих территориях возможна деградация лесов, ухудшение состояния луговой растительности и выведение из хозяйственного оборота пахотных земель и кормовых угодий.

Прогноз воздействия ОУХО на животный мир. Существенной особенностью воздействия химических загрязнителей на животных является возможность передачи их по цепям питания, вследствие чего на высших звеньях трофических уровней происходит многократное увеличение концентрации токсических веществ. Индивидуальный характер реакций на тип загрязнителя и форму его воздействия присущ растениям и животным. Общей реакцией является повышенная уязвимость низкоорганизованных форм по сравнению с более совершенными. Вопрос о воздействии ОВ на зооценозы изучен недостаточно, тем не менее на основании имеющихся данных можно сделать предположения о возможных изменениях животного мира в результате функционирования ОУХО.

В случае загрязнения природной среды может изменяться как качественный, так и количественный состав почвенной мезофауны (почвенные насекомые и личинки насекомых). При этом степень деградации группировок наземных беспозвоночных животных может стать более значительной, а последующее их восстановление происходит обычно медленнее, чем это характерно для позвоночных. Восстановление популяций позвоночных животных будет происходить за счет миграции с соседних территорий.

Неоднородность реакций разных групп животных проявляется и при воздействии фосфорорганических отравляющих веществ. Наиболее уязвимы по отношению к зоману амфибии и мышевидные грызуны. В нештатной ситуации также в первую очередь могут пострадать беспозвоночные, обитающие в почвах и в лесной подстилке, что может вызвать изменения в составе и численности птиц и млекопитающих, которые питаются беспозвоночными (насекомыми). Снижение численности птиц может быть связано с их откочевкой на соседние территории. В группе млекопитающих в первую очередь пострадают мышевидные, что, несомненно, скажется на численности ценных охотничьих животных (мелкие куньи, лисица), для которых мышевидные служат кормом.

Увеличение техногенного загрязнения ***водных экосистем*** приводит к их эвтрофикации. Реакция животного населения на эти изменения проявляется в уменьшении числа видов и изменении соотношений разных групп обитателей водоемов, исчезают виды животных, чувствительные к загрязнению, доля толерантных видов повышается. На организменном уровне химическое загрязнение проявляется прежде всего в возникновении морфологических аномалий и гибе-

ли особей. Быстрее поражается икра рыб, земноводных, а также личиночные стадии. Молодь всех видов рыб на ранних фазах развития подвергается воздействию загрязнителей еще и через корм в виде фито- и зоопланктона. Животные низших трофических уровней (ракообразные, моллюски) поражаются в первую очередь. Снижается численность личинок поденок, веснянок, ручейников, являющихся биоиндикаторами загрязнения водоемов. Эти животные служат кормом для карповых и окуневых рыб, для водоплавающих и болотных птиц. Для хищников и эвризоофагов большую опасность представляет постепенное накопление токсических веществ. Оседлые виды рыб, к которым относится большинство хозяйственно-ценных видов, могут быть подвержены влиянию токсикантов, начиная с самых ранних фаз развития, что также чревато накоплением ОВ в организме. К этой группе относится лещ, составляющий 76,5 % численности и 57 % биомассы ихтиофауны р. Вятки в пределах Оричевского района.

Влияние ОВ на группу охотничьих животных может быть как прямым, так и косвенным. Помимо возможностей прямого отравления, может сказаться фактор беспокойства, разрушение местообитаний, сокращение и ухудшение кормовой базы. Возможны откочевки на соседние территории и обратные заходы на отчуждаемые участки. Серьезную угрозу представляет фактор передачи ЗВ по пищевым цепям и накопление токсикантов в организме консументов высших порядков. Поэтому в наибольшей степени могут пострадать хищные животные – куница, хорь, норка, выдра, горностай, ласка, волк, лисица, рысь, а также насекомоядные – крот и землеройка. Формой нарушения организма может быть летальный исход или разнообразные мелкие патологии, которые в природных условиях выявить сложно.

Значение последствий химического загрязнения для охотничьих животных может быть выявлено только через несколько поколений. Поэтому весьма сложно и невозможно сегодня прогнозировать изменение характера эксплуатации этого ресурса. Воздействие загрязняющих веществ на боровую дичь невелико вследствие питания их пищей из верхних ярусов. Большей опасности будут подвергаться птенцы этих видов птиц в связи с особенностями своего питания (наземными насекомыми). Значительна угроза поражения для водоплавающих птиц. Особенности поражения немногочисленных в этой зоне околоводных животных (выдра, норка, ондатра) связаны с поступлением токсикантов по пищевым цепям и накоплением их в организме. Наиболее уязвимыми являются мышевидные грызуны и насекомоядные животные, а также заяц-беляк, енотовидная собака, горностай, хорь, ласка, лисица.

Не ожидается изменений условий миграции, так как пути миграции находятся вне пределов воздействия ОУХО; без изменений останутся границы ареалов (они шире зоны влияния ОУХО), но может измениться кружево ареалов. В ближайшие годы нет оснований и для изменения характера эксплуатации промысловых животных.

Влияние ОУХО на сельскохозяйственных животных. Поступление в окружающую среду веществ типа хлор-, фтор-, мышьяк-, сера-, фосфорорганических отравляющих веществ, а также продуктов их трансформации представляет наибольшую опасность для человека и животных. Поражающее воздействие усугубляется чрезвычайной устойчивостью многих из них в окружающей природной среде, а также способность ОВ той и другой группы к накоплению в организме. Загрязнение сельскохозяйственной продукции, в частности животного происхождения, представляет дополнительный путь поступления ОВ в организм человека. Особо опасные последствия могут быть связаны с нарушением репродуктивной функции и генотоксическим воздействием. На фоне географически обусловленного дефицита кальция в сыворотке крови у всех домашних животных Оричевского района воздействие фторсодержащих соединений может вызвать массовое заболевание и падеж скота. Даже при незначительном загрязнении соединениями фосфора, хлора, мышьяка, фтора в зоне возможного воздействия ОУХО может возрасти заболеваемость сельскохозяйственных животных за счет поражения печени, почек, нарушений обмена веществ; вероятно изменение белкового, жирового, углеводного обмена и снижение иммунного статуса организма вследствие ингибирования токсикантами функции синтеза ферментов. Небольшие отклонения от норм кормления и содержания скота при интоксикации организма ОВ могут повлечь вспышки легочных и пищеварительных инфекций, снижение продуктивности, увеличение падежа скота (особенно молодняка), бесплодия и риска рождения нежизнеспособного потомства.

Прогноз возможного влияния ОУХО на социальные условия и здоровье населения. При размещении в регионе химически опасного объекта, каким является ОУХО, особенно выражены могут быть психогенные и неврогенные нагрузки. В нормальном режиме работы объекта выбросы различных химических загрязнителей не приведут к превышению значений $ПДК_{м.р.}$ или $ПДК_{сс}$ на территории с радиусом до 1000 м.

Продолжительность и непрерывность работы объекта УХО может увеличить опасность кумулятивного воздействия некоторых ЗВ (мышьяк-, хлор-, фтор- , серусодержащих соединений) даже при условии минимального поступления их во внешнюю среду. При длительном воздействии на организм человека малых концентраций ОВ можно ожидать те или иные проявления хронического отравления. Клиника хронической профессиональной интоксикации ФОВ складывается из поражения центральной нервной системы, поражения зрительного анализатора, функциональных и органических изменений желудочно-кишечного тракта, печени (токсические гепатиты) и сердечно-сосудистой системы, обменных расстройств, иммунодефицита. Токсический характер подобных нарушений наиболее показателен для детей.

При хроническом воздействии иприта и продуктов его распада, равно как и люизита, нарушается общий обмен веществ в организме, что может быть причиной *диабета*, особенно у людей молодого возраста, наблюдается *отставание детей в росте* и развитие у них *врожденных патологий*, снижается детоксикационная функция организма и *поражается иммунная система.*

При оценке риска для здоровья населения необходимо учитывать комплексный характер и возможный эффект синергического воздействия некоторых химических загрязнителей на организм человека. При наличии 10 токсических веществ, одновременно воздействующих на организм, значения фактической концентрации каждого из них в среднем не должны превышать 0,1 ПДК.

К настоящему времени доказан эффект суммации лишь для некоторых групп веществ, причем не специфичных для ОВ и продуктов их детоксикации. Ограниченный перечень химических соединений, включенных в группы суммации, свидетельствует об отсутствии данных и неисследованности таких эффектов.

Из расчетов по определению размеров СЗЗ выявлено, что при сочетании только 9 выбранных загрязнителей на расстоянии порядка 2,5-3 км от объекта уничтожения химического оружия, в районе д. Новожилы, Марадыково, Ерши, пгт. Мирный, их суммарная относительная допустимая концентрация превысит единицу.

При оценке возможного воздействия химических загрязнителей на здоровье населения в нормальных условиях эксплуатации ОУХО сделать достоверный прогноз комплексного воздействия малых доз (ниже ПДК) различных классов выбросов на организм человека не представляется возможным в связи с отсутствием аналогов и масштабов подобной деятельности. Можно предположить возможный рост заболеваемости населения, проживающего в зоне воздействия объекта, хроническими формами экологически обусловленных нозологий.

В связи с тем, что общая заболеваемость за 1992-2000 гг. как взрослого, так и детского населения пгт. Мирный имеет тенденцию роста, можно предположить, что этот показатель в перспективе при эксплуатации ОУХО не снизится.

Среднемноголетние показатели заболеваемости взрослого населения пгт. Мирный также выше аналогичных среднерайонных и среднеобластных по следующим классам болезней: болезни системы кровообращения, органов пищеварения и костно-мышечной системы. Ведущими патологиями среди взрослых Пищальского сельского округа и в пгт. Мирный являются болезни системы кровообращения и органов дыхания; болезни костно-мышечной системы и болезни органов пищеварения занимают соответственно третье и четвертое места

в структуре заболеваний. Динамику развития заболеваемости взрослого населения пгт. Мирный, уже в настоящее время, отмечает неблагоприятная тенденция развития новообразований, болезней эндокринной системы, крови и кроветворных органов, психических расстройств, врожденных аномалий. Большинство из этих видов заболеваний по экспертным оценкам являются индикаторными на воздействие некоторых ОВ, поэтому можно предположить, что данная тенденция будет продолжаться.

Для заболеваемости детей до 14 лет, проживающих в пгт. Мирный, характерна следующая ранговая структура болезней: болезни органов дыхания, болезни эндокринной системы, инфекционные и паразитарные болезни, болезни нервной системы и органов чувств, болезни органов пищеварения. Отмечается ежегодный рост распространенности заболеваний детей до 14 лет. Прогноз по этим видам детских заболеваний может быть аналогичным прогнозу для взрослых. Однако особую тревогу вызывает то обстоятельство, что в сравнении с районными и областными показателями у детей пгт. Мирный резко выделяется заболеваемость эндокринной системы. Обосновано предположение о росте отсроченной заболеваемости населения в ближайшей к ОУХО селитебной зоне нозологиями, обусловленными генотоксическим действием химических выбросов объекта (злокачественные новообразования, врожденные аномалии, формы сахарного диабета, болезнь Дауна, фенилкетонурия, гемофилия, гликозидозы, подагра и др.).

Прогнозируемые негативные последствия деятельности ОУХО - это ухудшение в целом экологической обстановки, а также существенное повышение психогенных нагрузок и возможное возрастание социальной напряженности в районе размещения ОУХО.

Прогноз изменения социально-экономических условий жизни населения при реализации проекта ОУХО. Численность населения в пгт. Мирный в ближайшей перспективе изменится незначительно, несмотря на приток специалистов для строительства и работы на ОУХО. Их прибытие будет компенсироваться вынужденным оттоком постоянного населения (54,8% опрошенных), которое выразило желание в связи со строительством ОУХО сменить место жительства.

Возрастная структура пгт. Мирный нарушена и характеризуется устойчивой тенденцией старения населения. Ухудшение демографической ситуации в пгт. Мирный проявляется в снижении рождаемости. Общие коэффициенты смертности населения могут остаться на прежнем уровне. На фоне старения постоянного населения района приезд молодых специалистов будет способствовать омоложению возрастного состава и, соответственно, снижению смертности.

Миграционное сальдо пгт. Мирный за 1999 и 2000 гг. становится отрицательным. Предполагается, что сальдо миграций постоянного населения в зоне

воздействия ОУХО и в ближайшие годы будет отрицательным в связи с намерением части населения сменить место жительства.

Мирный – один из наиболее благоустроенных поселков в области. В ближайшие годы улучшение обеспеченности жильем населения пгт. Мирный не предвидится, так как новое жилищное строительство для специалистов намечаемого ОУХО осуществляется в пгт. Оричи. Сельский административный центр пгт. Мирный попадает в 3-километровый радиус воздействия объекта уничтожения химического оружия, и, следовательно, он не может рассматриваться как территория для расширения селитебной зоны.

В сельских поселениях изменений в обеспеченности жильем и улучшении благоустройства не предвидится, за исключением деревень 3-километровой зоны, которые подлежат сносу и население которых должно получить новое благоустроенное жилье. Данные о прогнозах возможного изменения окружающей природной среды и здоровья населения в зоне эксплуатируемого объекта уничтожения химического оружия необходимо учитывать при выборе участка строительства ОУХО, составления мероприятий для ЗЗМ, их целесообразно использовать при разработке программы и организации системы комплексного экологического мониторинга. Систематический контроль в рамках экологического мониторинга и мониторинга здоровья позволит на более ранних стадиях установить наметившиеся изменения в природном комплексе, состоянии здоровья населения и принять своевременные меры по их профилактике и реабилитации.

3.2.6. Предложения по реабилитации природных сред, улучшению условий проживания и здоровья населения

Предложения по нормативно-правовому обеспечению социальных условий. В целях защиты интересов населения, подвергающегося опасности в случае строительства и последующей деятельности объекта УХО, необходимо принятие ряда нормативно-правовых актов как на федеральном, так и региональном уровнях.

Первоочередной задачей в этом плане является принятие закона Кировской области «Об обеспечении безопасности и защиты населения, охраны окружающей среды при решении проблемы химического разоружения на территории Кировской области» и Программы мероприятий по социальной защите граждан, проживающих в районе хранения и уничтожения химического оружия.

На случай возникновения аварийных ситуаций на ОУХО необходимо разработать специальную Программу скоординированных действий всех ответственных гражданских и военных ведомств и служб по оказанию помощи населению. Такая программа должна быть разработана для населенных пунктов

Оричевского и Котельничского районов, попадающих в зону защитных мероприятий. В ней необходимо выделить комплексы мероприятий для разных этапов подготовки и строительства ОУХО, а также на период эксплуатации объекта в нормальном режиме и меры экстренного характера на случай аварийных ситуаций.

Для территории вблизи бывшей установки «Долина» требуется статус запретной зоны с последующим уточнением границ зоны, где должны быть запрещены всякая хозяйственная деятельность и посещение людьми.

На этапе до ввода в действие ОУХО необходимо решить проблему восстановления радиовещания, создать гарантированный запас противогазов и других средств индивидуальной защиты постоянного и временного населения, организовать курсы гражданской обороны для всего населения по получению знаний о защите от химического поражения. Необходимо обеспечить условия для своевременной эвакуации населения (улучшить подъездные пути к населенным пунктам и пополнить автотранспортный парк), для размещения эвакуированного населения и снабжения его нужными продуктами питания и медикаментами. Управление Кировского отделения Горьковской железной дороги должно разработать систему мер на случай аварии и вынужденного приостановления движения железнодорожного транспорта на участке магистрали федерального значения Котельнич-Марадыковский-Оричи.

В период деятельности ОУХО на территории санитарно-защитной зоны необходима особая организация медицинского обслуживания населения (регулярные профилактические осмотры, бесплатное или льготное снабжение медикаментами, предоставление льготных путевок для лечения и отдыха населения пгт. Мирный и сельских поселений ЗЗМ). Должна быть обеспечена возможность получения льгот инвалидами и пенсионерами в системе бытового обслуживания; компенсаций и льгот для работающего населения. На период эксплуатации ОУХО нецелесообразно летний отдых детей пгт. Мирный организовывать на базе лагеря «Чайка», его следует проводить за пределами ЗЗМ ОУХО.

Для реализации этой программы уже сегодня нужно начать строительство автодорог с твердым покрытием и восстановление линий проводной радиосвязи.

Население района должно иметь надежные гарантии Правительства Российской Федерации и Кировской области, администраций Оричевского и Котельничского районов, законодательно обеспечивающие нормальную жизнедеятельность и воспроизводство населения на территории, где хранится химическое оружие и планируется его уничтожение.

Проведение необходимой социально-экономической политики в ходе реализации программы строительства и эксплуатации ОУХО может существенно

снизить риски для здоровья населения по группе психогенных и неврогенных патологий.

Предложения по проведению углубленного обследования здоровья населения, проживающего в зоне возможного влияния ОУХО. В целях раннего обнаружения отрицательных последствий деятельности ОУХО на здоровье населения, проживающего поблизости от территории арсенала и будущего ОУХО, необходимо создать условия для регулярного профилактического обследования граждан и оказания в случае необходимости специализированной медицинской помощи.

При центральных районных больницах (Оричи, Котельнич) создать поликлинические консультативно-диагностические центры обследования граждан, проживающих и работающих в зоне защитных мероприятий арсенала хранения ХО и объекта уничтожения ХО, с целью выявления заболеваний на ранних стадиях, проведения экспертизы по установлению связи заболеваний с функционированием объектов хранения и уничтожения ХО, а также организации методической помощи лечебно-профилактическим учреждениям. Организовать ведение регистров всех граждан, проживающих и работающих в ЗЗМ объектов хранения и уничтожения химического оружия.

В программу проведения углубленного обследования населения, проживающего в зоне возможного воздействия ОУХО, необходимо включить элементы ежегодного диспансерного наблюдения и обследование по показателям включенным в программу мониторинга здоровья специального назначения (определение активности холинэстеразы эритроцитов и сыворотки крови, щелочной фосфатазы, креатинфосфокиназы, содержание SH-групп, глюкозы и альбуминов, развернутый анализ крови с оценкой индекса ядерного сдвига и индекса фагоцитоза, выявление в крови белков-индикаторов опухолевого перерождения клеток, а также тесты на «генетическое здоровье» клеток, например индукция микроядер в эритроцитах, хромосомные аберрации и обмен сестринских хроматид в лимфоцитах).

Для контроля промышленной деятельности по уничтожению ОВ фосфорорганического типа необходимо проводить медицинский мониторинг по следующим основным нозологическим типам болезней: психические и невротические расстройства, болезни нервной системы и органов чувств, болезни системы кровообращения, нарушения сердечного ритма, болезни органов дыхания, бронхит хронический и неуточненный, эмфизема и бронхиальная астма, хронический бронхит, осложнения беременности, родов и послеродового периода, самопроизвольный (спонтанный) аборт, отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде, расстройства, связанные с ускорением срока беременности, а также с низкой массой тела при рождении (неуточненной причины).

Для проведения медико-генетического мониторинга этого района необходимо включить в медицинские формы статистической отчетности разные формы онкологических заболеваний. При этом следует особо отслеживать заболевания, связанные с поражением ипритом. Иприт обладает четко выраженным контактным действием на все органы и ткани (глаза, дыхательные пути, кожа, желудочно-кишечный тракт). Значительные общеядовитые свойства обусловлены всасыванием его с пораженного участка тела в кровь. Он вызывает аутоаллергические реакции организма. Кумулятивные свойства иприта делают значимыми для медицинского мониторинга уровни заболеваемости селезенки, костного мозга, а также кожи и глаз. Целесообразно также отслеживать уровни заболеваемости различными формами анемий, а также признаки возможного тератогенного воздействия. Следует предусмотреть также возможные последствия воздействия продуктов детоксикации иприта.

В процессе производственной деятельности по уничтожению иприта и люизита обязательному медицинскому мониторингу подлежат следующие заболевания человека: болезни крови, нервной системы и органов чувств, конъюнктивит, хронический конъюнктивит, блефароконъюнктивит, болезни органов дыхания, острый ларингит и трахеит, другие болезни органов дыхания, острый бронхит и бронхиолит, бронхит хронический и неуточненный, эмфизема и бронхиальная астма, бронхит, неуточненный как острый или хронический, хронический бронхит, эмфизема, хронические респираторные болезни, вызванные дымами и парами, болезни кожи и подкожной клетчатки.

Итоговая номенклатура болезней, подлежащих мониторингу в районах размещения объектов по хранению или уничтожению люизита: болезни нервной системы и органов чувств, хронический конъюнктивит, болезни органов дыхания, острый ларингит и трахеит, другие болезни органов дыхания, бронхит хронический и неуточненный, эмфизема и бронхиальная астма, бронхит, неуточненный как острый или хронический, хронический бронхит, хронические респираторные болезни, вызванные дымами и парами.

Список перечисленных болезней можно использовать при планировании и проведении лечебно-профилактической работы, расчете медицинских сил и средств, для корректировки организационно-штатной структуры медицинских учреждений и т.п.

В приведенных выше перечнях болезней включены и те формы, которые могут быть следствием экологически и социально обусловленных стрессов (по группе нервных болезней и психотических состояний).

На случай нештатного режима должны быть предусмотрены особые меры:

– расширение госпитальной базы пгт. Мирный, пгт. Оричи, г.Котельнич до общего числа коек не менее 1000;

– создание в данных медучреждениях специализированных токсикологических отделений, оборудованных современными средствами и приборами (приборы для гемосорбции, гемодиализа, перитонеального диализа, аппараты искусственной вентиляции легких и др.), и соответствующих токсикологических и биохимических лабораторий;

– существенное усиление районной службы неотложной и скорой помощи с обеспечением последней специализированными реанимобилями токсикологического профиля;

– дополнительная подготовка врачей, фельдшеров, медсестер и санитаров с обучением приемам работы в условиях чрезвычайных ситуаций.

С учетом вероятности синергического, аддитивного токсического и (или) генотоксического воздействия различных химических загрязнителей, а также способности некоторых из них кумулировать в живых организмах, при оценке воздействия следует ориентироваться на существенно более высокие цифры суммарных рисков для здоровья населения.

Предложения по рекультивации нарушенных сельскохозяйственных земель. Для нейтрализации поступивших в почву токсикантов и восстановления ее плодородия необходимо предусмотреть разработку и финансирование системы рекультивации земель, включающую комплекс мелиоративных мер: обогащение почв сельхозугодий органическим веществом путем внесения мелиоративных доз (не менее 300 т/га) торфа с целью повышения их способности к нейтрализации привнесенных посторонних веществ; внесение фосфоритной муки в дозах до 2 т/га на связанных почвах для создания запасов фосфора, достаточного для нейтрализации ряда токсичных соединений; известкование кислых почв (при pH ниже 5,5) с целью уменьшения подвижности тяжелых металлов, вредных и загрязняющих веществ; вывод из состава пахотных угодий маргинальных почв (перевод в сенокосы, пастбища, залужение, облесение и т.д.); повышение общего плодородия почв с целью создания хорошо развитого (желательно постоянного) травостоя, особенно на маргинальных почвах; для уменьшения масштабов воздействия объекта на естественные экосистемы необходимо провести защитные лесонасаждения по всему периметру вокруг промышленной зоны ОУХО для фильтрации и улавливания токсичных выбросов.

В целях предупреждения прямого попадания токсикантов в организм человека требуется замена зерновой специализации сельскохозяйственного производства на кормопроизводство и выращивание технических культур в зоне воздействия ОУХО. В 3-километровую санитарно-защитную зону ОУХО попадают пахотные и пастбищные угодья СХПК «Заря», личные подсобные хозяйства, садовые участки. Необходимо предусмотреть меры по выводу пахотных, сенокосных и пастбищных угодий из сельхозоборота и компенсационные вы-

платы землепользователям за изъятие земель и потери сельскохозяйственного производства, в том числе и по отдельным землепользователям.

Следует предусмотреть финансирование работ для проведения мониторинга почв и постоянного санитарно-гигиенического контроля сельхозпродукции у всех категорий землевладельцев и землепользователей.

Необходимо принятие мер по предупреждению возможного возникновения очага сибирской язвы, так как в ЗЗМ попадают инфекционно неблагополучные эпидемиологические очаги.

В связи с планированием работ по перемещению грунта необходимо провести дополнительные почвенные исследования с нанесением данных на топографическую карту масштаба 1:1000.

Предложения по обеспечению безопасности окружающей природной среды и здоровья населения.

С учетом размеров зоны защитных мероприятий необходимо кроме 3 АСПК загрязнения атмосферного воздуха (по материалам ТЭО проекта строительства – пгт. Мирный, п. Быстряги, п. Брагичи) предусмотреть установку ещё 3 АСПК – с. Истобенск, пгт. Оричи, г. Котельнич.

Несмотря на отсутствие данных о карстовых и суффозионных процессах, необходимо периодически проводить визуальный осмотр производственной территории, а также зданий и сооружений.

Опасным для геологической среды проектируемого объекта будет *воздействие ЗВ на подземные воды* по причине высоких уровней стояния грунтовых вод, а также в связи с тем, что они являются единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения и недостаточно защищены по условиям залегания от возможного загрязнения. Широкое распространение на территории планируемого строительства ОУХО песчаных грунтов с высокими инфильтрационными свойствами может вызвать загрязнение нижерасположенных горных пород на глубину более 6 м. С целью уменьшения воздействия ЗВ на подземные воды необходимо при рабочем проектировании проекта строительства ОУХО предусмотреть применение в местах подвоза боеприпасов и розлива расходных материалов гидроизолирующие покрытия и поддоны. Скважины, существующие и проектируемые на территории строительства ОУХО, являются потенциальными источниками загрязнения водоносных горизонтов. Кроме того, на территории объектов хранения и уничтожения химического оружия имеются заброшенные скважины, которые требуют проведения специальных работ по их тампонированию до начала эксплуатации объекта уничтожения химического оружия. Для ведения мониторинга подземных вод необходимо оборудовать несколько наблюдательных скважин.

Изменение поверхностного стока вследствие поднятия уровня площадки о 1,5 м при строительстве объекта и подъездных путей может привести к заболачиванию и оврагообразованию местности. В связи с этим необходимо предусмотреть меры по предупреждению эрозии и дренаж территории, защитные мероприятия для снижения воздействия проектируемого объекта на развитие экзогенных геологических процессов.

Необходимо предусмотреть меры по сохранению особо охраняемых территорий и памятников природы, попадающих в зону защитных мероприятий объекта хранения химического оружия: заповедник «Нургуш», палеонтологический памятник природы «Котельничское местонахождение парейазавров», геологический памятник природы «Береговой оползень» у д. Климичи, ботанический памятник природы «Котельничская пойменная дубовая роща», озера Савиновское и Лопатинское.

Мощность очистных сооружений не удовлетворяет потребности пгт. Мирный. Уже в настоящее время за сутки проходит очистку сточных вод на 12% больше нормы, а весной и в дождливое время года объем стоков увеличивается на 30–40%. Результаты анализов сточных вод, отобранные до очистки и после нее, свидетельствуют о неудовлетворительной работе очистных сооружений. Кроме того, на территории войсковой части существуют свои очистные сооружения. Стоки, прошедшие очистку, сбрасываются на рельеф и далее в р. Вятку, образуя на пути следования многочисленные озера. В связи с этим необходимо при рабочем проектировании проекта строительства ОУХО в обязательном порядке предусмотреть меры по увеличению мощности очистных сооружений пгт. Мирный, обеспечить систематический государственный экологический контроль за работой очистных сооружений войсковой части. Кроме того, на р. Вятке необходимо оборудовать и установить фоновый гидропост в районе с. Истобенск, контрольный автоматический гидропост в районе г. Котельнич, а также пункты гидрохимических наблюдений и контроля.

В соответствии с нормативами по организации санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий на древесно-кустарниковые насаждения защитного озеленения должно быть отведено 40% общей площади при ширине СЗЗ от 1 до 3 км. В 3-х километровой зоне ОУХО «Марадыковский» общая лесистость составляет несколько более 50%. Однако леса в пределах изучаемой территории размещены неравномерно. Обезлесенные площади, не представляющие преграды для распространения ядовитого облака, образование которого возможно в случае аварии на ОУХО, расположены к северу и к юго-востоку от места предполагаемого строительства ОУХО. Эти открытые пространства представляют сельскохозяйственные земли с расположенными в их пределах населенными пунктами, которые и должны быть защищены в первую очередь

от возможного аэрогенного загрязнения в случае аварийной ситуации. В северном направлении находится д. Новожилы, однако от места расположения ОУХО она отделена достаточно широкой полосой леса, который может служить преградой распространению загрязняющих веществ от ОУХО. Ширина имеющегося здесь лесного массива около 1 км. По типу лесонасаждений он представляет из себя вторичный березовый лес с хорошим густым подростом из ели. Древесный ярус из березы повислой (бородавчатой) в летнее время будет представлять хороший фильтр для аэротоксикантов. В силу достаточной устойчивости березы к рекреационным воздействиям и промышленным загрязнителям этот массив леса длительное время может выполнять свою защитную функцию.

Наиболее не защищен участок территории, который расположен к востоку от объекта, где находятся населенные пункты Ерши, Ряби, Марадыково, Быстряги и далее – Серичи, Березины, Тарасовы, Березкины, Якуничи. Этот юго-восточный сектор составляет примерно третью часть всей территории СЗЗ, т. е. 942 га; 40% этой площади должно быть занято защитными зелеными насаждениями.

Мероприятия по озеленению территории СЗЗ должны проводиться задолго до начала функционирования объекта.

Данные предложения и рекомендации требуют принятия мер по их реализации при строительстве, эксплуатации объекта УХО и рекультивации территорий.

Предложения по организации и проведению комплексного экологического мониторинга. До начала функционирования ОУХО необходимо:

– обосновать и утвердить в соответствующих природоохранных ведомствах и службах здравоохранения перечень контролируемых показателей по изучению состояния природных сред и объектов, здоровья населения;

– спроектировать сеть комплексного экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский» и мест бывшего уничтожения ХО арсенала хранения, скоординировав её с пунктами государственного контроля и социально-гигиенического мониторинга;

– разработать программу комплексного экологического мониторинга ОУХО и утвердить её в Комитете природных ресурсов, на который возложены функции госконтроля и координации природоохранных мероприятий, в том числе и экологического мониторинга объектов уничтожения химического оружия;

– провести начальные циклы наблюдений по программе комплексного мониторинга ОУХО, установить фоновые характеристики состояния природ-

ных сред и объектов, здоровья населения до начала функционирования ОУХО, оформить экопаспорт территории ЗЗМ объекта хранения и уничтожения ХО;

– определить территории фона в естественном природном комплексе, согласовать программу наблюдений с региональными природоохранными органами;

– необходимо в регионе оборудовать лабораторию химико-аналитического и микробиологического анализа, обеспечить её современными приборами, оборудованием, методами контроля специфических, загрязняющих веществ; продолжить начатые работы по отработке методик определения воздействий ЗВ на модельных препаратах и биологических объектах;

– обеспечить научное сопровождение программы комплексного экологического мониторинга по выявлению приоритетных биоиндикаторов, изучению процессов трансформации ОВ и продуктов их разложения в природном комплексе, разработке новых, эффективных методов исследования, создания высокочувствительных приборов – по диагностике заболеваний, определению специфических ЗВ в природных объектах, в том числе и в полевых условиях, организовать работу регионального информационно-аналитического Центра экологического мониторинга окружающей природной среды, оснастить его необходимыми аппаратными и программными средствами;

– разработать положение о системе комплексного экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский», согласовать и утвердить его в Правительстве Кировской области.

Создание системы мониторинга окружающей природной среды, здоровья персонала объектов и населения, проживающего в ЗЗМ ОУХО, является важным звеном обеспечения экологической безопасности при уничтожении ХО. Создание надежных систем экологического мониторинга и мониторинга здоровья утверждено Федеральным Законом «Об уничтожении химического оружия». Организация экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия включает в себя комплекс мероприятий, выполнение которых позволит поддерживать на определенном уровне контроль состояния окружающей природной среды и правильно определять пути безопасного уничтожения химического оружия. Экологический мониторинг является одним из первостепенных по значимости, объему и разнообразию проводимой работы из числа превентивных мероприятий и направлен на информационную поддержку решения основных задач по обеспечению экологической безопасности.

ГЛАВА 4
КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И УНИЧТОЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

4.1. Место и роль экологического мониторинга и государственного экологического контроля в обеспечении безопасного уничтожения химического оружия

Государственный экологический контроль, санитарно-гигиенический надзор, мониторинг окружающей природной среды, мониторинг здоровья работающего персонала и населения, проживающего вблизи объектов хранения и уничтожения химического оружия, являются важной составной частью федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации». Данные мероприятия предусмотрено осуществлять по четырем направлениям:

– разработка методов обеспечения экологической безопасности, систем, методов и технических средств мониторинга окружающей природной среды (раздел № 6 «Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы» комплексной программы);

– организация мониторинга загрязнителей окружающей среды (раздел № 7 «Безопасность хранения и уничтожения запасов химического оружия»);

– строгое соблюдение положений Федеральных законов «Об охране окружающей природной среды» и «Об уничтожении химического оружия»; контроль за обеспечением выполнения требований экологической безопасности на всех стадиях химического разоружения; разработка и внедрение эффективных методов оценки состояния окружающей среды на объектах по хранению и уничтожению химического оружия, а также в зонах защитных мероприятий, позволяющих контролировать соблюдение утвержденных экологических нормативов и стандартов безопасности для разных объектов окружающей среды; оценка фонового состояния окружающей среды в зонах защитных мероприятий и динамический контроль за его изменением (раздел № 8 «Охрана окружающей среды»);

– мониторинг здоровья персонала объектов, привлекаемых работников и граждан, проживающих и работающих в зонах защитных мероприятий; разработка и использование комплекса медико-биологических критериев по оценке состояния здоровья данной категории граждан; проведение санитарно-эпидемиологического надзора за проектированием, строительством и эксплуатацией объектов по уничтожению химического оружия и за объектами окружающей природной среды в зоне защитных мероприятий данных объектов (раздел № 9 «Охрана здоровья работающего персонала и населения, проживающего вблизи объектов по хранению и уничтожению запасов химического оружия»).

Комплексный экологический мониторинг объекта уничтожения химического оружия рассматривается как система долгосрочных наблюдений, оценок, контроля и прогноза состояния окружающей природной среды, здоровья населения в районе расположения объектов хранения и уничтожения химического

оружия и воздействия ОУХО на окружающую среду, создаваемая для обеспечения безопасности работающего персонала, сохранения здоровья населения, экологической устойчивости природного комплекса в районе объектов хранения и уничтожения химического оружия.

Главными целями комплексного экологического мониторинга ОУХО определены следующие: обеспечение безопасности людей, занятых на производстве; сохранение здоровья населения и экологической устойчивости природного комплекса в зоне влияния объекта уничтожения химического оружия.

Методологической основой комплексного экологического мониторинга ОУХО является системный подход, нацеленный на выявление причинно-следственных связей в системе «объект ОУХО – окружающая среда».

Модель системы «объект ОУХО – окружающая среда» представлен на рис. 35. Данная схема отражает территориальную и объектовую структуру комплексного экологического мониторинга ОУХО. Основными элементами модели являются взаимосвязанные с ними природные среды (атмосфера, гидросфера, литосфера) на которые оказывается воздействие. Из схемы следует, что комплексным экологическим мониторингом ОУХО обеспечиваются наблюдения, контроль и оценка состояния окружающей среды на территории промплощадки и СЗЗ, зоны влияния ОУХО, а также на фоновых территориях. На границе СЗЗ допускается суммарное загрязнение атмосферы 1 ПДК от всей совокупности источников выброса на данном объекте, проживание в данной зоне в соответствии с санитарно-гигиеническими нормативными документами запрещено, вследствие чего данную территорию следует оценить как неблагоприятное (опасное состояние фактора среды, где мониторинг должен проводиться по полной программе показателей и в учащенном режиме). Суммарное загрязнение атмосферы от источников выброса ЗВ на объекте для территории ЗЗМ превышает 0,05 ПДК загрязняющих веществ. Кроме того, данная территория, также как и СЗЗ является территорией риска. В связи с этим состояние территории ЗЗМ целесообразно отнести к оценке ограниченно-благоприятное (вызывающее опасения). Третий блок модели «объекта ОУХО – окружающая среда» отражает территорию фона состояние фактора среды которой следует оценить как благоприятное. Все три блока модели функционально взаимосвязаны.

Комплексный экологический мониторинг объекта уничтожения химического оружия на территории промплощадки, СЗЗ и ЗЗМ представляет собой:

– *систему контроля* за содержанием отравляющих веществ, продуктов их деструкции и спонтанной трансформации на территории промышленной зоны, СЗЗ и ЗЗМ в природных средах и объектах;

– *контроль* за состоянием здоровья персонала ОУХО и населения, проживающего на территории зон наблюдения вокруг объектов по хранению и уничтожению химического оружия;

– *оценку* экологического состояния природного комплекса, состояния здоровья населения до начала эксплуатации объекта, в ходе эксплуатации и в постэксплуатационный период;

– *прогноз* происходящих изменений, *подготовку предложений и рекомендаций* по реабилитации территорий.

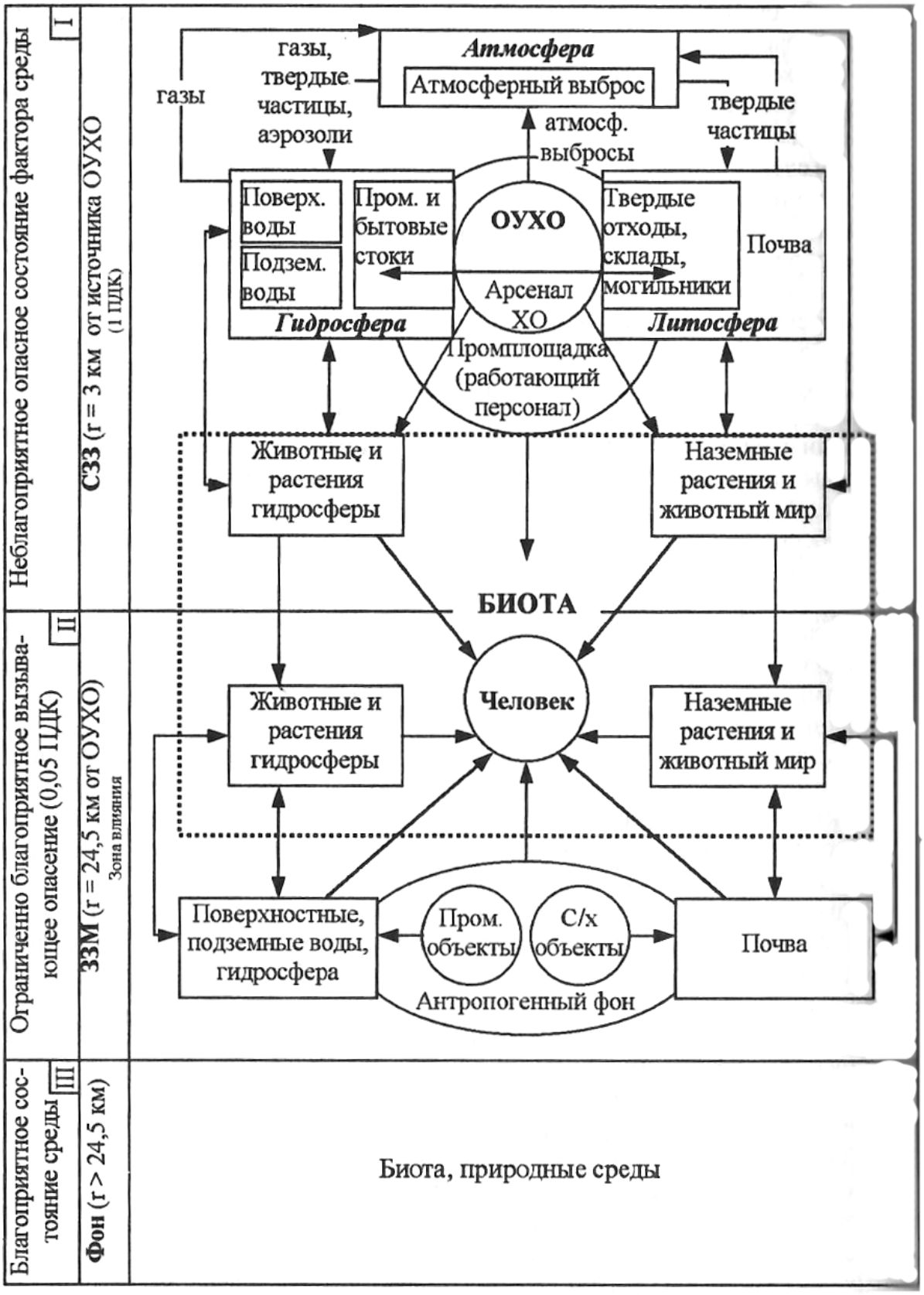


Рис. 35. Схема модели «Объект ОУХО – окружающая среда» системы комплексного экологического мониторинга

Система комплексного экологического мониторинга ОУХО представляет собой совокупность подсистем производственного (объектового) мониторинга, экологического мониторинга окружающей природной среды и мониторинга здоровья, различающихся по своим ведомственным задачам, но организационно объединенных в единое целое для решения задач обеспечения экологической безопасности уничтожения химического оружия, сохранения экологической устойчивости природного комплекса, здоровья населения.

Организация системы комплексного экологического мониторинга ОУХО включает в себя:

– *предварительные исследования* состояния окружающей природной среды и здоровья населения для выявления приоритетных показателей контроля и обоснования сети мониторинга;

– *разработку программы* локального комплексного экологического мониторинга ОУХО, которая должна являться единым для всех участников системы мониторинга документом, обеспечивающим организационное объединение всех ее элементов и звеньев на основе утвержденных методик и сроков проведения исследований, единых правил обмена и представления информации, распределения ответственности и обязанностей между ее участниками;

– *проектирование сети* мониторинга почв, атмосферного воздуха, поверхностных водных объектов, подземных и грунтовых вод, растительного и животного мира, агроценозов, маршрутных постов санитарно-гигиенического контроля и пунктов мониторинга здоровья;

– *оборудование* стационарных и маршрутных постов, наблюдательных скважин, гидро- и метеопостов, приобретение приборов, оборудования для химико-аналитических и биологических лабораторий, участвующих в системе экомониторинга ОУХО, создание и оборудование информационно-аналитического центра мониторинга;

– *проведение начальных циклов* наблюдений за состоянием природных сред и объектов, обследование населения и диагностика состояния его здоровья до начала функционирования объекта УХО; составление экопаспорта территории вокруг объекта хранения и проектируемого объекта уничтожения химического оружия; полученные данные могут служить фоновыми значениями показателей системы комплексного экологического мониторинга ОУХО;

– *организацию стационарных постов наблюдений* в период эксплуатации объекта и после завершения уничтожения химического оружия по утвержденной программе комплексного экологического мониторинга ОУХО с целью определения тенденций изменения показателей состояния природных сред и объектов, моделирования экологической ситуации, составления краткосрочных и долгосрочных прогнозов, выдачи рекомендаций.

В соответствии с распоряжением Правительства РФ № 1627-Р от 17.11.2000 г. «О распределении обязанностей между федеральными органами исполнительной власти, участвующими в выполнении международных договоров в области химического разоружения» Министерство природных ресурсов осуществляет государственный надзор за охраной окружающей среды и соблюдением норм экологической безопасности при хранении и уничтожении химического оружия; разработку и утверждение экологических нормативов вы-

бросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и лимитов на использование природных ресурсов.

На основании Постановления Правительства РФ от 3.08.2000 г. № 622 «Об утверждении Положения о государственной службе наблюдения за состоянием окружающей природной среды» ведомственными службами Росгидромета, Министерства природных ресурсов, Министерства здравоохранения РФ и их территориальных органов должен осуществляться государственный мониторинг атмосферного воздуха как составная часть государственного мониторинга окружающей природной среды, реализуемый в рамках государственной службы наблюдения за состоянием окружающей природной среды.

Государственная служба наблюдения за состоянием окружающей природной среды организуется для наблюдения за происходящими в окружающей природной среде физическими, химическими и биологическими процессами, уровнем загрязнения атмосферного воздуха, почв, водных объектов (в т. ч. по гидробиологическим показателям), последствиями этого влияния на растительный и животный мир и обеспечения заинтересованных организаций и населения текущей и экстренной информацией об изменениях в окружающей природной среде, предупреждениями и прогнозами её состояния.

Главными задачами государственного контроля в районе размещения ОУХО являются:

– обеспечение проведения наблюдений за состоянием окружающей природной среды в зоне влияния объекта, оценка происходящих в ней изменений, прогнозирование возможных опасных явлений и факторов, стихийных природных бедствий, неблагоприятных природных условий для функционирования объекта, антропогенных изменений состояния окружающей природной среды, изменений естественного состава природных сред и т.д.;

– обеспечение органов государственной власти всех уровней данными о фактическом состоянии окружающей природной среды, её загрязнении, а также информацией о происходящих и прогнозируемых изменениях ОС в целях обеспечения безопасности населения и снижения ущерба экономике от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

– обеспечение специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей природной среды необходимой информацией для комплексного анализа и оценки состояния окружающей природной среды в районе эксплуатации ОУХО;

– организация согласованного функционирования ведомственных территориальных наблюдательных сетей с целью комплексной оценки и прогноза происходящих в ней изменений;

– обеспечение заинтересованных организаций и населения текущей и экстренной информацией об изменениях в окружающей природной среде, предупреждениями и прогнозами её состояния в районе размещения объекта УХО.

Государственный контроль осуществляется по перечню показателей и режиму отслеживания, утвержденных для каждой ведомственной службы, осуществляющей на данной территории государственный экологический контроль.

Государственный экологический контроль промышленной зоны ОУХО и его санитарно-защитной зоны осуществляется в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 461 от 18.05.1998 г. и Положением «О проведении государственного экологического контроля в закрытых административно-территориальных образованиях, на режимных, особорежимных и особо важных объектах Вооруженных Сил Российской Федерации и государственной экологической экспертизы вооружения и военной техники, военных объектов и военной деятельности».

Государственный экологический контроль на объекте уничтожения химического оружия осуществляется должностными лицами Министерства природных ресурсов РФ и его территориальных органов, наделенными полномочиями в соответствии с постановлениями Правительства РФ № 718 от 17.07.1995 г. и № 1344 от 22.10.1997 г., № 510 от 5.07.2001г., совместно с уполномоченными должностными лицами службы экологической безопасности Вооруженных Сил Российской Федерации.

В ходе проведения государственного экологического контроля на объектах УХО проверяются: соблюдение нормативов и лимитов предельно допустимых выбросов и сбросов загрязняющих веществ, лимитов на водопользование (водоотведение), размещение отходов; результаты инвентаризации источников загрязнения окружающей природной среды и состояние этих источников; наличие и выполнение плана мероприятий по охране окружающей природной среды; экологическое состояние земель, водных объектов и других природных ресурсов; соответствие эксплуатации очистных сооружений, объектов хозяйственно-бытового и специального назначения (котельных, топливных складов, автопарков и т.д.) и содержания складов твердых бытовых отходов природоохранным требованиям; наличие плана мероприятий и плана действий при аварийных ситуациях с экологическими последствиями.

На основании Федерального закона «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора)» [74] государственный экологический контроль должен осуществляться 1 раз в 2 года. С учетом того, что объект относится к особо опасным химическим предприятиям целесообразно проводить внеплановые мероприятия органами государственного контроля (надзора) с периодичностью не реже 1 раза в квартал.

4.2. Основные проблемы и специфические особенности системы комплексного экологического мониторинга в зоне воздействия объектов хранения и уничтожения химического оружия

Организация комплексного экологического мониторинга на территориях, где планируется уничтожение химического оружия, – очень важная природоохранная задача. Однако выполнение её возможно лишь тогда, когда скоординированы усилия органов власти, природоохранных служб и ведомств по её реализации, имеется нормативно-правовая база, соответствующее приборное, методическое, метрологическое обеспечение. Кроме того, при создании системы экологического мониторинга промышленных объектов важно учитывать

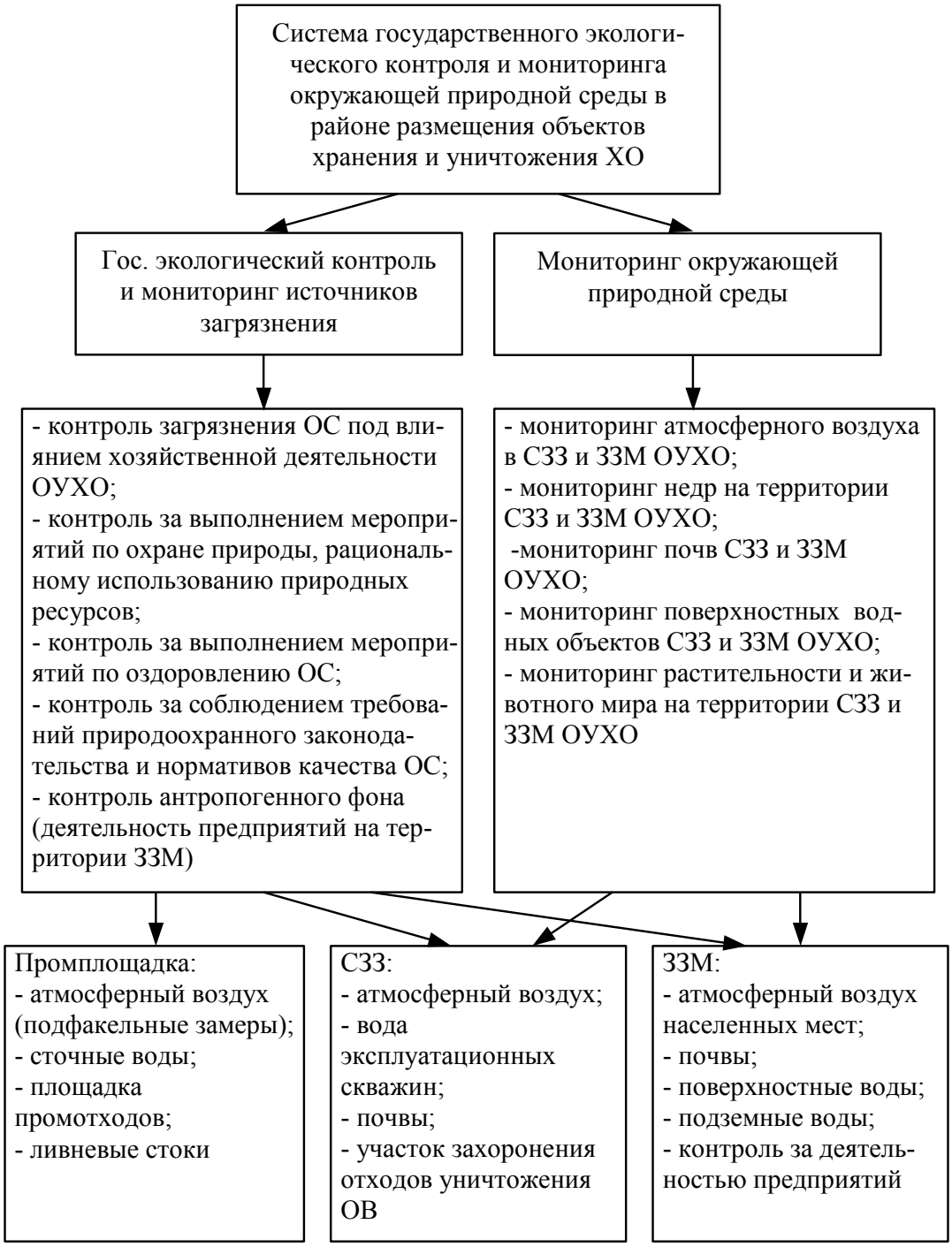


Рис. 36. Составляющие компоненты государственного экологического контроля источников загрязнения и мониторинга окружающей природной среды в районе размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия

опыт эксплуатации аналогичных производств, дающий возможность выявить источники загрязнения, установить контролируемые показатели, реально оценить возможные воздействия объекта на природный комплекс и здоровье населения. В этом плане разработка системы государственного экологического контроля и мониторинга за деятельностью объектов по уничтожению химического оружия имеет специфические особенности, отличающие ее от традиционных подходов к организации природоохранных мероприятий на других промышленных объектах (рис. 36).

Главной проблемой в решении задачи обеспечения надежной охраны окружающей природной среды и здоровья населения при проектировании и эксплуатации объектов уничтожения химического оружия является отсутствие прямых аналогов такого производства как в России, так и за рубежом. Как следствие, существенно затруднена возможность определения реального воздействия впервые выполняемых на ОУХО в широких промышленных масштабах процессов уничтожения химического оружия на природный комплекс, включая проведение анализа риска возникновения аварийных ситуаций и оценки показателей индивидуального и коллективного риска для населения, проживающего на прилегающих к объекту территориях.

Второе обстоятельство, существенно затрудняющее прогнозирование возможных последствий функционирования крупных объектов по уничтожению ХО, связано с отсутствием в достаточной степени отработанных промышленных технологий уничтожения боевых ОВ. Как отмечено выше, до настоящего времени в нашей стране и за рубежом продолжаются дискуссии по вопросу выбора оптимального способа безопасной и эффективной утилизации этих высокотоксичных соединений. В материалах технико-экономических обоснований проектов строительства объектов УХО сведения о прогнозируемых для каждого из них объемах выбросов и сбросов загрязняющих веществ приводятся лишь на основе расчетных данных, поскольку к моменту начала реализации программы уничтожения химического оружия не были в достаточном объеме проведены опытно-промышленные испытания соответствующих технологий в их масштабном аппаратурно-технологическом оформлении с использованием соответствующих систем очистки воздуха и стоков. Поэтому объемы выбросов и сбросов проектируемых ОУХО следует считать ориентировочными. Одним из частных следствий такой ситуации является то, что в первые месяцы эксплуатации ОУХО в перечень подлежащих мониторингу параметров должен включаться полный спектр загрязняющих веществ, образующихся на всех стадиях технологического процесса уничтожения ХО. И лишь по мере получения фактических данных этот перечень может быть ограничен. Следует также отметить, что до настоящего времени не решена задача по выбору оптимальной технологии уничтожения ХО для каждого из типов химических боеприпасов.

В технологическом процессе сама стадия детоксикации ОВ по времени занимает не более 5%, остальное приходится на расснаряжение боеприпасов, обработку и обезвреживание их корпусов, обеспечение системы вентиляции, очистку сточных вод и вентвыбросов, работу систем штатной и аварийной дегазации, уничтожения упаковочных материалов и многое другое. На всех этих

этапах производственного процесса уничтожения ОВ должна действовать система непрерывного автоматического и периодического контроля за содержанием загрязняющих веществ (ЗВ) с повышенной частотой отбора проб, соответствующей требованиям производственного контроля для предприятий первого класса опасности, к каким относятся ОУХО и участки уничтожения аварийных боеприпасов (по санитарной классификации, определенной СанПиН 2.2.1/2.1.1.984-00).

Приведенный в материалах технико-экономических обоснований проектов строительства ОУХО качественный и количественный состав выбросов ЗВ в атмосферу основан на ориентировочных расчетах и не подкреплен данными прямых опытно-промышленных замеров на установках соответствующего объема. Эти же ориентировочные данные использованы для расчета размеров санитарно-защитных зон (СЗЗ). Кроме того, при расчете размера ССЗ для всех объектов УХО учитывались лишь величины ПДК отдельных веществ без учета возможных эффектов суммации воздействия специфических загрязняющих соединений, образующихся при уничтожении химического оружия. В то же время многие из вошедших в перечень выбросов опасных и токсичных химических веществ не прошли полномасштабного токсико-гигиенического исследования. Это, в частности, касается таких важнейших характеристик, как наличие или отсутствие генотоксичности, канцерогенности, тератогенности, эффектов кумуляции и потенцирования и т. д. Ряд указанных в списках химических ЗВ не имеет утвержденных показателей ПДК, а токсические эффекты комбинаций большинства из этих соединений не изучались. В связи с этим рассчитанные по упрощенным методикам размеры санитарно-защитной зоны объектов УХО также следует признать ориентировочными. Они могут быть как большими, так и меньшими, чем это установлено на основании преимущественно расчетных данных о предполагаемых выбросах объекта.

С учетом высокой токсичности ОВ и исходного сырья технологический процесс уничтожения химического оружия должен быть замкнутым и безотходным. К сожалению, в двухстадийной технологии, которой отдается предпочтение в России (разработчик – ГосНИИОХТ), этот принцип не обеспечен. Данная технология уничтожения химического оружия приводит к образованию в качестве отходов вещества 1 и 2 классов опасности. По материалам ТЭО проекта строительства ОУХО планировалось их захоронение или временное складирование на территории промышленной зоны, а в новом варианте Программы уничтожения химического оружия предполагается их промышленная переработка на предприятиях химической промышленности (на конкурсной основе). Однако при любом варианте решения проблемы утилизации реакционных масс и отходов уничтожения ХО государственный контроль и экологический мониторинг должны проводиться в местах их временного складирования или химической переработки.

Таким образом, до настоящего времени не имеется в достаточной степени отработанной экологически безопасной технологии (в т. ч. по переработке, уничтожению и утилизации отходов ОВ), обеспечивающей полное отсутствие вредного воздействия на окружающую природную среду и здоровье населения.

Этим обусловлена необходимость создания и детальной проработки всех аспектов программы экологического мониторинга ОУХО.

С учетом всего вышеизложенного перечень загрязняющих веществ и других контролируемых параметров окружающей природной среды, пространственная структура сети экологического мониторинга, реализуемые на начальных циклах наблюдений и контроля, могут в ходе эксплуатации объекта УХО потребовать корректировки на основе фактических данных о реальных выбросах ЗВ.

При определении перечня контролируемых показателей системы экологического мониторинга ОУХО необходимо учитывать не только исходные ОВ и компоненты дегазирующих рецептур, но и всю совокупность химических соединений, образующихся в процессе детоксикации и входящих в состав реакционных масс, выбросов и сбросов ОУХО. Кроме того, этот перечень должен быть дополнен продуктами спонтанной трансформации ОВ и других специфических загрязняющих веществ в природных средах. Однако необходимо отметить, что поведение загрязняющих веществ в природном комплексе мало изучено, методы идентификации продуктов их спонтанной трансформации не отработаны, поэтому мониторинговые исследования должны сопровождаться серьезными научными изысканиями по данной проблеме. Отсутствие надлежащей нормативно-методической базы для организации эффективного контроля специфических экотоксикантов, образующихся в процессе уничтожения ОВ и в ходе химических превращений в природных средах, представляет собой третью существенную особенность организации экологического мониторинга ОУХО.

Серьёзной проблемой в организации мониторинга является обеспечение системы мониторинга адекватными методами отбора проб, физико-химического, биологического и медико-биологического анализа. Такие методики должны иметь определенный нормативно-технический и правовой статус, они должны быть аттестованы, введены в действие и стандартизованы [232].

Главным достоинством физико-химических методов определения ЗВ является возможность количественной оценки содержания загрязняющих веществ и оперативность получения информации вследствие организации непрерывного контроля и использования экспресс-методов анализа. В то же время, как по самим ОВ, так и многим специфическим ЗВ, образующимся в процессе уничтожения ХО и при трансформации ОВ в природном комплексе, не проведено полного токсикологического анализа биологического действия, не установлены ПДК, классы опасности,отсутствуют токсикологические регистры, экологические паспорта, позволяющие обеспечить полный контроль поведения загрязняющих веществ в почве, воде, атмосферном воздухе. С учетом недостаточной полноты сведений о свойствах многих загрязняющих веществ сделать достоверную, объективную и комплексную оценку о поведении ЗВ и воздействии их на живые организмы, спрогнозировать влияние ОУХО на окружающую среду только химическими методами контроля не представляется возможным. В комплексе с систематическими мониторинговыми наблюдениями за состоянием биоты, изучением реакций биологических индикаторов и экосистем на воздействие ОУХО можно получить такие оценки и обоснованные прогнозы происходящих изменений в окружающей среде.

Одной из главных целей комплексного экологического мониторинга является предотвращение отрицательного воздействия ОУХО на состояние здоровья работающего на объекте персонала и населения близлежащих населенных пунктов. В связи с этим в системе мониторинговых исследований биологический мониторинг, обеспечивающий выявление негативного воздействия загрязняющих веществ на биологических объектах является одним из первостепенных по значимости, объему и разнообразию превентивных мероприятий, обеспечивающих своевременное принятие мер по снижению техногенного воздействия на людей и окружающую среду. В свою очередь, именно биологический мониторинг нуждается в современном методическом и приборном обеспечении.

Для организации действенного контроля в рамках Закона «Об охране окружающей среды» за содержанием ОВ, продуктов их детоксикации и трансформации в окружающей природной среде особого внимания требует к себе проблема разработки и создания высокочувствительных приборов. Имеющиеся отечественные и зарубежные серийно выпускаемые приборы газосигнализаторного типа обладают порогом чувствительности порядка 10^{-4} мг/м^3, в то время как российские стандарты безопасности атмосферного воздуха населенных мест составляют: по иприту – $2 \cdot 10^{-6}$ мг/м^3, по зарину – $2 \cdot 10^{-7}$ мг/м^3, по зоману – $1 \cdot 10^{-7}$ мг/м^3, по Vx – $5 \cdot 10^{-8}$ мг/м^3 [158]. Данным Законом запрещается ввод в эксплуатацию объектов, не оснащенных средствами контроля за загрязнением окружающей среды. В связи с этим системы мониторинга ОУХО нуждается в оснащении наиболее современными и чувствительными приборами и методами анализа для стационарных и полевых условий, в их унификации, стандартизации и сертификации.

Одной из не получивших достаточно полного решения проблем при организации экологического мониторинга ОУХО является неоднозначность расчетов возможных последствий аварий на таких объектах. Существующие в настоящее время методики оценки обстановки при авариях с выбросом или проливом отравляющих веществ и некоторых других опасных и токсичных химикатов, используемых в технологии уничтожения ОВ, во многом противоречат друг другу и не могут считаться надежной основой для прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций на ОУХО. Поэтому организация системы мониторинга должна сопровождаться научными исследованиями не только по изучению воздействия специфических загрязняющих веществ на природный комплекс и здоровье человека, но и оценке аварийного риска и возможного ущерба от деятельности ОУХО.

Предупреждение загрязнений и защита здоровья людей требуют построения системы наблюдения и контроля за экологическими изменениями в окружающей среде. Такая система должна обеспечивать опережающий (до начала операций по уничтожению ХО) мониторинг окружающей среды, включающий организацию сети постоянных постов наблюдения, позволяющих оценивать изменения в экосистемах; создавать банки данных о состоянии ОС в местах

хранения и уничтожения ХО, проводить оценку последствий уничтожения химического оружия.

Система комплексного экологического мониторинга ОУХО может служить основой для информационного обеспечения экологической паспортизации ОУХО и кадастра территории в зоне его влияния в соответствии с требованиями Временного руководства по обеспечению экологической безопасности ВС РФ [233].

4.3. Назначение, цели и задачи системы комплексного экологического мониторинга объектов хранения и уничтожения ХО

Назначение системы комплексного экологического мониторинга КЭМ

Организация системы КЭМ ОУХО обеспечивает:

– систематическую регистрацию и контроль показателей состояния окружающей среды, здоровья персонала, работающего в промышленной зоне объекта, и населения, проживающего в зоне влияния объекта;

– прогноз возможных изменений состояния компонентов окружающей среды и состояния здоровья людей на основе выявленных тенденций;

– разработку рекомендаций и предложений по снижению и исключению негативного влияния объектов уничтожения ХО на окружающую среду и, прежде всего, человека;

– контроль полноты использования и эффективности принятых рекомендаций по нормализации экологической обстановки.

Главными *целями* создания системы локального комплексного экологического мониторинга являются:

– обеспечение безопасности людей, занятых на производстве;

– сохранение здоровья населения в зоне влияния объекта;

– сохранение экологической устойчивости природного комплекса в зоне влияния объекта уничтожения химического оружия.

Основными *задачами* системы комплексного экологического мониторинга ОУХО являются:

– наблюдение за состоянием окружающей среды с помощью необходимых средств контроля, сбора, передачи и анализа полученной информации;

– выявление тенденций количественного и качественного изменения состояния окружающей природной среды, состояния здоровья работающего персонала и населения в пространстве и во времени в зоне воздействия ОУХО;

– формирование рекомендаций и предложений для органов управления производством УХО, органов природопользования и охраны здоровья человека по снижению и исключению негативного влияния ОУХО на окружающую среду;

– обеспечение информационной поддержки управления состоянием окружающей среды, природных ресурсов и экологической безопасности, которая осуществляется путем оценки и прогнозирования состояния природных ресурсов в зоне влияния ОУХО, откликов экосистем на воздействие объекта, изменения состояния здоровья населения;

– создание единого информационного пространства между службами производственного экомониторинга ОУХО, предприятиями-природопользователями, природоохранными и санитарно-гигиеническими ведомства-

ми, осуществляющими мониторинг состояния природной среды и здоровья населения в зоне влияния объекта путем включения информационных ресурсов КЭМ в единую сеть региональной системы экологического мониторинга.

Для обеспечения функционирования системы комплексного экологического мониторинга необходимо:

– *обследование территории* планируемого строительства ОУХО с целью выявления компонентов природной среды, показателей и характеристик, нуждающихся в наблюдении и контроле;

– *проектирование* сети экологического мониторинга;

– *разработка программы* комплексного экологического мониторинга ОУХО;

– *проведение программных наблюдений*, обработка полученных данных, моделирование экологических ситуаций, составление краткосрочных и долгосрочных прогнозов, выдача рекомендаций для органов управления;

– *обеспечение доступности* экологической информации для населения, общественных движений и организаций, средств массовой информации;

– *совершенствование* организационного, правового, нормативного, методологического, методического, информационного, программно-математического, аппаратурно-технического, метрологического, финансового, материально-технического обеспечения функционирования системы мониторинга.

4.4. Основные принципы построения системы комплексного экологического мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия

Организация комплексного экологического мониторинга в зоне воздействия ОУХО, представляющего собой систему контроля отравляющих веществ, продуктов их деструкции и спонтанной трансформации во всех природных средах, контроль состояния здоровья персонала ОУХО, исследование состояния здоровья населения, проживающего на территории зон наблюдения вокруг объектов по хранению и уничтожению ХО, является достаточно трудоемким процессом.

К основным принципам организации системы комплексного экологического мониторинга ОУХО следует отнести:

– принцип ***комплексности,*** заключающийся в объединении в системе мониторинга различных видов наблюдений: мониторинга источников и факторов антропогенных воздействий, непосредственно экологического мониторинга природных сред и объектов, в том числе биологического, а также мониторинга здоровья (социально-гигиенического и медико-биологического). Принцип комплексной организации экологического мониторинга должен реализоваться в процессе систематических наблюдений, оценки и прогноза техногенных воздействий ОУХО и происходящих при этом изменений в природном комплексе как при штатном функционировании объекта, так и при аварийных ситуациях. Кроме того, при организации комплексного экологического мониторинга в

зонах воздействия объектов уничтожения химического оружия для характеристики различных природных сред и биологических объектов необходимо использовать комплекс интегральных показателей, применять методы системного анализа параметров, характеризующих влияние ОУХО на состояние экосистемы в целом;

– принцип ***системного подхода*** в изучении взаимодействия между средами;

– принцип ***единства структурной организации мониторинга,*** реализуемый путем объединения *производственного* (объектового) контроля и мониторинга (проводимого химико-аналитическими, природоохранными и медицинской службами ОУХО), *локального* экологического и биологического мониторинга окружающей природной среды и мониторинга здоровья населения, проживающего в зоне защитных мероприятий, и *ведомственного регионального* мониторинга окружающей природной среды (проводимого региональными природоохранными ведомствами и медицинскими службами) в единую систему комплексного экологического мониторинга, обеспечивающую контроль и прогнозирование возможных изменений состояния окружающей природной среды и здоровья населения в зоне влияния объекта уничтожения химического оружия;

– принцип ***приоритетности,*** заключающийся в выявлении и использовании в системе мониторинга ОУХО приоритетных показателей контроля атмосферного воздуха, почв, водных источников, биоценозов, состояния здоровья работающего персонала и населения, проживающего в зоне влияния ОУХО. В число приоритетных показателей, в первую очередь, должны быть включены показатели, отражающие максимальный (по массе) выброс загрязняющих веществ, в особенности тех, по которым систематически превышаются предельно допустимые концентрации, с учетом суммации воздействия ЗВ, кумулятивных и генотоксических характеристик (мутагенности, канцерогенности, тератогенности); применительно к системе мониторинга здоровья к приоритетным должны относиться показатели, в наибольшей степени отражающие специфику ожидаемого неблагоприятного воздействия ОУХО;

– принцип ***обязательного научного сопровождения***, требующий с учетом новизны многих решаемых в ходе мониторинга задач одновременного выполнения научных исследований в области анализа свойств химических продуктов, образующихся при уничтожении ОВ, их токсико-гигиенического изучения, оценки эффективности заложенных в проекты ОУХО природоохранных мероприятий, внедрения в практику биологического мониторинга наиболее адекватных средств и методов наблюдения углубленных и регулярных обследований и лабораторных исследований при проведении мониторинга здоровья, применения научно обоснованных методов контроля, наблюдений, оценок и расчетов, обеспечивающих сравнимость и достоверность результатов краткосрочных и долгосрочных прогнозов оценки качества окружающей среды.

Важными принципами организации подсистемы мониторинга состояния здоровья населения в районе размещения ОУХО являются:

углубленность анализа – использование не только стандартных методов и способов анализа заболеваемости населения (по данным медицинской стати-

стической отчетности), но и активное исследование состояния здоровья отдельных групп населения по определенным заранее заданным показателям;

тесная взаимосвязь с другими подсистемами мониторинга – обеспечение объединения информационных потоков из различных подсистем экологического мониторинга в специализированном центре обработки данных о состоянии всех значимых для состояния здоровья населения факторов природной среды, социальных и других факторов;

сравнительность – сопоставление получаемых данных в динамике наблюдений по годам, а также сравнение регистрируемых показателей по наблюдаемой территории с данными по выбранному фоновому участку (участку сравнения);

максимальная достоверность (объективность) – научно обоснованный выбор контролируемых параметров (их значимость для прогнозирования), применяемых методов контроля и способов обработки получаемых в процессе мониторинга данных;

опережающий характер и прогнозирование – такой способ организации контроля, который позволяет заблаговременно выявить сверхнормативные сдвиги контролируемых параметров до того момента, как они повлекут неблагоприятные последствия для здоровья населения контролируемой территории и с достаточной степенью надежности предсказать появление таких последствий;

экспрессность – достаточная для обеспечения опережающего характера мониторинга скорость получения и обработки данных о регистрируемых показателях;

непрерывность – такой способ организации контроля природных сред и состояния здоровья человека (по периодичности контроля), который обеспечивает своевременную регистрацию прогностически неблагоприятных сдвигов контролируемых показателей;

чувствительность – способность выявить ранние прогностически значимые изменения состояния контролируемых параметров;

выявление отдаленных последствий – способность за счет отсроченного по времени контроля выявить неблагоприятные последствия функционирования промышленного объекта, возникающие вследствие воздействия неучтенных факторов или вследствие ошибок в определении допустимых уровней воздействия на организм человека (например, при проявлении кумулятивного, синергического действия химических, физических и других факторов внешней среды);

надежность организации информационных потоков – обеспечение непрерывности сбора, обработки, передачи и обобщения данных, собираемых в процессе мониторинга его участниками;

разумная экономичность – рациональная пространственно-временная организация и оптимальное методическое обеспечение мониторинговых исследований.

4.5. Основные этапы организации системы комплексного экологического мониторинга ОУХО

В организации системы экологического мониторинга важным этапом является предварительная оценка состояния окружающей природной среды и здоровья населения в районе предполагаемого размещения объекта по уничтожению химического оружия для обоснования *параметрической, пространственной и временной* организации системы мониторинга.

Вследствие чрезвычайно высокой токсичности отравляющих веществ, отсутствия аналогов крупномасштабного уничтожения ОВ как в России, так и за рубежом, имеющихся данных о катастрофических последствиях применения значительно менее токсичных средств защиты растений (дефолиантов, пестицидов и т. п.), наличия у многих ОВ и некоторых продуктов их разложения генотоксических свойств, проектируемые объекты УХО относятся к объектам повышенной опасности как для здоровья населения, так и для окружающей природной среды. Поэтому в районах хранения химического оружия и в местах, отводимых для строительства объектов по его уничтожению, необходимо по широкому спектру показателей проводить детальное обследование состояния здоровья населения, природных экосистем, включающее оценку динамики численности популяций, смены видов, направленности естественных и антропогенных патологических процессов в биогеоценозах, что позволит выявить и включить в программу наиболее информативные показатели и в дальнейшем объективно оценить степень воздействия объекта на окружающую среду.

Экологическую оценку территорий потенциального размещения ОУХО, детальное изучение состояния природного комплекса и здоровья проживающего в этом районе населения необходимо проводить ***на предпроектном этапе*** (т. е. на этапе обоснования инвестиций) [234] в соответствии с Законом «Об охране окружающей природной среды», «Земельным кодексом РСФСР».

На этом этапе необходимо:

– провести предпроектные инженерно-экологические изыскания;

– выполнить работы по оценке потенциального воздействия объекта на окружающую среду (ОВОС);

– обосновать размеры санитарно-защитной зоны (СЗЗ), зоны прогнозируемого воздействия объекта при его штатной работе и зоны защитных мероприятий (ЗЗМ).

Инженерно-экологические изыскания на предпроектных стадиях проводятся на значительной по площади территории – в радиусе до 25–30 км от проектируемого объекта, а в отдельных случаях и более (СП 11-102-97, пункт 5.13) [206].

Одновременно на данной территории на предпроектном этапе проводится работа по экологической оценке территории с целью:

– определения границ (размеров, конфигурации) зоны воздействия ОУХО;

– определения районов возможных негативных последствий с учетом их дальнейшего распространения и перераспределения;

– выявления районов экологического неблагополучия, наиболее острых экологических ситуаций и техногенной нагруженности территории;

– выявления зон повышенной экологической опасности;

– определения основных направлений и путей миграции, а также закономерностей распределения и аккумуляции загрязнений;

– определения естественных и искусственных гидродинамических границ;

– экологического районирования по степени благоприятности для создаваемого объекта и для проживания населения.

На предпроектной стадии должна быть обоснована система экологического мониторинга и осуществлены следующие этапы ее реализации (СП 11-102-97, п. п. 5.44, 4.91):

– предварительное обследование природных экосистем на территории планируемого размещения объекта для выявления компонентов природной среды, показателей и характеристик, нуждающихся в наблюдении; установление региональных фоновых значений показателей;

– проектирование наблюдательной сети мониторинга;

– разработка программы наблюдений.

Работы, выполненные на предпроектном этапе, позволяют обосновать выбор территории для размещения промплощадки объекта УХО, спрогнозировать влияние объектов хранения и уничтожения ХО на окружающую природную среду и заложить основу для развертывания сети экологического мониторинга ОУХО.

На ***инвестиционном*** *(проектном)* этапе закладываются основы для функционирования системы экологического мониторинга объекта, проводится разработка конкретных мероприятий по охране окружающей природной среды и здоровья населения, проживающего в зоне влияния объекта.

В развертывании системы мониторинга на инвестиционном этапе важная роль отводится оборудованию сети стационарных и маршрутных наблюдательных пунктов, постов; обеспечению функционирования системы локального комплексного экологического мониторинга (СП 11-102-97, п.п. 6.30, 6.32) [206] во взаимодействии с системами мониторинга природоохранных служб и ведомств. На данном этапе организуется и оборудуется информационно-аналитический центр комплексного экологического мониторинга; продолжаются наблюдения, начатые на предпроектной стадии; выполняется интерпретация их результатов; разрабатываются математические имитационные модели и на их основе делаются прогнозные оценки возможных изменений природной среды в зоне воздействия ОУХО при его строительстве и эксплуатации (СП 11-102-97, п. 6.4) [206].

Система комплексного экологического мониторинга, созданная на стадии проектирования объекта, продолжает свое функционирование ***в период строительства объекта, его эксплуатации и в постэксплуатационный период***. Содержательная часть программы комплексного экологического мониторинга ОУХО должна предусматривать функционирование системы мониторинга не только в штатном режиме работы объекта, но и в аварийных ситуациях.

4.6. Структура системы комплексного экологического мониторинга ОУХО

В систему комплексного экомониторинга ОУХО входят три основных подсистемы:

1. Подсистема производственного (объектового) мониторинга, включающая блоки контроля ОВ в технологическом процессе уничтожения ХО, контроля воздуха в рабочей зоне производственных помещений, экологического мониторинга в санитарно-защитной зоне и на селитебных территориях.

2. Подсистема экологического мониторинга окружающей природной среды.

3. Подсистема мониторинга здоровья.

Структурная схема локального комплексного экологического мониторинга ОУХО представлена на рис. 37.

Подсистема производственного контроля и экологического мониторинга является подсистемой мониторинга и контроля источников загрязнения окружающей среды. Данная подсистема создается в период строительных и пуско-наладочных работ и функционирует в течение всего периода эксплуатации объекта (рис 38).

Подсистема экологического мониторинга окружающей среды должна обеспечивать наблюдение и контроль состояния окружающей природной среды и функционировать в течение всего периода действия объекта УХО, а также заданное время в постэксплуатационный период (рис 39).

При проведении комплексного экомониторинга ОУХО в качестве фоновых территорий могут использоваться фоновые территории региональной системы экологического мониторинга.

Система мониторинга здоровья должна обеспечивать мониторинг здоровья персонала ОУХО, привлекаемых работников и граждан, проживающих и работающих в зонах защитных мероприятий.

Мониторинг здоровья работающего персонала ОУХО и привлекаемых работников входит в подсистему производственного мониторинга и обеспечивается медсанчастью объекта.

Мониторинг здоровья населения включает в себя санитарно-гигиенический и медико-биологический блоки и обеспечивает контроль состояния здоровья населения, условий проживания и факторов природной среды на границе СЗЗ, в ЗЗМ и на фоновых территориях (рис. 40).

При проведении мониторинга здоровья в системе комплексного экологического мониторинга ОУХО фоновой территорией следует считать сходную по численности населения, состоянию здоровья, социально-экономическим и санитарно-гигиеническим показателям, благополучную в экологическом отношении территорию (в соответствии с методическими указаниями [235, 236]).

Все блоки подсистемы мониторинга здоровья взаимосвязаны между собой и с другими подсистемами комплексного экологического мониторинга и ориентированы на выявление приоритетных критериев здоровья и качества среды обитания. Схема взаимодействия мониторинга здоровья с мониторингом природных сред, биоты и социально-экономических условий представлена на рис. 41.

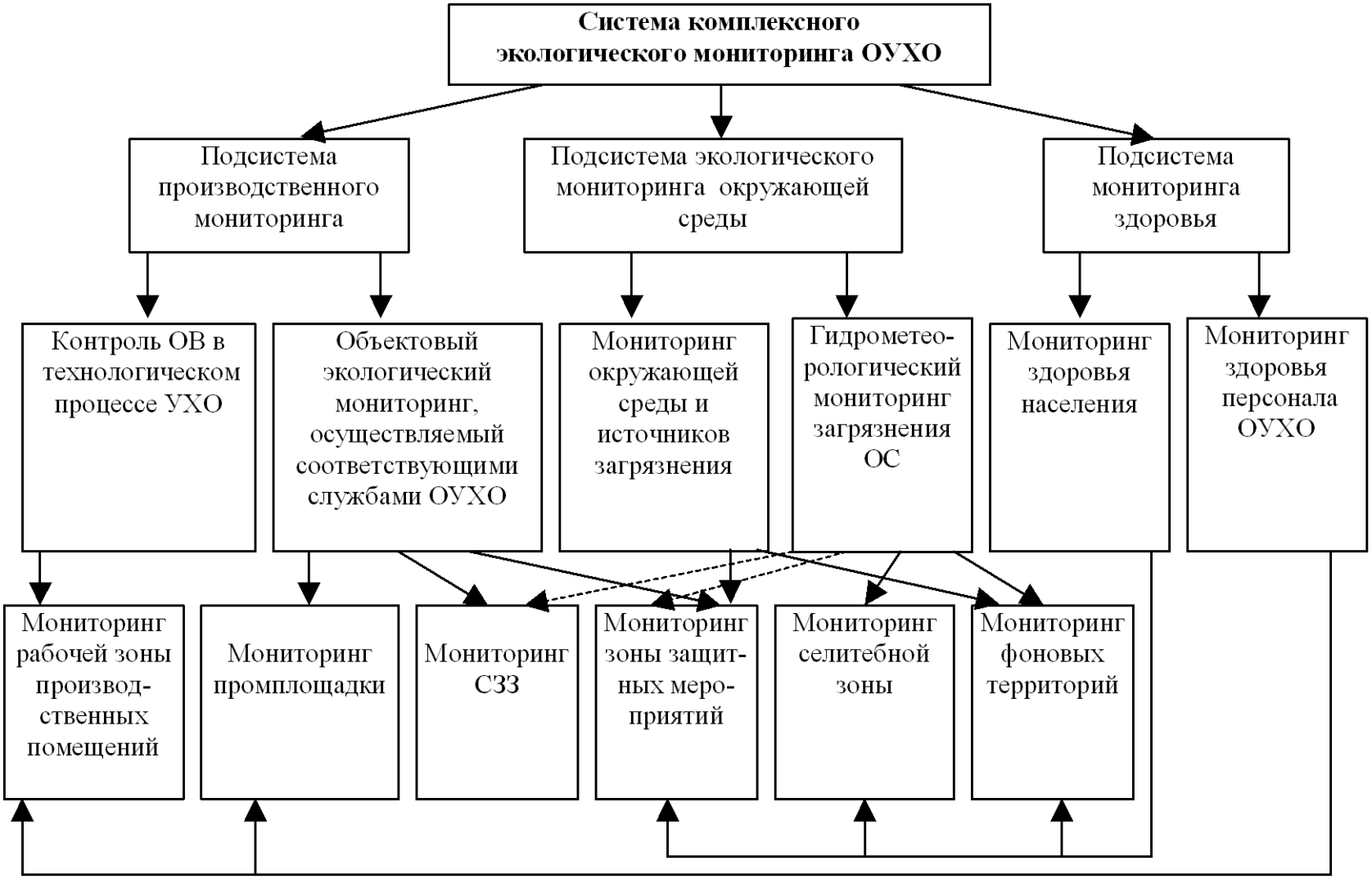


Рис. 37. Структурно-функциональная схема локального комплексного экомониторинга ОУХО

Рис. 38. Структурная схема подсистемы производственного контроля и объектового мониторинга ОУХО

Рис. 39. Структура подсистемы экологического мониторинга окружающей природной среды в районе размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия

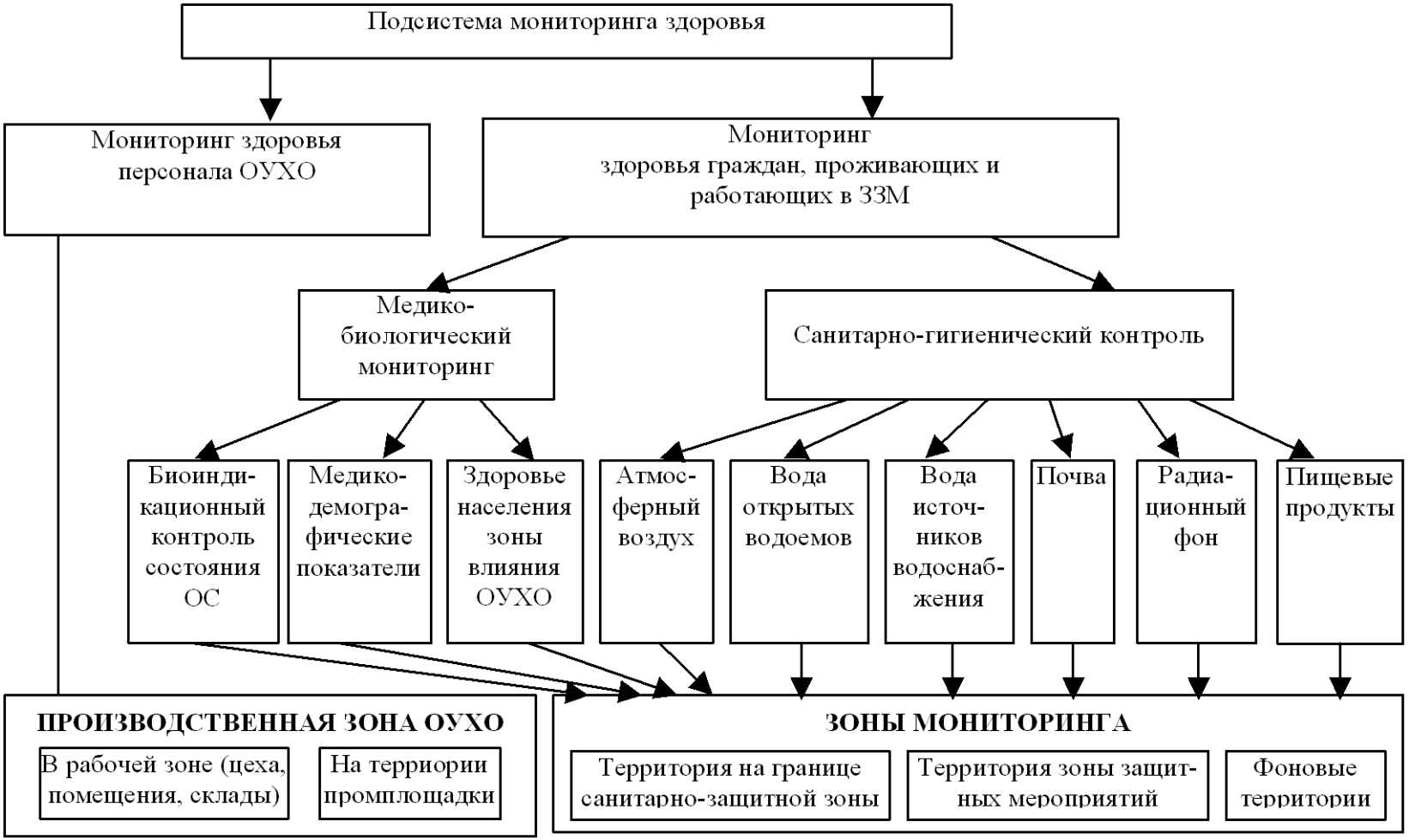


Рис. 40. Структурная схема подсистемы мониторинга здоровья

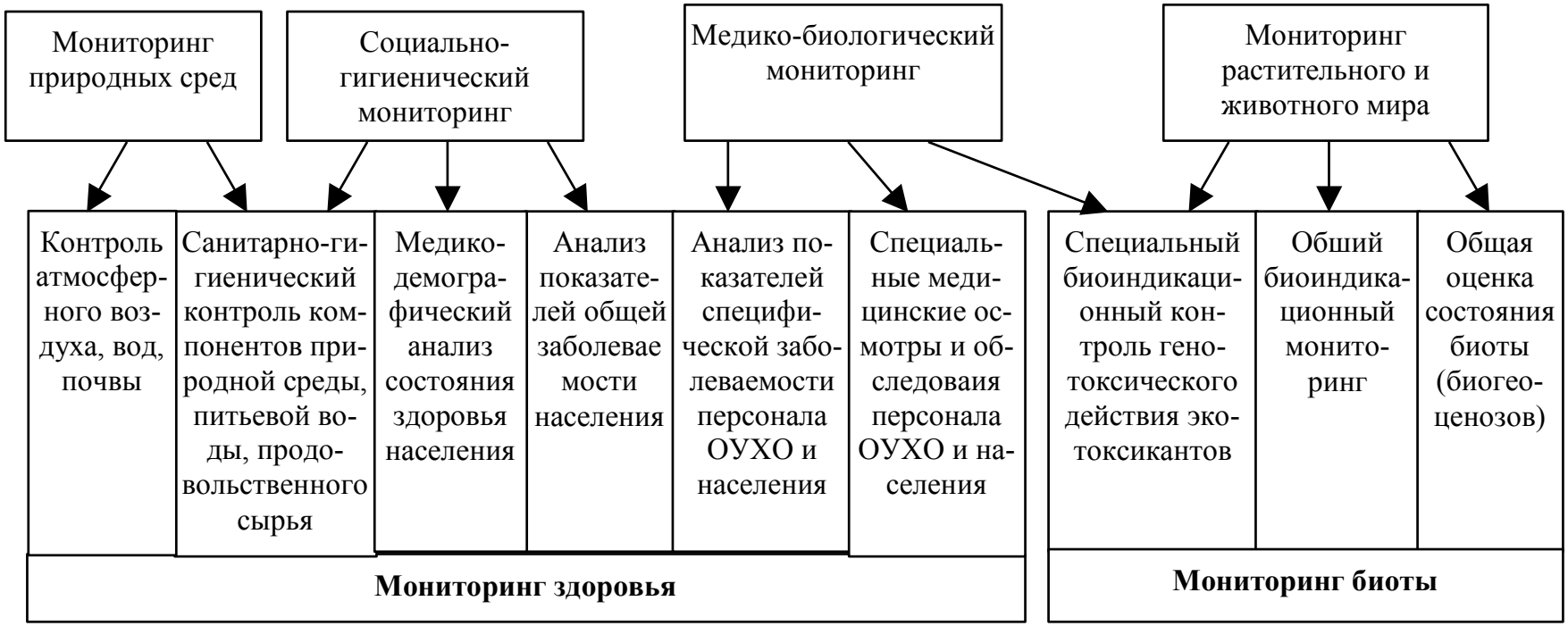


Рис. 41. Схема взаимодействия различных блоков системы комплексного экологического мониторинга ОУХО

Рис. 42. Схема комплексного экомониторинга ОУХО по объектам контроля

4.7. Объекты государственного экологического контроля и комплексного экологического мониторинга ОУХО

В системе комплексного экомониторинга ОУХО (рис. 42) наблюдения, контроль и слежение осуществляются через организацию:

– производственного контроля и экомониторинга;

– экологического мониторинга и государственного экологического контроля окружающей природной среды;

– санитарно-гигиенического надзора и мониторинга здоровья населения.

Программой ***производственного контроля и экологического мониторинга ОУХО*** должен быть предусмотрен контроль:

– содержания загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны, состояния атмосферного воздуха на территории промплощадки, санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и на селитебных территориях ближайших к объекту населенных пунктов;

– состава дымовых газов и выбросов от организованных и неорганизованных источников;

– загрязнения специфическими токсическими веществами поверхностей технологического оборудования и средств индивидуальной защиты;

– содержания загрязняющих веществ в ливневых стоках;

– содержания загрязняющих веществ в воздухе, почве и грунтовых водах в зоне складов хранения и участков захоронения твердых отходов;

– содержания загрязняющих веществ в почвах, поверхностных и подземных водах в санитарно-защитной зоне объекта;

– содержания ОВ, продуктов их детоксикации и гидролиза в зоне воздействия объекта в случае аварийной ситуации; мониторинг загрязнителей окружающей среды.

Медсанчасть ОУХО обеспечивает контроль и диагностику состояния здоровья работающего персонала ОУХО и привлекаемых работников по системе параметров мониторинга здоровья.

Экологический мониторинг окружающей природной среды в зоне влияния ОУХО в соответствии с данной схемой проводится по программам наблюдений за природными средами и объектами, природными ресурсами, источниками антропогенного воздействия на природную среду. На основе выполненных наблюдений за состоянием геологической среды, почв, атмосферного воздуха, поверхностных вод, биоты, метеорологических параметров делается оценка состояния данных объектов, разрабатываются прогнозы и рекомендации по улучшению экологической обстановки.

Составной частью комплексного экологического мониторинга ОУХО, проводимого в зоне защитных мероприятий, должен быть государственный экологический контроль антропогенного фона (т. е. контроль воздействия на природную среду, не связанный с определенным источником), который осуществляется по линии ведомств, служб природоохранных организаций и предприятий-природопользователей. В программу экологического контроля антропогенного фона должны включаться наблюдения за общепромышленными ЗВ и загрязнителями, специфичными для предприятий, оказывающих влияние на состояние окружающей среды в зоне влияния ОУХО. Контролю подлежат атмо-

сферный воздух, водные источники, почвы, сточные воды и отходы производства.

Мониторинг здоровья населения включает в себя *социально-гигиенический мониторинг* (состоящий, в свою очередь, из *санитарно-гигиенического контроля* условий проживания, отслеживания факторов внешней среды, для которых отсутствуют или являются недостаточными сведения о допустимых уровнях воздействия на организм человека, *и анализа общей заболеваемости населения* в районах размещения ОУХО), а также *медико-биологический контроль*, то есть обследование и диагностика по специальным медико-биологическим показателям состояния здоровья населения в зоне влияния ОУХО. Объектами санитарно-гигиенического контроля являются атмосферный воздух, радиационный фон, продовольственное сырье и пищевые продукты, почва, питьевая вода, вода открытых водоемов в зоне наблюдения и на фоновых территориях. Медико-биологический мониторинг включает динамический контроль состояния здоровья населения по показателям *специфической* (т. е. причинно наиболее вероятно связанной с вредными факторами ОУХО) заболеваемости, по результатам ежегодной диспансеризации, специально организуемых медицинских осмотров, лабораторных и клинических обследований, а также контроль состояния окружающей среды с использованием биологических тест-систем, чувствительных к специфическим загрязнителям (в том числе обладающим генотоксической активностью).

4.8. Научно-методологическое обоснование перечня контролируемых показателей комплексного экологического мониторинга ОУХО

В перечень контролируемых показателей комплексного экологического мониторинга ОУХО должны быть включены параметры, отражающие характер воздействия объекта на окружающую среду, состояние природных компонентов, здоровья населения и динамику происходящих изменений.

При разработке программы экологического мониторинга ОУХО в перечень приоритетных контролируемых загрязняющих веществ (общепромышленных и специфических) включаются прежде всего те вещества из содержащихся в выбросах и сбросах производственного процесса уничтожения ХО, которые включены в Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ [72] и список опасных химических веществ, утвержденных Конвенцией [1]. До настоящего времени недостаточно изучено поведение как самих ОВ, так и продуктов их детоксикации и трансформации в окружающей среде, вследствие чего некоторые опасные соединения, специфичные для производства ОУХО, могут оказаться не учтенными и, соответственно, не включенными в программу мониторинга. Поэтому на начальных этапах проведения мониторинга целесообразно отслеживать содержание всех загрязняющих веществ в выбросах и сбросах ОУХО (по данным проектной документации), а в

дальнейшем в ходе эксплуатации объекта перечень параметров программы экологического мониторинга ОУХО может быть откорректирован.

Критерием для включения показателя в программу мониторинга может быть отношение массы валового или максимального секундного выброса ЗВ к величине ПДК м.р., ПДК с.с. этого вещества. Кроме того, следует учитывать класс опасности загрязняющих веществ, возможные эффекты кумуляции и суммации токсического действия.

Слежение за наличием отравляющих веществ должно осуществляться независимо от их концентрации в выбросах ОУХО с использованием различных взаимодополняющих методов количественного и качественного анализа (физико-химических и биологических).

Традиционным способом оценки качества среды являются физико-химические анализы, которые проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ и СанПиН. Однако данные о концентрациях загрязняющих веществ приобретают смысл лишь в контексте опасности, которую они создают для здоровья человека и других живых организмов. Для оценки степени этой опасности необходимы специальные токсикологические исследования по всему спектру возможных химических загрязнителей окружающей среды и их сочетаний.

В настоящее время такие исследования проведены далеко не для всех компонентов, которые могут попадать в окружающую среду при эксплуатации ОУХО, поэтому наряду с утвержденными методиками физико-химического анализа в системе экологического мониторинга необходимо применение интегральных показателей оценки состояния окружающей среды и её изменений под действием всей совокупности природных и антропогенных факторов.

Важнейшим направлением работы с целью получения интегральных оценок состояния окружающей среды является биологический мониторинг, т. е. слежение за динамикой состояния живых организмов и экосистем. При этом для корректного определения степени воздействия конкретного техногенного объекта на биоту необходима организация слежения и за естественными (не зависящими от деятельности ОУХО) изменениями в состоянии окружающей среды.

Если при наблюдениях за состоянием природных сред (атмосферного воздуха, воды, почвы) контролируемые показатели и методики в основном регламентированы соответствующими нормативными документами (ГОСТ, СанПиН, РД и т. д.), то отслеживание природных сред и объектов биологическими методами до сих пор не регламентировано как по перечню отслеживаемых показателей, так и по методам исследования. В связи с этим организация биологического мониторинга нуждается в разработке и утверждении соответствующих нормативов и стандартов. При отсутствии нормативных документов допустимо использование методик, общепринятых в отечественной и зарубежной практике научных исследований.

Перечень показателей, включенных в программу мониторинга, утверждается региональными службами, обеспечивающими выполнение государственного экологического контроля источников загрязнения окружающей природной среды – Комитетом природных ресурсов, Центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Центром госсанэпиднадзора.

4.8.1. Обоснование показателей производственного контроля и мониторинга источников загрязнения окружающей среды

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха при нормальном функционировании объекта УХО являются дымовые и вентиляционные трубы, автомобильный и железнодорожный транспорт. Наиболее точную оценку реальных выбросов ЗВ можно получить путем анализа компонентного состава и измерения объемного расхода газовоздушных смесей в дымовых и вентиляционных трубах, где концентрация загрязняющих веществ максимальна. На начальных этапах эксплуатации объекта и в периоды пусконаладочных работ по каждому типу боеприпасов контроль данных источников должен осуществляться с повышенной частотой. Контроль проводится ***по всему перечню примесей, которые могут присутствовать в вентвыбросах и дымовых газах***, включая исходные отравляющие вещества, общепромышленные загрязнители и специфические ЗВ (продукты деструкции ОВ, компоненты дегазирующих рецептур и др.).

По результатам измерений количества ЗВ в выбросах в период пусконаладочных работ формируется ***основной перечень показателей***, подлежащих контролю в рамках программы мониторинга. В этот перечень в приоритетном порядке должны входить специфичные для объекта отравляющие вещества. Из числа общепромышленных загрязнителей на всех объектах УХО в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения в первую очередь должны контролироваться: диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода (II), озон, пыль, углеводороды (в т. ч. бенз(а)пирен) [237]. Из других загрязняющих веществ в программу мониторинга должны быть включены показатели, выбранные из полного перечня в соответствии с вышеупомянутым критерием отношения массы выброса ЗВ к величине ПДК и сведениями о повышенной биологической активности того или иного компонента (в частности, о наличии генотоксического действия, эффектов кумуляции или суммации токсического воздействия).

В соответствии с основным перечнем загрязняющих веществ, контролируемых в газовоздушных выбросах ОУХО, проводится периодический контроль воздуха рабочей зоны, промплощадки (включая объект хранения ХО, площадки хранения и захоронения отходов), санитарно-защитной зоны и жилой зоны ближайших населенных пунктов.

Список загрязняющих веществ, которые могут присутствовать в выбросах различных объектов по хранению и уничтожению химического оружия в атмосферный воздух, приведен в табл. 74. На разных объектах УХО в зависимости от типа уничтожаемых ОВ и применяемой технологии перечни загрязняющих веществ, контролируемых в атмосферном воздухе, будут различными.

Таблица 74

Загрязняющие вещества, содержащиеся в выбросах различных объектов по уничтожению химического оружия в атмосферу (по материалам ТЭО проектов строительства объектов)

№ п/п	Загрязняющее вещество	№ госрегистрации [75]	Камбарка	Горный	Кизнер	Марадыковский	Почеп, Леонидовка, Щучье
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Зарин*	отсут.	-	-	+	+	+
2	Зоман*	отсут.	-	-	+	+	+
3	Vx*	отсут.	-	-	+	+	+
4	Иприт*	отсут.	-	+	-	-	-
5	Люизит*	отсут.	+	+	+	-	-
6	Двойная смесь (иприт – люизит)	отсут.	-	+	-	+	-
7	Фосген*	АТ 000235	-	-	-	-	-
8	N-Метилпирролидон (N-МП)	ВТ 000777	-	-	+	+	+
9	Моноэтаноламин (МЭА)	ВТ 000011	+	+	+	+	+
10	Спирт изобутиловый (ИБС)	ВТ 000232	-	-	+	+	+
11	2-диэтиламино-этил-изобутил-сульфид (сульфид)	отсут.	-	-	+	+	+
12	Спирт изопропиловый (ИПС)	ВТ 000742	-	-	+	+	+
13	Спирт пинаколиновый*	отсут.	-	-	+	+	+
14	Оксид углерода	АТ 000672	+	+	+	+	+
15	Диоксид азота	АТ 000480	+	+	+	+	+
16	Оксид азота	АТ 000479	+	+	+	+	+
17	Сульфат натрия	АТ 000002	-	-	+	+	+
18	Карбонат натрия	АТ 000443	-	-	+	+	+
19	Пирофосфат натрия	АТ 000954	-	-	+	+	+
20	Фторид натрия	АТ 000367	-	-	+	+	+
21	Гидроксид натрия	АТ 000137	+	+	+	+	+
22	Сульфат калия	АТ 000707	-	-	+	+	+
23	Фторид калия	АТ 000667	-	-	+	+	+
24	Фосфат калия	АТ 001114	-	-	+	+	+
25	Гидроксид калия	АТ 000441	-	-	+	+	+
26	Изобутилат калия	отсут.	-	-	+	+	+
27	Сульфат кальция	АТ 000741	-	-	+	+	+
28	Фосфат кальция	АТ 000485	-	-	+	+	+

Продолжение табл. 74

1	2	3	4	5	6	7	8
29	Карбонат кальция	АТ 001484	-	-	+	+	+
30	Фторид кальция	АТ000598	-	-	+	+	+
31	Гидроксид кальция	АТ 000464	-	-	+	+	+
32	Фтороводород	АТ 000133	-	-	+	+	+
33	Оксид свинца	АТ 000194	-	-	+	+	+
34	Фосфорный ангид-рид	АТ 000613	-	-	+	+	+
35	Зола древесная	отсут.	-	-	+	+	+
36	Углеводороды	отсут.	+	+	+	+	+
37	Серная кислота	АТ 000058		+	+	+	+
38	Метиловый спирт	ВТ 000037		+	+	+	+
39	Сварочный аэрозоль	отсут.		+	+	+	+
40	Пыль неорганиче-ская	отсут.	+	+	+	+	+
41	Капролактам	ВТ 000074	-	-	+	+	+
42	Хлорид мышьяка (III)*	отсут.	+	+	+	+	+
43	Ацетилен	ВТ 000402	+	+	+	+	+
44	Сажа	АТ 000250		+	+	+	+
45	Сульфонол	ВТ 000639	-	-	+	+	+
46	Диоксид серы	АТ 000478	+	+	+	+	+
44	Сероводород	АТ 000626	-	-	+	+	+
45	Ацетон	ВТ 000426		+	+	+	+
46	Пероксид водорода	АТ 000420	-	-	+	+	+
47	Оксид мышьяка (III)	АТ 001221	+	+	+	+	+
48	Свинец	АТ 000875	+	+	+	+	+
49	Оксид железа (III)	АТ 000289	+	+	+	+	+
50	Оксид марганца (II)	отсут.	+	+	+	+	+
51	Гидроксиламин	АТ 000048	-	-	+	+	+
52	Трибутиламин	ВТ 001357		+		-	
53	Аминомеркаптан	отсут.	-	-		-	
54	Диэтаноламин	ВТ 000242	-	-		-	
55	Хлорпикрин	отсут.	+	+		-	
56	МЭА·HF	ВТ 000011	-	-	+	+	+
57	Кислый эфир (КЭ)	отсут.	-	-	+	+	+
58	Смешанный амино-эфир (АЭ)	отсут.	-	-	+	+	+
59	Диизобутиловый эфир (ДЭ)	отсут.	-	-	+	+	+
60	Перманганат калия	АТ 001080	+	+	+	+	+
61	Дихлорэтан	ВТ 000363	-	-		-	
62	Диметилформамид	ВТ 000104	+	+		-	

Продолжение табл. 74

1	2	3	4	5	6	7	8
63	Хлор	АТ 00038	+	+		-	
64	Арсин	отсут.	+	+		-	
65	Мышьяк	отсут.	+	+		-	
66	МЭГ	отсут.		+		-	
67	Аммиак	АТ 000053	+	+		-	
68	Хлорид аммония	АТ 000499	+	+		-	
69	Этиленгликоль	ВТ 000123	+	+		-	
70	Этиленхлоргидрин	ВТ 000518		+		-	
71	Тетрахлорид углерода	ВТ 000327		+		-	
72	Хлороводород	АТ 000132	-	+		-	
73	Этанол	ВТ 000112		+		-	
74	Метан	ВТ 000796		+		-	
75	Этилен	ВТ 000240		+		-	
76	Этан	ВТ 001076		+		-	
77	Гексан	ВТ 000192		+		-	
78	Диэтиловый эфир	ВТ 001181		+		-	
79	Дипропил	отсут.		+		-	
80	Пропилен	ВТ 00256		+		-	
81	Бутилен	ВТ 000522		+		-	
82	Сульфат железа (III)	АТ 001391		+		-	
83	Пыль силикатная	отсут.	+	+		-	
84	Хладон-22	ВТ 000657		+		-	
85	Пропан	ВТ 000187		+		-	
86	Оксид хрома	АТ 000028		+		-	
87	Оксид цинка	АТ 000060		+		-	
88	Кадмий	АТ 000685		+		-	
89	Ртуть	АТ 000876		+		-	
90	Титан	АТ 001177		+		-	
91	Кобальт	АТ 000067		+		-	
92	Никель	АТ 000828		+		-	
93	Теллур	АТ 000629		+		-	
94	Селен	АТ 000750		+		-	
95	Сурьма	отсут.		+		-	
96	Хром	АТ 001330		+		-	
97	Ванадий	АТ 001563		+		-	

Примечание.

* Вещества, включенные в спивок Конвенции [1].

Некоторые графы таблицы не заполнены ввиду отсутствия сведений по объектам.

Контроль состояния атмосферного воздуха на границе промплощадки проводится автоматическими стационарными постами контроля (АСПК), а в пределах санитарно-защитной зоны – передвижными лабораториями, выполняющими подфакельные замеры концентраций загрязняющих веществ.

Кроме того, в программу производственного мониторинга должен быть включен контроль загрязнений ливневых стоков, почв и водных объектов отравляющими веществами, продуктами их детоксикации и компонентами дегазирующих рецептур. Практически перечень загрязняющих веществ может быть почти тот же, что и для атмосферного воздуха, так как все, что попадает в атмосферу, следует ожидать в почве и водных объектах. Однако, кроме загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах и сбросах ОУХО, в программу мониторинга могут быть включены продукты их трансформации в природных средах (табл. 75).

Таблица 75

Основные продукты спонтанной трансформации ОВ в окружающей среде [99, 173 (т. 4, с. 990), 238 (с. 91)]

ОВ	Основные продукты, образующиеся в результате спонтанной трансформации ОВ		
	в атмосфере	в воде	в почве
Зарин	Изопропиловый эфир метилфосфоновой кислоты	Изопропиловый эфир метилфосфоновой кислоты	Изопропиловый эфир метилфосфоновой кислоты
	Фтороводород	Фтороводород	Фтороводород
Зоман	Зоман	Пинаколиловый эфир метилфосфоновой кислоты	Пинаколиловый эфир метилфосфоновой кислоты
		Фтороводород	Фтороводород
Vx	Vx	Этиловый (изопропиловый) эфир метилфосфоновой кислоты	Этиловый (изопропиловый) эфир метилфосфоновой кислоты
		Алкилтиоэфиры метилфосфоновой кислоты	Алкилтиоэфиры метилфосфоновой кислоты
		Этиловый (изопропиловый) эфир метилтиофосфоновой кислоты	Этиловый (изопропиловый) эфир метилтиофосфоновой кислоты
		Этиловый (изопропиловый) эфир метилпирофосфоновой кислоты	Этиловый (изопропиловый) эфир метилпирофосфоновой кислоты

Продолжение табл. 75

		Диэтил (диизопропил) аминоэтил меркаптан	Диэтил (диизопропил) аминоэтил меркаптан
		Диэтил (диизопропил) аминоэтил дитиан	Диэтил (диизопропил) аминоэтил дитиан
		Диэтил (диизопропил) аминоэтиловый спирт	Диэтил (диизопропил) аминоэтиловый спирт
Иприт	Иприт	β-хлор, β'- окси диэтилсульфид	β-хлор, β ''- оксидиэтилсульфид
		Тиодигликоль	Тиодигликоль
			β- (β- хлорэтилтио)- β'β''-диокситриэтилсульфоний
			1,2-бис-(β- хлорэтилтио) этан
			Этиленхлоргидрин
Люизит	2-хлорвинил мышьяковистая кислота	2-хлорвинил мышьяковистая кислота	2-хлорвинил мышьяковистая кислота
	Бис-(2-хлорвинил) арсиновая кислота	Бис-(2-хлорвинил) арсиновая кислота	2-хлорвинил мышьяковая кислота
	2- хлорвинилларсин оксид	Ортомышьяковистая кислота	Ca^{2+}; Fe^{3+}; Mg^{2+} - нерастворимые в воде соли мышьяковистой и мышьяковой кислот
	Бис-(2-хлорвинил) арсин оксид	Ортомышьяковая кислота	
	Мышьяковистая кислота	Хлороводород	
	Мышьяковистый ангидрид		
	Ортомышьяковая кислота		
	Хлороводород		

Следует отметить, что проблема трансформации отравляющих веществ в природной среде изучена пока недостаточно, она требует серьезных научных исследований по выявлению промежуточных и конечных продуктов, их химических и токсикологических свойств. Поэтому перечень продуктов трансформации ОВ, приведенный в табл. 75 на основании обобщения литературных данных, нельзя считать исчерпывающим. Перечень контролируемых показателей в процессе выполнения программы мониторинга может корректироваться по ме-

ре обнаружения в природных средах и объектах новых загрязняющих веществ и отработки методик их определения.

Таблица 76

Загрязняющие вещества, содержащиеся в твердых отходах различных объектов по уничтожению химического оружия (по материалам ТЭО)

№ п/п	Загрязняющее вещество	№ госрегистрации [75]	Камбарка	Горный	Кизнер	Марадыковский	Почеп Леонидовка Щучье
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Диизобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты (ДЭ)	отсут.	–	–	+	+	+
2	2-(диэтиламино) этилизобутилсульфид (сульфид)	отсут.	–	–	+	+	+
3	Кислый эфир метилфосфоновой кислоты (КЭ)	отсут.	–	–	+	+	+
4	Смешанный аминоэфир метилфосфоновой кислоты (АЭ)	отсут.	–	–	+	+	+
5	Фтороводород моноэтаноламина (МЭА ·HF)	отсут.	–	–	+	+	+
6	Изопропиловый спирт (ИПС)	ВТ 000742	–	–	+	+	+
7	Пинаколиновый спирт (ПС)	отсут.	–	–	+	+	+
8	Трибутиламин (ТБА)	ВТ 001357	+	+	+	+	+
9	Аминомеркаптан (АМ)	отсут.	–	–	+	+	+
10	Диэтаноламин (ДЭА)	ВТ 000242	–	–	+	+	+
11	Дифторангидрид метилфосфоновой кислоты (ДФА)	отсут.	–	–	+	+	+
12	Метилфосфоновая кислота (МФК)	отсут.	–	–	+	+	+
13	Натриевая соль КЭ (Na-соль КЭ)	отсут.	–	–	+	+	+
14	Натриевая соль МФК (Na-соль МФК)	отсут.	–	–	+	+	+
15	Фторид натрия	отсут.	–	–	+	+	+
16	Изобутилат калия	отсут.	–	–	+	+	+
17	Калиевая соль КЭ (К-соль КЭ)	отсут.	–	–	+	+	+

18	Калиевая соль МФК (К-соль МФК)	отсут.	–	–	+	+	+
19	Меркаптид калия (МК)	отсут.	–	–	+	+	+
20	Пинаколиновоизобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты (ПИБЭ)	отсут.	–	–	+	+	+
21	Изопропиламиноэтиловый эфир метилфосфоновой кислоты (СЭ)	отсут.	–	–	+	+	+
22	Моноэтаноламин (МЭА)	ВТ 000011	+	+	+	+	+
23	Изобутиловый спирт (ИБС)	ВТ 000232	+	+	+	+	+
24	N-метил-α-пирролидон (N-МП)	отсут.	–	–	+	+	+
25	Капролактам	ВТ 000074	–	–	+	+	+
26	Фторид калия	АТ 000667	–	–	+	+	+
27	2-гидроксиэтилтиозон гидрохлорид	отсут.	+	+	+	+	
28	2-гидроксиэтилметилтиозон гидрохлорид	отсут.	+	+	+	+	
29	2-гидроксиэтилдиметилтиозон гидрохлорид	отсут.	+	+	+	+	
30	β, β′ – дигидроксиэтиламиноэтилэтилен-дисульфид гидрохлорид	отсут.	+	+	+	+	
31	β-хлорвинил, β, β′-диаминоэтоксиарсин	отсут.	+	+	+	+	
32	β, β′, β″ - триаминоэтоксиарсин	отсут.	+	+	+	+	
33	β, β'-дихлорвинил, β-аминоэтоксиарсин	отсут.	+	+	+	+	
34	Оксид мышьяка (III)	АТ 001221	+	+	+	+	
35	Хлорид мышьяка (III)	отсут.	+	+	+	+	
36	Гидрохлорид моноэтаноламина	отсут.	+	+	+	+	+
37	Арсенат железа	отсут.	+	+			
38	Арсенат марганца	отсут.	+	+			
39	Арсенит железа	отсут.	+	+			
40	Арсенит натрия	АТ 001615	+	+			

В подсистему производственного мониторинга входит контроль и на территориях вблизи полигонов захоронения и складов хранения отходов производства. Перечень компонентов, включающий 36 химических соединений, содержащихся в твердых отходах различных объектов УХО (по материалам ТЭО проектов строительства объектов), приведен в табл. 76.

В помещениях складов хранения отходов необходимо контролировать содержание летучих компонентов в воздухе.

При соблюдении условий и режима хранения отходов контроль состояния компонентов природной среды вблизи складов хранения и участков захоронения должен осуществляться по той же системе показателей, по которой проводится мониторинг почв, поверхностных и грунтовых вод на территории санитарно-защитной зоны ОУХО. Дополнительно в весенне-летне-осенний период в порядке контроля соблюдения режима хранения отходов проводится анализ почвы и грунтовых вод на содержание специфических компонентов отходов и продуктов их трансформации (по валовому содержанию мышьяка, фосфора, фтора, серы – элементов-маркеров отравляющих веществ).

По наиболее полному перечню показателей целесообразно осуществлять контроль содержания загрязняющих веществ в природных средах и объектах на территории санитарно-защитной зоны ОУХО – зоны, подверженной максимальному воздействию объекта на окружающую природную среду и, соответственно, наиболее информативной для системы экологического мониторинга. Наряду с контролем атмосферного воздуха, почв, водных объектов на территории санитарно-защитной зоны ОУХО необходимо проводить биологический мониторинг по наиболее полной системе показателей.

4.8.2. Обоснование показателей экологического мониторинга окружающей природной среды в зоне воздействия ОУХО

Программа комплексного экологического мониторинга включаетв себя наблюдения за состоянием окружающей природной среды на территории СЗЗ и ЗЗМ по комплексу ландшафтно-географических, климатических, физико-химических и биологических показателей. В процессе экологического мониторинга (в отличие от производственного экологического контроля) изучается техногенное воздействие на широкий круг компонентов природной среды – атмосферный воздух, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, растительность, животный мир, наземные и водные экосистемы в целом.

Для корректной оценки воздействия ОУХО на окружающую природную среду в процессе эксплуатации объекта в рамках системы экологического мониторинга необходимо вычленять его из общего фона антропогенного влияния.

Мониторинг антропогенного фона проводится в рамках программы регионального экологического мониторинга специально уполномоченными государственными природоохранными органами, а также предприятиями-природопользователями, расположенными в зоне влияния ОУХО.

В перечень контролируемых показателей должно входить содержание общепромышленных и специфических для каждого производства загрязняющих веществ в выбросах в атмосферный воздух и сбросах в водные объекты по установленным нормам предельно допустимых выбросов и сбросов, утвержденным региональным природоохранным органом [239].

Контролю в почвах в соответствии с ГОСТ 17.4.1.02-83, М.У. 2.1.7.730-99 подлежит содержание следующих химических веществ:

1-го класса опасности – мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, селен, фтор, бенз(а)пирен;

2-го класса опасности – бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром;

3-го класса опасности – барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

Деятельность арсеналов химического оружия была связана не только с хранением ХО, но и с уничтожением аварийных и устаревших боеприпасов (как правило, открытым способом). Перед началом функционирования объекта УХО необходимо провести обследование мест бывшего уничтожения ХО с целью выявления возможных изменений в природном комплексе под воздействием ОВ и продуктов их трансформации.

Показатели мониторинга антропогенного фона должны быть доступны информационно-аналитическому центру комплексного экологического мониторинга ОУХО для использования в расчетах по моделям миграции и трансформации загрязняющих веществ в окружающей среде.

Государственный экологический контроль осуществляется по полному перечню загрязняющих веществ, включая отравляющие вещества и другие специфические загрязнители, на территории промплощадки, санитарно-защитной зоны, зоны защитных мероприятий ОУХО, в соответствии [1, 72, 229]. В период пусконаладочных работ государственный экологический контроль проводится уполномоченными природоохранными органами по учащенному графику.

4.8.2.1. Система программных гидрометеорологических наблюдений

Основными задачами подсистемы гидрометеорологического мониторинга являются:

– наблюдение за погодно-климатическими факторами в районе ОУХО с целью обеспечения безопасного режима его функционирования;

– составление прогнозов погоды, паводков, неблагоприятных метеоусловий;

– контроль загрязнения атмосферного воздуха на стационарных и маршрутных метеопостах;

– контроль гидрологического режима и химического состава вод поверхностных водотоков в зоне влияния ОУХО;

– штормовые предупреждения о приближении опасных идрометеорологических явлений.

В программу гидрометеорологических наблюдений на метеостанции и метеопостах необходимо включить следующие показатели:

– температура воздуха (средняя, минимальная, максимальная);

– влажность воздуха;

– скорость и направление ветра ($V_{мгн}$, $V_{ср}$, V_{max});

– атмосферное давление;

– температура поверхности почвы;

– метеорологическая дальность видимости;

– высота нижней границы облаков;

– определение количества и формы облаков;

– температура почвы на глубинах;

– гололедно-изморозевые отложения;

– интенсивность осадков;

– количество осадков;

– состояние подстилающей поверхности и характеристики снежного покрова;

– снегосъемка на ландшафтных маршрутах;

– наблюдение за состоянием погоды, атмосферными явлениями;

– гамма-фон.

При возникновении (угрозе возникновения) в районе метеостанции опасного или стихийного метеорологического явления проводятся учащенные наблюдения, необходимые для определения времени начала, усиления и окончания явления.

Метеорологические наблюдения. *Основными задачами метеосети в районе ОУХО являются:*

– определение текущей метеорологической обстановки для расчета рассеивания загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах ОУХО;

– разработка прогнозов погоды;

– определение направлений распространения выбросов ОУХО для выполнения подфакельных измерений;

– передача метеорологической информации в региональный центр экологического мониторинга.

Метеорологические наблюдения проводятся по следующей программе:

– наблюдения за осадками, снежным покровом;

– проведение снегосъемок на закрепленном маршруте;

– наблюдения за природными (гидрометеорологическими) явлениями;

– химический анализ «первого дня» проб воды и донных отложений.

Место размещения метеостанции с метеорологической площадкой определяется в соответствии с требованиями к выбору места расположения метеостанций и метеоплощадок («Наставление гидрометеорологическим станциям и постам», вып. 1 и 3, РД 52.04.107-86 и «Этап обследования объекта. Организация и порядок проведения», РД 52.14.65-86).

Маршрутные метеопосты размещаются с учетом расположения источников выбросов, жилых поселков и других объектов, наличия подъездных путей, а также с учетом расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере по модели ОНД-86 [191]. При этом следует учитывать повторяемость направления ветра над исследуемой территорией и тот факт, что повышенные концентрации вредных веществ наблюдаются на расстоянии от организованных источников, равном от 10 до 40 высот труб.

Необходимо иметь в виду, что метеорологических наблюдений на одной метеостанции по стандартной программе недостаточно для обеспечения требуемого уровня безопасности при эксплуатации ОУХО. Чтобы обеспечить корректный расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере как при нормальной работе объекта, так и в аварийных ситуациях, необходимо иметь подробную микроклиматическую характеристику местности, учитывающую все особенности рельефа, почв, растительности, наличие водных объектов, населенных пунктов, типы застройки и т. д. Для получения такой характеристики необходимо проведение детальной метеорологической съемки в районе размещения ОУХО в течение нескольких лет (как минимум 3-4 года). Особенно важно изучение аэрологических режимов (скорость ветра на высоте 1-2 м, статистические характеристики вертикальной устойчивости воздуха и флуктуаций направления ветра) в условиях, близких к штилевым.

По результатам съемки должна быть построена цифровая модель, позволяющая в дальнейшем по данным стандартных наблюдений выполнять надежные краткосрочные прогнозы распространения загрязняющих веществ в пределах зоны защитных мероприятий.

Гидрологические наблюдения. На гидрологических постах проводятся стандартные наблюдения за следующими основными элементами гидрологического режима рек:

1) уровень воды;

2) сток воды;

3) расход воды;

4) температура воды;

5) ледовый режим;

6) качество (химический состав) воды.

Гидрологические посты оснащаются измерительными устройствами и приборами для производства наблюдений.

4.8.2.2. Перечень контролируемых показателей состояния атмосферного воздуха в зоне воздействия ОУХО

Подсистема мониторинга воздушной среды СЗЗ и ЗЗМ создается с целью обеспечения экологической безопасности и санитарно-гигиенического благополучия населения селитебной территории объекта УХО, других предприятий и источников воздействия на атмосферный воздух, находящихся на данной территории.

При обосновании перечня загрязняющих веществ для включения их в программу мониторинга необходимо учитывать ряд факторов: входит ли данное ЗВ в Федеральный регистр [72], в список ЗВ Конвенции [1], токсичность вещества, класс опасности, валовый выброс, ПДК и др. В технико-экономическом обосновании проекта строительства объекта «Марадыковский» предусматривается выброс 42 загрязняющих веществ. В программу экологического мониторинга воздушной среды селитебной территории на начальных этапах проведения мониторинга включен весь перечень загрязняющих веществ, которые будут содержаться в выбросах ОУХО (табл. 74). В дальнейшем при эксплуатации объекта перечень параметров программы экологического мониторинга ОУХО корректируется с учетом реальных выбросов загрязняющих веществ.

Установление перечня приоритетных показателей для включения их в программу мониторинга атмосферного воздуха в зоне влияния ОУХО – задача довольно сложная, решение которой требует учета комплекса факторов, в т. ч., наряду с вышеотмеченными, необходимо учитывать возможные эффекты кумуляции загрязняющих веществ и суммации их токсического действия. При этом слежение за наличием отравляющих веществ должно осуществляться независимо от их концентрации в выбросах ОУХО с использованием различных взаимодополняющих методов количественного и качественного анализа.

Критерием для включения в программу экологического мониторинга приоритетных показателей контроля может быть отношение величины валового выброса или максимального секундного выброса ЗВ к величине ПДКм.р. (мг/м^3) этого вещества. По материалам проектирования строительства объекта «Марадыковский» в табл. 77 приведен перечень показателей загрязняющих веществ в выбросах, упорядоченный по убыванию вышеуказанного отношения. Диаграмма (рис. 43), построенная по данным таблицы, показывает, что в про грамму мониторинга целесообразно включить первые 26 веществ, имеющих относительно высокое значение отношения выброса к ПДКмр.

Таблица 77

Характеристика показателей загрязняющих веществ в выбросах
в атмосферный воздух при эксплуатации ОУХО

№ п/п	Загрязняющее вещест-во	Валовой выброс за 5 лет, т	ПДКмр, мг/м^3	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76	Эффективный валовый объем-ный выброс млрд. м^3
1	Диоксид азота	786.092	0.085	2	9248.141
2	N-метилпирролидон (N-МП)	1308.122	0.300	4	4360.407
3	Пирофосфат натрия	68.175	0.100	-	681.75
4	Спирт изобутиловый (ИБС)	57.753	0.100	4	577.53
5	Оксид углерода	2186.4	5.000	4	437.28
6	Vx	0.0000183	$5\cdot10^{-8}$	1	365.92
7	Карбонат натрия	11.12489	0.040	3	278.1223
8	Изобутилат калия	25.601	0.100	-	256.01
9	Фторид калия	5.5932	0.030	2	186.44
10	Зоман	0.0000182	$1\cdot10^{-7}$	1	181.96
11	Углеводороды	173.316	1.000	4	173.316
12	Моноэтаноламин (МЭА)	3.30529	0.020	2	165.2645
13	Сульфат натрия	37.0525	0.300	3	123.5083
14	Капролактам	7.35572	0.060	3	122.5953
15	Сульфат калия	22.136	0.300	3	73.78667
16	Зарин	0.00000853	$2\cdot10^{-7}$	1	42.625
17	2-диэтиламиноэти-лизобутил-сульфид (сульфид)	0.6657	0.017	-	39.15882
18	Фторид натрия	1.15103	0.030	2	38.36767
19	Гидроксид натрия	0.3747	0.010	2	37.47
20	Ацетилен	55.0986	1.500	-	36.7324
21	Спирт изопропиловый (ИПС)	21.01	0.600	3	35.01667
22	Оксид свинца	0.03173	0.001	1	31.73
23	ДС	0.00004268	$2\cdot10^{-6}$	1	21.3385
24	Сажа	1.4457	0.150	3	9.638
25	Диоксид серы	1.333	0.500	3	2.666
26	Серная кислота	0.65186	0.300	2	2.172867
27	Сварочный аэрозоль	0.2	0.150	3	1.333333

Продолжение табл. 77

28	Гидроксид кальция	0.2116	0.200	-	1.058
29	Фтороводород	0.0180077	0.020	2	0.900385
30	Зола древесная	0.245	0.300	3	0.816667
31	Гидроксид калия	0.02166	0.030	3	0.722
32	Хлорид мышьяка (III)	0.0184	0.030	2	0.6117
33	Оксид азота	0.08	0.400	3	0.2
34	Метиловый спирт	0.155	1.000	3	0.155
35	Фосфат кальция	0.0036	0.050	-	0.072
36	Пыль неорганическая	0.02	0.300	3	0.066667
37	Фторид кальция	0.0036	0.200	2	0.018
38	Карбонат кальция	0.008	0.500	-	0.016
39	Спирт пинаколиновый	0.0000275	0.017	-	0.001618
40	Фосфорный ангидрид	0.0000775	0.150	2	0.000517
41	Фосфат калия	4.7032	-	-	-
42	Сульфонол	0.0852	-	-	-

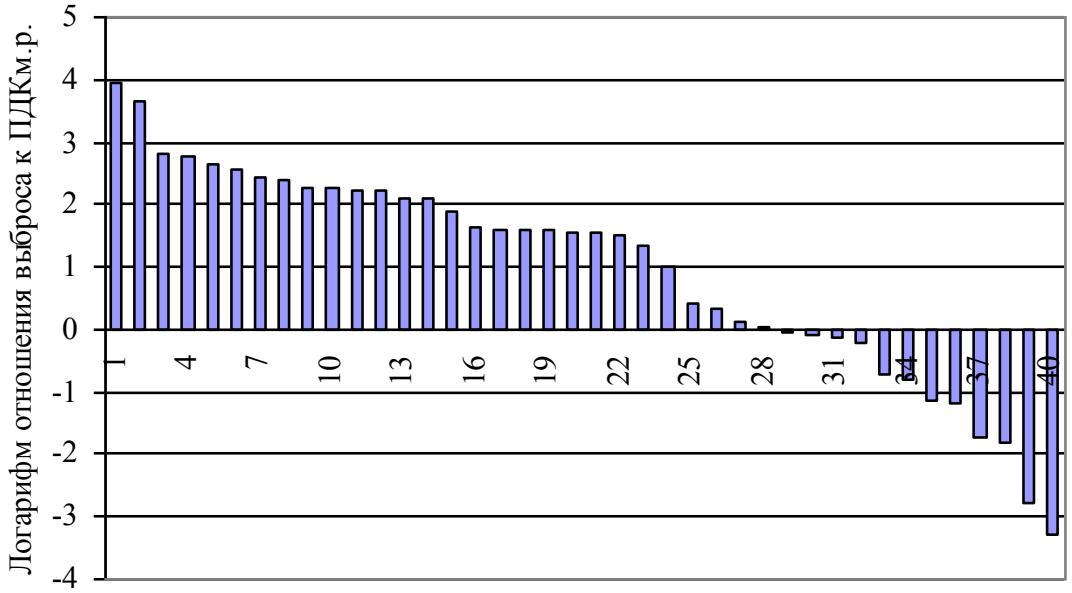


Рис. 43. Показатель эффективного объемного валового выброса загрязняющих веществ ($\times 10^9$ м^3)
(номера по оси абсцисс соответствует графе 1 табл. 77)

Для достоверности определения перечня отслеживаемых показателей загрязнения атмосферного воздуха по программе мониторинга ОУХО «Марадыковский» дополнительно к расчету по валовому выбросу для каждого ЗВ проведен расчет максимального эффективного объемного выброса (м^3/с),

определяемого как отношение максимального секундного выброса ЗВ (г/с) к величине ПДКм.р. (мг/м^3). Результаты расчетов приведены в табл. 78 и на рис. 44.

Таблица 78

Характеристика показателей загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах в атмосферный воздух при эксплуатации ОУХО по величине максимального эффективного объемного выброса

№ п/п	Загрязняющее вещество	Максимальный выброс, г/с	№ госрегистрации	ПДКмр, мг/м^3	Максимальный эффективный объемный выброс, м^3/с
1	Диоксид азота	7.06	АТ 000480	0.085	83058
2	N-метилпирролидон	13.42	ВТ 000777	0.3	44733
3	Капролактам	1.0337	ВТ 000074	0.06	17228
4	Пирофосфат натрия	1.2	АТ 000954	0.1	12000
5	Спирт изобутиловый	1.006	ВТ 000232	0.1	10060
6	Фторид натрия	0.221	АТ 000367	0.03	7366
7	Фторид калия	0.214	АТ 000667	0.03	7133
8	Зоман	$6.4\cdot10^{-6}$	отсут.	$1\cdot10^{-7}$	6400
9	Оксид углерода	29.74	АТ 000672	5.0	5948
10	Vx	$2.6\cdot10^{-6}$	отсут.	$5\cdot10^{-8}$	5200
11	Зарин	$1\cdot10^{-6}$	отсут.	$2\cdot10^{-7}$	5150
12	Моноэтаноламин	0.193	ВТ 000011	0.02	5080
13	Карбонат натрия	0.184	АТ 000443	0.04	4600
14	Оксид свинца	0.004	АТ 000194	0.01	4000
15	Изобутилат калия	0.261	отсут.	0.1	2610
16	Ацетилен	3.4471	ВТ 000402	1.5	2298
17	Диоксид серы		АТ 000478	0.5	2000
18	ДС (иприт +люизит)	$2.7\cdot10^{-6}$	отсут.	$2\cdot10^{-6}$	1335
19	Сульфат калия	0.278	АТ 000707	0.3	926
20	Сажа	0.0825	АТ 000250	0.15	550
21	2-диэтиламиноэтилизобутил-сульфид	0.00752	отсут.	0.017	442
22	Спирт изопропиловый	0.2502	ВТ 000472	0.6	417
23	Углеводороды	0.397	отсут.	1.0	397
24	Хлорид мышьяка (III)	0.00115	отсут.	0.03	382
25	Гидроксид натрия	0.0033	АТ 000137	0.01	330
26	Серная кислота	0.01144	АТ 000058	0.3	114
27	Гидроксид кальция	0.00221	АТ 000464	0.2	73.5
28	Сварочный аэрозоль	0.009	отсут.	0.15	60
29	Оксид азота	0.0222	АТ 000479	0.4	55.5
30	Оксид марганца (II)	0.00013	отсут.	0.01	12.9
31	Гидроксид калия	0.00024	АТ 000441	0.03	8.13

32	Зола древесная	0.0017	отсут.	0.3	5.67
33	Пыль неорганическая	0.001	отсут.	0.3	3.33
34	Сульфат натрия	0.563	АТ 000002	0.3	1.876
35	Фосфат кальция	0.00008	АТ 000485	0.05	1.6
36	Фосфорный ангидрид	$2.8 \cdot 10^{-5}$	АТ 000613	0.15	0.19
37	Фтороводород	$2.8 \cdot 10^{-6}$	АТ 000133	0.02	0.14
38	Фторид кальция	$2.5 \cdot 10^{-5}$	АТ 000598	0.2	0.13
39	Метиловый спирт	0.00012	ВТ 000037	1.0	0.12
40	Спирт пинаколиновый	$1.8 \cdot 10^{-6}$	отсут.	0.017	0.1
41	Сульфонол		ВТ 000639		
42	Фосфат калия	0.18	АТ 001114		

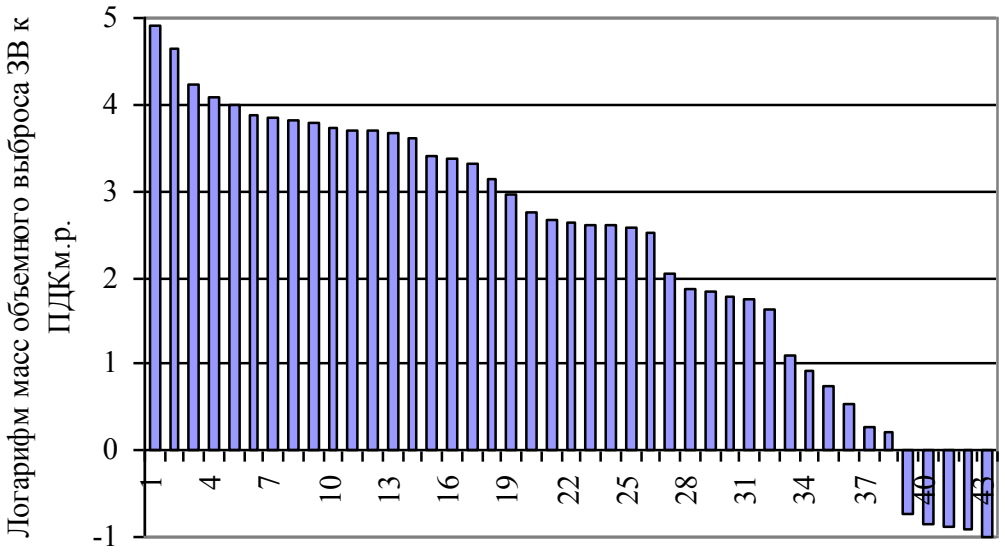


Рис. 44. Максимальный эффективный объемный выброс загрязняющих веществ (номера ЗВ по оси абсцисс из графы 1 табл. 78)

Как видно из табл. 77 и 78, первые 26 загрязняющих веществ по обоим спискам практически совпадают, 30 химических соединений из 42 (табл. 78) входят в Федеральный регистр, 5 веществ – в список Конвенции. В связи с этим на всех этапах организации системы комплексного экологического мониторинга в перечень отслеживаемых приоритетных показателей необходимо включить данные загрязняющие вещества. Этот перечень может быть откорректирован в ходе пуско-наладочных работ по результатам лабораторных измерений фактических выбросов ЗВ.

Для большей достоверности выявления перечня отслеживаемых показателей загрязнения атмосферного воздуха дополнительно проведены расчеты определения перечня ЗВ по критерию опасности загрязняющего вещества на контролируемой территории. С этой целью на основании «Руководства по контролю источников загрязнения атмосферы ОНД-90» составлен перечень контролируемых загрязняющих атмосферный воздух веществ по следующей схеме:

1) составлен общий перечень ЗВ, выбрасываемых предприятиями на контролируемой территории;

2) определен критерий опасности *i*-го ЗВ ($КОВ_i$):

$$КОВ_i = \left(\frac{M_i}{ПДК_{ссi}} \right),$$

где *Mi* – суммарный выброс *i*-го ЗВ на контролируемой территории, т/год;

$ПДК_{ссi}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация *i*-го ЗВ, мг/м^3;

ai – постоянная, учитывающая класс опасности *i*-го ЗВ (табл. 79).

Значения $ПДК_{ссi}$ определены по Перечню и кодам веществ, загрязняющих атмосферный воздух, 1995 г.

Таблица 79

Класс опасности ЗВ

Класс	1	2	3	4
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

При эксплуатации объекта необходимо измерить действительное значение концентрации анализируемых веществ и для определения критерия опасности каждого вещества использовать выражение:

$$КОВ_{измер} = \left(\frac{C_{измерi}}{ПДК_{ссi}} \right).$$

На основании этого критерия можно будет уточнить перечень приоритетных загрязнителей и в соответствии с ним программу биомониторинга.

Категория опасности загрязняющего вещества на контролируемой территории определена исходя из полученных значений критерия опасности *i*-го ЗВ (КОВ *i*), табл. 79.

В табл. 80 и на рис. 45 приведены результаты расчета приоритетных показателей контроля на основе методики ОНД-90. Данный перечень показателей контроля практически совпадает с результатами табл. 77 и 78.

Таблица 80

Характеристика показателей загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах в атмосферный воздух при эксплуатации ОУХО по величине критерия опасности (ОНД-90)

№ п/п	Загрязняющее вещество	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76	Суммарный выброс, т/год	ПДКсс, мг/м^3	КОВ по ОНД-90
1	Диоксид азота	2	157,2	0,04	47073
2	Оксид свинца	1	0,0635	0,0003	8977
3	Vx	1	0,00000366	$5{,}0\cdot10^{-8}$	1478
4	Зоман	1	0,00000364	$1{,}0\cdot10^{-7}$	450,7
5	N-метилпирролидон (N-МП)	4	261,6	0,3	443,1
6	Фторид калия	2	1,119	0,03	110,4
7	Моноэтаноламин (МЭА)	2	0,661	0,02	94,40
8	Оксид углерода	4	437,3	3	88,57
9	Пирофосфат натрия	4	13,63	0,1	83,40
10	Спирт изобутиловый (ИБС)	4	11,55	0,1	71,84
11	Фторид натрия	2	0,230	0,01	58,99
12	Карбонат натрия	3	2,225	0,04	55,62
13	Зарин	1	0,00000171	$2{,}0\cdot10^{-7}$	38,25
14	Изобутилат калия	4	5,120	0,1	34,54
15	2-диэтиламиноэтилизобутил-сульфид (сульфид)	1	0,133	0,017	33,08
16	Сульфат натрия	3	7,41	0,3	24,70
17	Капролактам	3	1,471	0,06	24,52
18	Углеводороды	4	34,66	1	24,32
19	Сульфат калия	3	4,427	0,3	14,76
20	Гидроксид натрия	2	0,0749	0,01	13,71
21	ДС	1	0,00000854	0,000002	11,79
22	Ацетилен	3	11,020	1,5	7,346
23	Спирт изопропиловый (ИПС)	3	4,202	0,6	7,003
24	Сажа	3	0,289	0,05	5,783
25	Диоксид серы	3	0,267	0,05	0,442
26	Зола древесная	3	0,049	0,03	1,633
27	Серная кислота	2	0,1304	0,1	1,412
28	Оксид азота	3	0,016	0,06	0,267
29	Сварочный аэрозоль	3	0,04	0,15	0,267
30	Гидроксид калия	3	0,00433	0,03	0,144
31	Хлорид мышьяка (III)	2	0,00368	0,03	0,0654
32	Метиловый спирт	3	0,031	0,5	0,062
33	Пыль неорганическая	3	0,004	0,1	0,04

Продолжение табл. 80

34	Фторид кальция	2	0,00072	0,03	0,00784
35	Фосфорный ангидрид	2	0,0000155	0,05	$2{,}75 \cdot 10^{-5}$
36	Гидроксид кальция	-	0,04232	0,2	-
37	Оксид марганца (II)	2	-	0,001	-
38	Фосфат кальция	-	0,00072	0,05	-
39	Фтороводород	2	-	0,005	-
40	Спирт пинаколиновый	-	0,0000055	0,017	-
41	Фосфат калия	-	0,94064	-	-
42	Сульфонол	-	0,01704	-	-

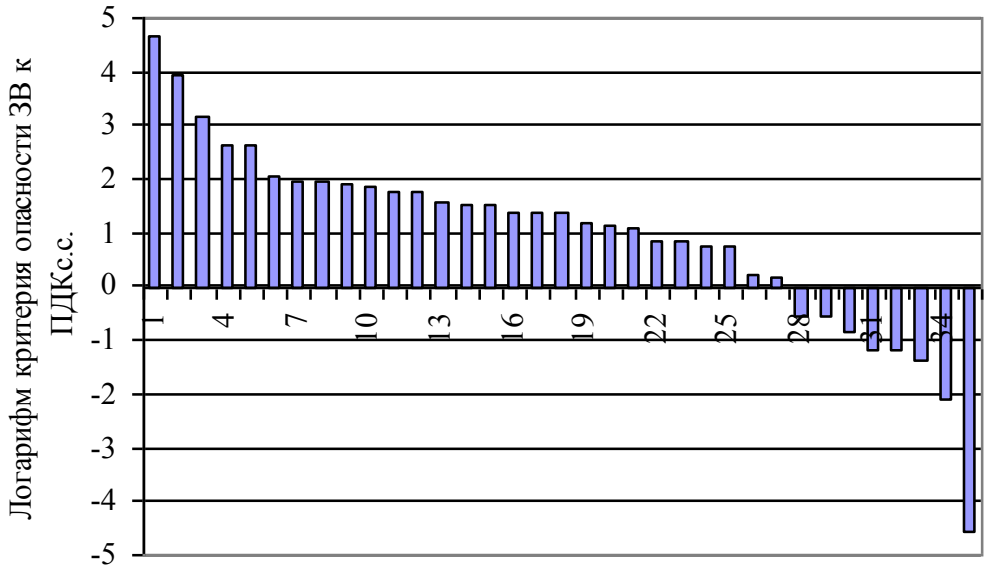


Рис. 45.Величины критерия опасности загрязняющих веществ (по ОНД-90) [192](номера по оси абсцисс соответствует графе 1 табл. 80)

В табл. 81 приведенны сравнительные данные по определению приоритетных показателей, сформированных по величине максимального эффективного объема выброса и критерия опасности вещества.

В программу экологического мониторинга воздушной среды селитебной территории на начальных этапах проведения мониторинга должен быть включен весь перечень загрязняющих веществ (общепромышленных и специфических), которые будут содержаться в выбросах при уничтожении химического оружия на объекте.

Таблица 81

Сравнение перечней приоритетных показателей, сформированных по величине максимального эффективного объема выброса и критерия опасности вещества

№ п/п	Загрязняющее вещество	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76	Суммарный выброс, т/год	ПДКсс, мг/м^3	КОВ по ОНД-90	Загрязняющее вещество	ПДКмр, мг/м^3	Эффективный валовый объемный выброс, $\times 10^9$ м^3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Диоксид азота*	2	157,2	0,04	47073	Диоксид азота*	0.085	9248.141
2	Оксид свинца*	1	0,0635	0,0003	8977	N-метилпирролидон*	0.300	4360.407
3	Vx**	1	0,00000366	$5{,}0\cdot10^{-8}$	1478	Пирофосфат натрия*	0.100	681.75
4	Зоман**	1	0,00000364	$1{,}0\cdot10^{-7}$	450,7	Спирт изобутиловый*	0.100	577.53
5	N-метилпирролидон*	4	261,6	0,3	443,1	Оксид углерода*	5.000	437.28
6	Фторид калия*	2	1,119	0,03	110,4	Vx**	$5\cdot10^{-8}$	365.92
7	Моноэтаноламин*	2	0,661	0,02	94,40	Карбонат натрия*	0.040	278.1223
8	Оксид углерода*	4	437,3	3	88,57	Изобутилат калия	0.100	256.01
9	Пирофосфат натрия*	4	13,63	0,1	83,40	Фторид калия*	0.030	186.44
10	Спирт изобутиловый*	4	11,55	0,1	71,84	Зоман**	$1\cdot10^{-7}$	181.96
11	Фторид натрия*	2	0,230	0,01	58,99	Углеводороды	1.000	173.316
12	Карбонат натрия*	3	2,225	0,04	55,62	Моноэтаноламин*	0.020	165.2645
13	Зарин**	1	0,00000171	$2{,}0\cdot10^{-7}$	38,25	Сульфат натрия*	0.300	123.5083

Продолжение табл. 81

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	Изобутилат калия	4	5,120	0,1	34,54	Капролактам*	0.060	122.5953
15	2-диэтиламино-этил-изобутил-сульфид	1	0,133	0,017	33,08	Сульфат калия*	0.300	73.78667
16	Сульфат натрия*	3	7,41	0,3	24,70	Зарин**	$2 \cdot 10^{-7}$	42.625
17	Капролактам*	3	1,471	0,06	24,52	2-диэтиламино-этил-изобутил-сульфид	0.017	39.15882
18	Углеводороды	4	34,66	1	24,32	Фторид натрия*	0.030	38.36767
19	Сульфат калия*	3	4,427	0,3	14,76	Гидроксид натрия*	0.010	37.47
20	Гидроксид натрия*	2	0,0749	0,01	13,71	Ацетилен*	1.500	36.7324
21	ДС	1	0,00000854	0,000002	11,79	Спирт изопропиловый*	0.600	35.01667
22	Ацетилен*	3	11,020	1,5	7,346	Оксид свинца*	0.001	31.73
23	Спирт изопропиловый*	3	4,202	0,6	7,003	ДС	$2 \cdot 10^{-6}$	21.3385
24	Сажа*	3	0,289	0,05	5,783	Сажа*	0.150	9.638
25	Диоксид серы*	3	0,267	0,05	0,442	Диоксид серы*	0.500	2.666
26	Зола древесная	3	0,049	0,03	1,633	Серная кислота*	0.300	2.172867
27	Серная кислота*	2	0,1304	0,1	1,412	Сварочный аэрозоль	0.150	1.333333
28	Оксид азота*	3	0,016	0,06	0,267	Гидроксид кальция*	0.200	1.058
29	Сварочный аэрозоль	3	0,04	0,15	0,267	Фтороводород	0.020	0.900385
30	Гидроксид калия*	3	0,00433	0,03	0,144	Зола древесная	0.300	0.816667

Продолжение табл. 81

1	2	3	4	5	6	7	8	9
31	Хлорид мышьяка (III)**	2	0,00368	0,03	0,0654	Гидроксид калия*	0.030	0.722
32	Метиловый спирт*	3	0,031	0,5	0,062	Хлорид мышьяка (III)**	0.030	0.6117
33	Пыль неорганическая	3	0,004	0,1	0,04	Оксид азота*	0.400	0.2
34	Фторид кальция*	2	0,00072	0,03	0,00784	Метиловый спирт*	1.000	0.155
35	Фосфорный ангидрид*	2	0,0000155	0,05	$2{,}75 \cdot 10^{-5}$	Фосфат кальция*	0.050	0.072
36	Гидроксид кальция*	-	0,04232	0,2	-	Пыль неорганическая	0.300	0.066667
37	Оксид марганца (II)*	2	-	0,001	-	Фторид кальция*	0.200	0.018
38	Фосфат кальция*	-	0,00072	0,05	-	Карбонат натрия	0.500	0.016
39	Фтороводород*	2	-	0,005	-	Спирт пинаколиновый	0.017	0.001618
40	Спирт пинаколиновый	-	0,0000055	0,017	-	Фосфорный ангидрид*	0.150	0.000517
41	Фосфат калия*	-	0,94064	-	-	Фосфат калия*	-	-
42	Сульфонол*	-	0,01704	-	-	Сульфонол*	-	-

Примечание.

* Вещества, вошедшие в Федеральный регистр [72].

** Вещества, вошедшие в список, утвержденных Конвенцией [1].

И в будущем на всех этапах организации системы комплексного экологического мониторинга в перечень отслеживаемых приоритетных показателей должны быть обязательно включены отмеченные выше 26 загрязняющих веществ. Данный перечень может быть откорректирован в ходе пусконаладочных работ по результатам лабораторных измерений фактических выбросов ЗВ и в дальнейшем при эксплуатации объекта.

Целесообразно контроль за содержанием данных ЗВ проводить не только в пробах воздуха, но и осадков (дождя и снега), а также использовать методы биодиагностики (лихеноиндикация, фитоиндикация идр.).

Санитарно-гигиенический контроль воздушной среды на территории зоны защитных мероприятий осуществляется по полной программе показателей в соответствии с СанПиН 2.1.6.983-00 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».

Государственный экологический контроль состояния атмосферного воздуха, осуществляемый на селитебных территориях ведомственными природоохранными службами региона, включает:

– контроль загрязняющих веществ на АСПК;

– проведение подфакельных замеров концентраций загрязняющих веществ передвижными лабораториями;

– контроль атмосферного воздуха населенных мест на маршрутных постах.

Критериями для выбора мест расположения АСПК должны быть близость населенных пунктов к ОУХО, рельеф местности, плотность населения, преобладающие сезонные направления и скорости ветра.

В целом на территории зоны защитных мероприятий экологический мониторинг атмосферного воздуха и государственный экологический контроль проводятся по той же системе показателей, что и в санитарно-защитной зоне.

4.8.2.3. Перечень контролируемых показателей состояния поверхностных вод

В пределах зоны защитных мероприятий должен осуществляться санитарный контроль водоемов и водотоков в соответствии с ГОСТ 17.1.3.07-82, ГОСТ Р 51593-00, ГОСТ 51592-00, требованиями органов Госсанэпиднадзора (СанПиН 2.1.4.027-95 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого водоснабжения», СП 2.1.5.761-99, СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод»).

Основными требованиями к выбору показателей для оценки состояния вод и водных экосистем являются информативность, простота измерений, оперативность получения информации и возможность контроля.

Классификация вод и водных экосистем по устойчивости к антропогенным воздействиям проводится с учетом природных особенностей, определяю-

щих их способность противостоять внешним воздействиям и сохранять оптимальные параметры состояния.

При определении критических нагрузок необходимо учитывать многообразие антропогенных факторов и их комплексное воздействие на водные экосистемы.

По отклику водных экосистем и их компонентов на внешние воздействия происходящие изменения можно условно разделить на первичные и вторичные. К первичным относятся изменения морфометрических, гидрологических, гидрохимических и гидрофизических параметров, т. е. изменения параметров среды обитания, происходящие непосредственно под влиянием антропогенного воздействия. К вторичным относятся изменения биоты и связанные с ними вторичные изменения гидрохимических и гидрофизических параметров.

Концентрация кислорода и степень окисляемости органических веществ служат критерием уровня трофности. Бихроматная окисляемость является мерой общего содержания органических веществ без характеристики их качественного состава, перманганатная окисляемость указывает на содержание легко окисляемых, а также частично минерализуемых гумусовых веществ в воде. Концентрация последних обусловливает цветность воды. Интегральным показателем кислородного равновесия в воде является $БПК_5$. Величина pH зависит от продукционно-деструкционных процессов, которые обусловливают сдвиг карбонатного равновесия, в результате чего фотосинтез повышает величину pH, а минерализация органического вещества приводит к ее уменьшению. По уровню концентрации азотных и фосфорных неорганических и органических соединений можно судить об интенсивности продукционно-деструкционных процессов.

С учетом вышеуказанных принципов и подходов по определению приоритетных показателей контроля в систему экологического мониторинга целесообразно включить следующие показатели качества воды поверхностных водных источников:

– органолептические (температура, запах, привкус, цветность, мутность);

– физико-химические (pH, взвешенные вещества, общая жесткость, сухой остаток, щелочность, содержание железа, марганца, фтора, сульфатов, хлоридов, фосфатов, углекислоты);

– специфичные для объекта уничтожения химического оружия загрязняющие вещества;

– промышленные, сельскохозяйственные и бытовые загрязнения, перечень показателей которых согласовывается с центром госсанэпиднадзора;

– санитарные (растворенный кислород, $БПК_5$, ХПК, окисляемость перманганатная, содержание нитритов, нитратов, ПАВ, аммония);

– микробиологические (число лактозоположительных кишечных палочек, колифагов, фитопланктона);

– изменение биотопического разнообразия, биомассы и численности гидробионтов;

– истощение запасов ценных и редких видов гидробионтов;

– смена доминирующих видов;

– накопление органами и тканями гидробионтов различных токсикантов.

Экспериментальные и полевые исследования водных объектов проводятся в соответствии с ГОСТ Р 51592-00, по системе Пантле-Бука в модификации Сладечека [240-242], широко применяемой в странах Восточной Европы и СНГ, а также методом индикации по диатомовым водорослям (метод Ватанабе) [243].

На водотоках, которые могут быть загрязнены аварийными выбросами или сбросами ОУХО, целесообразна установка автоматических стационарных постов гидрохимического контроля. Таких постов должно быть не менее двух, один из которых (фоновый) располагается на значительном расстоянии от объекта выше по течению, а другой – ниже по течению в точке, где наиболее вероятно появление примеси в случае аварийного загрязнения водотока. Информация от автоматических гидропостов в режиме реального времени поступает в информационно-аналитический центр мониторинга и используется при построении комплексной имитационной модели экологической ситуации.

4.8.2.4. Показатели мониторинга подземных вод

Мониторинг подземных вод представляет собой систему:

– регулярных наблюдений за подземными водами, а также отдельными компонентами окружающей (в т. ч. геологической) среды в границах влияния эксплуатации водозаборных сооружений;

– регистрации наблюдаемых показателей и обработки полученной информации;

– оценки пространственно-временных изменений состояния подземных вод и связанных с ними компонентов окружающей природной среды на основе данных, полученных в процессе наблюдений;

– прогнозирования изменения состояния подземных вод под влиянием водоотбора и других антропогенных и природных факторов, а также предупреждения о вероятных изменениях состояния подземных вод и необходимой коррекции режима эксплуатации.

Контроль подземных и грунтовых вод регламентируется СанПиН 2.1.4.554-96 «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения», СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения» и СП 2.1.5.1059-01 «Санитарные правила. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения» и проводится в зоне влияния ОУХО по утвержден-

ной в Программе системе показателей 2 раза в год* (после пика весеннего паводка и в осеннюю межень).

Для проведения мониторинга подземных и грунтовых вод используются наблюдательные и эксплуатационные скважины. Наблюдательные скважины оборудуются на площадях с естественным и нарушенным состоянием геологической среды. Мониторинг подземных вод ведётся с соблюдением принципа сопоставимости исходных разнородных данных, основанного на применении единой системы координат и высот, классификаторов, системы единиц, стандартных форматов данных, комплекса показателей и единой нормативно-технической базы. Наблюдения проводятся по единой системе показателей, за исключением того, что для наблюдательных скважин не измеряются эксплуатационные характеристики.

4.8.2.5. Обоснование контролируемых показателей состояния почв

Почва является важнейшей составляющей биосферы, в ней протекают разнообразные процессы, являющиеся звеньями биогеохимических круговоротов, осуществляющие связь между различными структурными компонентами биогеоценозов и биосферы в целом и определяющие их устойчивость.

Почва является геохимическим барьером на пути миграции загрязняющих веществ или конечным приемником большинства техногенных химических веществ, предохраняя сопредельные среды от действия токсикантов. Возможности почвы как буферной системы не безграничны и зависят от ее поглотительной способности.

Мониторинг почв позволяет своевременно обнаружить неблагоприятные изменения свойств почв и почвенного покрова при различных видах его использования, а также при развитии естественного почвообразовательного процесса.

Почвенно-экологический мониторинг включает в себя три взаимосвязанные части:

– контроль состояния почв и почвенного покрова и оценку его изменения во времени и пространстве;

– прогноз изменения состояния почв и почвенного покрова во времени и пространстве;

– научно обоснованные рекомендации по направленному регулированию основных свойств и режимов почв, непосредственно определяющих их плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур.

Программа мониторинга должна включать три группы контролируемых параметров:

– показатели ранней диагностики развития негативных изменений: угнетение биоты (по ферментативной активности), нарушение окислительно-

* Здесь и далее в периодичность государственного экологического контроля ОУХО включено внеплановый контроль (надзор) в соответствии [71]

восстановительных и кислотно-щелочных свойств, изменение плотности и фильтрации почв, минерализованности почвенного раствора, дренажных и грунтовых вод и др.;

– показатели изменения более устойчивых свойств почв: количество и качество гумуса, содержание элементов питания растений, а также тяжелых металлов и углеводородов, степень агрегированности (структурности) почвенного покрова, биологическая продуктивность ценозов;

– показатели устойчивых и глубоких изменений свойств почв: соотношение фракций гранулометрического состава, минералогический и химический состав.

Показатели первой группы контролируются несколько раз в год, второй – раз в 2–5 лет, третьей – один раз в 10 лет [244].

Комплексная система показателей мониторинга состояния почв при загрязнении, включающая физико-химические, буферные, агрохимические, биологические и др. свойства, приведена в табл.82.

Таблица 82

Показатели мониторинга состояния почв при загрязнении [245]

Контролируемые свойства	Необходимые показатели	Дополнительные показатели
Физико-химические	pH водной и солевой вытяжки	Титруемая щелочность, мэкв/100г
	Гидролитическая кислотность, мэкв/100г	Содержание карбонатов
	Окислительно-восстановительный потенциал	Содержание окисленных и восстановленных форм элементов с переменной валентностью
Агрохимические	Общее содержание гумуса, %	Групповой состав гумуса
	Общее содержание азота, фосфора, калия, %	Содержание водорастворимых органических веществ, мг/100г Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия, мг/100г
Миграционные	Содержание экстрагируемых форм химических элементов, мг/л Транслокация в растениях. Испарение. Миграция по профилю	Подвижность органо-минеральных компонентов, мг/л

Продолжение табл. 82

Буферность к загрязнению и изменению свойств	Устойчивость гумуса	Обобщенный показатель реакции почвы на загрязнение
	Устойчивость ППК	
	Устойчивость кислотно-основных свойств	
	Устойчивость ферментативной активности	
Общие	Сумма поглощенных оснований мэкв/100г	Емкость катионного обмена, мэкв/100г
	Микроагрегатный и механический состав	Степень засоления, %
	Удельная электропроводность, мВ	Сухой остаток, % Степень эродированности
Степень загрязнения	Общее содержание загрязняющих веществ, мг/кг	
Биологические (токсические)	Активность дегидрогеназ, мкл/сутки	Общая каталитическая активность
	Дыхание (по выделению CO_2 или поглощению O_2), %	Активность ферментов в циклах углерода, азота, фосфора
	Фитотоксичность (по изменению энергии прорастания), %	Влажность завядания
		Содержание токсичных форм элементов

Показатели химического состава почв, рекомендуемые «Комплексной международной программой мониторинга» (цитировано по [245, 246]), представлены в табл. 83.

Перечень показателей, представленный в этой программе, не включает ряд существенных характеристик почв (в частности, показатели буферности, окислительно-восстановительных и сорбционных свойств, механический состав почв).

Показатели мониторинга, перечисленные в табл. 82 и 83, весьма многочисленны, и определение всех их нецелесообразно, поэтому, в зависимости от характера источника загрязнения и цели исследования, необходимо ограничить количество показателей.

Таблица 83

Показатели мониторинга химического состава почв

Параметры	
Обязательная программа	Дополнительная программа
Мощность горизонтов, см	Марганец, мг/кг
Объемный вес, г/см^3	Сера, %
pH_{H_2O}	Фосфор, мг/кг
pH_{KCl}	Свинец, мг/кг
Обменная кислотность, мг/кг	Хром, мг/кг
Насыщенность основаниями, %	Медь, мг/кг
Натрий обменный, мг/кг	Кадмий, мг/кг
Калий обменный, мг/кг	Никель, мг/кг
Кальций обменный, мг/кг	Цинк, мг/кг
Магний обменный, мг/кг	Ванадий, мг/кг
Углерод орг. общий, %	Ртуть, мг/кг
Потери при прокаливании, %	Мышьяк, мг/кг
Азот общ., %	Селен, мг/кг
	Общая обменная кислотность, мг/кг
	Обменный алюминий, мг/кг
	Фосфатазная активность мкмоль/г·ч
	"Дыхание почв"

В концепции почвенно-химического мониторинга, разработанной Г. В. Мотузовой [247], показатели разделены на специфические и неспецифические. Неспецифические показатели отражают свойства самих почв, которые следует контролировать независимо от характера загрязнения. К ним автор относит: содержание гумуса, ионообменные, кислотно-основные свойства, микробиологическую активность почв. Специфические показатели – содержание загрязняющих веществ от конкретных источников (в системе мониторинга ОУХО таковым может быть содержание мышьяка, фосфора, фтора, свинца), причем рекомендуется контролировать общее содержание этих веществ и более подвижные их формы, переходящие в различные вытяжки. В основу предложенной нами системы показателей почвенного мониторинга ОУХО положены принципы почвенно-химического мониторинга [247] с учетом ряда показателей устойчивых и глубоких изменений почв, рекомендуемых Л.А. Гришиной и др. (табл. 82) [245]. В качестве неспецифических показателей выбраны следующие:

– показатели кислотно-основных свойств почв – pH в водной и солевой вытяжках;

– показатели окислительно-восстановительных свойств – окислительно-восстановительный потенциал;

– показатели ионообменных и сорбционных свойств – сумма обменных оснований, емкость поглощения (определяются по ГОСТ 17.4.4.01-84);

– содержание гумуса в почве (по И. В. Тюрину [248], ГОСТ 26213-91);

– показатели биологической диагностики – интенсивность размножения почвенных гидробионтов, ферментативная активность бактерий, «дыхание» почвы;

– показатели общих свойств почв – валовой химический, гранулометрический и минералогический состав почв.

Различные виды антропогенного воздействия на почву приводят как к уменьшению величины pH, так и к ее возрастанию. Для почв, обладающих низкими буферными свойствами, подкисление может привести к катастрофическим изменениям. Процессы засоления и осолонцевания, как правило, сопровождаются существенным увеличением pH, что также приводит к негативным последствиям для растительного покрова (снижение продуктивности, изменение видового состава).

Окислительно-восстановительный потенциал почвы является функцией соотношения окисленных и восстановленных форм соединений в почве и характеризует физико-химические условия протекания процессов почвообразования, питания растений и микроорганизмов. Величина окислительно-восстановительного потенциала является интегральным результатом физических, химических и биологических процессов. Различные антропогенные воздействия могут как увеличивать, так и уменьшать окислительно-восстановительный потенциал почвы, что ведет к изменению функционирования всего биогеоценоза.

Изменение величины емкости катионного обмена связано с глубокими преобразованиями в почве. Уменьшение емкости катионного обмена свидетельствует о деградации почвы вследствие антропогенных воздействий.

Гумусовое состояние почв очень чувствительно к изменениям экологической обстановки. Антропогенные факторы могут не только изменять интенсивность гумусообразования, но и кардинально менять его направленность.

Дыхание почвы является показателем скорости трансформации органического вещества. Это один из общепризнанных показателей биологической активности почвы.

Наряду с неспецифическими показателями экологического состояния почв в программу мониторинга должны быть включены показатели, специфичные для каждого конкретного объекта хранения и уничтожения химического оружия. В число контролируемых специфических показателей может входить со держание мышьяка, фторид-иона, валового и подвижного фосфора, свинца,

метилфосфоновой кислоты, ФОВ. Эти показатели определяются в верхних горизонтах почвы и на геохимических барьерах.

Показатели биологического мониторинга почв

Почва – один из основных компонентов экосистем. Выполняемые ею биосферные функции уникальны и незаменимы. Утрата или необратимая деградация почвы могут рассматриваться как гибель данной экосистемы. В диагностике почв важную роль играют биологические методы. В основе принципа биологической диагностики почв лежит представление о том, что почва как среда обитания составляет единую систему с населяющими ее популяциями разных организмов.

Почвенная биота. В состав почвенной биоты входят организмы, относящиеся к различным царствам живой природы (бактерии, растения, грибы, животные) и размерным группам, но большинство обитателей почвы имеют микроскопические размеры. Состояние почвенной биоты может служить индикатором техногенной нагрузки на окружающую среду. В системе экологического мониторинга могут использоваться различные показатели, отражающие состояние почвенной биоты (видовое разнообразие, численность организмов, биомасса), но предпочтение следует отдавать тем из них, которые дают максимум информации о степени техногенного воздействия при минимуме затрат.

Для оценки воздействия ОУХО на окружающую среду в системе комплексного экологического мониторинга рекомендуется использовать методы анализа состояния лесной подстилки, общего видового разнообразия почвенной биоты, обилия и соотношения численности индикаторных видов (микроорганизмов, водорослей, грибов, мезофауны).

Лесная подстилка – это верхний слой почвы лесного фитоценоза, состоящий из растительного опада на разных стадиях разложения. В разложении опада принимают участие различные группы организмов – почвенная мезофауна, микроартроподы, бактерии, грибы и др. При этом крупные сапрофаги выполняют роль первичных деструкторов [249, 250].

Накопление подстилки – признак незавершённости биогеохимических циклов, вследствие чего снижаются продуктивность и устойчивость экосистем. Толстый слой подстилки может препятствовать развитию травяно-кустарничкового яруса и возобновлению древостоя.

На территориях, не подвергающихся техногенному загрязнению, уже к середине лета прошлогодний опад практически полностью разлагается и подстилка в большинстве случаев состоит из потерявших структуру растительных остатков.

В зоне сильного техногенного загрязнения подстилка состоит из практически полностью сохранивших структуру хвои, листьев, остатков злаков. Часто наблюдается «захоронение» подстилки под толстыми куртинами мха.

Наиболее простым в определении, но в то же время достаточно информативным показателем интенсивности деструкционных процессов в лесной экосистеме является мощность (толщина) лесной подстилки.

Почвенные микроорганизмы. Почвенные микроорганизмы выполняют разнообразные функции в наземных экосистемах, в т. ч. разложение органических остатков и фиксацию атмосферного азота. Анализ состояния почвенного микробоценоза может быть осуществлён двумя путями:

1) количественными учётами различных групп;

2) измерением интегральных параметров функционирования (почвенное дыхание, скорость разложения целлюлозы, активность азотфиксации, нитрификации и т. д.). Эти параметры более надёжны и информативны, чем прямые оценки численности [251].

Учет численности микроорганизмов – чрезвычайно трудоемкий метод исследования, причем общая численность – малоинформативный показатель (по причине его большой вариабельности); более информативным показателем является видовой состав. По этой причине предпочтение следует отдать методам оценки интегральных параметров функционирования почвы.

Наиболее общими являются методы, позволяющие оценить суммарные биологические процессы по исходным или конечным продуктам (в частности, методы определения дыхания почвы и активности азотфиксации).

Почвенные водоросли могут быть использованы в качестве биоиндикаторов по двум основным направлениям:

– изучение природных группировок, характеризующих свойства почвы и проходящие в ней процессы;

– использование определённых видов в качестве тест-объектов при изучении текущего состояния в почвах.

Основными критериями, характеризующими водорослевые группировки, следует считать:

1) видовой состав;

2) доминантные виды;

3) спектр жизненных форм;

4) встречаемость отдельных видов или групп водорослей;

5) специфические виды или группы их.

В почвах распространены водоросли, относящиеся в основном к четырем отделам: синезеленые (*Cyanophyta*), зеленые (*Chlorophyta*), желтозеленые (*Xanthophyta*), диатомовые (*Bacillariophyta*). Из них наиболее чувствительны к техногенному загрязнению желтозеленые водоросли [185].

Грибы. В наземных биогеоценозах основная масса грибов сосредоточена в почве, где их мицелий достигает общей длины 700–1000 м на 1 г почвы. Осо-

бенно много грибов в лесной подстилке. Грибы выполняют функцию разлагателей в аэробной зоне. За сутки грибы разлагают в 2–7 раз больше органического вещества, чем потребляют [252].

Грибы в процессе метаболизма образуют и выделяют в среду многие органические кислоты, что способствует растворению труднодоступных фосфатов и оказывает влияние на питание растений фосфором и другими элементами, которые извлекаются из минералов. Почвенные грибы способны осуществлять процесс гетеротрофной нитрификации, что имеет значение в кислых почвах, где автотрофная нитрификация отсутствует.

Индикационное значение имеет биомасса грибов в почве, которую можно определять методами прямого учета (например, метод Хансена [252]).

4.8.2.6. Система программных наблюдений биоты

Важнейшей составной частью экологического мониторинга является ***биомониторинг***. Одно из направлений биомониторинга изучает реакции (отклик) живых систем на воздействие факторов внешней среды; другое направление аналогичных исследований – ***биоиндикация*** **–** определяет присутствие в окружающей среде того или иного загрязнителя по наличию или состоянию определенных организмов, наиболее чувствительных к изменению экологической обстановки (в более общей форме – обнаружение и определение биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ [253]).

Преимуществом методов биоиндикации перед физико-химическими является интегральный характер ответных реакций организмов: они выявляют наличие в окружающей природной среде комплекса загрязнителей. Особую значимость имеет то обстоятельство, что биоиндикаторы отражают степень опасности соответствующего состояния окружающей среды для всех живых организмов, в т. ч. и для человека.

Некоторые биологические методы помогают диагностировать негативные изменения в природной среде на ранних стадиях (экспресс-методы) и при таких количествах токсикантов, которые еще не могут быть зафиксированы приборами. По биоиндикационным признакам можно выявить экологические нарушения при низких уровнях загрязнения, когда еще нет серьезных ограничений для развития растений и опасности для населения, что позволит принять меры для предотвращения дальнейшего поступления загрязнителей в окружающую природную среду и не допустить необратимых изменений в экосистемах.

Однако по реакциям организмов можно установить изменение окружающей среды лишь на качественном уровне, без количественных оценок степени загрязнения.

Биомониторинг проводится по показателям состояния живых объектов на разных уровнях их организации – суборганизменном, организменном и надорганизменном. При оценке состояния организмов применяются разные подходы – морфологический, генетический, биохимический, физиологический, иммунологический [254].

Биомониторинг как составная часть экомониторинга включает в себя специализированные подсистемы – мониторинг растительности и мониторинг животных как систему мероприятий слежения за динамикой состояния живых систем, а также биодиагностический мониторинг состояния природных сред по растительным и животным объектам.

Обоснование выбора биологических тест-систем. В качестве биоиндикаторов токсического воздействия выбросов ОУХО на окружающую среду могут использоваться различные живые организмы, обитающие в зоне влияния объекта, биологические тест-объекты, культивируемые в лабораторных условиях, а также природные экологические системы (биоценозы и их структурные части). Отдельные высокочувствительные к антропогенному загрязнению группы организмов дали название особым направлениям биомониторинга – лихеноиндикация, альгоиндикация, палинологический метод биоиндикации. Среди животных также выделяются группы организмов, положительно или отрицательно реагирующие на различные формы антропогенной трансформации среды.

К наиболее простым и доступным методам оценки состояния растительности относится индикация по морфологическим признакам. Этот подход к использованию методов биоиндикации в системе экологического мониторинга в течение многих лет апробировался в работах специалистов Центра экологической политики России (г. Москва) и показал высокую эффективность при выполнении оценки экологического состояния окружающей среды в ряде регионов России (Самарская, Брянская, Астраханская, Калужская области, Чувашская Республика и др.) и других стран СНГ. Методы интегральной биологической оценки состояния окружающей среды были использованы для характеристики района размещения крупного центра военно-химической промышленности в г. Чапаевск Самарской области. В частности, интегральная оценка состояния растений проводилась по морфологическим и физиологическим признакам древесных и травянистых растений, а животных – по морфологическим, цитогенетическим, иммунологическим и физиологическим признакам.

Показатели состояния биоты, апробированные в ходе этих исследований [254], могут быть включены в программу мониторинга ОУХО.

В систему мониторинга биоты должны быть включены различные территориальные комплексы организмов. С одной стороны, необходимо учитывать состояние флоры и фауны, отражающее важнейший экологический показатель - видовое биоразнообразие данной территории (гамма-разнообразие по Уиттэкеру [255]). Однако провести в полном объеме флористические и фаунистические исследования - трудновыполнимая задача, поэтому оценку биоразнообразия для целей локального мониторинга можно ограничить выявлением видового состава в пределах изучаемых экосистем. При проведении регионального мониторинга исследования этого плана должны выполняться по полной программе, так как выборочный анализ состояния отдельных групп организмов не даст полной картины состояния данного компонента биосферы и тем более не выявит истинные причины изменений.

С другой стороны, как уже было отмечено, необходимо изучение состояния экосистем в целом и (или) их особых биотических компонентов – фитоценоза и зооценоза. Индикаторные признаки на уровне отдельных организмов (биохимические, физиологические показатели, морфологические признаки) определяются также с привязкой к конкретным экосистемам.

Экосистемный подход к оценке антропогенного воздействия строится на сопоставлении структурно-функциональных показателей экосистем и их биотических компонентов, нарушенных воздействием локального источника, с аналогичными экосистемами фоновых территорий. Достоверности результатов будет способствовать также широкомасштабное изучение разнообразия экосистем фоновых территорий; это позволит вычленить локальные изменения от воздействия определенного объекта из сложной совокупности форм динамики, обусловленной природными факторами, а также трансграничным переносом загрязнений. Поэтому локальный мониторинг биоты необходимо сочетать с мониторингом регионального фона.

Достоверность идентификации факторов, дестабилизирующих экосистему, повышается при условии выбора для наблюдения зрелых экосистем, находящихся в равновесном состоянии.

Для устранения влияния на результаты наблюдений сезонной и разногодичной динамики биогеоценозов мониторинговые обследования в импактной зоне ОУХО и на территориях регионального фона следует проводить в одни и те же календарные сроки.

Показатели мониторинга растительности

Использование растительных объектов для целей биомониторинга объясняется спецификой самих растений, а также биосферной ролью растительного покрова. Неподвижные растения более доступны для наблюдения, чем животные. Растения являются связующим звеном между абиотическими компонента-

ми экосистем и остальными организмами, поэтому они первыми испытывают нарушения от загрязнения всех природных сред - атмосферы, почвы, воды, чем и объясняется их повышенная чувствительность к антропогенному загрязнению.

Растительность как первичное звено пищевых цепей большинства наземных сообществ организмов играет решающую роль в структурно-функциональной организации экосистем; фитоценозы вносят также основной вклад в функционирование всей биосферы. Поэтому разрушение растительного покрова на больших площадях опасно серьезной дестабилизацией окружающей среды и разрушением условий жизни других организмов. Отмеченные обстоятельства определяют высокую индикаторную и буферную роль растительного покрова при разных формах антропогенной трансформации экосистем.

Особое место растений в системе взаимосвязанных компонентов экосистем обусловливает корреляцию между функциональным разнообразием фитоблока и вещественно-энергетическим балансом всего биогеоценоза. Реакция отдельных параметров фитоценоза на формы и интенсивность антропогенного воздействия отражает состояние всей экосистемы. Поэтому при первом приближении к анализу основного функционального процесса в биогеоценозе – продукции органического вещества – можно ограничиться регистрацией только параметров растительности [242].

При выборе показателей фитоценоза для целей экологического мониторинга учитывается их универсальность, информативность и, по возможности, адекватность реакций характеру антропогенного воздействия. Однако последнее требование трудно выполнимо в силу неспецифичности реакций растений на внешние воздействия. Следует учитывать также, что метод определения параметра не должен вносить существенных изменений в экосистему.

К числу информативных параметров наземного фитоценоза по реакции на антропогенное воздействие относят следующие [242]:

1. Видовой (флористический) состав. Обоснованием обязательности учета этого признака является то, что каждый вид вносит определенный вклад в создание особой среды фитоценоза – местообитания. Основную средообразующую роль выполняют виды-доминанты; их состояние определяет состояние фитоценоза в целом. Параметр реагирует практически на все формы антропогенных влияний (физические, химические, биологические) как в случае прямого, так и косвенного воздействия.

2. Проективное покрытие доминирующих видов. Кроме отмеченного в п.1, имеет значение также корреляция с размерами ассимилирующей поверхности доминант, их наземной фитомассой [256]. Параметр реагирует на механические нарушения фитоценоза, химические воздействия (через изменение жиз-

ненного состояния видовых популяций), биологические факторы. Ориентировочно определено, что пороговое значение параметра составляет примерно 2/3 от нормы [257].

3. Спектр жизненных форм растений фитоценоза [258] характеризует экологические условия и их изменение. Параметр реагирует на факторы, вызывающие изменение экотопа (выпас, рубки, сенокошение, режим заповедности, рекреация, техногенные воздействия, подтопление или осушение, химические воздействия).

В качестве параметра состояния фитоценоза может быть использован также спектр экоморф (экологических групп) [259].

4. Аспективность относится к числу ритмологических характеристик фитоценоза [255, 260]. Параметр реагирует на все антропогенные воздействия.

5. Возрастной спектр ценопопуляций доминирующих видов растений [261, 262] отражает представительство конкретного вида в фитоценозе; является элементарной структурной единицей фитоценоза. Параметр реагирует на разные антропогенные факторы (выпас, рубки, техногенные влияния), в случае прямого и опосредованного – через изменение экотопа, воздействия.

Выбор объектов для мониторинга животного мира

В настоящее время нет возможности проводить оценку состояния природной среды по всем видам животных; предпочтение отдается группам индикаторных видов. Можно подобрать группы животных, реагирующих на специфические (например, автотранспортное загрязнение и т.п.) и неспецифические воздействия [263–265].

Для индикации уровня антропогенных воздействий на экосистемы предлагается использовать систему реакций групп животных на различные нарушения природной среды. Наиболее информативным является экосистемный уровень показателей. Для биоиндикационных исследований рекомендуются три наиболее изученных и простых в применении показателя состояния зоокомпонентов биогеоценоза - видовое разнообразие, трофическая структура (информативность этого показателя невысока), плотность популяций [242].

Видовое разнообразие – широко используемый в фаунистических исследованиях параметр, обладающий высокой чувствительностью к основным антропогенным воздействиям. Пороговым значением антропогенной нагрузки следует считать снижение этого показателя на 5%, а критическим – на 10% [266].

Трофическая структура в ненарушенной экосистеме более или менее постоянна; при антропогенных трансформациях экосистем это соотношение нарушается; всегда снижается относительное обилие зоофагов и сапрофагов и возрастает относительное обилие фитофагов [263, 267]. Предложено считать

пороговым значением антропогенного фактора нагрузку, вызывающую изменение удельной массы одной из трех указанных групп на 20%, а критическим – на 50%.

Плотность популяций видов-индикаторов – важнейший показатель состояния экосистемы, высокочувствительный к основным антропогенным факторам. В результате антропогенного воздействия плотность популяций отрицательных видов-индикаторов будет снижаться (например, жужелиц в зонах химического загрязнения), а положительных видов-индикаторов - возрастать (например, тлей в тех же зонах). Достаточная изученность отдельных популяций позволяет подобрать специфические виды-индикаторы практически на все типы антропогенных воздействий.

Кроме отмеченных выше показателей, можно использовать также ряд других информативных признаков.

Структура сообщества или относительная численность видов-индикаторов (и др. таксономических групп) может быть использована для оценки степени антропогенной нагрузки на экосистемы. Это научное направление еще недостаточно разработано.

Самым распространенным проявлением в*нутрипопуляционного разнообразия* при антропогенных нагрузках является промышленный меланизм.

Соотношение полов в нарушенных при антропогенных нагрузках популяциях отличается от нормального (1:1). Как правило, у чувствительных видов уменьшается количество самок. Параметр отражает изменения экосистемы лишь на качественном уровне.

Дифференциальная смертность в онтогенезе. Вероятно существование наиболее уязвимых (у насекомых - личинки младших возрастов) и наименее уязвимых (яйцо и куколка - у насекомых) стадий. Данный параметр определяет плотность популяции вида, которая может рассматриваться как интегральный показатель.

Мониторинг животного мира по показателям состояния зооценоза как компонента экосистемы – задача, трудновыполнимая на практике, поэтому в качестве основного направления исследований в данной подсистеме мониторинга ОУХО предлагается биоиндикационное**.** Роль биоиндикаторов выполняют организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями антропогенных изменений сред обитания.

Объектами мониторинга животного мира могут быть зоокомпоненты водных и наземных экосистем, а также домашние и сельскохозяйственные животные. В программу мониторинга санитарно-защитной зоны и зоны защитных

мероприятий ОУХО целесообразно включить контроль состояния водных и наземных биоценозов.

Животные, используемые в качестве биоиндикаторов химического загрязнения, должны иметь высокую чувствительность к изучаемому фактору, большую продолжительность жизни или интенсивное размножение, высокую численность, интенсивный обмен веществ, а также оседлость, малый индивидуальный участок обитания, постоянный контакт с изучаемым антропогенным фактором.

Лучшими индикаторами являются виды, обладающие следующими признаками [268]:

1. Стенотопные, приспособленные к существованию в строго определенных условиях.

2. Виды, более редкие в сообществах.

3. Виды, более крупные по размерам.

Численное соотношение разных групп видов более показательно, чем численность данного вида.

При выборе наблюдаемых показателей необходимо знать характеристики действующих факторов и их лимитирующие значения с учетом компенсаторных реакций и степени толерантности вида.

Наиболее удобно для целей мониторинга наземных экосистем использовать представителей почвенной фауны, которые составляют 95% всех видов, входящих в наземный зооценоз.

Почвенную мезофауну анализируют на уровне сообществ. Традиционными показателями служат: общая плотность населения (биомасса), видовое (групповое) разнообразие, параметры таксономической и трофической структуры (доля дождевых червей, сапрофагов, зоофагов и т. д.), вертикальное распределение, доля эвритопных видов.

Наиболее чувствительной группой оказываются *дождевые черви* и другие крупные сапрофаги. Ответными реакциями населения почвенных беспозвоночных на разные виды загрязнения являются следующие:

1) уменьшение общего обилия (плотности особей и биомассы);

2) снижение таксономического разнообразия;

3) возрастание роли эвритопных видов;

4) увеличение пространственной неоднородности и смещение плотности в более нижние горизонты почвы;

5) изменение трофической структуры в сторону уменьшения доли сапрофагов и увеличения доли фитофагов.

Индикационные показатели состояния биогеоценоза

Наблюдения за состоянием экосистем и их компонентов должны осуществляться в течение ряда лет, чтобы отделить естественные изменения (свойственные экосистеме и вызванные как внутренними по отношению к ней фак-

торами, так и климатическими и др.) от нарушений, вызванных воздействием факторов антропогенной природы.

Для оценки состояния биотического компонента экосистемы предлагается использовать структурно-функциональные характеристики, отражающие процессы создания, использования, разрушения и остаточного накопления в экосистемах биологической продукции различных категорий (первичной, вторичной, остаточной, мертвой) и некоторые этапы круговорота веществ, вовлеченных в биологические циклы (общие методические указания по изучению экосистем) [269, 270].

Часть показателей состояния экосистемы, определяемых для целей мониторинга, относится к исходным характеристикам [242]:

1. Запас живой биомассы (фито-, зоо- и микробомассы) - в абсолютном выражении и по соотношению групп организмов (или их частей).

2. Запас мертвого органического вещества (сухостой, валеж, отмершие органы живых растений, лесная подстилка, торфяная масса, ветошь, войлок, трупы животных, почвенный гумус).

3. Интегральная характеристика структуры органического вещества (соотношение запасов гумуса, фитомассы, зоомассы и биомассы организмов - «формула органического вещества экосистемы» [271]. В качестве показателей функционирования экосистем необходимо определение первичной продукции и ее потребление на дыхание, а с другой стороны – потребление фитофагами, отмирание и деструкция.

4. Величина первичной и вторичной продуктивности, соотношение этих величин является показателем текущего функционирования экосистемы.

5. Опад – количество ежегодно отмирающих частей растений (наземных и подземных).

Другие характеристики экосистемы относятся к производным [242] – истинный прирост, скорость воспроизводства органического вещества, скорость общего оборота органического вещества, скорость деструктивных процессов – опадо-подстилочный коэффициент.

В дополнение к основным и производным показателям рекомендуются показатели содержания химических элементов в органическом веществе - годичное потребление химических элементов; годичный возврат с опадом; накопление в фитоценозе. Методы определения предложенных показателей изложены в научных исследованиях [272, 273].

Для количественной сравнительной оценки степени нарушенности экосистем предлагается коэффициент интегральной сохранности биогеоценозов [274]. Все показатели состояния экосистем необходимо сопоставлять с фоновыми данными.

Аналогичный подход с подразделением на неоднозначные группы признаков – «основные» и «коррелятивные» – предлагается в виде системы конкретных индикаторных признаков – показателей состояния экосистемы [250].

«Основные переменные» отражают роль компонента в круговороте вещества-энергии, в поддержании устойчивости экосистемы и определяют вклад в функционирование экосистем более высокого ранга. Этими показателями определяется также социально-экономическая значимость экосистем.

К коррелятивным переменным предъявляется требование высокой чувствительности, надежности и скорости реагирования на действие техногенных факторов, вследствие чего эти показатели могут быть опережающими индикаторами изменения основных переменных.

В табл. 84 и 85 приведены списки основных и коррелятивных переменных, рекомендуемых для описания состояния лесных и луговых экосистем в системе экологического мониторинга антропогенного воздействия.

При использовании деревьев в качестве биологических индикаторов загрязнения окружающей среды необходимо учитывать, что хвойные породы чувствительны к широкому спектру техногенных загрязнений. В пределах отдельных таксономических групп (роды, семейства) у древесных растений проявляется тесная корреляция между способностью адаптироваться к широкому спектру условий природной среды и устойчивостью к неблагоприятным физико-химическим воздействиям. Однако сосна, обладая широкой экологической амплитудой, имеет наиболее низкую устойчивость к техногенному загрязнению.

В лиственных лесах и на лугах биоиндикационные исследования целесообразно проводить по доминирующим видам травянистых растений, у которых визуально определяются поражения (ожоги, снижение роста, изменение формы и окраски листьев).

Для экологического мониторинга особый интерес представляют природные объекты, в наибольшей степени аккумулирующие загрязняющие вещества – лесная подстилка, тонкий верхний слой целинных почв, лишайниково-моховые группировки.

Перспективным подходом в оценке состояния природной среды является контроль *биогенного круговорота* веществ и *продуктивности биоты*.

Таблица 84

Списки основных и коррелятивных переменных лесных экосистем (взаимозаменяемые переменные приведены в квадратных скобках, рекомендуемые первоочередные показатели выделены)

Основные переменные	Коррелятивные переменные
1. **Общий запас древостоя [полнота]**	1. **Доля деревьев каждой из шести категорий санитарного состояния**
2. **Доля сухостоя по запасу** [доля по густоте,по полноте, обобщенный показатель поврежденности древостоя]	2. **Средний возраст хвои**; доля площади листьев (длины хвои) , занятой некрозами - [**балл некротического поражения**]
3. Продуктивность древостоя [**средний радиальный прирост древостоя за год**]	3. Ксероморфизм листьев - **толщина кутикулы** [плотность устьиц, густота опушения].
4. **Плотность подроста доминирующих пород**	4. Частота хромосомных аберраций в меристемных тканях
5. Биомасса травяно-кустарничкового яруса [**проективное покрытие**]	5. **Количество видов сосудистых растений** [индексы разнообразия]
6. Биомасса мохового яруса [**проективное покрытие**]	6. **Сходство видового состава [структуры] с фоновыми сообществами**
7. **Доля биомассы рудеральных и адвентивных видов**	7. **Количество видов эпифитных лишайников** [проективное покрытие на основании ствола и на высоте 1,3 м; видовая насыщенность; **высота поднятия по стволу доминантных видов**; индекс полеотолерантности]
8. Скорость разложения активных фракций опада [запас подстилки; **мощность подстилки**; подстилочно-опадочный коэффициент; **скорость деструкции чистой целлюлозы**]	
9. Запас гумуса в почвенном профиле [**мощность гумусных горизонтов, концентрация гумуса в верхнем горизонте**]	

Таблица 85

Списки основных и коррелятивных переменных луговых экосистем (взаимозаменяемые переменные приведены в квадратных скобках, рекомендуемые первоочередные показатели выделены)

Основные переменные	Коррелятивные переменные
1. **Биомасса травостоя** [средняя высота, плотность]	1. **Количество видов** [индексы разнообразия; видовая насыщенность]

Продолжение табл. 85

2. **Продуктивность лекарственных растений**	2. **Сходство видового состава [структуры] с фоновыми сообществами**
3. Масса войлока [мощность; подстилочно-опадочный коэффициент; **скорость деструкции экспонируемой в почве чистой целлюлозы**]	3. **Доля площади листьев, пораженная некрозами**
4. **Мощность гумусных горизонтов** [запас гумуса в почвенном профиле]	4. **Ксероморфизм листьев** - толщина кутикулы [плотность устьиц, густота опушения]
	5. **Частота хромосомных аберраций в меристемных тканях**

При длительном воздействии загрязняющих веществ даже в очень низких концентрациях возможные экологические последствия могут проявляться спустя длительное время. Для прогноза этих последствий и их своевременного предупреждения можно использовать такие чувствительные показатели, как количество пыльцы и семян, частота нарушений хромосом в клетках меристемы, фракционный состав белков растительных тканей, выпадение из состава сообществ отдельных индикаторных видов.

Отличительной особенностью локального мониторинга импактной зоны от регионального является то, что в программу локального мониторинга целесообразно включать изучение как *содержания* химических загрязнителей, так и *отклика* биоты на их воздействие. Специфика локального мониторинга заключается и в том, что в комплексном экологическом мониторинге в большей степени используются экспресс-методы, позволяющие быстро и оперативно получать информацию о химических загрязнителях и отклике биоты. Кроме того, частота контроля показателей в системе мониторинга ОУХО должна быть выше, чем это предусмотрено программой мониторинга регионального фона.

Исследование состояния природной среды в зоне ОУХО по полной программе необходимо провести до начала эксплуатации объекта и после ее завершения, а также в постэксплуатационный период (через 5-10 лет после прекращения деятельности ОУХО).

Программой мониторинга должны быть охвачены разнообразные местообитания в пределах данной территории и соответствующие им типы биогеоценозов с целью выявления степени толерантности различных типов фитоценозов к загрязнению. Однако осуществление программы мониторинга в таком объеме практически нереально из-за чрезвычайно высокой трудоемкости, поэтому систему контролируемых типов экосистем можно ограничить лишь характерными

для данной территории, в число которых должны войти наиболее распространенные (занимающие наибольшие площади), а также зональные типы экосистем. По возможности, желательно охватить наблюдениями все стадии сукцессионных и экологических рядов.

В сокращенную программу ежегодных наблюдений следует включать наиболее информативные показатели, отслеживаемые по экспресс-методикам, а исследования по полной программе проводить один раз в 5 лет.

На предпроектной стадии обследование растительности в зоне воздействия проектируемого ОУХО проводится по полной программе с целью выявления имеющихся на данной территории природных комплексов и объектов растительного покрова, выбора объектов для наблюдения, проектирования сети ключевых участков с постоянными пробными площадками (ППП) для проведения мониторинговых наблюдений и оценки существующего (исходного на момент строительства ОУХО) состояния экосистем. Исходное состояние окружающей среды послужит точкой отсчета для дальнейших наблюдений. Кроме того, по его результатам можно выявить последствия влияния на биоту загрязняющих веществ, в т. ч. ОВ от проводившегося ранее частичного уничтожения ХО в местах его хранения и захоронения. Предварительное обследование состояния территории позволит также выявить наиболее информативные биоиндикаторы.

Выбор ключевых участков для закладки ППП должен быть ориентирован на розу ветров, расположение населенных пунктов и общую структуру ландшафта данной территории. При необходимости охвата наблюдениями всех секторов с разной удаленностью от объекта (СЗЗ, ЗММ) следует спланировать большее число точек наблюдения по направлениям преобладающих ветров и на более заселенных территориях. Необходимо также учесть, что по долинам больших водных артерий, прогалинам в крупных лесных массивах создается особая тяга воздуха по принципу аэродинамической трубы. Такие территории также следует взять под особый контроль.

На стадии строительства ОУХО необходимо дополнительно к проведенным на предыдущем этапе исследованиям определить степень нарушения растительного покрова при строительных работах: площадь сведенных лесов, площадь выведенных из хозяйственного оборота сельскохозяйственных земель (пашен, кормовых угодий); сделать прогноз о возможных направлениях изменения растительного покрова в связи с нарушением почвенно-геологических условий при строительстве.

На стадии эксплуатации ОУХО развертывается мониторинг экосистем по полной программе показателей. В процессе его проведения возможно раннее обнаружение методами биоиндикации поступления во внешнюю среду токсикантов в случае отклонений от штатного режима работы объекта.

После прекращения эксплуатации, демонтажа объекта и рекультивации земель необходима оценка степени нарушения растительного покрова, разработка и осуществление мероприятий по его реабилитации.

В постэксплуатационный период продолжается наблюдение за состоянием экосистем на ключевых участках для выявления отдаленных последствий воздействия объекта. Продолжительность времени последействия возможного загрязнения от ОУХО объясняется способностью растений к накоплению токсикантов, а также тем, что нарушения на генетическом уровне, вызываемые некоторыми продуктами трансформации ОВ, могут обнаружиться только через 3–5 поколений организмов.

Программа мониторинговых наблюдений планируется в основном для рабочего (штатного) режима функционирования объекта. В случае аварийной ситуации после ликвидации ее последствий должно быть проведено внеплановое обследование растительности на ключевых участках сети экологического мониторинга, попавших под воздействие аварийного выброса.

4.8.3. Критерии оценки изменения природной среды

В 1992 г. в учреждениях Министерства природы и охраны окружающей среды были разработаны Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия [275]. Предлагаемые Критерии позволяют оценивать негативные изменения в природных средах и объектах, в функционировании экосистем, учитывают их пространственную дифференциацию по степени нарушенности, а также динамику процессов деградации. В данных Критериях предусмотрен системный подход, унифицированные требования, позволяющие классифицировать обследуемые территории по степени экологического неблагополучия и порядок проведения комплексной оценки экологического состояния территорий. Апробация Критериев оценки экологической обстановки территорий позволяет выявить наиболее информативные показатели, которые могут быть применены при зонировании территорий по комплексному воздействию, в т. ч. и делать интегральные оценки по биоиндикаторам (наземным экосистемам, водным, атмосферным и почвенным объектам).

Принципам экологического нормирования в настоящее время посвящено большое количество работ, имеются монографии, научные обзоры [242, 250, 276-282]. Авторами данных трудов разработаны экологические шкалы, критерии экологичности, по которым предлагается оценивать состояние природных объектов и сред на различных уровнях. Для оценки воздействия комплекса загрязняющих веществ предлагается использовать различные агрегационные индексы, например взвешенные по долям ПДК: для атмосферы – комплексный коэффициент S , представляющий собой сумму кратностей превышения ПДК выбрасываемых в атмосферный воздух веществ, приведенных к 3-му классу

опасности с учетом биологической суммации СанПиН 2.2.1/2.1.1.10301-01; для совокупной оценки опасных уровней загрязнения водных объектов предлагается использовать формализованный суммарный показатель химического загрязнения (ПХЗ-10), который особенно важен для территорий, где загрязнение химическими веществами наблюдается сразу по нескольким веществам; для количественной оценки экологичности технологических процессов $К_{эк.}$ - критерий экологичности и др.

В оценке экологического состояния почв основными показателями степени экологического неблагополучия являются критерии физической деградации, химического и биологического загрязнений. В качестве критерия экологического состояния территории рекомендуется использовать площадь выведенных из землепользования угодий в результате деградации почв (эрозия, дефляция, вторичное засоление, осолонцевание, заболачивание). Для экотоксикологической оценки почв целесообразно использовать кратность превышения предельно допустимой концентрации конкретного загрязняющего вещества дифференцированно для веществ различного класса опасности. Признаком биологической деградации почвы является снижение жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, о котором можно судить по уменьшению уровня активной микробной биомассы, а также по более распространенному, но менее точному показателю - дыханию почвы; изменение состояния организмов-биоиндикаторов загрязнения почвы (почвенных водорослей, червей и др.).

Оценка экологического состояния почв проводится с учетом площади проявления рассматриваемого критерия, значимость которого определяется региональными особенностями.

Оценка степени деградации экосистемы проводится по критериям, которые определяют негативные изменения в структуре и функционировании экосистем и учитывают их пространственную дифференциацию по степени нарушенности, а также динамику процессов деградации.

При оценке экологического состояния территории необходимо учитывать площадь проявления негативных изменений (так как при равной степени деградации участка территории возможность восстановления обратно пропорциональна его площади); пространственную неоднородность распределения участков разной степени деградации на исследуемой территории; изменение показателей в разных природно-климатических зонах.

Скорость деградации экосистем рассчитывается по пяти-, десятилетним рядам наблюдений. Особенно важно оценивать направленность и скорость деградации экосистем при напряженной экологической ситуации для прогноза ухудшения экологической обстановки и проведения мероприятий по ее стабилизации и улучшению.

Критерии оценки состояния растительности различаются в зависимости от географических условий и типов экосистем. При этом рассчитываются негативные изменения как в структуре растительного покрова (уменьшение площади коренных ассоциаций, изменение лесистости), так и на уровне растительных сообществ и отдельных видов (популяций): изменение видового состава, ухудшение ассоциированности и возрастного спектра ценопопуляций доминантов. Плотность популяции видов-индикаторов - один из важнейших показателей состояния экосистемы, высокочувствительный к основным антропогенным факторам. В результате антропогенного воздействия плотность популяции отрицательных видов-индикаторов будет снижаться, а положительных видов-индикаторов – возрастать. Пороговым значением антропогенной нагрузки следует считать снижение (или повышение) плотности популяции вида-индикатора на 20%, а критическим значением - на 50%. Данный параметр необходимо использовать для оценки экологического состояния экосистем [242].

Одним из существенных параметров ценопопуляций (ЦП) является возрастной аспект – доля участия в ЦП особей разных возрастных состояний. Возрастные состояния устанавливаются либо на основании комплекса морфологических признаков, либо на основе абсолютного возраста в тех случаях, когда его определение не представляет особых затруднений. Параметр реагирует на разные формы антропогенных воздействий, как прямых (выпас, рубки, техногенные воздействия), так и опосредованных – через изменение экотопа.

Состояние растительности можно рассматривать как индикатор уровня антропогенной нагрузки на природную среду обитания (повреждение древостоев или хвои техногенными выбросами, уменьшение проективного покрытия и продуктивности пастбищной растительности).

Изменение проективного покрытия происходит в результате различных типов антропогенного воздействия на растительность, главными из которых являются механическое нарушение фитоценоза (выпас, рекреация и т.д.) и химическое воздействие, приводящее к изменению жизненного состояния видовых популяций через изменение процессов метаболизма и водного баланса.

Уменьшение запаса древесины основных лесообразующих пород свидетельствует о процессе деградации лесных экосистем в результате неудовлетворительной лесохозяйственной деятельности.

Некоторые критерии состояния агроценозов свидетельствуют о неблагополучной экологической обстановке территории в целом: развитие вредителей на посевах, гибель посевов и др. При использовании данных критериев необходимо обязательно указать причины гибели посевов и показать на карте ареалы негативных изменений.

Критерии и показатели состояния животного мира рассматриваются на уровне зооценоза и отдельных видов животных (популяций). Изменение разнообразия как критерий оценок состояния зооценоза в целом необходимо рассчи-

тывать, учитывая, что данный критерий связан с оценкой обилия, а численность многих животных подвержена циклическим изменениям. Оценка разнообразия проводится по критерию Симпсона (D).

4.9. Обоснование системы показателей мониторинга здоровья

Перечень показателей, подлежащих контролю в порядке *санитарно-гигиенического мониторинга*, определен действующими нормативными документами [236, 283] и включает в себя параметры, характеризующие качество атмосферного воздуха населенных пунктов, питьевой воды, воды открытых водоемов хозяйственно-бытового назначения, продовольственного сырья и пищевых продуктов местного производства. При этом следует подчеркнуть, что методическими указаниями МЗ РФ, разработанными специально в связи с созданием ОУХО [236], предусмотрено введение в систему санитарно-гигиенического контроля следующих дополнительных показателей:

– анализ на наличие компонентов ХО и продуктов его разложения, оценка суммарной мутагенной активности, биотестирование на гидробионтах (при оценке химического состава питьевой воды);

– фитотоксичность и генотоксичность почвы.

Как отмечалось выше, поиск в окружающей среде факторов генотоксического действия на биоту является важным самостоятельным направлением биологического мониторинга. Для этой цели необходимо:

1) изучение мутагенного действия проб природных компонентов на чувствительные лабораторные тест-объекты;

2) поиск мутантных (аберрантных) форм растений, диких или домашних животных в зоне наблюдения;

3) выявление нарушений цитогенетического гомеостаза (хромосомные аномалии, микроядра) в клетках различных живых организмов и человека.

Используемые в ходе этих исследований показатели *биоиндикационного мониторинга* по скорости отклика на воздействие можно условно разделить на «экспрессные» (выявляющие ранние изменения в наиболее чувствительных биологических объектах-индикаторах) и «отсроченные» (проявляющиеся по истечении достаточно длительного периода времени как результат накопления слабых субтоксических воздействий).

К группе наиболее быстро реагирующих объектов, которые могут быть включены в программу лабораторного биологического мониторинга [173, 284, 285], относятся:

– водные организмы типа рачка дафнии или инфузории парамеции (туфельки), чувствительные к общему токсическому действию химических загрязнителей;

– клетки микроорганизмов (бактерий, одноклеточных водорослей, дрожжей), чувствительные к мутагенным воздействиям;

– клетки некоторых аквариумных рыбок (например, Notobranchius rachowi), чувствительные к генотоксическому действию химических веществ;

– клетки тканей млекопитающих (перевиваемые и культивируемые клетки опухолей, клетки печени, костного мозга или периферической крови мышей или крыс и др.), чувствительные к общему токсическому и генотоксическому действию.

К биоиндикационным объектам, которые относительно рано реагируют на генотоксические воздействия, относятся быстро делящиеся клетки так называемых стационарных биоиндикаторов – растений, животных и людей, постоянно находящихся на исследуемой территории. К ним, например, можно отнести клетки корней лука репчатого или листьев традесканции комнатной, клетки периферической крови или костного мозга мелких диких и синантропных грызунов (преимущественно полевой и домовой мыши), более крупных животных, включая крупный рогатый скот, клетки периферической крови человека.

Отсроченными по времени проявления генотоксического действия являются такие биоиндикационные признаки, как появление аномальных (мутантных) форм одно-, двухлетних растений, земноводных (лягушек, жаб, тритонов, саламандр), рыб, диких и домашних животных. У последних это может также регистрироваться по повышению частоты спонтанных абортов и мертворождений.

Поскольку одной из наиболее рано реагирующих на токсическое действие химических веществ систем организма является иммунная система, для раннего обнаружения неблагоприятных последствий воздействия ОУХО в программу мониторинга в качестве биоиндикационных маркеров целесообразно также включить показатели иммунологического гомеостаза организмов людей, проживающих вблизи объекта УХО, и животных, обитающих в данной зоне [236, 173, 286, 287]. К этой группе показателей относится целый ряд параметров периферической крови живых организмов: соотношение В- и Т-лимфоцитов, иммунограмма сыворотки, реакция лимфоцитов на стимулирующие воздействия и др.

С учетом различий в системе контролируемых показателей *медицинский мониторинг* может быть подразделен на профилактический и регистрационный. Под *профилактическим* понимают контроль таких показателей здоровья человека, которые еще не характеризуют его состояние как заболевание, а лишь указывают на опасные сдвиги в сторону болезни. Это в основном результаты различных биохимических и клинических исследований, проводимых при регулярных осмотрах работающего персонала и специально организуемых массовых медицинских осмотрах населения. Особая профилактическая

роль по выявлению отклонений в состоянии здоровья населения отводится диагностике патологических состояний организма беременных женщин, женщин детородного возраста, тех или иных генетических аномалий у родителей детей с отклонениями в состоянии здоровья.

Одной из задач *регистрационного* мониторинга является сбор сведений о возникновении специфических заболеваний под воздействием экотоксикантов. Другой не менее важной его задачей является подтверждение факта связи заболевания с воздействием конкретных химических или иных вредных факторов, выявление глубины и масштабов такого воздействия в целях принятия адекватных управленческих и медицинских решений [3, 288]. При этом необходимо отметить, что сам факт возникновения специфических заболеваний является свидетельством неэффективности мер, предпринятых по предотвращению неблагоприятного воздействия вредных факторов на здоровье человека.

Для обеспечения максимальной объективности таких выводов необходимо, чтобы выбранные для контроля показатели в наибольшей степени соответствовали возможному специфическому воздействию вредных химических веществ. С этой целью органами медицинской статистики должен быть организован учет по всем группам показателей, в т. ч. предусмотренных классами XVIII, XX и XXI по МКБ-10, а также некоторые дополнительные показатели [173, 194, 236, 286, 289, 290, 291].

Показатели, регистрируемые в ходе специальных медицинских обследований:

1) Данные общих лабораторных и функциональных методов исследований:

– флюорография легких (в двух проекциях);

– результаты исследований функций органов дыхания (спирометрия, спирография, оценка жизненной емкости легких);

– ЭКГ;

– нагрузочные пробы на почки (клиренс по креатинину, инулину);

– развернутый (полный) анализ крови с оценкой содержания гемоглобина, СОЭ, сахара;

– исследование органов зрения (в частности, пупиллометрия).

2) Данные специальных лабораторных клинических исследований (контроль биомаркеров):

– анализ волос (или срезов ногтей) и мочи на наличие мышьяка (при уничтожении люизита и смесей люизита с другими ОВ);

– анализ холинэстеразы в крови (для персонала объекта);

– анализ чувствительности холинэстеразы крови к ингибиторам (для населения зоны влияния);

– анализ активности ферментов крови: (креатининфосфокиназы (КФК), щелочной фосфатазы (ЩФ), аспарагиновой (АспТ) и аланиновой (АлаТ) трансфераз – индикаторов химической нагрузки на органы детоксикации (главным образом – печень);

– анализ содержания в крови пировиноградной кислоты (ПВК), азота мочевины (АМК), глюкозы, SH- групп и альбуминов (последние два также после дозированной спиртовой нагрузки);

– анализ электролитного баланса крови.

3) Данные специальных медико-биологических исследований:

– анализ наличия хромосомных аберраций в клетках крови и слизистых (цитогенетический анализ);

– анализ иммунологических показателей (тест розеткообразования, соотношение В- и Т-лимфоцитов, титр комплемента, реакции торможения миграции макрофагов, бласттрансформации, иммуноглобулиновых фракций);

– анализ аллергической предрасположенности к химическим аллергенам (соединениям, используемым в технологии УХО либо содержащимся в выбросах объекта в прямой аллергопробе или в реакции лейколизиса);

– иммуноферментный анализ наличия в крови антигенов – ранних маркеров опухолевого перерождения клеток организма.

Методики проведения всех перечисленных выше исследований утверждены Министерством здравоохранения, описаны в многочисленных руководствах и широко используются в клинической практике.

Показатели медицинской статистики. Методами экспертных оценок рядом авторов [82, 286, 209, 212] ранее были составлены перечни заболеваний, появление которых можно ожидать у работающего персонала ОУХО и населения в случае недостаточной эффективности принимаемых в ходе эксплуатации ОУХО мер промсанитарии и природоохранных мер. В эти перечни были включены различные классы заболеваний, связанные преимущественно с воздействием на организм человека конкретных ОВ (иприта, люизита, ФОВ). Однако данные перечни составлялись применительно к международной классификации болезней 8-го пересмотра (МКБ-8), в малой степени учитывали возможность воздействия на население других вредных химических веществ, используемых в процессе уничтожения ХО, и статистическую значимость отдельных классов, подклассов и групп нозологий для надежной оценки их специфичности. Поэтому данные списки нуждаются в корректировке.

При составлении перечня заболеваний, подлежащих мониторингу в связи с эксплуатацией ОУХО, следует учитывать два противоречивых требования. С одной стороны, это должны быть:

а) предельно конкретные нозологические формы, в наиболее вероятной степени связанные с воздействием химических веществ используемых в технологии УХО;

б) достаточно тяжелые и отчетливо выраженные заболевания, чтобы быть обязательно зарегистрированными в связи с обращением больных в медучреждения.

С другой стороны, надежный статистический анализ данных при сопоставлении заболеваемости между контролируемыми территориями возможен только при достаточно высоком уровне регистрируемой (исходной) заболеваемости.

Таким образом, при выборе нозологических форм для сравнительного статистического анализа необходимо руководствоваться, прежде всего, степенью специфичности и достаточно высоким уровнем тяжести болезней, при котором заболевший в любом случае вынужден обратиться за медицинской помощью и будет зарегистрирован. В этой группе показателей информационно чрезвычайно значимы и подлежат отдельному анализу и оценке показатели, характеризующие состояние здоровья беременных женщин и детей в возрасте до 1 года.

По программе мониторинга здоровья персонала ОУХО и населения, проживающего в зоне его влияния, учету подлежат заболевания, которые этиологически могут быть обусловлены воздействием продуктов функционирования ОУХО. При этом перечень заболеваний и патологических состояний должен быть приведен в соответствие с номенклатурой МКБ-10 [291].

Медико-демографические показатели. Для корректного сравнения уровней заболеваемости населения, проживающего на различных территориях, необходимо учитывать комплекс медико-демографических показателей – уровни рождаемости и смертности, половозрастную структуру. Отслеживание этих показателей также должно входить в программу медико-биологического мониторинга [173, 212, 236, 286].

В мониторинге здоровья необходимо отслеживать *данные по оценке физического развития, функционального состояния здоровья персонала ОУХО и населения* (по половозрастным группам), включающие результаты антропометрических обследований, а также специальных функциональных обследований персонала ОУХО и населения в зоне влияния объекта и фоновой территории. Важность таких обследований определяется, в частности, тем, что одним из ранних проявлений воздействия малых доз ФОВ на человека – поражение двигательных нервов, что выражается в снижении силы мышц рук.

Показатели временной утраты трудоспособности (по отдельным профессиональным группам с выделением возрастных групп и групп по стажу

работы) являются одним из оснований для установления причинно-следственных связей между деятельностью ОУХО и нарушениями в состоянии здоровья персонала объекта и населения.

Нормативно утверждены также показатели, подлежащие регистрации в ходе *социально-демографического мониторинга* населения [173, 184, 283, 292, 293]. Они подразделяются на основные группы: социально-демографические, включая показатели уровня и качества жизни; показатели хозяйственного использования территориальных ресурсов; показатели компонентов социальной сферы. Из них наиболее значимыми для мониторинга состояния здоровья являются показатели, характеризующие возрастной состав населения, общую экологическую ситуацию в районах проживания, обеспеченность и качество медицинского обслуживания, показатели структуры питания.

В настоящее время нет типовой методики, по которой можно было бы оценить по комплексу параметров степень воздействия на природные среды и объекты, здоровье человека такого химически опасного объекта, к каким относятся объекты уничтожения химического оружия, поэтому для оценки изменения природной среды в районе ОУХО можно воспользоваться Критериями оценки экологической обстановки [275] и на этой основе оценивать экологическое состояние территории.

4.10. Концептуально-методические подходы к организации сети комплексного экологического мониторинга

Важным элементом организации системы мониторинга является её рациональная пространственная структура, т. е. определение мест размещения стационарных автоматических и маршрутных постов контроля, ключевых и реперных участков, гидропостов, наблюдательных скважин, научное-обоснование размеров (площади) санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий ОУХО.

4.10.1. Основные принципы организации сети комплексного экологического мониторинга

При проектировании сети локального комплексного экологического мониторинга объекта УХО необходимо придерживаться следующих основных принципов.

1. Сеть комплексного экологического мониторинга должна максимально полно охватывать зону вероятного влияния объекта на окружающую среду при штатной работе и в случае аварийных ситуаций.

2. Проектирование сети необходимо проводить с учетом ландшафтных, природно-климатических условий местности, состояния геологической среды и природных ресурсов.

3. Сети наблюдения всех природных сред и объектов, здоровья населения, источников техногенного воздействия должны быть объединены в единую комплексную сеть, действующую в рамках единой утвержденной программы мониторинга.

4. Для отслеживания состояния, устойчивости и динамики экологических систем маршрутные посты, ключевые и реперные участки, пункты учета должны быть спроектированы так, чтобы можно было сделать комплексную оценку биогеоценоза.

5. Проектирование сети ОУХО должно осуществляться с учетом отслеживания показателей загрязнения как в автоматическом режиме, так и при проведении полевых маршрутных и экспедиционных исследований.

6. Сеть мониторинга в зонах повышенного риска (вблизи объектов хранения и уничтожения ХО, крупных населенных пунктов, транспортных магистралей, водоохранных зон, охраняемых природных территорий и объектов, зон отдыха и т. д.) проектируется с повышенной плотностью пунктов наблюдений и исследований.

7. Для получения объективных оценок влияния ОУХО на окружающую среду сеть локального комплексного мониторинга должна включать наблюдения на фоновых территориях, сходных по природно-климатическим, ландшафтно-географическим и биоценотическим условиям с импактной зоной, но расположенных в природном комплексе вдали от источников антропогенного воздействия.

8. Территория зоны наблюдения, численность проживающего на ней населения, объектов животного и растительного мира должны быть достаточны для получения статистически достоверных оценок.

9. При проектировании сети мониторинга природных биологических объектов необходимо учитывать их приуроченность к определенным экологическим условиям.

Пространственная сеть комплексного экологического мониторинга проектируется на территориях промышленной зоны, санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий. Кроме того, она включает сеть пунктов наблюдений, ключевых участков, метео- и гидропостов на фоновых территориях.

Размер *санитарно-защитной зоны* определяется в соответствии с нормативными документами Госсанэпиднадзора СанПин 2.1.6.983-00, СанПин 2.2.1./2.1.1.10301-01 на основании результатов расчета рассеивания выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосфере. Для расчета может быть использован

программный комплекс «Эколог», разработанный НПО «Интеграл», г. Санкт-Петербург, на основе нормативных документов ОНД-86 [191] и согласованный с ГГО им. Воейкова. Могут использоваться и другие программные средства аналогичного назначения.

Размер *зоны влияния* ОУХО при штатной работе объекта рассчитывается аналогично размеру санитарно-защитной зоны с тем отличием, что за предельную величину содержания загрязняющих веществ в воздухе на границе зоны принимается 1/20 ПДК [294]. Обоснование зоны влияния объекта УХО должно основываться на расчетах по каждому загрязняющему веществу или комбинации веществ с суммирующимся вредным воздействием. При установлении прогнозной зоны влияния проектируемого объекта УХО следует использовать максимальные значения фонового загрязнения атмосферы на данной территории, полученные при проведении расчетов рассеивания ЗВ от существующих источников. В дальнейшем размер зоны влияния объекта должен уточняться материалами лабораторных исследований качества атмосферного воздуха в зоне влияния действующего объекта.

При определении размера зоны влияния объекта УХО в местах, где хранится и ранее уничтожалось химическое оружие, важно учитывать отклик биосистем на соответствующие загрязнения. В качестве химических маркеров воздействия на биосистемы могут быть специфические загрязняющие вещества. Например, для объектов, где хранятся люизит и иприт-люизитные смеси и проводилось их уничтожение, таким маркером могут служить соединения мышьяка в почвах, растительных и животных объектах.

Зона защитных мероприятий рассчитывается на случай возможных аварийных ситуаций на объекте по хранению или уничтожению химического оружия. Размер ЗЗМ устанавливается, исходя из предположений о характере и масштабе максимальной проектной аварии на объекте по хранению или уничтожению химического оружия. Для различных объектов УХО размер зоны защитных мероприятий может различаться с учетом специфики объекта и природных условий в районе его размещения. Расчет площади зоны защитных мероприятий, устанавливаемой вокруг объекта, должен осуществляться, как правило, на этапе проектирования объекта согласно методике определения площади зоны защитных мероприятий, утвержденной Министерством обороны РФ [227]. Однако использование данной методики для обоснования размеров ЗЗМ невозможно без соответствующего программного обеспечения, а также учета природно-климатических, ландшафтных особенностей территории, утвержденных физико-химических и медико-биологических параметров ОВ. Есть также нерешенные вопросы по ряду принципиальных позиций (в частности, о приемлемости применения величины так называемого «коллективного риска» в качестве критерия определения границы ЗЗМ), что также затрудняет использова-

ние данной методики для определения размеров (площади) ЗЗМ. В связи с этим целесообразно выполнять расчеты размера ЗЗМ с использованием других методов, в частности РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» (Гидрометеоиздат, 1991).

Территория ЗЗМ может отличаться от *зоны влияния* ОУХО при штатном режиме работы, в пределах которой в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.6.983-00 должен осуществляться контроль атмосферного воздуха на селитебных территориях. В случае аварийной ситуации эти зоны могут быть близкими по размерам. Оптимальный размер зоны защитных мероприятий ОУХО должен быть обоснован с учетом различных факторов [230]:

– характеристики чрезвычайной ситуации;

– физико-химических свойств ОВ;

– токсикологических характеристик ОВ;

– распределения (плотности) населения, проживающего и работающего вблизи объектов;

– метеорологических данных для конкретной местности;

– топографических данных для конкретной местности;

– критериев риска возникновения чрезвычайной ситуации на объекте.

С учетом данных факторов рассчитывается площадь зоны защитных мероприятий, определяются её границы. После этого на территориях СЗЗ и ЗЗМ на основе полевых исследований и результатов экспедиционных материалов проектируется сеть системы экологического мониторинга.

4.10.2. Основные объекты системы экологического мониторинга ОУХО

Сеть экологического мониторинга ОУХО должна включать в себя:

– систему автоматических стационарных постов контроля атмосферного воздуха (АСПК);

– метеорологическую станцию в районе размещения ОУХО;

– стационарные и подвижные метеопосты;

– систему контрольных постов гидрологических и гидрохимических наблюдений;

– систему ключевых участков и постоянных пробных площадок биомониторинга;

– передвижные лаборатории экологического контроля.

Структура сети системы экологического мониторинга окружающей природной среды в районе размещения объектов хранения и уничтожения ХО представлена на рис. 46.

Рис. 46. Структура сети экологического мониторинга окружающей природной среды в районе размещения объектов хранения и уничтожения ХО «Марадыковский»

При проектировании сети экологического мониторинга выбор мест размещения пунктов контроля обусловливается требованиями наибольшей репрезентативности и статистической достоверности результатов наблюдений. В частности, при выборе мест расположения АСПК необходимо учитывать метеопараметры, рельеф местности, близость населенных пунктов к объекту УХО, плотность населения. АСПК размещаются в ближайших к ОУХО населенных пунктах.

Метеостанция и гидрологические посты располагаются с учетом местных климатических и топографических условий в соответствии с требованиями, действующими в системе Росгидромета.

Маршрутные посты контроля состояния атмосферного воздуха проектируются с учетом наиболее вероятных направлений ветра на различных расстояниях от источника загрязнения.

Гидропосты на водотоках должны располагаться с учетом места расположения источников загрязнения. Верхний створ (фоновый) должен быть расположен выше источника загрязнения, т. е. возможного сброса загрязняющих веществ от ОУХО. Нижний (контрольный) гидрохимический створ должен быть расположен ниже источника загрязнения (ОУХО) в месте достаточно полного (не менее 80%) смешения сброса сточных вод с водами водотока.

Для наблюдения за состоянием подземных вод следует максимально использовать имеющиеся эксплуатационные скважины. Бурение дополнительных наблюдательных скважин может привести к увеличению риска загрязнения подземных вод, поэтому оно должно быть сведено к необходимому минимуму и тщательно обосновано.

Ключевые участки биологического мониторинга размещаются на территориях, занятых характерными растительными сообществами, в пределах санитарно-защитной зоны объекта, зоны защитных мероприятий, а также в зоне влияния ОУХО за пределами ЗЗМ и на фоновой территории. При выборе мест размещения ключевых участков должны быть учтены все варианты возможного воздействия объекта – ориентация по сторонам горизонта, роза ветров, удаленность от объекта, заселенность территории. Ключевые и реперные участки мониторинга почв, почвенной биоты, растительного и животного мира должны располагаться в типичных биогеоценозах в пределах зоны ожидаемого влияния объекта УХО на окружающую среду, а также на фоновых территориях вдали от источников антропогенного воздействия для обеспечения наибольшей объективности оценки степени воздействия объекта.

Вероятность неблагоприятного воздействия объекта максимальна в ближайшей к нему зоне – санитарно-защитной зоне ОУХО, поэтому сеть постоянных участков контроля и наблюдения в этой зоне должна быть наиболее густой, а повторность наблюдений – наиболее высокой. Для выяснения границы максимального воздействия необходимо заложить постоянные пробные площадки

на границе СЗЗ, т. е. в переходной зоне от территории максимального воздействия к менее нагруженной.

4.10.3. Методические подходы к организации сети ключевых участков биомониторинга

В зависимости от задачи мониторинга возможны различные подходы к организации сети ключевых участков.

Регулярная сетка. При этом методе ключевые участки закладываются в точках пересечения координатной сетки, параллельной сетке Гаусса-Крюгера, со стороной ячеек 2–16 км. Метод применяется с 1986 г. в Западной и Восточной Европе, а также в северо-западном регионе России и используется для оценки трансграничных воздействий на леса. Метод приемлем при организации фонового мониторинга с целью выявления влияния общего загрязнения атмосферы на зональную растительность области. Данный подход дает возможность включения результатов наблюдений в единую государственную информационную систему управления состоянием окружающей среды.

Градиентный метод закладки площадок для обследования используется при мониторинге лесов в импактных зонах воздействия промышленных выбросов. Этот подход приемлем при решении задач нормирования загрязнений, так как позволяет оценить связь уровня загрязнения и степени повреждения древесной растительности.

При комплексном мониторинге в зоне влияния объекта УХО подходы к организации сети точек наблюдений должны быть несколько иными. Для выяснения степени устойчивости (или подверженности нарушениям) растительных сообществ опорная сеть наблюдений должна включать максимально возможное разнообразие их на данной территории. Поэтому более подходит для этой цели распределение опорных точек по всей наблюдаемой территории в соответствии с реальным размещением типов растительного покрова. В связи с тем, что биоиндикаторы могут выступать в качестве тест-объектов для оценки реальной опасности здоровью населения от возможного попадания поллютантов во внешнюю среду, желательна приуроченность максимального количества точек учета к более заселенным территориям, расположенным в направлении преобладающих ветров. Кроме розы ветров, воздушный перенос поллютантов определяется также другими природными факторами (прежде всего, рельеф местности и шероховатость поверхности), которые формируют реальную зону рассеивания и интенсивности воздействия.

В зоне влияния объекта точки постоянного учета могут быть размещены по координатной сетке.

Для фоновых наблюдений выбираются полигоны на территориях с незначительной антропогенной нагрузкой, по природным условиям приближающиеся к импактной зоне.

4.10.4. Специфические особенности проектирования сети санитарно-гигиенического и медико-биологического мониторинга

Эта сеть должна включать:

– маршрутные посты на границах санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий для контроля состояния атмосферного воздуха, воды поверхностных источников, почв и растительности по программе санитарно-гигиенического мониторинга;

– консультационно-диагностические центры, участковые больницы, медицинские пункты, медсанчасти предприятий, лаборатории медико-биологических обследований.

Размер зоны наблюдения за состоянием здоровья населения должен быть достаточен для обеспечения достоверной статистической оценки заболеваемости (например, методом одно- или многофакторного дисперсионного анализа больших групп).

Кроме того, в сеть мониторинга здоровья должны быть включены маршрутные посты и медицинские учреждения на фоновой территории (участки сравнения), которая должна быть максимально близкой к контролируемой (опытной) территории по основным влияющим на состояние здоровья людей факторам (природно-климатическим и социально-гигиеническим), но не подверженной значительному антропогенному воздействию.

Санитарно-гигиенический мониторинг в соответствии с требованиями существующих нормативных документов [236, 283] должен начинаться непосредственно сразу за внешней границей СЗЗ ОУХО и охватывать контролем компоненты природной среды в зоне влияния объекта.

Биоиндикационные исследования с использованием стационарных объектов-индикаторов (растений, животных) в рамках медико-биологического мониторинга целесообразно проводить в СЗЗ – наиболее информативной зоне по степени влияния ОУХО, а также в зоне защитных мероприятий.

Более сложным является вопрос о выборе зоны наблюдения при организации контроля за состоянием здоровья населения. Как известно, общий контроль состояния здоровья населения носит преимущественно регистрационный (учетный) характер. Он организуется в соответствии с действующими нормативными документами с использованием специально разработанных форм медицинской статистической отчетности (например, сводная ф. № 12) [295]. При этом регистрация заболеваний ведется по нозологическим группам и единицам, выделяемых в соответствии с международной классификацией болезней (в настоящее время – по МКБ 10-го пересмотра) [291]. Действующая система

медицинской статистической отчетности организационно построена на административно-территориальном способе группировки единиц наблюдения (жителей). Это дает определенные преимущества для системы управления здравоохранением, однако его нельзя признать оптимальным в случае решения задачи выявления воздействия промышленных объектов или каких-либо природных источников на состояние здоровья населения. В данном случае при выборе зоны наблюдения должны быть выполнены два условия:

– контролируемая территория должна находиться в ожидаемой зоне влияния источника неблагоприятного воздействия;

– для обеспечения достоверности оценок должна быть также выбрана фоновая территория (участок сравнения), заведомо не имеющая аналогичного контролируемой территории источника загрязнения окружающей среды.

При определении размеров и границ зоны наблюдения (мониторинга) следует исходить из необходимости выполнения двух противоречивых требований:

– территория должна в максимальной степени совпадать с границами расчетной зоны влияния строящегося или действующего объекта с учетом реальных природно-климатических особенностей (розы ветров, направления водостоков, микроклиматических особенностей);

– территория должна быть достаточно населена для того, чтобы была возможность получить в процессе обработки данных достаточно статистически надежные выводы.

Территория промплощадки должна являться обязательной и центральной зоной медицинского мониторинга, целью которого является своевременное выявление отклонений в состоянии здоровья работающего персонала [82, 286]. Такой контроль особенно актуален при выявлении результатов влияния на персонал объекта недостаточно полно учтенных при проектировании ОУХО вредных воздействий производственных факторов, а также последствий незарегистрированных аварийных ситуаций. Следует подчеркнуть, что ввиду особой важности результатов наблюдения за здоровьем персонала ОУХО регистрируемые в медсанчасти данного объекта показатели должны быть в обязательном порядке доступны для подсистемы медицинского мониторинга.

Контроль состояния здоровья работающего на ОУХО персонала является необходимым, но не достаточным способом медицинского мониторинга последствий деятельности ОУХО, поскольку:

– на работах на ОУХО занят определенный по половозрастному признаку контингент (преимущественно молодые мужчины), который не соответствует по структуре населению близлежащих территорий;

– принимаемый на работу персонал ОУХО будет проходить отсев по состоянию здоровья; следовательно, в целом данный контингент также не будет отражать реальную структуру населения по уровню здоровья;

– значительная часть персонала ОУХО может прибыть из других регионов, что обусловит отличия на исходном уровне оценок состояния здоровья и в связи с определенным периодом микроклиматической адаптации организма к новым условиям проживания;

– персонал объекта в большей мере информирован, имеет возможность использовать средства индивидуальной защиты, проходить лечебно-профилактические медицинские обследования.

Следовательно, в дополнение к обязательному контролю состояния здоровья персонала ОУХО система медицинского мониторинга должна контролировать население, проживающее вблизи от С33 ОУХО. При этом будет обеспечиваться независимый от медицинской службы ОУХО объективный анализ показателей здоровья всех половозрастных групп населения (включая наиболее чувствительных – детей, беременных женщин), которое может быть подвержено влиянию факторов, не характерных для персонала ОУХО. К таким факторам можно отнести воздействие загрязненных грунтовых вод, аккумулированных в растениях или почве экотоксикантов, в т. ч. продуктов природной трансформации веществ из химических выбросов ОУХО, осадков, вредных веществ, выпадающих за пределами С33 [173].

Численность населения в зоне наблюдения (по каждой из половозрастных групп) должна быть достаточно велика для повышения надежности статистического анализа заболеваемости [236, 286, 212].

Для достоверного определения возможной связи деятельности объекта с повышением заболеваемости населения близлежащих территорий необходимо эти территории дополнительно подразделить на отдельные зоны (участки), расположенные на различном расстоянии от ОУХО, учет показателей заболеваемости и результатов медицинских обследований населения на которых должен вестись раздельно. В дальнейшем эти результаты должны анализироваться с применением специальных методов статистики, позволяющих выявить достоверные различия данных, полученных на различных участках наблюдения [236, 286, 212, 296, 297]. Объединение статистических учетных данных по указанным зонам позволит более надежно анализировать статистическими методами заболеваемость даже относительно редкими по встречаемости нозологическими формами (некоторые формы анемий, злокачественных опухолей, аномалии развития и ряд других), с частотой порядка нескольких случаев на 1000–5000 жителей (т. е. на уровне 0,0002–0,001 или 0,02–0,1%).

Следует в то же время отметить, что дальнейшее укрупнение зон мониторинга (например с объединением *всех* сельских участков, расположенных вбли

зи ОУХО) в принципе может позволить статистически надежно выявить различия в заболеваемости и более редкими формами болезней, этиологически достаточно тесно связанными с воздействием вредных химических веществ, однако по большинству других нозологических форм это не приведет к повышению качества мониторинга, несмотря на то что общее число регистрируемых больных в этом случае будет более точно обрабатываться методами статистики. Причиной такого ухудшения является значительное повышение уровня «информационного шума»: в сумму регистрируемых случаев заболеваний будет попадать все больше эпизодов, этиологически не связанных с действием именно ОУХО, а обусловленных какими-либо иными вредными воздействиями.

Полученные в ходе мониторинга результаты должны сопоставляться с данными, зарегистрированными на заранее выбранной территории сравнения (фоновой территории), а также в других районах области, в целом по региону и в РФ, т. е. должно проводиться многоуровневое сопоставление данных, целью которого является вычленение из показателей заболеваемости в зоне влияния ОУХО составляющих, обусловленных общим изменением состояния здоровья населения в динамике по годам под воздействием факторов, не связанных с функционированием ОУХО. Если в результате предварительного анализа выявлена пригодная фоновая территория, сопоставляемая с контролируемой зоной как по заболеваемости и болезненности, так и по другим значимым факторам природно-климатическим и социально-экономическим, то в дальнейшем основой мониторинга здоровья должно стать регулярное сопоставление заболеваемости населения на контролируемой и фоновой территориях. Кроме того, должен проводиться сравнительный анализ по тем же уровням с попытками более строгого (статистически более достоверного) выявления различий (т. е. расчеты ведутся для уровней значимости 0,95; 0,99 и 0,999 и сопоставляются с предыдущими аналогичными цифрами). Таким образом, если будет действовать фактор, способствующий дальнейшему повышению заболеваемости и болезненности на контролируемой территории (по сравнению с фоновой), то различие в заболеваемости и болезненности будет ежегодно становиться все более выраженным (значимым) и по результатам трех-, четырехлетних наблюдений могут быть достаточно надежно построены линии трендов (динамических рядов) одним из известных статистических методов (обычно – методом наименьших квадратов), сравнение которых позволит сделать вывод о фактическом воздействии ОУХО на здоровье населения.

О глубине такого воздействия можно будет также судить при уровневом анализе: чем более выражено влияние объекта и, соответственно, выше заболеваемость (и болезненность) на контролируемой территории, тем все выше по уровням будет подниматься достоверная разница в заболеваемости на этой территории и на все более крупных территориях (района → области → страны).

Более того, теоретически возможно наступление ситуации, когда возросшая заболеваемость на контролируемой территории начнет статистически значимо увеличивать заболеваемость (и болезненность) в той или иной нозологической форме уже в масштабах всего района в сопоставлении с другими районами области и с областью в целом. Однако с учетом малой доли зоны влияния такая ситуация фактически реализуется только в случае крупных аварий на ОУХО с появлением большого числа специфически пораженных людей. При штатном режиме функционирования объекта статистический вес зоны влияния будет недостаточен для изменения показателей заболеваемости в масштабах района и тем более области.

Для обеспечения надежности мониторинга, гарантий охраны здоровья населения зоны защитных мероприятий необходима сплошная диспансеризация населения ЗЗМ по показателям, позволяющим оценить общее состояние здоровья. Наряду с этим необходимо проводить углубленные выборочные обследования по комплексу биохимических показателей специфического воздействия ожидаемых выбросов ОУХО.

При организации выборочных обследований [236] необходимо учитывать половозрастной состав, проживание на разных расстояниях и направлениях от объекта. Одновременно должно по той же программе проводиться углубленное обследование и на фоновой территории.

При организации специальных медицинских обследований населения на объекте или в зоне влияния ОУХО необходимо иметь в виду, что с учетом малой частоты ожидаемых случаев отклонений в состоянии здоровья (на уровне менее 1%) выборочным обследованиям должна подвергаться достаточно большая доля от числа населения, с тем чтобы обеспечить статистическую надежность результатов оценки. Например, если в качестве условной генеральной совокупности взять население отдельного района области с численностью жителей 10000 человек, то для выявления статистически значимых отклонений в состоянии здоровья в данном районе в целом (т. е. для оценки генеральных параметров) должно быть обследовано не менее 1500–2000 человек. Соответственно, примерно такое же количество людей должно быть обследовано на участках сравнения. Если же необходимо дать точную оценку состояния здоровья относительно небольших по численности групп населения (100 и менее человек), то в этой ситуации выборочный анализ оказывается статистически несостоятельным и необходимо проводить сплошное обследование данного контингента, по результатам которого можно будет статистически достоверно сопоставлять выявленный уровень состояния здоровья с другими группами, которые также подвергнутся сплошному обследованию.

Очевидно, что в целях экономии материальных средств и с учетом численности медицинских работников, которые могут быть привлечены к обследованиям, целесообразно такую схему мониторинга осуществлять путем сплош-

ных сравнительных обследований относительно небольших (численностью до 100–200 человек) групп населения на контролируемой территории и на фоновом участке. При сопоставлении результатов первичного и повторных обследований могут быть достоверно выявлены неблагоприятные последствия воздействия ОУХО на здоровье населения контролируемой территории.

Таким образом, величина зоны мониторинга здоровья определяется размерами территорий зоны прогнозируемого влияния выбросов и сбросов ОУХО, а также количеством населения, проживающего вблизи объекта, и существующим административно-территориальным распределением медицинских учреждений. В связи с этим размер зоны наблюдения может в той или иной степени отличаться от размера зоны защитных мероприятий, определяемой исключительно по результатам расчета распространения аварийных выбросов ОВ.

4.11. Хорологические параметры системы комплексного экологического мониторинга при штатном режиме работы объекта

Система экологического мониторинга ОУХО должна быть организована на стадии проектирования объекта и начать функционирование в период строительства объекта *за несколько лет до начала* его эксплуатации. Это необходимо для получения объективных характеристик фонового состояния окружающей среды и природных процессов, не связанных с функционированием ОУХО.

С наибольшей частотой и по максимальному перечню параметров наблюдения по программе экологического мониторинга ОУХО должны проводиться *в период пуско-наладочных работ*, что позволит определить реальные показатели выбросов загрязняющих веществ по количеству и номенклатуре и оптимизировать систему показателей мониторинга по перечню и периодичности отслеживания.

В период эксплуатации объекта мониторинг и государственный экологический контроль проводятся по программе, откорректированной по результатам пуско-наладочных рвбот, окончательно сформированной и утвержденной головным заказчиком работ по проведению комплексного экологического мониторинга ОУХО.

Наблюдения по программе мониторинга должны продолжаться и *после завершения эксплуатации* объекта в течение нескольких лет для подтверждения отсутствия долговременных последствий функционирования ОУХО в отношении влияния объекта на состояние окружающей природной среды и здоровья населения.

При обосновании оптимальной периодичности наблюдений по всем подсистемам комплексного мониторинга учитывается характерное время реакции экосистем на тот или иной вид антропогенного воздействия.

Наибольшая частота наблюдений требуется при проведении мониторинга состояния атмосферного воздуха, так как это наиболее подвижная и изменчивая природная среда, в которой не происходит накопления загрязняющих веществ, но при этом воздух является основным переносчиком загрязнений как в штатном режиме работы ОУХО, так и при возможных аварийных ситуациях. Измерения концентраций ОВ, диоксидов азота и серы, оксидов углерода и азота и углеводородов в воздухе СЗЗ и ЗЗМ на автоматических стационарных постах контроля должны проводиться не менее 4 раз в сутки; на специфичные загрязняющие вещества, продукты дегазирующих рецептур и продукты деструкции контроль проводится аналитической лабораторией ОУХО в зависимости от количества выбросов и класса токсичности (1 раз в сутки, неделю и месяц).

Периодичность контроля санитарного состояния воздуха на маршрутных постах на границах СЗЗ и ЗЗМ – 1 раз в квартал в системе санитарно-гигиенического мониторинга и 1 раз в год при осуществлении государственного надзора.

Периодичность контроля санитарного состояния поверхностных вод в санитарно-защитной зоне должна быть ежемесячной. В зоне защитных мероприятий по программе санитарно-гигиенического мониторинга целесообразно проводить отбор проб воды 3 раза в год в весенне-летне-осенний период и 1 раз в год при осуществлении государственного санитарного надзора.

Контроль подземных вод проводится в соответствии с порядком, действующим в государственных органах санитарно-эпидемиологического надзора и мониторинга окружающей среды (1–2 раза в год), на территории объектов ОУХО в санитарно-защитной зоне целесообразно осуществлять отбор проб из эксплуатационных скважин 1 раз в квартал, а из наблюдательных – 3 раза в год. В зоне защитных мероприятий мониторинг за наблюдательными и эксплуатационными скважинами необходимо проводить 3 раза в год, а анализ питьевой воды выполнять по программе санитарно-гигиенического мониторинга 1 раз в квартал и 1 раз в год при осуществлении государственного санитарного надзора.

Наблюдения за состоянием почв в санитарно-защитной зоне должны осуществляться с частотой 3 раза в год в летне-осенний период, а в зоне защитных мероприятий одновременно с анализом почв проводится мониторинг биоты 1 раз в год. Периодичность контроля почв по программе санитарно-гигиенического мониторинга – 1 раз в 6 месяцев, а государственного санитарного надзора – 1 раз в год. Наиболее устойчивые показатели состояния почв требуют анализа лишь до начала эксплуатации ОУХО и после ее завершения.

В соответствии СанПиН 2.3.2.560-96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов» 1 раз в год контролю подлежит продовольственное сырье и пищевые продукты расти

тельного и животного происхождения (в т. ч. продукция с личных приусадебных хозяйств).

Службами санитарно-гигиенического контроля 1 раз в год проводится анализ продовольствия и питьевой воды по определению в них зарина, зомана, иприта, люизита и Vx.

Сопоставление заболеваемости населения на контролируемой и фоновой территориях в рамках программы мониторинга здоровья должно проводиться не реже раза в квартал. Для этого статистическая медицинская отчетность в медучреждениях этих районов ежеквартально должна обобщаться и представляться в областное бюро медстатистики.

4.12. Основные функции системы комплексного экологического мониторинга в случае чрезвычайной ситуации на объекте уничтожения химического оружия

Нормальная работа объекта по уничтожению химического оружия может быть нарушена при возникновении нештатных ситуаций на самом объекте (включая аварии различного масштаба) или каких-либо чрезвычайных ситуаций за его пределами.

В соответствии с Федеральным законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (№ 68-ФЗ от 21 декабря 1994 г.) в Российской Федерации функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), Положение о которой утверждено Постановлением Правительства РФ от 5 ноября 1995 г. № 1113. Координирующим органом регионального уровня является Комиссия по чрезвычайным ситуациям (КЧС).

Главное управление по делам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (ГО и ЧС) региона в соответствии с постановлением администрации и положением о порядке сбора и обмена информацией в области защиты населения и территории региона от чрезвычайных ситуаций обеспечивает безопасность населения, проживающего в зоне защитных мероприятий в случае аварии на ОУХО. При возникновении аварийной ситуации на объекте система комплексного экологического мониторинга ОУХО действует в соответствии с планом ликвидации последствий аварии, утвержденным региональной Комиссией по чрезвычайным ситуациям.

Основным техническим средством автоматического обнаружения возникновения аварийной ситуации является система автоматических стационарных постов контроля (АСПК), расположенных по периферии промплощадки ОУХО и вблизи крупных населенных пунктов в зоне защитных мероприятий.

Для экспрессной оценки уровня химического заражения территории в случае аварии АСПК должны быть укомплектованы быстродействующими измерительными приборами, сохраняющими работоспособность в широком интервале концентраций (от ПДК до летальных доз), или серией пороговых датчиков, настроенных на концентрации ОВ, соответствующие пороговой, легкой и средней степени поражения людей. АСПК должны быть укомплектованы также индикаторными средствами или приборами, обнаруживающими наличие аэрозольной фракции ОВ в воздухе. Кроме того, газосигнализаторы должны реагировать на токсичные продукты трансформации ОВ в окружающей среде.

При разработке и испытании измерительных приборов и газосигнализаторов для АСПК особое внимание должно быть уделено обеспечению высокой селективности датчиков для предотвращения ложных срабатываний под воздействием любых возможных загрязнителей от ОУХО, других антропогенных источников, транспорта и т. д.

Информация от всех АСПК должна обрабатываться информационно-аналитическим центром ОУХО в режиме реального времени с отображением поля заражения и прогнозированием последствий аварии с оценкой вероятного количества пострадавших с различной степенью поражения в различных населенных пунктах.

Данная информация поступает в Главное управление по ГО и ЧС, которое обеспечивает выполнение мероприятий, предусмотренных планом по защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций на ОУХО.

Система экологического мониторинга ОУХО обеспечивает Главное управление по ГО и ЧС информацией о состоянии окружающей природной среды: ***метеоданные*** (температура воздуха, направление и скорость ветра, влажность, осадки, видимость, ледовая обстановка); ***содержание загрязняющих веществ*** в природных средах в районе аварии и на территории зоны защитных мероприятий в атмосферном воздухе, водоемах и почве; ***состояние растительного и животного мира*** (признаки возможного воздействия загрязняющих веществ на биоту); последствия влияния аварии на ***здоровье населения*** ЗЗМ. Служба гидрометеорологического мониторинга информирует Главное управление по ГО и ЧС о прогнозах наступления неблагоприятных или опасных гидрометеорологических явлений.

После ликвидации аварии в рамках программы комплексного экологического мониторинга ОУХО проводятся исследования по изучению последствий воздействия аварии на окружающую природную среду и здоровье населения. Исследования проводятся по полной программе показателей и с увеличенной частотой наблюдений, которая утверждается координатором программы комплексного экологического мониторинга, исходя из характера и масштаба аварии.

ГЛАВА 5
НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОУХО

5.1. Программа комплексного экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия

В данной главе излагаются научно-методологические основы управления системой комплексного экологического мониторинга на примере объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» в Кировской области. Одним из основных элементов управления данной системой является программа комплексного экологического мониторинга ОУХО, включающая перечень контролируемых параметров, временные, пространственные характеристики сети мониторинга, методическое и организационное обеспечение.

Основанием для разработки программы являются Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации», утвержденная постановлениями Правительства от 21.03.1996г. № 305 и от 5.07.2001 г. № 510; Закон Российской Федерации «Об уничтожении химического оружия» от 2.05.1997г., № 76-ФЗ; Закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» от 10.01.2002 г., № 7-ФЗ; Закон Российской Федерации «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 г., № 174-ФЗ.

Для каждого объекта уничтожения химического оружия должна разрабатываться конкретная программа локального комплексного экологического мониторинга с учетом видов ОВ, технологии уничтожения, топографических особенностей местности, производственной и социальной инфраструктуры.

Программа комплексного экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» в Кировской области предусматривает организацию мониторинга по трем подсистемам (производственный мониторинг, экологический мониторинг окружающей природной среды и мониторинг здоровья), которые в целом образуют единую систему комплексного экологического мониторинга ОУХО. Программа объединяет усилия экологической службы объекта по уничтожению ХО, специалистов природоохранных служб и ведомств, здравоохранения, ученых НИИ и вузов региона в создании системы комплексного экологического мониторинга ОУХО. Реализация программы предусмотрена на протяжении всего цикла существования ОУХО от предпроектной стадии до завершения эксплуатации объекта и в постэксплуатационный период. Данная программа реализуется при штатном режиме ОУХО. В ней предусмотрены действия в зоне защитных мероприятий при чрезвычайных ситуациях.

При штатном режиме эксплуатации объекта уничтожения химического оружия реализация программы комплексного экологического мониторинга осуществляется по трем направлениям:

1. **Производственный контроль и объектовый экологический мониторинг**, осуществляемый службами ОУХО, включающий контроль ОВ в технологическом процессе уничтожения ХО; мониторинг рабочей зоны и пром

площадки, санитарно-защитной зоны и селитебной территории, метеорологический мониторинг; экологический контроль объектов хранения и захоронения отходов; мониторинг здоровья работающего персонала.

2. **Экологический мониторинг окружающей природной среды** в зоне влияния ОУХО и на фоновых территориях, включающий гидрометеорологический мониторинг, мониторинг геологической среды, атмосферного воздуха, водных источников, почв, почвенной биоты, растительного и животного мира; **государственный экологический контроль источников загрязнения** на промплощадке ОУХО, в СЗЗ и ЗЗМ**,** осуществляемый Комитетом природных ресурсов.

3. **Мониторинг здоровья**, включающий санитарно-гигиенический надзор, социально-гигиенический и медико-биологический мониторинг.

Мониторинг зоны защитных мероприятий при чрезвычайных ситуациях включает в себя послеаварийный контроль за изменениями, происходящими в природных средах и объектах, за медико-биологическими показателями состояния здоровья населения. Мониторинг окружающей природной среды в зоне защитных мероприятий в послеаварийный период проводится по системе показателей программы комплексного экологического мониторинга ОУХО в соответствии с планом Комиссии по чрезвычайным ситуациям Главного управления по делам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций Кировской области.

Перечень показателей, включенных в программу комплексного экологического мониторинга, контролируемых для оценки экологического состояния природного комплекса, утверждается Комитетом природных ресурсов региона; перечень показателей социально-гигиенического мониторинга и мониторинга здоровья утверждается Главным санитарным врачом по Кировской области; перечень показателей гидрометеорологического мониторинга – Центром по гидрометеорологии и мониторингу загрязнения окружающей среды.

Программа комплексного экологического мониторинга согласовывается с руководством Российского агентства по боеприпасам – государственного заказчика Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в РФ» - и утверждается председателем Комитета природных ресурсов региона, на который возложено обеспечение государственного экологического контроля за деятельностью ОУХО и проведение экологического мониторинга в районе влияния объекта. Утвержденная программа комплексного экологического мониторинга является единым документом для всех участников системы комплексного экологического мониторинга ОУХО.

5.1.1. Подсистема производственного контроля, экологического (объектового) мониторинга и контроля состояния здоровья работающего персонала

Производственный контроль и экологический мониторинг ОУХО представляют собой многоуровневую систему, охватывающую контроль состояни-

рабочих мест, оборудования, территории промплощадки со складами хранения химического оружия, с участками бывшего уничтожения ХО и захоронения отходов, мониторинг территории санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий, контроль состояния здоровья работающего персонала и привлекаемых работников.

Контроль ОВ в технологическом процессе входит в функцию государственного экологического контроля, осуществляемого специализированной службой ОУХО, и непосредственно в систему экологического мониторинга не входит.

5.1.1.1. Контроль ОВ в технологическом процессе уничтожения химического оружия

Мониторинг ОВ в технологическом процессе должен осуществляться во всех режимах функционирования объекта – пуско-наладочном, штатном и аварийном, обеспечивая аналитический контроль технологического регламента уничтожения ХО и полноты детоксикации ОВ.

Организация контроля ОВ в технологическом процессе предусматривает решение следующих задач:

– контроль за ОВ в технологическом процессе в период пуско-наладочных работ;

– контроль в технологическом процессе уничтожения ОВ в штатном режиме работы;

– контроль полноты детоксикации ОВ в производственных помещениях в случае аварийной ситуации.

Технологический контроль ОВ для каждого объекта УХО имеет свои особенности. Его режим зависит от технологии уничтожения ХО, номенклатуры ОВ, вида боеприпаса, количества и агрегатного состояния отравляющего вещества.

Контроль за содержанием ОВ в продуктах детоксикации производится путем отбора проб реакционной массы из реактора-дозревателя в начале и в конце процесса дозревания и хроматографического анализа проб в специализированной лаборатории химического анализа ОУХО. Если анализ второй пробы показывает превышение нормативного содержания ОВ в реакционной массе, то производится дополнительный цикл дозревания с контролем ОВ после его завершения [229].

Технологический процесс уничтожения ОВ, содержащихся в изделиях сложной конструкции, существенно отличается от уничтожения ОВ в обычных боеприпасах тем, что предусматривает подрыв элементов с ОВ в герметичной камере, при котором значительное количество ОВ будет переведено в форму аэрозоля. В связи с этим необходим контроль при помощи автоматических газоанализаторов и газосигнализаторов за содержанием ОВ в газообразных продуктах, образующихся при подрыве, на всех стадиях многоступенчатой очистки перед выбросом в атмосферу

Освобожденные от ОВ корпуса боеприпасов ополаскиваются дегазирующим раствором моноэтаноламина или раствором РД-4 (для боеприпасов с Vx),

промываются водой или щелочным раствором (в зависимости от типа уничтожаемого ОВ), а промывные воды направляются на дегазацию. Эффективность дегазации подтверждается контролем проб промывной воды по окончании каждого цикла обработки [229].

Программа технологического контроля ОВ в режиме ***пуско-наладочных работ*** отличается от программы штатного режима тем, что в ней должен быть предусмотрен входной контроль состава содержимого боеприпасов, а также отбор и анализ проб из реактора детоксикации по ходу процесса.

В случае ***аварийной ситуации*** контроль за ОВ, промежуточными и конечными продуктами детоксикации проводится по плану аварийной службы объекта.

По материалам ТЭО проекта строительства объекта «Марадыковский» [243], уничтожение ОВ планируется проводить в производственных зданиях № 1001 и 1002. В состав реакционных масс **детоксикации фосфорорганических отравляющих веществ** по зданиям № 1001 и 1002 входят следующие вещества:

– зарин;
– зоман;
– Vx;
– диизобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты (ДЭ);
– 2-(диэтиламино) этилизобутилсульфид (сульфид);
– кислый эфир метилфосфоновой кислоты (КЭ);
– смешанный аминоэфир метилфосфоновой кислоты (АЭ);
– фторгидрат моноэтаноламина (МЭА - HF);
– изопропиловый спирт (ИПС);
– пинаколиновый спирт (ПС);
– трибутиламин (ТБА);
– аминомеркаптан (АМ);
– диэтаноламин (ДЭА);
– дифторангидрид метилфосфоновой кислоты (ДФА);
– метилфосфоновая кислота (МФК);
– натриевая соль КЭ (Na - соль КЭ);
– натриевая соль МФК (Na - соль МФК);
– фторид натрия;
– изобутилат калия;
– калиевая соль КЭ (К – соль КЭ);
– калиевая соль МФК (К – соль МФК);
– меркаптид калия (МК);
– пинаколиновоизобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты (ПИБЭ);
– изопропиламиноэтиловый эфир метилфосфоновой кислоты (СЭ);
– моноэтаноламин (МЭА);
– изобутиловый спирт (ИБС);
– N-метил-α-пирролидон (N-МП);
– капролактам;
– фторид калия.

В состав реакционных масс детоксикации иприт-люизитной смеси по зданию № 1002 входят:

– иприт;
– люизит;
– 2-гидроксиэтилтиозон гидрохлорид;
– 2-гидроксиэтилметилтиозон гидрохлорид;
– 2-гидроксиэтилдиметилтиозон гидрохлорид;
– β, β′-дигидроксиэтиламиноэтилэтилен-дисульфид гидрохлорид;
– β -хлорвинил, β, β′-диаминоэтоксиарсин;
– β, β′, β″-триаминоэтоксиарсин;
– β, β′-дихлорвинил, β -аминоэтоксиарсин;
– оксид мышьяка (III);
– хлорид мышьяка (III);
– моноэтаноламин;
– гидрохлорид моноэтаноламина;
– N-метил-α-пирролидон (N-МП).

Из перечисленных компонентов реакционных масс аналитическому контролю **в технологическом процессе** при штатной работе объекта подлежат зарин, зоман, Vx, иприт и люизит, а в случаях аварийных ситуаций или обнаруженных отклонениях от нормального хода технологического процесса перечень контролируемых показателей может быть увеличен за счет включения в него вышеотмеченных компонентов реакционных масс.

Контроль за ОВ в зданиях № 1001, 1002 и 1003 осуществляют технологические службы соответствующих цехов, специализированная химлаборатория и АСУ ТП (рис. 47).

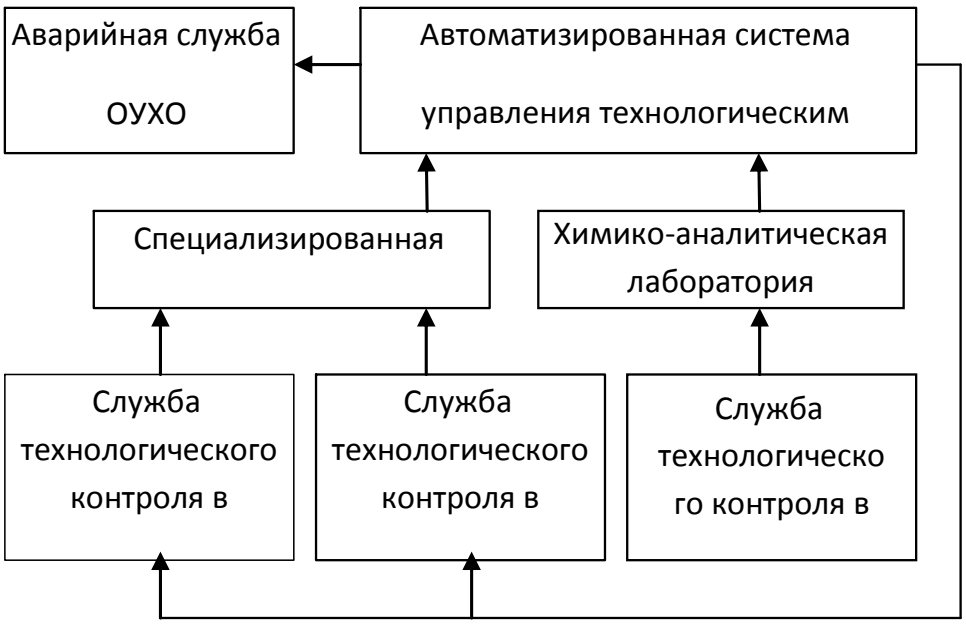


Рис. 47. Схема взаимодействия служб контроля ОВ в технологическом процессе

5.1.1.2. Производственный контроль и объектовый экологический мониторинг

Главной целью производственного контроля и объектового экологического мониторинга является обеспечение экологической безопасности окружающей природной среды в зоне влияния ОУХО путем организации экологического мониторинга и производственного контроля за содержанием:

– отравляющих веществ в воздухе рабочей зоны;

– в атмосферном воздухе на промплощадке, территориях СЗЗ и ЗЗМ;

– продуктов деструкции ОВ и общепромышленных загрязнителей в природных средах СЗЗ;

– контроль за состоянием здоровья работающего персонала.

Реализация программы производственного контроля и мониторинга осуществляется путем решения следующих задач:

– организация контроля за содержанием ОВ в воздухе рабочей зоны, производственных помещений и на промплощадке;

– организация контроля за содержанием загрязняющих веществ в природном комплексе на территориях санитарно-защитной и селитебной зон;

– организация контроля метеообстановки на территории зоны влияния ОУХО;

– организация контроля за состоянием здоровья работающего персонала;

–организация информационно-аналитической службы производственного экологического мониторинга ОУХО.

Объектами производственного контроля и объектового экологического мониторинга являются:

– поверхности технологического оборудования, приборы и средства защиты (с целью контроля утечки ОВ);

– бытовые сточные воды от промзоны и ливневые стоки;

– корпуса боеприпасов после дегазации, передаваемые к местам временного хранения, – вышедшее из строя технологическое оборудование;

– воздух рабочей зоны, промплощадки и участка захоронения отходов;

– атмосферный воздух на территории санитарно-защитной и жилой зоны близлежащих населенных пунктов;

– вода поверхностных водных источников, колодцев и питьевых скважин в СЗЗ;

– подземная вода из наблюдательных скважин на территории СЗЗ;

– почвы санитарно-защитной зоны объекта, включая места хранения отходов;

– здоровье работающего персонала объекта и привлекаемых работников.

В *производственный контроль состояния рабочей зоны производственных помещений* входит:

– контроль содержания ОВ в воздухе рабочей зоны производственных помещений;

– контроль утечек ОВ в узлах и агрегатах технологического оборудования;

– контроль за ОВ на поверхности технологического оборудования и средствах индивидуальной защиты;

– контроль за остаточным содержанием ОВ в пробоотборниках, химической посуде, оборудовании специализированной лаборатории и на спецодежде;

– контроль состояния здоровья работающего персонала.

Контроль содержания отравляющих веществ в воздухе рабочей зоны представляет собой автоматизированную систему контроля ОВ с помощью газосигнализаторов, газоанализаторов, обеспечивающую:

– оперативное обнаружение опасных (пороговых) концентраций ОВ в рабочей зоне объекта (более 100 ПДК р.з.);

– автоматический контроль ОВ в воздухе рабочей зоны на уровне предельно допустимых концентраций (ПДК р.з.).

Информация от приборов поступает на контроллеры системы противоаварийной защиты (ПАЗ), установленные в производственных корпусах и хранилищах ОВ. С контроллеров информация о возникновении нештатной ситуации поступает в аварийную службу и к командиру объекта [229].

В помещениях I группы устанавливаются автоматические газоанализаторы ОВ, фиксирующие превышение ПДКр.з., и аварийные быстродействующие сигнализаторы с чувствительностью на уровне аварийных пороговых концентраций.

В помещениях II группы устанавливаются газоанализаторы, обеспечивающие включение резервного вентилятора в случае превышения ПДКр.з. В случае превышения ПДК ОВ в воздухе рабочей зоны проводится отбор проб воздуха для последующего анализа в химико-аналитической лаборатории [229].

Кроме непрерывного контроля концентрации ОВ в воздухе рабочей зоны и производственных помещений необходимо осуществлять периодический (не реже 1 раза в сутки) контроль содержания летучих загрязняющих веществ (моноэтаноламин, фтороводород, N-метил-α-пирролидон, ацетилен, изопропиловый спирт, изобутиловый спирт, пинаколиновый спирт, ε-капролактам, трибутиламин, диизобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты, аминомеркаптан, хлорид мышьяка (III), кислый эфир и смешанный аминоэфир метилфосфоновой кислоты), образующихся в процессе детоксикации ОВ в виде газа, пара или аэрозоля, на соответствие уровням ПДКр.з.

Контроль утечек ОВ в узлах и агрегатах технологического оборудования. В производственных помещениях зданий № 1001, 1002, 1003 технологическая служба ОУХО при помощи переносных течеискателей осуществляет периодический контроль герметичности узлов и агрегатов технологического оборудования на содержание ОВ [229].

Контроль за ОВ на поверхности технологического оборудования осуществляется методом смыва с последующим анализом в химико-аналитической лаборатории. Контроль за загрязнением отравляющими веществами средств индивидуальной защиты кожи, глаз и органов дыхания выполняется методом экспресс-анализа [229].

Программа мониторинга рабочей зоны включает регулярное обследование медсанчастью объекта ***состояния здоровья работающего персонала.***

Перечень контролируемых показателей состояния здоровья работающего персонала специфичен для каждого объекта УХО. Для объекта хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» Кировской области, где арсенал ХО представлен фосфорорганическими ОВ и смесью иприта с люизитом, наряду с обязательной номенклатурой контролируемых параметров (табл. 122) рекомендуется отслеживать генотоксическое воздействие на организм человека факторов внешней среды с использованием тест-систем [298].

При организации мониторинга состояния здоровья персонала на объекте должны быть предусмотрены санитарно-гигиенические, лечебно-диагностические и профилактические мероприятия. Углубленные клинико-лабораторные обследования работающего персонала проводятся при приеме на работу, ежегодно и в случае необходимости по соответствующим показаниям. Кроме того, проводятся клинико-лабораторные осмотры с ежеквартальным учетом заболеваемости по первичным диагнозам.

Производственный экологический контроль и мониторинг территории промплощадки объекта уничтожения химического оружия

На систему объектового экологического контроля и мониторинга территории промышленной площадки возлагается контроль источников загрязнения воздушной среды, технологических стоков в накопителях, загрязнения ливневых и хозяйственно-бытовых сточных вод, мониторинг метеопараметров и состояния почв.

Мониторинг метеорологических параметров на промплощадке. Непрерывный контроль метеопараметров в промзоне ОУХО осуществляется метеопостом, который проводит в автоматическом режиме измерения направления и скорости ветра, температуры и влажности воздуха, атмосферного давления.

Получаемые данные направляются для обработки и анализа в информационно-аналитический центр мониторинга.

Мониторинг воздушной среды. В программу контролируемых показателей состояния воздушной среды на промплощадке включены параметры, характеризующие контроль содержания ОВ, продуктов деструкции общепромышленных выбросов в дымовых газах, вентиляционных выбросах и других источниках загрязнения ОУХО.

При функционировании ОУХО «Марадыковский» на территории промплощадки объекта, по данным технико-экономического обоснования [173, 229], будет находиться 20 источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. В табл. 86 приведены максимальные секундные объемы выбросов ЗВ от этих источников.

Приведенные в табл. 86 данные являются предварительными, и в процессе эксплуатации объекта, в случае изменения технологии они должны корректироваться и уточняться по результатам прямых измерений и расчетов рассеивания. Превышение этих данных при эксплуатации объекта будет свидетельствовать о нарушении штатного режима работы конкретного источника выброса ЗВ на ОУХО.

Таблица 86

Источники выбросов вредных веществ в атмосферу и их характеристика

№ п/п	Наименование вредного вещества	Выделения и выбросы вредных веществ, г/$с_{макс}$
Источник № 1 – труба от вентиляторов. Здание № 1003		
1	N-Метилпирролидон	$1{,}18 \cdot 10^{-3}$
2	Моноэтаноламин	$3{,}532 \cdot 10^{-5}$
3	ИБС (изобутиловый спирт)	$3{,}467 \cdot 10^{-4}$
4	2-диэтиламиноэтил-изобутан-сульфид	$1{,}611 \cdot 10^{-5}$
5	ИПС (изопропиловый спирт)	$2{,}486 \cdot 10^{-7}$
6	Пинаколиновый спирт	$1{,}76 \cdot 10^{-6}$
Источник № 2 – труба дымовая. Здание № 1001		
7	Оксид углерода (II)	1,72
8	Оксид азота (IV)	0,76
9	Оксид азота (II)	0,011
10	Фтороводород	$2{,}8 \cdot 10^{-6}$
11	Оксид фосфора (V)	$1{,}11 \cdot 10^{-5}$
12	Оксид свинца	$1{,}1 \cdot 10^{-3}$
13	Сульфат натрия	0,408
14	Карбонат натрия	0,12
15	Сульфат калия	0,278
16	Пирофосфат натрия	0,652
17	Фосфат калия	0,18
18	Фторид калия	0,214
19	Фторид натрия	0,219
20	Оксид серы (IV)	$2{,}8 \cdot 10^{-6}$
Источник № 3 – труба печи сжигания. Здание № 1001		
21	Сульфат кальция	$2{,}8 \cdot 10^{-5}$
22	Фосфат кальция	$8 \cdot 10^{-5}$
23	Фторид кальция	$2{,}5 \cdot 10^{-5}$
24	Карбонат кальция	$7{,}2 \cdot 10^{-5}$
25	Зола древесная	$1{,}7 \cdot 10^{-3}$
Источник № 4 – труба котлов паровых и водогрейных. Здание № 1033		
26	Оксид углерода (II)	24,15
27	Оксид азота (IV)	4,24
Источник № 5 – труба общеобменной вентиляции. Здание № 1003		
28	Углеводороды	$5{,}633 \cdot 10^{-2}$
29	Гидроксид кальция	$2{,}205 \cdot 10^{-3}$
30	ИБС	0,502
31	N-Метилпирролидон	$2{,}55 \cdot 10^{-2}$

32	ИПС	0,25
33	Моноэтаноламин	$1{,}25 \cdot 10^{-2}$
34	Капролактам	$7{,}5 \cdot 10^{-4}$
35	Сажа	$1{,}35 \cdot 10^{-2}$
36	Сульфонол	$5{,}05 \cdot 10^{-3}$
37	2-диэтиламиноэтил-изобутил-сульфид	$7{,}51 \cdot 10^{-3}$
38	Гидроксид калия	$2{,}44 \cdot 10^{-4}$
39	Гидроксид натрия	$3{,}025 \cdot 10^{-3}$
40	Серная кислота	$4{,}75 \cdot 10^{-3}$
Источник № 6 – труба вент. выброса. Здание 1001		
41	Фторид натрия	$7{,}6 \cdot 10^{-5}$
42	Сульфат натрия	$3 \cdot 10^{-5}$
43	Карбонат натрия	$3{,}75 \cdot 10^{-5}$
Источник № 7 – труба вент. выброса. Здание 1001		
44	Зоман	$5{,}2 \cdot 10^{-7}$
45	Зарин	$1{,}03 \cdot 10^{-6}$
46	Vx	$2{,}6 \cdot 10^{-7}$
47	Моноэтаноламин	0,133
48	Капролактам	$2{,}61 \cdot 10^{-2}$
49	N-метилпирролидон	13,3
50	ИБК (изобутилат калия)	0,261
51	Углеводороды (дизтопливо)	1,39
52	ИБС	0,06
Источник № 8 – труба вент. выброса. Здание № 1002		
53	Иприт + люизит	$2{,}67 \cdot 10^{-6}$
54	Зоман	$1{,}159 \cdot 10^{-7}$
55	Vx	$6{,}67 \cdot 10^{-8}$
56	Хлорид мышьяка (III)	$1{,}148 \cdot 10^{-3}$
57	Моноэтаноламин	$4{,}7436 \cdot 10^{-2}$
58	N-метилпирролидон	$9{,}7234 \cdot 10^{-2}$
59	Капролактам	0,49
60	ИБС	0,497
61	Ацетилен	3,4471
62	Сажа	$3{,}3 \cdot 10^{-3}$
63	Углеводороды	$9{,}11 \cdot 10^{-3}$
Источник № 9 – вент. труба насосной. Здание № 1005/1		
64	Моноэтаноламин	$3{,}264 \cdot 10^{-4}$
65	ИБС	$6{,}527 \cdot 10^{-3}$
66	Углеводороды	0,1371

Продолжение табл. 86

Источник № 10 – вент. труба. Здание № 1006		
67	Серная кислота	$8{,}7 \cdot 10^{-4}$
68	Гидроксид натрия	$2{,}2 \cdot 10^{-4}$
Источник № 11 – вент. труба. Здание № 1007		
69	Метиловый спирт	$1{,}194 \cdot 10^{-4}$
Источник № 12 – труба РМЦ. Здание № 1008		
70	Сварочный аэрозоль	$9 \cdot 10^{-3}$
71	Пыль неорганическая	$1 \cdot 10^{-3}$
72	Фториды	$2 \cdot 10^{-3}$
73	Гидроксид натрия	$9 \cdot 10^{-5}$
74	Оксид углерода (II)	0,011
75	Оксид азота (IV)	0,03
Источник № 13 – воздушник хранилища серной кислоты. Здание № 1008		
76	Пары серной кислоты	$5{,}49 \cdot 10^{-5}$
Источник № 14 – промплощадка (подвижные источники)		
77	Оксид углерода (II)	1,232
78	Оксид азота (IV)	1,97
79	Оксид серы (IV)	$3{,}35 \cdot 10^{-3}$
80	Углеводороды	$7{,}98 \cdot 10^{-2}$
81	Сажа	$6{,}54 \cdot 10^{-2}$
Источник № 15 – предзаводская территория (подвижные источники)		
82	Оксид углерода (II)	0,342
83	Углеводороды	$5{,}72 \cdot 10^{-2}$
84	Оксид азота (IV)	$2{,}72 \cdot 10^{-3}$
85	Оксид серы (IV)	$4{,}68 \cdot 10^{-3}$
Источник № 16 – труба хранилища техники		
86	Оксид азота (IV)	$5{,}67 \cdot 10^{-4}$
87	Оксид серы (IV)	$7{,}42 \cdot 10^{-5}$
88	Оксид углерода (II)	$9{,}11 \cdot 10^{-3}$
89	Углеводороды	$1{,}2353 \cdot 10^{-3}$
90	Свинец	$3{,}4 \cdot 10^{-6}$
91	Сажа	$1{,}7 \cdot 10^{-5}$
Источник № 17 – зона автопарка		
92	Свинец	$3{,}9 \cdot 10^{-5}$
93	Оксид азота (IV)	$2{,}39 \cdot 10^{-3}$
94	Оксид серы (IV)	$3{,}3 \cdot 10^{-4}$
95	Оксид углерода (II)	$1{,}93 \cdot 10^{-2}$
96	Углеводороды	$3{,}55 \cdot 10^{-3}$
97	Сажа	$2{,}8 \cdot 10^{-4}$

Продолжение табл. 86

Источник № 18 – пункт техобслуживания		
98	Свинец	$1 \cdot 10^{-6}$
99	Оксид азота (IV)	$1{,}396 \cdot 10^{-4}$
100	Оксид серы (IV)	$1{,}97 \cdot 10^{-5}$
101	Оксид углерода (II)	$2{,}624 \cdot 10^{-3}$
102	Углеводороды	$3{,}04 \cdot 10^{-4}$
103	Сажа	$6 \cdot 10^{-6}$
Источник № 19 – труба шкафа для зарядки аккумуляторных батарей		
104	Серная кислота	$4{,}7 \cdot 10^{-5}$
Источник № 20 – труба сварочного поста		
105	Оксид марганца (II)	$1{,}29 \cdot 10^{-4}$
106	Оксид железа (III)	$2{,}75 \cdot 10^{-3}$

Контроль дымовых газов и вентиляционных выбросов. Контроль дымовых газов и вентиляционных выбросов в промышленной зоне объекта планируется осуществлять станциями автоматической системы контроля загрязняющих выбросов (АСК ЗВ), предназначенной для обеспечения непрерывного контроля концентраций загрязнителей в дымовых и вентиляционных выбросах (источники № 1, 2, 7, 8, табл. 86), параметров отходящих газов (скорость потока, непрозрачность дыма).

АСК ЗВ обеспечивает:

– отбор проб многокомпонентных газовых смесей и дымовых газов, подготовку их для анализа;

– автоматическое проведение анализа содержания кислорода, оксидов углерода (II), (IV), оксида серы (IV), оксидов азота;

– измерение температуры в зоне отбора пробы;

– передачу результатов анализа в информационно-аналитическую службу для дальнейшей обработки и регистрации.

По данным АСК ЗВ проводится расчет реальных валовых выбросов загрязняющих веществ.

Для контроля неорганизованных и аварийных выбросов загрязняющих веществ по периметру промышленной зоны размещаются 8 автоматических стационарных постов контроля (АСПК) [229].

Кроме контроля ОВ, осуществляемого в автоматическом режиме АСПК, в рамках программы мониторинга атмосферного воздуха на территории промышленной зоны ОУХО производится периодический контроль состояния атмосферного воздуха по перечню загрязняющих веществ (табл. 77-81). Из данного списка (табл. 77–81) *приоритетному контролю* подлежат загрязняющие вещества, обладающие высоким уровнем токсического воздействия (с эффектом кумуляции) на человека и животных (табл. 87).

Таблица 87

Список веществ с эффектами кумуляции и токсического воздействия [229]

№ п/п	Название вещества	$ПДК_{р.з.}$	Класс опасности	Эффект кумуляции, токсикологическое воздействие
1	Зарин	$2 \cdot 10^{-5}$	1	Есть
2	Зоман	$1 \cdot 10^{-5}$	1	Есть
3	V_x	$5 \cdot 10^{-6}$	1	Есть
4	Иприт	$2 \cdot 10^{-4}$	1	Есть
5	Люизит	$2 \cdot 10^{-4}$	1	Есть
6	Фтороводород	0,1	1	Есть
7	Моноэтаноламин	0,5	2	Есть
8	Хлорид мышьяка (III)	0,01	1	Есть
9	2-диэтиламиноэтилизо-бутил-сульфид (сульфид)	-	-	Есть
10	Оксид серы (IV)		3	Есть
11	Оксид свинца (II)	0,01	1	Есть
12	Оксид углерода (II)	20	4	Есть
13	Оксид азота (IV)	2	3	Есть
14	Оксид азота (II)	5	3	Есть
15	N-метилпирролидон	100	4	-

Некоторые из загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферный воздух, обладают эффектом суммации биологического действия:

– оксид азота и оксид серы;

– оксид свинца и оксид серы;

– оксид серы и фтороводород;

– оксид серы и серная кислота.

Эффект суммации возможен и для других продуктов, образующихся в ходе технологического процесса уничтожения ОВ, но, поскольку аналогов данного производства не имеется, нормативы по учету суммации действия специфических загрязняющих веществ в настоящее время также отсутствуют. Данный вопрос нуждается в серьезной научной проработке.

Кроме того, в районе размещения ОУХО «Марадыковский» в радиусе 25 км от пгт. Мирный на атмосферный воздух оказывают влияние 4 промышленных и сельскохозяйственных предприятия (Пищальское торфопредприятие, колхоз «Заря», совхоз «Шалеговский», колхоз «Дружба»), от производственной деятельности которых в выбросах содержатся 22 загрязняющих вещества: диоксиды азота и серы, оксид углерода (II), сажа, аммиак, сероводород, оксиды марганца (II), (IV), оксид свинца, соединения хрома (VI), спирт бутиловый, бензин, уайт-спирит, пыль древесная, пыль абразивная, фенол, формальдегид,

углеводороды, оксид цинка, фтороводород, щелочи, пыль зерновая. Контроль данных источников загрязнения производится соответствующими службами предприятий.

Комитет природных ресурсов осуществляет государственный экологический контроль состояния атмосферного воздуха по всему комплексу параметров ЗВ на данной территории. Перечень контролируемых показателей и периодичность контроля приведены в табл. 96.

Контроль загрязнений атмосферного воздуха осуществляется в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 (СТ СЭВ 1925-79) «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов», ГН 2.1.6.760-99 «ОБУВ загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», ИСО/TR 4227-89 «Планирование контроля качества окружающего воздуха», РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы», СанПиН 2.1.6.983-00 «Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест», РД 52.14.10-83 «Система стандартизации Госкомгидромет. Автоматизированные измерительно-информационные системы наблюдения и контроля природной среды. Организация и порядок создания». Контроль физико-химическими методами проводится при помощи стационарных и подвижных автоматических газоанализаторов, а также путем отбора подфакельных проб на территории СЗЗ и ЗЗМ и дальнейшего анализа стационарными или портативными приборами.

Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы проводятся на стационарных, маршрутных и передвижных (подфакельных) постах.

Контроль воздуха ***на стационарных постах*** осуществляется с использованием автоматических газоанализаторов. Верхний предел измерений газоанализаторов не должен превышать 100-кратного значения максимально разовых предельно допустимых концентраций [229].

Для первого (опытного) диапазона измерений газоанализатора следует выбирать: верхний предел измерений – от 2 до 10 ПДК. Нижний предел измерений – не более 0,5 ПДКс.с. Время прогрева и выхода на рабочий режим не должно превышать 60 мин для переносных и 180 мин для стационарных и транспортируемых газоанализаторов. Газоанализаторы должны обеспечивать работу в соответствии с техническими условиями при следующих значениях параметров анализируемых газовых смесей на входе:

– температура – от минус 50 до плюс 50 °С;

– относительная влажность от 30 до 98% при Т=35 °С и ниже [229].

Газоаналитическое оборудование может устанавливаться в стационарных и передвижных комплектных лабораториях контроля загрязнения атмосферы, а также в лабораториях, где выполняется анализ отдельных проб воздуха.

При проведении ***маршрутных наблюдений*** отбор проб осуществляется путем аспирации определенного объема атмосферного воздуха через поглотительный прибор, заполненный жидким или твердым сорбентом для улавливания вещества, или через аэрозольный фильтр, задерживающий содержащиеся в воздухе частицы. Определяемая примесь из большого объема воздуха концентрируется в небольшом объеме сорбента или на фильтре. Параметры отбора проб, такие, как расход воздуха и продолжительность его аспирации через поглотительный прибор, тип поглотительного прибора или фильтра, устанавливаются в зависимости от определяемого вещества.

При наблюдениях за уровнем загрязнения атмосферы используются следующие режимы отбора проб: разовый, продолжающийся от 20 до 30 мин; дискретный, при котором в один поглотительный прибор или на фильтр через равные промежутки времени в течение суток отбирают несколько (от трех до восьми) разовых проб; суточный, при котором отбор в один поглотительный прибор или на фильтр производится непрерывно в течение суток [229].

Подфакельные измерения приземной концентрации примесей в атмосфере проводятся в соответствии с РД 52.04.186-89 на расстояниях 0,5; 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 15; 30 км от источника. Данные наблюдений на близких расстояниях (0,5 км) характеризуют загрязнение атмосферы низкими источниками и неорганизованными выбросами, а на дальних – сумму от низких, неорганизованных и высоких выбросов. Наиболее часто следует проводить наблюдения на расстояниях от 10 до 40 средних высот труб, где особенно велика вероятность появления максимальных концентраций.

Измерение концентраций и забор проб для химического анализа проводится в осевых точках факела и в точках слева и справа от его оси на расстоянии 50–400 м. Отбор проб проводится на высоте от 1,5 до 3,5 м от поверхности земли. Продолжительность отбора проб воздуха для определения разовых концентраций примесей составляет от 20 до 30 мин.

На всех типах постов контроля воздуха при дискретных наблюдениях по полной программе продолжительность отбора проб для определения среднесуточных концентраций загрязняющих веществ составляет от 20 до 30 мин через равные промежутки времени в сроки 1, 7, 13 и 19 ч, а при непрерывном отборе проб – 24 ч.

Одновременно с отбором проб воздуха или регистрацией концентраций примесей на стационарных и маршрутных постах проводятся метеорологические наблюдения за скоростью, относительной влажностью, давлением и направлением ветра, температурой воздуха, состоянием погоды, при маршрутных и подфакельных наблюдениях – за скоростью и направлением ветра. Метеорологические наблюдения на стационарных и маршрутных постах выполняются с помощью метеорологического оборудования.

Скорость и направление ветра при маршрутных и подфакельных наблюдениях определяются на высоте 2 м с помощью ручного анемометра и вымпела. Последовательность проведения метеорологических наблюдений описана в РД 52.14.65-86 (раздел 4). Продолжительность метеорологических наблюдений составляет 10 мин.

Конкретные требования к методам и средствам отбора проб воздуха, условиям их хранения и транспортировки, индивидуальным для каждого загрязняющего вещества, указаны в РД 52.14.65-86 (разделы 4 и 5). Пробы, отобранные в контрольных точках на постах всех типов, анализируются лабораторными методами в соответствии с РД.52.04.186-89.

Мониторинг почв. В программу мониторинга почв на промплощадке ОУХО (табл. 89) входит контроль за загрязнением почв и насыпного грунта общепромышленными и специфическими загрязняющими веществами в соответствии с «Методическими указаниями...» [299]. Источниками загрязнения почв и насыпного грунта могут быть аварийные выбросы и проливы отравляющих веществ, используемое в производстве сырье и продукты детоксикации ОВ. Кроме того, потенциальными источниками возможного загрязнения почв и насыпного грунта на промплощадке ОУХО являются подъездные пути от складов хранения ХО к производственным корпусам объекта, участкам временного хранения и захоронения отходов.

В пределах территории промышленной зоны должен осуществляться контроль состояния почв, грунтов и грунтовых вод по валовому содержанию мышьяка, фосфора, фтора, содержанию иприта, люизита, зарина, зомана, Vx, метилфосфоновой кислоты и ее производных.

Контролируемыми показателями наряду с ОВ должны быть продукты деструкции и спонтанной трансформации ОВ, которые образуются в почвах в процессе окислительно-восстановительных реакций и реакций гидролиза. Для каждого вида ОВ перечень образующихся в процессе трансформации соединений специфичен (табл. 75).

У большинства продуктов трансформации ОВ (табл. 75) не установлены ПДК в природных средах и не разработаны методики их определения. Поэтому при включении в программу мониторинга почв данных показателей в первую очередь должна проводиться разработка методик определения их в природной среде:

по люизиту:

1) 2-хлорвиниларсиновой кислоты;

2) 2-хлорвиниларсоновой кислоты;

по иприту:

3) β-хлор, β′-оксидиэтилсульфида;

4) 1, 2-бис-(β-хлорэтилтиоэтана);

по Vx:

5) метилфосфоновой кислоты;

6) этилового (изопропилового) эфира метилтиофосфоновой кислоты;

7) этилового (изопропилового) эфира метилпирофосфоновой кислоты;

по зарину и зоману:

8) эфиров метилфосфоновой кислоты.

В ходе эксплуатации объекта при проведении мониторинга измеряемые концентрации ЗВ в почве и насыпном грунте на промплощадке ОУХО сравниваются с их исходными значениями, на основании чего делается вывод о происходящих изменениях в почвах и степени воздействия объекта на них.

Контроль сточных вод. В материалах ТЭО строительства объекта УХО «Марадыковский» сброс производственных сточных вод в водоемы не предполагается. Очистка производственных стоков предусматривается в основном технологическом цикле. Очистку дождевых и талых сточных вод со всей территории промышленной зоны планируется проводить на специальных сооружениях очистки дождевых стоков с последующей подачей их в резервуар очищенных дождевых стоков [229].

Периодический контроль состояния производственных, ливневых и хозбытовых сточных вод в соответствии с РД 52.24.358-95 - 52.24.495-95 возлагается на химико-аналитическую лабораторию ОУХО.

Отбор проб должен проводиться в следующих местах:

– приемные емкости технологических сточных вод (емкости 301/1-3 в зданиях № 1001 и 1002);

– реакторы детоксикации загрязненных сточных вод (304, 304/1-2 в зданиях № 1001 и 1002);

– насосная на сбросе хозбытовых сточных вод (здание № 1017);

– аккумулирующие емкости дождевых стоков (сооружения № 1018/1-4);

– резервуар запаса производственной и противопожарной воды (сооружения № 1013/1, 2).

В технико-экономическом обосновании проекта строительства объекта «Марадыковский» [229] предусмотрен сброс хозбытовых стоков в очистные сооружения пгт. Мирный. Очищенные стоки, в количестве 110 $м^3$/сут, планируется использовать в технологическом цикле ОУХО, остальные стоки будут сбрасываться в р. Березовку, которая впадает в р. Погиблицу - приток р.Вятки, основного источника питьевого водоснабжения населения Кировской области.

В перечень показателей контроля за ливневыми, талыми, производственными и хозбытовыми сточными водами включены: pH, общее солесодержание, ХПК, БПК, нефтепродукты, железо, мышьяк (суммарно), нитраты, нитриты, сульфаты, фосфор (суммарно), фтор (суммарно), фториды, хлор (суммарно), биотестирование, жиры, зарин, зоман, Vx, иприт, люизит, изопропиловый спирт, моноэтаноламин, смешанный аминоэфир МФК, N-метил-□-пирролидон,

метиловый спирт, изобутиловый спирт, пинаколиновый спирт, СПАВ (анионактивные), азот аммония.

Контроль за производственными, хозбытовыми и дождевыми стоками проводится со следующей периодичностью: отбор проб из сборников производственных стоков – 1 раз в сутки по 22 параметрам; из хозбытовой канализации – 1 раз в месяц также по 22 показателям, из аккумулирующей емкости дождевых стоков – через 1 ч после окончания дождя по 30 показателям.

На очистные сооружения должен быть разработан паспорт, в котором указаны требования к контролю работы очистных сооружений, перечень контролируемых показателей, частота контроля. Данные наблюдения должны проводиться регулярно, а их результаты - передаваться в Комитет природных ресурсов по Кировской области (КПР), службы которого обязаны ежеквартально вести инспекционные проверки эффективности работы очистных сооружений по показателям табл.88 с составлением акта и принятем соответствующих решений.

Таблица 88

Показатели и периодичность контроля на входе и выходе очистных сооружений

№ п/п	Показатели	Очистные сооружения пгт. Мирный – Комитет природных ресурсов (контроль на входе и выходе)
1	pH	1 раз в квартал
2	Общее солесодержание	1 раз в квартал
3	Окисляемость перманганатная	1 раз в квартал
4	Нефтепродукты	1 раз в квартал
5	СПАВ (анионактивные)	1 раз в квартал
6	Азот аммония	1 раз в квартал
7	Железо	1 раз в квартал
8	Мышьяк (суммарно)	1 раз в квартал
9	Нитраты	1 раз в квартал
10	Нитриты	1 раз в квартал
11	Сульфаты	1 раз в квартал
12	Фосфор (суммарно)	1 раз в квартал
13	Фосфаты	1 раз в квартал
14	Фтор (суммарно)	1 раз в квартал
15	Фториды	1 раз в квартал
16	Хлор (суммарно)	1 раз в квартал
17	Хлориды	1 раз в квартал
18	Прозрачность	1 раз в квартал
19	Биотестирование	1 раз в квартал

Продолжение табл. 88

20	ХПК	1 раз в квартал
21	$БПК_5$	1 раз в квартал
22	Жиры	1 раз в квартал
23	Зарин	-
24	Зоман	-
25	Vx	-
26	Иприт	-
27	Люизит	-
28	Изопропиловый спирт	-
29	Моноэтаноламин	-
30	Смешанный аминоэфир МФК	-
31	Спирты	-
32	Изобутиловый спирт	-
33	2-диэтиламиноэтилизобутил-сульфид (сульфид)	-
34	N-метилпирролидон	-
35	Диизобутиловый эфир МФК	-
36	Пинаколинизобутиловый эфир МФК	-
37	Пинаколиновый спирт	-

Производственный контроль и экологический мониторинг мест хранения и захоронения отходов уничтожения химического оружия. В задачу производственного контроля входит контроль состояния воздуха, грунтовых вод и почв в местах размещения соответствующих производственных зданий, сооружений. В программу мониторинга участков хранения и захоронения отходов уничтожения химического оружия должен быть включен анализ проб воздуха на содержание моноэтаноламина и общего мышьяка. В складах временного хранения отходов II класса опасности должен осуществляться контроль воздуха на содержание следующих веществ:

– моноэтаноламин;

– кислый эфир метилфосфоновой кислоты;

– смешанный аминоэфир метилфосфоновой кислоты;

– диизобутиловый эфир метилфосфоновой кислоты;

– изопропиловый спирт;

– изобутиловый спирт;

– пинаколиновый спирт.

Кроме того, в пределах промплощадки на участках захоронения и хранения отходов, в программу мониторинга включены наблюдения и контроль со-

стояния почв и грунтовых вод из наблюдательных скважин по показателям кислотности, валовому содержанию мышьяка, фтора, фосфора.

В случае аварии в зависимости от ее характера перечень контролируемых показателей загрязнения почв и грунтовых вод в системе производственного мониторинга может быть расширен за счет включения в него отравляющих веществ и наиболее токсичных компонентов, содержащихся в отходах производства.

Сводный перечень контролируемых показателей по программе производственного контроля и экологического мониторинга атмосферного воздуха, почв, поверхностных водных источников, подземных вод, производственных, ливневых и хозбытовых стоков, а также периодичность их контроля приведены в табл.89.

Система производственного мониторинга является составной частью комплексного экологического мониторинга ОУХО и обеспечивает контроль ОВ, общепромышленных и специфических загрязнителей в воздухе рабочей зоны, в атмосферном воздухе на территории промплощадки, СЗЗ и ЗЗМ; а также мониторинг почв, грунтовых и подземных вод по комплексу вышеназванных показателей (табл. 89).

Контроль за состоянием здоровья работающего персонала проводится в соответствии с полной программой контролируемых показателей мониторинга здоровья (табл. 122).

Сеть подсистемы производственного мониторинга

В пространственную сеть подсистемы производственного мониторинга входят автоматические стационарные посты контроля атмосферного воздуха по периметру промышленной зоны ОУХО, АСПК на территориях санитарно-защитной и селитебной зон; маршрутные посты контроля атмосферного воздуха вблизи мест расположения источников выбросов загрязняющих веществ, мест хранения и захоронения отходов уничтожения химического оружия, размещения отстойников, посты контроля на территории складов хранения химического оружия, по территории вдоль дорог между складами хранения ХО и объектом УХО, автоматический метеопост. Карта-схема расположения постов производственного контроля приведена на рис. 48.

Таблица 89

Показатели производственного контроля и экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский» (ТЭО т. 1-41) [229]

№ п/п	Показатели	Атмосферный воздух		
		Промплощадка	СЗЗ	ЗЗМ
1	2	3	4	5
1	Зарин	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 4 раза в сутки (1,7,13,19 ч)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 1 раз в сутки
2	Зоман	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 4 раза в сутки (1, 7, 13, 19 ч)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 1 раз в сутки (13 ч)
3	Vx	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 4 раза в сутки (1, 7, 13, 19 ч)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 1 раз в сутки (13 ч)
4	Иприт	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 4 раза в сутки (1, 7, 13, 19 ч)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 1 раз в сутки (13 ч)
5	Люизит	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 4 раза в сутки (1, 7, 13, 19 ч)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 1 раз в сутки

Почва			Водные источники			Накопители производств. стоков	Накопители ливневых стоков	Хоз. быт. стоки
Пром-площ.	СЗЗ	ЗЗМ	подземные		поверхностные пруд в/ч			
			эксп. скважины	набл. скважины				
6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 раз в месяц	3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	
1 раз в месяц	3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	
1 раз в месяц	3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	
1 раз в месяц	3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	
1 раз в месяц	3 раза в год	при аварий-ных си-туациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	

1	2	3	4	5
6	Диоксид азота (NO_2)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 4 раза в сутки (1, 7, 13, 19 ч)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А 1 раз в сутки
7	N-метил-пирролидон (N-МП)	ХАЛ 1 раз в сутки	ПЛ-А 1 раз в сутки	ПЛ-А 1 раз в неделю
8	Пирофосфат натрия	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
9	Спирт изобутиловый (ИБС)	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
10	Оксид углерода (CO)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А –1 раз в сутки	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А –1 раз в неделю
11	Карбонат натрия (Na_2CO_3)	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
12	Изобутилат калия	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
13	Фторид калия (KF)	ХАЛ 1 раз в сутки	ПЛ-А 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц
14	Углеводороды (Нефтепродукты)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А – раз в сутки	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А –1 раз в неделю
15	Моноэтаноламин (МЭА)	ХАЛ 1 раз в сутки	ПЛ-А 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц

Продолжение табл. 89

6	7	8	9	10	11	12	13	14
					7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	
1 раз в месяц								
					7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	
					7 раз в год			
1 раз в месяц	3 раза в год							
			1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
1 раз в месяц	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	-

1	2	3	4	5
16	Сульфат натрия (Na_2SO_4)	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
17	Капро-лактам	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
18	Сульфат калия (K_2SO_4)	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
19	2-диэтил-амино-этил-изобутил-сульфид (сульфид	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
20	Фторид натрия (NaF)	ХАЛ 1 раз в сутки	ПЛ-А 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц
21	Гидр-оксид натрия (NaOH)	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
22	Ацети-лен	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
23	Спирт изо-пропи-ловый (ИПС)	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
24	Оксид свинца (PbO)	ХАЛ 1 раз в сутки	ПЛ-А 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц
25	Сажа	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
26	Диоксид серы (SO_2)	АСПК непрерывно (в случае превы-шения ПДК про-изводится отбор проб)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А –1 раз в сутки	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А –1 раз в неделю
27	Серная кислота (H_2SO_4)	ХАЛ 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал	ПЛ-А 1 раз в год

Продолжение табл. 89

6	7	8	9	10	11	12	13	14
-	3 раза в год	-	-	3 раза в год	-	-	-	-
-	-	-	-	-	7 раз в год	-	-	-
-	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	-	-	-
1 раз в месяц	3 раза в год	-	-	-	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	-
1 раз в месяц	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	-
-	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	-
-	1 раз в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
1 раз в месяц	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц

1	2	3	4	5
28	Сварочный аэрозоль	ХАЛ 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал	ПЛ-А 1 раз в год
29	Гидроксид кальция ($Ca(OH)_2$)	ХАЛ 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал	ПЛ-А 1 раз в год
30	Фторо-водород (HF)	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
31	Зола древесная	ХАЛ 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал	ПЛ-А 1 раз в год
32	Гидроксид калия (KOH)	ХАЛ 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал	ПЛ-А 1 раз в год
33	Хлорид мышьяка ($AsCl_3$)	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
34	Оксид азота (NO)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А –1 раз в сутки	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А –1 раз в неделю
35	Метиловый спирт	ХАЛ 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал	ПЛ-А 1 раз в год
36	Фосфат кальция ($Ca_3(PO_4)_2$)	ХАЛ 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал	ПЛ-А 1 раз в год
37	Пыль неорганическая	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб)	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А –1 раз в сутки	АСПК непрерывно (в случае превышения ПДК производится отбор проб), ПЛ-А –1 раз в неделю
38	Фторид кальция (CaF_2)	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал
39	Карбонат кальция ($CaCO_3$)	ХАЛ 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал	ПЛ-А 1 раз в год
40	Спирт пинаколиновый	ХАЛ 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал	ПЛ-А 1 раз в год

Продолжение табл. 89

	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1 раз в месяц	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	-	-	1 раз в месяц
	1 раз в месяц	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1 раз в месяц	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
	1 раз в месяц	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
р	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	-
	1 раз в месяц	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
р	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1 раз в месяц	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
	1 раз в месяц	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
	-	-	-	-	-	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц

1	2	3	4	5	6
41	Фосфорный ангидрид (P_2O_5)	ХАЛ 1 раз в неделю	ПЛ-А 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квар-тал	1 раз в месяц
42	Фосфат калия (K_3PO_4)	ХАЛ 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал	ПЛ-А 1 раз в год	1 раз в месяц
43	Сульфонол	ХАЛ 1 раз в месяц	ПЛ-А 1 раз в квартал	ПЛ-А 1 раз в год	1 раз в месяц
44	БПК	-	-	-	-
45	Взвешенные вещества	-	-	-	-
46	Жесткость	-	-	-	-
47	Прозрачность	-	-	-	-
48	Растворенный кислород	-	-	-	-
49	pH	-	-	-	1 раз в месяц
50	Электро-про-водность	-	-	-	-
51	Запах	-	-	-	-
52	Гибель гидро-бионтов	-	-	-	-
53	Окислитель-но-восстано-вительный потенциал	-	-	-	1 раз в месяц
54	Сухой оста-ток	-	-	-	-
55	ХПК	-	-	-	-
56	СПАВ	-	-	-	-
57	Азот аммо-нийный	-	-	-	1 раз в месяц
58	Азот общий	-	-	-	1 раз в месяц

Продолжение табл. 89

7	8	9	10	11	12	13	14
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
-	-	-	-	7 раз в год	-	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
-	-	-	-	7 раз в год	-	-	-
-	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	-	-	-
-	-	-	-	7 раз в год	-	-	1 раз в месяц
-	-	-	-	7 раз в год	-	-	-
3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
-	-	-	-	7 раз в год	-	-	-
-	-	-	-	7 раз в год	-	-	-
-	-	-	-	7 раз в год	-	-	-
3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	-	-	-
-	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	-	-	1 раз в месяц
-	-	-	-	7 раз в год	-	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
-	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц

1	2	3	4	5	6
59	Железо	-	-	-	1 раз в месяц
60	Марганец	-	-	-	1 раз в месяц
61	Мышьяк	-	-	-	1 раз в месяц
62	Нитраты	-	-	-	1 раз в месяц
63	Нитриты	-	-	-	1 раз в месяц
64	Фосфаты	-	-	-	1 раз в месяц
65	Фториды	-	-	-	1 раз в месяц
66	Сероводород и сульфиды	1 раз в месяц	1 раз в квартал	1 раз в год	1 раз в месяц
67	Сульфаты	-	-	-	1 раз в месяц
68	Хлориды	-	-	-	1 раз в месяц
69	Органический углерод	-	-	-	1 раз в месяц
70	Органические сернистые соединения	-	-	-	1 раз в месяц
71	Фосфорорганические соединения	-	-	-	1 раз в месяц
72	Фторорганические соединения	-	-	-	1 раз в месяц
73	Хлорорганические соединения	-	-	-	1 раз в месяц
74	Мышькорганические соединения	-	-	-	1 раз в месяц
75	Жиры и масла	-	-	-	-

Продолжение табл. 89

7	8	9	10	11	12	13	14
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	-	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
3 раза в год	-	-	-	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
3 раза в год	при аварийных ситуациях	-	-	7 раз в год	-	-	1 раз в месяц
3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
3 раза в год	при аварийных ситуациях	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
-	-	-	-	7 раз в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц

1	2	3	4	5	6
76	Микробиологические показатели	1 раз в месяц	1 раз в квартал	1 раз в год	1 раз в месяц
77	Глубина залегания грунтовых вод	-	-	-	-
78	Общая минерализация	-	-	-	1 раз в месяц
79	Окисляемость перманганатная	-	-	-	-
80	Фенольный индекс	-	-	-	-
81	Аммиак	1 раз в месяц	1 раз в квартал	1 раз в год	1 раз в месяц
82	Иод	-	-	-	-
83	Запах	-	-	-	-
84	Привкус	-	-	-	-
85	Цветность	-	-	-	-
86	Мутность	-	-	-	-
87	Термотолерантные колиформные бактерии	-	-	-	-
88	Общие колиформные бактерии	-	-	-	-
89	Общее микробное число	-	-	-	-
90	Колифаги	-	-	-	-
91	Общее солесодержание	-	-	-	1 раз в месяц
92	Фосфор (суммарно)	-	-	-	1 раз в месяц

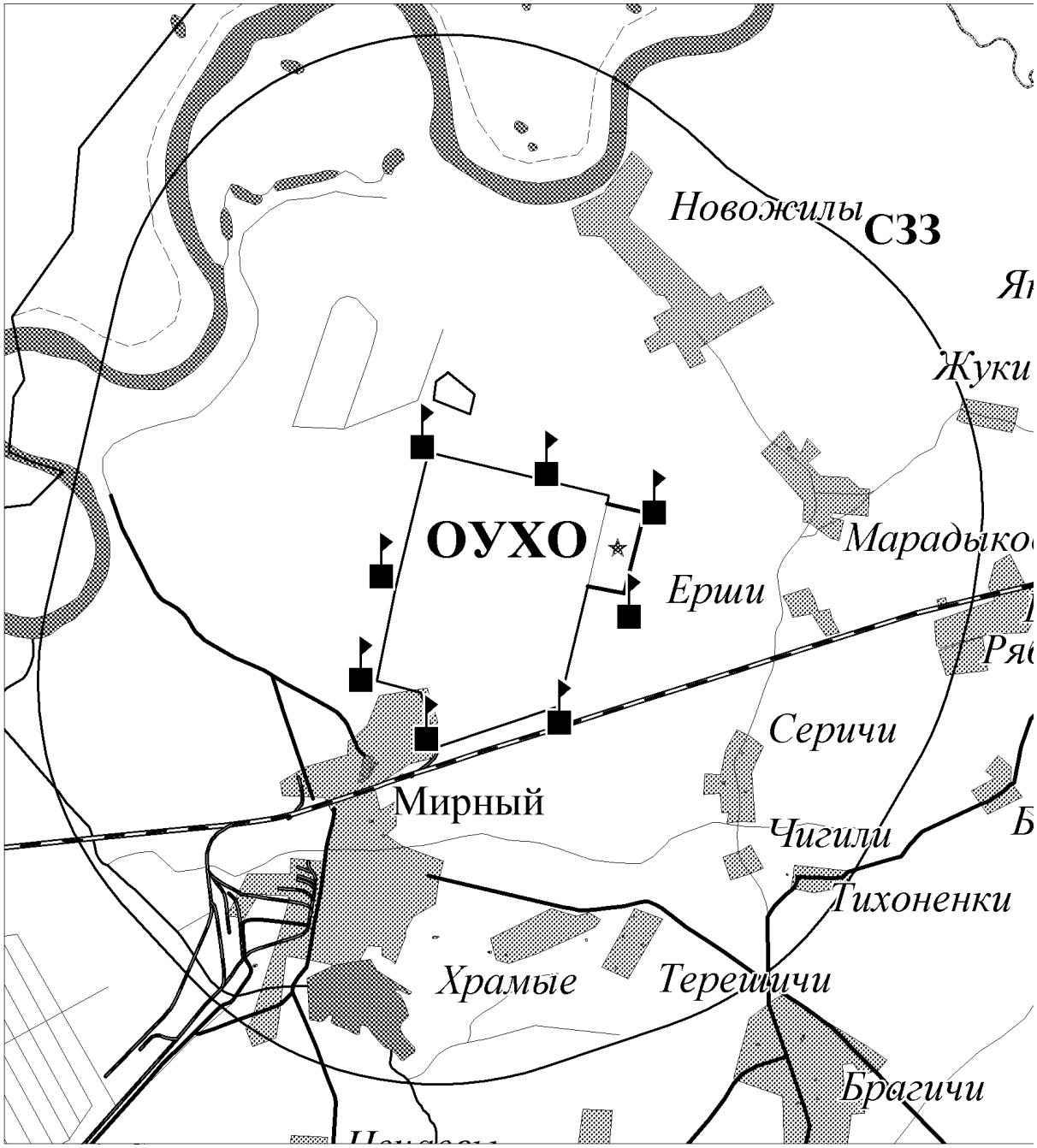
Продолжение табл. 89

7	8	9	10	11	12	13	14
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раз в год	-	-	-
-	-	1 раз в квартал	3 раза в год	-	-	-	-
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раза в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
-	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раза в год	-	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
-	-	1 раз в квартал	3 раза в год	-	-	-	1 раз в месяц
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раза в год	1 раз в сутки	-	1 раз в месяц
-	-	1 раз в квартал	3 раза в год	-	-	-	-
-	-	1 раз в квартал	3 раза в год	-	-	-	-
-	-	1 раз в квартал	3 раза в год	-	-	-	-
-	-	1 раз в квартал	3 раза в год	-	-	-	-
-	-	1 раз в квартал	3 раза в год	-	-	-	-
-	-	1 раз в квартал	-	-	-	-	-
-	-	1 раз в квартал	-	-	-	-	-
-	-	1 раз в квартал	-	-	-	-	-
-	-	1 раз в квартал	-	-	-	-	-
3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раза в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
3 раза в год	при аварийных ситуациях	-	-	-	-	через 1 час после дождя	1 раз в месяц

1	2	3	4	5	6
93	Фтор (суммарно)	-	-	-	1 раз в месяц
94	Хлор (суммарно)	-	-	-	1 раз в месяц
95	Биотестирование	-	-	-	-
96	Смешанный амино-эфир МФК	-	-	-	-
97	Диизобутиловый эфир МФК	-	-	-	-
98	Пинако-линизо-бутиловый эфир МФК	-	-	-	-
99	Валовой химический состав почв	-	-	-	-
100	Гранулометрический состав почв	-	-	-	-
101	Минералогический состав почв	-	-	-	-
102	Содержание гумуса	-	-	-	-
103	Сумма обменных оснований	-	-	-	-
104	Емкость поглощения	-	-	-	-
105	Метилфосфоновая кислота и ее произ-водные	-	-	-	1 раз в месяц
106	Метиларсоновая кислота	-	-	-	при аварийных ситуациях
107	Диметиларсиновая кислота	-	-	-	при аварийных ситуациях
108	1,2-бис-(β-хлорэтил-тиоэтан)	-	-	-	при аварийных ситуациях
109	Окси-S-2-(диэтил или диизопропил-аминоэтил) метил-тиофосфонат	-	-	-	при аварийных ситуациях

Продолжение табл. 89

	7	8	9	10	11	12	13	14
	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раза в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
	3 раза в год	-	1 раз в квартал	3 раза в год	7 раза в год	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	1 раз в месяц
	-	-	-	-	-	-	-	1 раз в месяц
	-	-	-	-	-	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	-
	-	-	-	-	-	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	-
	-	-	-	-	-	1 раз в сутки	через 1 час после дождя	-
	1 раз в 5 лет	-	-	-	-	-	-	-
	1 раз в 5 лет	-	-	-	-	-	-	-
	1 раз в 5 лет	-	-	-	-	-	-	-
	1 раз в 5 лет	-	-	-	-	-	-	-
	1 раз в 5 лет	-	-	-	-	-	-	-
	1 раз в 5 лет	-	-	-	-	-	-	-
	3 раза в год	при аварийных ситуациях	-	-	-	-	-	-
	при аварийных ситуациях	при аварийных ситуациях	-	-	-	-	-	-
	при аварийных ситуациях	при аварийных ситуациях	-	-	-	-	-	-
	при аварийных ситуациях	при аварийных ситуациях	-	-	-	-	-	-
	при аварийных ситуациях	при аварийных ситуациях	-	-	-	-	-	-



– автоматические стационарные посты контроля (АСПК)

Рис. 48. Схема расположения постов производственного контроля и экологического мониторинга (М 1:85 000)

5.1.2. Основы организации подсистемы экологического мониторинга окружающей природной среды в зоне влияния объекта уничтожения химического оружия

5.1.2.1. Гидрометеорологический мониторинг

Одной из важнейших характеристик в оценке экологического состояния территории является комплекс гидрометеорологических параметров, для отслеживания которых создается специализированная гидрометеорологическая служба.

Основными задачами подсистемы гидрометеорологического мониторинга являются:

– наблюдение за погодно-климатическими факторами в районе ОУХО с целью обеспечения безопасного режима его функционирования;

– составление прогнозов погоды, паводков, неблагоприятных метеоусловий;

– контроль загрязнения атмосферного воздуха на стационарных и маршрутных метеопостах;

– контроль гидрологического режима и химического состава вод поверхностных водотоков в зоне влияния ОУХО;

– штормовые предупреждения о приближении опасных гидрометеорологических явлений.

Метеорологические наблюдения *должны обеспечивать службы ОУХО:*

– информацией о текущей метеорологической обстановке для расчета рассеивания загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах ОУХО;

– сведениями о прогнозе погоды;

– сведениями о направлении распространения выбросов ЗВ от ОУХО для выполнения подфакельных измерений.

Для выполнения программы гидрометеорологического мониторинга требуется создание метеостанции, сети стационарных и маршрутных метеопостов контроля загрязнения атмосферного воздуха, а также как минимум двух гидропостов на р. Вятке: верхнего – фонового и нижнего - контрольного.

Гидрометеорологическая сеть пунктов наблюдений подсистемы мониторинга в районе ОУХО «Марадыковский» отражена на рис. 49 и включает в себя:

– метеостанцию в районе д. Храмые в санитарно-защитной зоне объекта;

– пункт наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в районе д. Храмые;

– гидропост 2-го разряда в районе с. Истобенск – верхний створ;

– гидропост 1-го разряда в районе г. Котельнич – нижний створ;

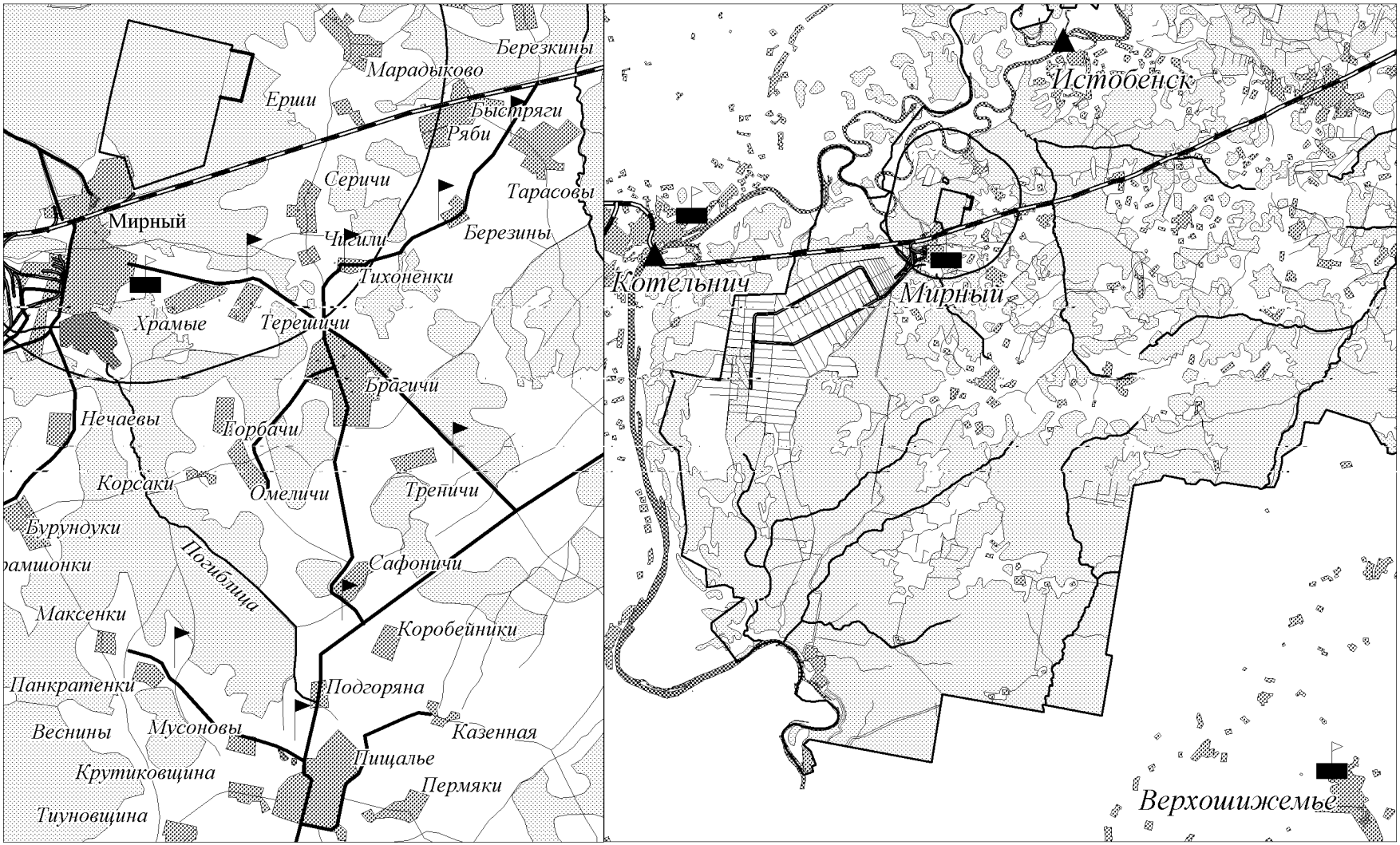


Рис. 49. Схема сети гидрометеорологического мониторинга

– пункт наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха г. Котельнич в ЗЗМ;

– маршрутные наблюдения (2 маршрута) – фоновые в ЗЗМ.

Предлагаемое по материалам исследований [184] место размещения метеостанции (окраина пгт. Мирный около д. Храмые) характеризуется рельефом и ландшафтом, типичным для всего Оричевского района. Особенности ландшафта в данном месте можно считать однородными, и результаты наблюдений в этом месте могут с достаточной долей вероятности интерполироваться на всю территорию, расположенную к северу и северо-востоку (по направлению к ОУХО).

Станция будет относиться к группе равнинно-низменных станций (абсолютная высота до 200 м на сравнительно ровной местности без резких перепадов высот).

В предполагаемом месте размещения станция оценивается как открытая, так как находящаяся при ней метеоплощадка расположена от препятствий на расстоянии дальше, чем 15-кратная их высота. Подстилающая поверхность на предполагаемой метеоплощадке имеет естественный растительный покров (луговые травы).

Существенно расположение метеостанции вблизи населенных пунктов пгт. Мирный, д. Храмые и жизненно важных коммуникаций (подъездные пути, электропитание, связь и т. д.), что способствует минимизации затрат при строительстве и дальнейшей эксплуатации пункта наблюдений. Предлагаемое место размещения метеостанции с метеорологической площадкой удовлетворяет требованиям, предъявляемым к выбору мест расположения метеостанций и метеоплощадок («Наставление по гидрометеорологическим станциям и постам», вып. 1 и 3, РД 52.04.107-86 и «Этап обследования объекта. Организация и порядок проведения», РД 52.14.65-86).

Маршрутные метеопосты размещаются с учетом расположения источников выбросов, жилых поселков и других объектов, наличия подъездных путей, а также с учетом расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере по модели ОНД-90 [191]. При этом следует учитывать повторяемость направления ветра над исследуемой территорией и тот факт, что повышенные концентрации вредных веществ наблюдаются на расстоянии от организованных источников, равном от 10 до 40 высот труб. Целесообразно маршрутные метеопосты установить вблизи населенных пунктов Терешичи, Тихоненки, Панкратенки, Мусоновы, Тарасовы, Подгоряна, Пищалье, Быстряги.

Метеостанция в районе ОУХО выполняет наблюдения по программе, представленной в табл. 90.

Таблица 90

Показатели наблюдений на метеостанции и метеопостах

№ п/п	Параметры, единицы измерения	Время наблюдения	Медодика определения, (ГОСТ, РД)	Приборы
1	2	3	4	5
1	Температура воздуха: - средняя - минимальная - максимальная	00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 ч. (СГВ)	Наставление по гидрометеорологическим станциям и постам, вып. 1–3, 1986 г. РД 52.04.107-86	Термометры ТМ-1, ТМ-2, ТМ-3, ТМ-4
2	Влажность воздуха	——— " ———	——— " ———	Станционный психрометр (2 термометра ТМ-4) при "+" °С Гигрометр М-19 при "–" °С
3	Скорость и направление ветра: - $V_{мгн}$ - $V_{ср}$ - V_{max}	——— " ———	——— " ———	Анеморумбометр М-63М1-2 Флюгер ФТД
4	Атмосферное давление	——— " ———	——— " ———	Барометр БРС-1, барограф М-22АН
5	Температура поверхности почвы	——— " ———	——— " ———	Термометры Савинова ТМ-5
6	Метеорологическая дальность видимости	——— " ———	——— " ———	В светлое время М-53 В темное время визуально по огням
7	Высота нижней границы облаков	——— " ———	——— " ———	Измеритель типа ИВО, РВО
8	Определение количества и формы облаков	——— " ———	——— " ———	Визуально с использованием атласа облаков
9	Температура почвы на глубинах	——— " ———	——— " ———	Термометры ТМ-10
10	Гололедно-изморозевые отложения	——— " ———	——— " ———	Гололедный станок
11	Интенсивность осадков	——— " ———	——— " ———	Плювиограф П-2

Продолжение табл. 90

1	2	3	4	5
12	Количество осадков	В сроки, ближайшие к 03 и 12 ч. СГВ	——— " ———	Осадкомер О-1
13	Состояние подстилающей поверхности и характеристики снежного покрова	В срок, ближайший к 7 ч.	——— " ———	Визуально
14	Снегосъемка на ландшафтных маршрутах	регулярно в течение сезона	——— " ———	Рейка снегомерная: - стационарная деревянная М-103 - переносная М-104 - снегомер весовой ВС-43 - линейка с ценой деления 1 мм
15	Наблюдение за состоянием погоды, атмосферными явлениями	непрерывно в течение суток	——— " ———	Визуально
16	Гамма-фон	06 ч. СГВ	——— " ———	ДБГ-01Н, ДРГ-01
17	При возникновении (угрозе возникновения) в районе метеостанции опасного или стихийного метеорологического явления проводятся учащенные наблюдения, необходимые для определения времени начала, усиления и окончания явления			

Гидрологические наблюдения. *На гидрологических постах проводятся наблюдения за следующими основными элементами гидрологического режима рек:*

1) сток воды;
2) уровень воды;
3) температура воды;
4) ледовый режим;
5) качество (химический состав) воды.

Гидрологические посты оснащаются измерительными устройствами и приборами для производства наблюдений.

Программа гидрологических наблюдений

Гидрологический (нижний) пост г. Котельнич выполняет контроль по полной программе наблюдений, включая наблюдения за стоком, температурой, ледовым режимом и химическим составом воды (табл.91). Полная программа работы гидрологического (верхнего) поста с. Истобенск приведена в табл. 92. Программа на постах наблюдения загрязнения (ПНЗ) г. Котельнич и д. Храмые представлена в табл. 93. Перечень контролируемых на гидропостах химических показателей приведен в табл. 94.

Таблица 91

Показатели и режим наблюдений на гидропосту ГП-1 г.Котельнич

№ п/п	Виды наблюдений	Время наблюдений
1	Производство наблюдений за уровнем воды	08, 20 ч
2	Производство наблюдений за расходом воды	08, 20 ч
3	Производство наблюдений за температурой воды	08, 20 ч
4	Производство наблюдений за ледяными образованиями и ледовой обстановкой (в холодный период)	08, 20 ч
5	Производство метеорологических наблюдений по программе: - наблюдения за осадками; - наблюдения за снежным покровом; - проведение снегосъемок на закрепленном маршруте; - наблюдения за природными (гидрометеорологическими) явлениями	 8, 20ч 8 ч 1 раз в пять дней Постоянно
6	Производство отбора проб воды и донных отложений для химического анализа "первого дня"	по программе табл. 94, 99

Таблица 92

Показатели и режим наблюдений на гидропосту ГП-2 с. Истобенск

№ п/п	Виды наблюдений	Время наблюдений
1	Производство наблюдений за уровнем воды	08, 20 ч
2	Производство наблюдений за температурой воды	08, 20ч
3	Производство наблюдений за ледяными образованиями и ледовой обстановкой (в холодный период)	08, 20 ч
4	Производство метеорологических наблюдений по программе: - наблюдения за осадками; - наблюдения за снежным покровом; - проведение снегосъемок на закрепленном маршруте; - наблюдения за природными (гидрометеорологическими) явлениями	 8, 20ч 8 ч 1 раз в пять дней Постоянно
5	Производство отбора проб воды и донных отложений для химического анализа "первого дня"	по программе табл. 94, 99

Таблица 93

Показатели и режим наблюдений на ПНЗ (ПОСТ-2) г. Котельнич, д. Храмые

№ п/п	Виды наблюдений	Время наблюдения
1	Производство наблюдений за направлением и скоростью ветра	01, 07, 13, 19 ч
2	Производство наблюдений за температурой воздуха	01, 07, 13, 19 ч
3	Производство наблюдений за влажностью воздуха	01, 07, 13, 19 ч

Продолжение табл. 93

4	Производство наблюдений за состоянием погоды	01, 07, 13, 19 ч
5	Отбор проб воздуха на химанализ	по программе табл. 96

Таблица 94

Показатели обязательной программы гидрохимического анализа

№ п/п	Наименование показателя	Периодичность отбора
		обязательная программа
1	БПК	7 раз в год
2	ХПК	7 раз в год
3	Взвешенные вещества	7 раз в год
4	Жесткость	7 раз в год
5	Прозрачность	7 раз в год
6	pH	7 раз в год
7	Удельная электропроводность	7 раз в год
8	Запах	7 раз в год
9	Гибель гидробионтов	7 раз в год
10	Окислительно-восстановительный потенциал	7 раз в год
11	Концентрация растворенных в воде кислорода и диоксида углерода*	7 раз в год
12	Концентрация главных ионов: хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов*, кальция, магния, натрия, калия, сумма ионов*	7 раз в год
13	Концентрация биогенных элементов и ионов: аммония, нитритов, нитратов, фосфатов, кремния*	
14	Железо	7 раз в год
15	Марганец	7 раз в год
16	Медь	7 раз в год
17	Нефтепродукты	7 раз в год
18	Ртуть*	7 раз в год
19	Свинец	7 раз в год
20	Нефтепродукты	7 раз в год
21	Фенолы*	7 раз в год
22	СПАВ	7 раз в год
23	Фториды	7 раз в год
24	Мышьяк	7 раз в год
25	Сухой остаток	7 раз в год

Примечание: * В программу мониторинга ОУХО данные показатели обязательной программы гидрохимического анализа не включены.

Методическое и приборное обеспечение наблюдений на гидрологических постах представлены в табл. 95.

Таблица 95

Методическое и приборное обеспечение наблюдений на гидрологических постах

№ п/п	Параметры, единицы измерения	Методика определения, (ГОСТ, РД)	Приборы для отбора проб и наблюдений
1	Сток воды, $м^3/с$	Наставление гидрометеорологическим станциям и постам РД 52.04.563-96 ГОСТ 17.1.3.07; 17.1.1.02	Промеры глубины и скорости течения – вертушка ГР-21,55
2	Уровень воды, см	Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды (Л.: Гидрометиздат, 1984)	Рейки, сваи
3	Температура воды, °С	——— " ———	Термометр ТМ-10
4	Ледовый режим	Правила охраны поверхностных вод (М.: Госкомприрода СССР, 1991) ГОСТ 17.1.5.01; 17.0.0.02; 17.1.5.04; 17.1.5.05; РД 52.04.107	Визуально Ледомерная рейка Рыбацкий бур
5	Химический состав воды (см. табл. 94, 99)	Временные методические указания гидрометеорологическим станциям и постам по отбору, подготовке проб воды и грунта на химический и гидробиологический анализ и проведение анализа "первого дня" ГОСТ 27.384; РД 52.24.495-95; 52.24.495-95; 52.24.496-95; 52.24.420-95	Батометр

Метеорологическая станция в районе д. Храмые осуществляет изучение метеорологических условий и климата близлежащей территории ОУХО «Марадыковский», техническое руководство работой прикрепленных постов (гидропосты Истобенск и Котельнич, посты наблюдения в районе д. Храмые и г. Котельнич), выполнением маршрутных наблюдений.

Полученная информация со всей сети наблюдений в районе ОУХО «Марадыковский» передается через каждые 3 часа в экологическую службу объекта и информационно-аналитический центр (ИАЦ) комплексного экологического мониторинга, а также в Кировский ЦГМС и Верхневолжское межрегиональное территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Данные о загрязнении атмосферного воздуха, получаемые с маршрутных метеопостов, передаются в ИАЦ 1 раз в декаду. Сведения об уровне воды с гидропостов передаются в теплое время года (с 15 марта до ледостава) ежедневно, зимой (от ледостава до 15 марта) – 1 раз в 5 дней.

Информация о приближении опасных и стихийных гидрометеорологических явлений подается в виде экстренной телеграммы с отметкой «Шторм» в экологическую службу ОУХО, районное и областное управления ГО и ЧС.

Критерии стихийных гидрометеорологических явлений, порядок и формы подачи штормового сообщения о них установлены в инструкции руководящего документа РД 52.04.563-96 .

Метеостанция обеспечивает население Оричевского района и близлежащей территории Верхошижемского, Котельничского и Орловского районов, заинтересованные организации и учреждения, предприятия полученными результатами гидрометеорологических наблюдений о климате, а также прогнозами и предупреждениями, полученными от прогностических органов Кировского ЦГМС, Верхневолжского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, в соответствии с действующим законодательством РФ.

Кировский ЦГМС осуществляет руководство сетью наблюдений подсистемы гидрометеорологического мониторинга ОУХО «Марадыковский», готовит и передает информацию в центр мониторинга, проводит стажировку работников, организует экспериментальные работы и наблюдения, испытания новых приборов, оборудования и методов наблюдения.

5.1.2.2. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха необходимо осуществлять как в ближайшей зоне к объекту (СЗЗ), так и в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ), сравнивая полученные показатели с фоновыми.

Поскольку территория ***санитарно-защитной зоны*** подвержена наиболее сильному влиянию функционирующего объекта, контроль за состоянием атмосферного воздуха в этой зоне наиболее информативен с точки зрения оценки воздействия ОУХО на воздушную среду. Мониторинг атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне проводит химико-аналитическая лаборатория ОУХО по комплексу параметров (табл. 89).

Служба государственного экологического контроля Комитета природных ресурсов на территории СЗЗ осуществляет ежемесячный контроль загрязнения атмосферного воздуха по перечню параметров, включенных в табл. 96. В программу работы подвижных постов государственного экологического контроля включены подфакельные замеры для определения содержания ЗВ (табл. 96) на расстояниях от 250 м до 10 км от источника выбросов (в соответствии с РД 52.04.186-89). Забор проб проводится в осевых точках факела и в точках слева и справа от оси на высоте 1,5–3,5 м. Одновременно измеряются метеопараметры (температура, давление и влажность воздуха, направление и скорость ветра, наличие неблагоприятных метеорологических условий).

Таблица 96

Показатели и периодичность контроля загрязнения атмосферного воздуха

№ п/п	Показатели	Метод определения и нормативный документ	Промплощадка ОУХО, КПР - гос. экол. контроль
1	2	3	4
1	Зарин	Хроматография	1 раз в месяц
2	Зоман	Хроматография	1 раз в месяц
3	Vx	Хроматография	1 раз в месяц
4	Иприт	Хроматография	1 раз в месяц
5	Люизит	Хроматография	1 раз в месяц
6	Диоксид азота	Хемосорбция и фотометрия РД 52.04.186-89, ПП. 5.2.1.3, 5.2.1.4	1 раз в квартал
7	N-метилпирролидон (N-МП)	Хроматография	1 раз в квартал
8	Пирофосфат натрия	Фотометрия Рд 52.04.186-89, п.5.2.4	1 раз в квартал
9	Спирт изобутило-вый (ИБС)	Хроматография	1 раз в квартал
10	Оксид углерода (II)	Газовая Хроматография ТО «палладий-3» АПИ 2.840.087	1 раз в квартал
11	Карбонат натрия	Гравиметрия, полярография РД 52.04.186-89, ч. 2, разд. 4	1 раз в квартал
12	Изобутилат калия	Хроматография	1 раз в квартал

	СЗЗ	ЗЗМ	Фон
	государственный экологический контроль и мониторинг источников загрязнения ОУХО	государственный экологический контроль и экологический мониторинг окружающей среды	мониторинг регионального фона
	5	6	7
	КПР, ЦГСЭН, ПЛ-А 1 раз в месяц	КПР, ЦГСЭН, ПЛ-А 1 раз в квартал	-
	КПР, ЦГСЭН, ПЛ-А 1 раз в месяц	КПР, ЦГСЭН, ПЛ-А 1 раз в квартал	-
	КПР, ЦГСЭН, ПЛ-А 1 раз в месяц	КПР, ЦГСЭН, ПЛ-А 1 раз в квартал	-
	КПР, ЦГСЭН, ПЛ-А 1 раз в месяц	КПР, ЦГСЭН, ПЛ-А 1 раз в квартал	-
	КПР, ЦГСЭН, ПЛ-А 1 раз в месяц	КПР, ЦГСЭН, ПЛ-А 1 раз в квартал	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал; Гидромет ПОСТ-2 4 раза в сутки (1, 7, 13, 19 ч)	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал; Гидромет маршрутн. посты 4 раза в сутки (1, 7, 13, 19 ч)	Гидромет 2 раза в сутки, маршрутные наблюдения
	КПР, ЦГСЭН – 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН – 1 раз в квартал	-
	-	-	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал; Гидромет 4 раза в сутки	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал; Гидромет 4 раза в сутки	Гидромет 2 раза в сутки, маршрутные наблюдения
	-	-	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-

1	2	3	4
13	Фторид калия	Фотометрия РД 52.04.186-89, п. 5.2.3.3	1 раз в квартал
14	Углеводороды	Газовая хроматография МУК 4.1.639-96, РД 52.04.186-89, п.5.3.3.5., п.5.3.3.7	1 раз в квартал
15	Моноэтаноламин (МЭА)	Хроматография	1 раз в квартал
16	Сульфат натрия	Гравиметрия, полярография РД 52.04.186-89, ч. 2, разд. 4	1 раз в квартал
17	Капролактам	Фотометрия	1 раз в квартал
18	Сульфат калия	Гравиметрия, полярография РД 52.04.186-89, ч. 2, разд. 4	1 раз в квартал
19	2-диэтиламино-этилизобутил-сульфид	Хроматография	1 раз в квартал
20	Фторид натрия	Фотометрия РД 52.04.186-89, п. 5.2.3.3	1 раз в квартал
21	Гидроксид натрия	Гравиметрия, полярография РД 52.04.186-89, ч. 2, разд. 4	1 раз в квартал
22	Ацетилен		1 раз в квартал
23	Спирт изопропило-вый (ИПС)	Фотометрия	1 раз в квартал
24	Оксид свинца	Фотометрия РД 52.04.186-89, п.5.2.5.7	1 раз в квартал
25	Сажа	РД 52.04.186-89	1 раз в квартал
26	Диоксид серы	Хемосорбция и фотометрия РД 52.04.186-89, п.5.2.7.1	1 раз в квартал
27	Серная кислота	Турбидиметрия, кулонометрия РД 52.04.186-89, п.5.2.7.7	1 раз в квартал
28	Сварочный аэрозоль		1 раз в квартал
29	Гидроксид кальция	Рентгено-флуоресцентный РД 52.04.186-89	1 раз в квартал

	5	6	7
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал Гидромет – 4 раза в сутки	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал; Гидромет – 4 раза в сутки	Гидромет 2 раза в сутки, маршрутные наблюдения
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-
	-	-	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-
	-	-	-
	-	-	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-
	-	-	-
	-	-	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал; Гидромет 4 раза в сутки	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал; Гидромет 4 раза в сутки	Гидромет 2 раза в сутки, маршрутные наблюдения
	Гидромет 4 раза в сутки	Гидромет 4 раза в сутки	Гидромет 2 раза в сутки, маршрутные наблюдения
	-	-	-
	-	-	-

1	2	3	4
30	Фтороводород	Хемосорбция и фотометрия РД 52.04.186-89, п.5.2.3.2	1 раз в квартал
31	Зола древесная		1 раз в квартал
32	Гидроксид калия	Гравиметрия, полярография РД 52.04.186-89, ч. 2, разд. 4	1 раз в квартал
33	Хлорид мышьяка (III)	Фотометрия РД 52.04.186-89, п.5.2.5.4	1 раз в квартал
34	Оксид азота (II)	Хемосорбция и фотометрия РД 52.04.186-89, пп. 5.2.1.5, 5.2.1.6	1 раз в квартал
35	Метиловый спирт	Фотометрия РД 52.04.186-89, п. 5.3.3.9	1 раз в квартал
36	Фосфат кальция	Фотометрия РД 52.04.186-89	1 раз в квартал
37	Пыль неорганическая	Гравиметрия РД 52.04.186-89, п.5.2.6	1 раз в квартал
38	Фторид кальция	Фотометрия, МВИ содержания фторидов в атмосферном воздухе	1 раз в квартал
39	Карбонат кальция	Фотометрия РД 52.04.186-89	1 раз в квартал
40	Спирт пинаколиновый	Хроматография	1 раз в квартал
41	Фосфорный ангидрид	Фотометрия РД 52.04.186-89, п.5.2.4	1 раз в квартал
42	Фосфат калия	Фотометрия РД 52.04.186-89	1 раз в квартал
43	Сульфонол		1 раз в квартал

Примечание: По данному перечню показателей проводится контроль за атмосферными осадками (дождь, снег).

Продолжение табл. 96

	5	6	7
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-
	-	-	-
	-	-	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН – 1 раз в квартал	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал Гидромет 4 раза в сутки	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал; Гидромет – 4 раза в сутки	Гидромет 2 раза в сутки, маршрутные наблюдения
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-	-
	-	-	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал Гидромет 4 раза в сутки	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал; Гидромет – 4 раза в сутки	Гидромет 2 раза в сутки, маршрутные наблюдения
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-
	-	-	-
	-	-	-
	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	КПР, ЦГСЭН 1 раз в квартал	-
	-	-	-
	-	-	-

На границе санитарно-защитной зоны в населенных пунктах Терешичи, Березины, Быстряги, Жуки, Новожилы, Мирный и в районе бывшего железнодорожного карьера в порядке контроля за выбросами ОУХО «Марадыковский» служба санитарно-эпидемиологического надзора осуществляет контроль за общепромышленными и специфическими загрязняющими веществами (табл. 96).

В санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий проводится контроль за содержанием загрязняющих веществ в атмосферных осадках (анализ снега – 1 раз в сезон в феврале, дождевые осадки – 3 раза в сезон) по той же системе показателей, что и атмосферный воздух (табл. 96).

В подсистеме производственного мониторинга контроль загрязняющих веществ в атмосферном воздухе проводится при помощи АСПК, ПЛА и химико-аналитической лабораторией ОУХО. Периодичность контроля установлена с учетом валового выброса, ПДК и класса опасности ЗВ. Первые 26 загрязняющих веществ контролируются с повышенной частотой (табл. 89).

На территории ***зоны защитных мероприятий*** состояние воздушной среды контролируется автоматическими стационарными постами контроля, установленными в населенных пунктах. Основными критериями выбора мест размещения АСПК в населенных пунктах должны быть близость к ОУХО и численность населения.

В табл. 97, 98 приведены сведения о населенных пунктах, находящихся в зоне защитных мероприятий объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский». В табл. 97 данные упорядочены по убыванию критерия N/R, а в табл. 98 – по убыванию критерия N/R^2 (N – население населенного пункта, R – расстояние населенного пункта от ОУХО, км).

На основании значения критерия N/R^2 целесообразно установить 6 АСПК – в населенных пунктах Мирный, Быстряги, Брагичи, Истобенск, Оричи, Котельнич (рис. 50). Следовало бы в этот перечень включить населенные пунктки Пищалье и Шалегово, однако на пути к ним, вблизи от объекта размещены вышеотмеченные населенные пункты Быстряги и Брагичи, информация АСПК в которых позволит оценить экологическую ситуацию.

Автоматические стационарные посты контроля оснащаются приборно-техническими средствами, позволяющими контролировать в автоматическом режиме метеопараметры и содержание в воздушной среде общепромышленных загрязняющих примесей на уровне 0,5 среднесуточных ПДК селитебной зоны. Кроме того, на постах предусматривается установка автоматических газосигнализаторов ОВ.

Полученная от приборно-технических средств информация поступает в ЭВМ поста и по телефонному каналу передается в ИАЦ один раз в 20 мин., при превышении ПДК или по запросу – немедленно. В пгт. Мирный, Оричи и г.Котельнич устанавливаются табло типа «Бегущая строка» с отображением информации о состоянии окружающей среды.

Таблица 97

Характеристика населенных пунктов в зоне защитных мероприятий ОУХО по убыванию критерия N/R

Название	Население, чел. (N)	Расстояние от ОУХО, км (R)	N/R
Котельнич	31793	13,9	2287
Мирный	4041	3	1347
Оричи	8251	21,3	387
Истобенск	727	10,7	67,94
Быстряги	158	3	52,67
Пищалье	491	10,3	47,67
Шалегово	500	11,9	42,02
Брагичи	164	4,4	37,27
Зеленый	334	9,2	36,30
Тарасовы	81	4,5	18,00
Храмые	30	3,4	8,82
Марадыково	14	1,7	8,24
Новожилы	14	2	7,00
Бурундуки	50	7,7	6,49
Терешичи	20	3,3	6,06
Крысовы	46	9	5,11
Шевнины	46	9,7	4,74
Ерши	8	1,7	4,71
Ряби	14	3,1	4,52
Нечаевы	27	6,1	4,43
Серичи	8	2,1	3,81
Целищевы	29	8,4	3,45
Ярыгины	35	10,4	3,37
Подволочье	28	8,6	3,26
Парамшонки	26	8,3	3,13
Пленковы	25	9,4	2,66
Казарма	5	2,3	2,17
Осиново	21	9,7	2,16
Тихоненки	7	3,4	2,06
Залесье	13	9,5	1,37
Березкины	6	4,5	1,33
Березины	5	4	1,25
Вершининцы	12	9,9	1,21
Омеличи	7	5,8	1,21
Жуки	4	3,4	1,18
Панкратенки	11	9,4	1,17
Коробейники	10	9	1,11
Мусоновы	10	10,3	0,97

Продолжение табл. 97

Одегово	7	8,8	0,80
Максенки	6	8,9	0,67
Красново	5	9,6	0,52
Корсаки	3	6,2	0,48
Якуничи	2	4,6	0,43
Подгоряна	4	9,5	0,42
Чигили	1	3	0,33
Крутцы	3	10,1	0,30
Горбачи	1	5,1	0,20
Треничи	1	6,5	0,15
Сафоничи	0	7,9	0,00

Таблица 98

Характеристика населенных пунктов в зоне защитных мероприятий ОУХО по убыванию критерия N/R^2

Название	Население, чел. (N)	Расстояние от ОУХО, км (R)	N/R^2
Мирный	4041	3	449
Котельнич	31793	13,9	164
Оричи	8251	21,3	18,2
Быстряги	158	3	17,56
Брагичи	164	4,4	8,47
Истобенск	727	10,7	6,35
Марадыково	14	1,7	4,84
Пищалье	491	10,3	4,63
Тарасовы	81	4,5	4,00
Зеленый	334	9,2	3,95
Шалегово	500	11,9	3,53
Новожилы	14	2	3,50
Ерши	8	1,7	2,77
Храмые	30	3,4	2,60
Терешичи	20	3,3	1,84
Серичи	8	2,1	1,81
Ряби	14	3,1	1,46
Казарма	5	2,3	0,95
Бурундуки	50	7,7	0,84
Нечаевы	27	6,1	0,73
Тихоненки	7	3,4	0,61
Крысовы	46	9	0,57
Шевнины	46	9,7	0,49
Целищевы	29	8,4	0,41
Подволочье	28	8,6	0,38

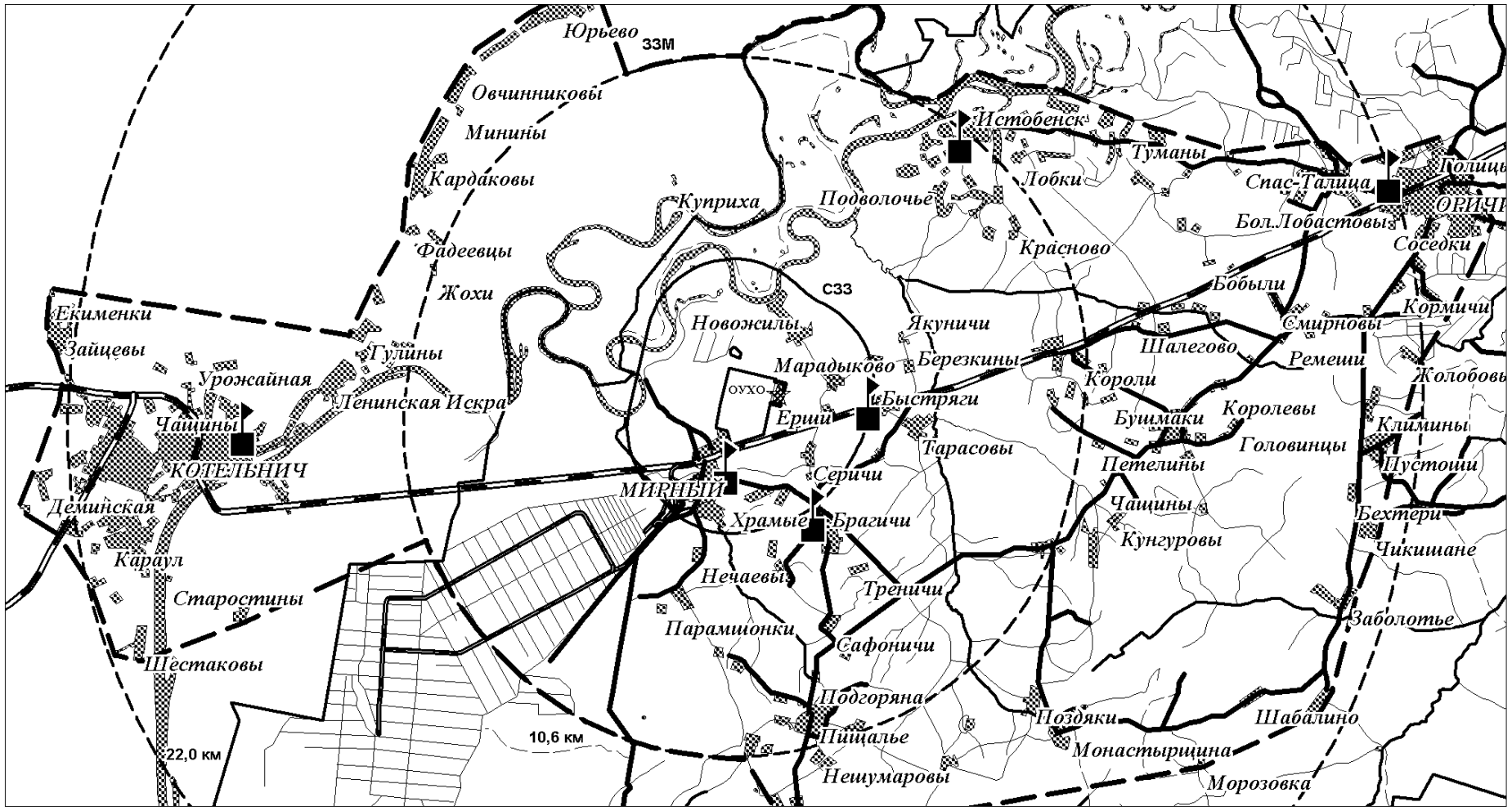
Продолжение табл. 98

Парамшонки	26	8,3	0,38
Жуки	4	3,4	0,35
Ярыгины	35	10,4	0,32
Березины	5	4	0,31
Березкины	6	4,5	0,30
Пленковы	25	9,4	0,28
Осиново	21	9,7	0,22
Омеличи	7	5,8	0,21
Залесье	13	9,5	0,14
Панкратенки	11	9,4	0,12
Коробейники	10	9	0,12
Вершининцы	12	9,9	0,12
Чигили	1	3	0,11
Якуничи	2	4,6	0,09
Мусоновы	10	10,3	0,09
Одегово	7	8,8	0,09
Корсаки	3	6,2	0,08
Максенки	6	8,9	0,08
Красново	5	9,6	0,05
Подгоряна	4	9,5	0,04
Горбачи	1	5,1	0,04
Крутцы	3	10,1	0,03
Треничи	1	6,5	0,02
Сафоничи	0	7,9	0,00

Комитет природных ресурсов на территории ЗЗМ проводит государственный экологический контроль и обеспечивает организацию мониторинга атмосферного воздуха по системе показателей табл. 96. Персонал метеостанции на маршрутных постах в ЗЗМ 4 раза в сутки проводит отбор проб атмосферного воздуха для химического анализа по 5 показателям (оксиды азота, углерода, серы, углеводороды и пыль неорганическая). На границе зоны защитных мероприятий по направлениям 8 румбов от ОУХО в населенных пунктах Пищалье, Крутцы, Вершининцы, Крысовы, а также в районе полей торфодобычи торфопредприятия Пищальское службой Госсанэпиднадзора по программе мониторинга ежеквартально ведется отбор проб воздуха для анализа по 25 показателям и 1 раз в год в качестве осуществления государственного надзора.

Контроль состояния воздуха на стационарных постах ведется с использованием автоматических газоанализаторов. Верхний предел измерений газоанализаторов не должен превышать 100-кратного значения максимально разовых предельно допустимых концентраций (ПДК).

Мониторинговые наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы на маршрутных постах в зоне защитных мероприятий ведутся передвижными лабораториями.



- АСПК

Масштаб 1:300 000

Рис. 50. Схема расположения автоматических стационарных постов контроля (АСПК) атмосферного воздуха на территории ЗЗМ ОУХО

Одновременно с отбором проб воздуха или регистрацией концентраций примесей в ЗЗМ на стационарных и маршрутных постах ведутся метеорологические наблюдения за скоростью, относительной влажностью, давлением и направлением ветра, температурой воздуха, состоянием погоды, при подфакельных наблюдениях – за скоростью и направлением ветра.

Программа мониторинга атмосферного воздуха в зоне защитных мероприятий с указанием перечня показателей, периодичности контроля и исполнителей представлена в табл. 96.

Контроль загрязнений атмосферного воздуха осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.3.01-86 (СТ СЭВ 1925-79) «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» ИСО/TR 4227-89 «Планирование контроля качества окружающего воздуха, РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы», СанПиН 2.1.6.983-00 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест», РД 52.14.10-83 «Система стандартизации Госкомгидромет», ГН 2.1.6.790-99 «ОБУВ загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

Конкретные требования к методам и средствам отбора проб воздуха, условиям их хранения и транспортировки, индивидуальным для каждого загрязняющего вещества, указаны в РД 52.14.65-86 (разделы 4 и 5). Пробы, отобранные в контрольных точках на постах всех типов, анализируются лабораторными методами в соответствии с РД.52.04.186-89.

Контроль атмосферных осадков

В программу комплексного экологического мониторинга включен контроль состояния атмосферных осадков (снег и дождь). Снеговой покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу, поэтому химический состав снега широко используется как интегральный показатель чистоты атмосферного воздуха в различных национальных и международных программах экологического мониторинга.

Анализ снега выполняется один раз в год в начале февраля из проб, взятых на всю глубину снегового покрова. Точки отбора проб снега устанавливаются в пределах СЗЗ через каждые 500 м по трем преобладающим направлениям ветра в данном зимнем сезоне и на границе санитарно-защитной зоны ОУХО по 8 румбам (около населенных пунктов Терешичи, Березины, Быстряги, Жуки, Новожилы, Мирный, в районе бывшего железнодорожного карьера и у Карповых озер). При этом отмечается общая глубина снежного покрова (в см). Контрольная (фоновая) проба снега берется на расстоянии более 10 км от ОУХО за пределами населенных пунктов (например, вблизи д. Крутцы).

Атмосферные осадки (снег и дождь) контролируются в соответствии с РД 52.04.186-89 ч.II разд.4 «Определение концентрации примесей в атмосферных осадках и снежном покрове» по тому же перечню показателей, что и атмосферный воздух (табл. 96).

5.1.2.3. Мониторинг водных источников

Мониторинг поверхностных вод. Поверхностные водные источники в СЗЗ и ЗЗМ объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» представлены проточными водотоками (реки Вятка, Березовка, Погиблица, Холуница, Васевка, Бражиха), замкнутыми водоемами, среди которых имеются водоемы искусственного происхождения (пруды на территории жилой зоны в/ч арсенала хранения химического оружия и вблизи пгт. Мирный) и естественные водоемы (пойменные озера).

Объекты хранения и уничтожения химического оружия находятся в долинном комплексе р. Вятки, протекающей по территории санитарно-защитной зоны ОУХО. Река Вятка является источником питьевого водоснабжения населения Кировской области и относится к водным источникам федерального значения. На границе СЗЗ (2,8–3,0 км от ОУХО) протекает небольшая река Березовка, впадающая в р. Погиблицу – приток р. Вятки.

Пойменные (старичные) Карповые озера находятся на расстоянии около 2 км от объекта «Долина» – площадки захоронения отходов 1-го класса опасности –- и входят в СЗЗ объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский».

Из перечисленных выше водных источников в пределах санитарно-защитной зоны ОУХО важнейшим является р. Вятка. Поэтому на верхнем (фоновом) и нижнем (контрольном) гидропостах р. Вятки (рис. 44), кроме показателей, отслеживаемых службой ЦГСМ, Комитетом природных ресурсов проводится контроль за содержанием ОВ и продуктами их гидролиза.

В программу мониторинга поверхностных водных объектов ЗЗМ объекта «Марадыковский» включены наблюдения на р. Погиблица, питающей пруд площадью 50 га у пгт. Мирный, который используется как водоем культурно-бытового назначения. Владелец пруда – Пищальское торфопредприятие - ведет наблюдения за его уровнем и расходом воды в р. Погиблице. Наблюдения проводятся у затвора плотины, регулирующей уровень пруда. В программу мониторинга поверхностных водных источников, кроме двух гидропостов на реке Вятке, включены гидрохимические исследования еще на двух гидропостах – на сбросе плотины и на р. Погиблице, ниже места впадения в нее р. Березовки. Кроме контроля качества воды на гидропостах вышеотмеченных рек на территории ЗЗМ в программу мониторинга включены мониторинговые наблюдения за состоянием водных экосистем на Карповых озерах (место бывшего уничтожения химического оружия) и озере Лопатинское.

Схема сети мониторинга поверхностных водных объектов на территории зоны защитных мероприятий представлена на рис. 51.

Программа мониторинговых наблюдений состояния поверхностных вод с указанием перечня контролируемых показателей методов их определения, периодичности наблюдений, объектов контроля и исполнителей, представлена в табл. 99.

Рис. 51. Схема сети мониторинга поверхностных водных объектов на территории ЗЗМ

Таблица 99

Показатели и периодичность мониторинга загрязнения поверхностных вод

№ п/п	Показатели	Метод определения и нормативный документ	СЗЗ	ЗЗМ
			КПР - гос. экол. контроль – пруд на территории войсковой части	Гидромет, КПР - гос. экол. контроль – р. Вятка гидропост Котельнич
1	2	3	4	5
1	$БПК_5$	Титриметрия РД 52.24.420-95 ЦВ 2.01.08.91 "А" МВИ	3 раза в год	1 раз в месяц
2	Взвешенные вещества	Гравиметрия ПНД Ф 14.1:2.110-97 РД 52.24.468-95 РД 33-5.3.18-96 ЦВ 2.02.11.91 "А" МВИ	3 раза в год	1 раз в месяц
3	Жесткость	Титриметрия ПНД Ф 14.1:2.98-97. РД 52.24.395955 МУ РД 33-5.3.06-96	3 раза в год	7 раз в год
4	Прозрачность	РД 52.24.496-95	3 раза в год	7 раз в год
5	Растворенный кислород	РД 33-5.3.09.96 ПНД Ф 14.1:2.101-97 РД 52.24.419-95	3 раза в год	1 раз в месяц
6	pH	Потенциометрия РД 52.24.495-95 ПНД Ф 14.1:2:3:4.127-97	3 раза в год	1 раз в месяц
7	Электропроводность	РД 33-5.3.09.96 ПНД Ф 14.1:2.101-97 РД 52.24.419-95	3 раза в год	-
8	Запах		3 раза в год	1 раз в месяц
9	Гибель гидробионтов		3 раза в год	-
10	Окислительно-восстановительный потенциал		3 раза в год	7 раз в год

ЗЗМ				Фон	
КПР, ЦГСЭН - гос. экол. контроль				Гидромет- р. Вятка гидропост Истобенск	КПР – р. Вятка, автоматический гидропост
р. Погибли ца	р. Вятка, автомат ический гидропо ст	пруд пгт. Мирный	Карповые озера		
6	7	8	9	10	11
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	1 раз в месяц	-
3 раза в год	-	-	-	1 раз в месяц	-
3 раза в год	-	-	-	7 раз в год	-
3 раза в год	непрер.	3 раза в год	3 раза в год	7 раз в год	непрер.
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	1 раз в месяц	-
7 раз в год	непрер.	7 раз в год	7 раз в год	1 раз в месяц	непрер.
3 раза в год	непрер.	-	-	-	непрер.
3 раза в год	-	3 раза в год	3 раза в год	1 раз в месяц	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	7 раз в год	-

1	2	3	4	5
11	Сухой остаток		3 раза в год	-
12	ХПК	ЦВ 1.04.35-98 "А" МВИ ПНД Ф 14.1:2.19-95 ПНД Ф 14.1:2.100-97 РД 52.24.421 955 МУ	3 раза в год	1 раз в месяц
13	СПАВ	Фотометрия РД 52.24.439 955 МУ ПНД Ф 14.1:2.115-97 ПНД Ф 14.1:2:4.27-95	3 раза в год	7 раз в год
14	Азот аммонийный	Фотометрия потенциометрия РД 52.24.394955 МУ ЦВ 2.02.49-97 "А" МВИ ПНД Ф 14.1.1-95 ПНД Ф 14.1:2:4. 85-96	3 раза в год	1 раз в месяц
15	Азот общий	Титриметрия УФ спектроскопия фотометрия ЦВ 2.01.10-91 "А" МВИ РД 52.24.481955 МУ РД 52.24.364955 МУ	3 раза в год	-
16	Железо	Фотометрия флуориметрия ПНД Ф 14.1:2. 2-95 ЦВ 2.04.13-91 "А" МВИ ПНД Ф 14.1.29-95 РД 52.24.466955 МУ РД 52.24.358955 МУ ПНД Ф 14.1:2.50-96	3 раза в год	7 раз в год
17	Марганец	Спектрометрия фотометрия рентгено- флуоресцентный метод РД 52.24.377955 МУ ЦВ 3.16.02-95 "А" МВИ ЦВ 3.19.08-96 "А" МВИ ПНД Ф 14.1:2.61-96 ПНД Ф 14.1:2:4.125-97 РД 52.24.467955 МУ РД 33-5.3.03-96 ПНД Ф 14.1:2:4.43-96	3 раза в год	-

Продолжение табл. 99

6	7	8	9	10	11
3 раза в год	-	-	-	-	-
7 раз в год	непрер.	7 раз в год	7 раз в год	1 раз в месяц	непрер.
3 раза в год	-	-	-	7 раз в год	-
3 раза в год	-	-	-	1 раз в месяц	-
3 раза в год	-	3 раза в год	3 раза в год	-	-
3 раза в год	-	3 раза в год	3 раза в год	7 раз в год	-
3 раза в год	-	3 раза в год	3 раза в год	-	-

1	2	3	4	5
18	Мышьяк	Фотометрия ИВА АА-спектрометрия ПНД Ф 14.1:2.49-96 ПНД Ф 14.1:2.94-97 РД 52.24.378-95 РД 33-5.3.02-96	3 раза в год	-
19	Нитраты	Фотометрия РД 52.24.380-95 ПНД Ф 14.1:2.4.119-97 РД 52.24.367955 МУ	3 раза в год	7 раз в год
20	Нитриты	Фотометрия флуориметрия РД 52.24.381-95 ПНД Ф 14.1:2:4.89-96 ПНД Ф 14.1:2:4.26-95	3 раза в год	7 раз в год
21	Фосфаты	Фотометрия титриметрия ЦВ 2.04.09-91 "А" МВИ РД 52.24.382-95 ЦВ 2.04.01-91 "А" МВИ ПНД Ф 14.1:2.112-97	3 раза в год	7 раз в год
22	Фториды	Потенциометрия жидк. хроматография ПНД Ф 14.1:2:4.23-95 ПНД Ф 14.1:2:4.33-95 РД 52.24.360-95 ПНД Ф 14.1:2:4.87-96	3 раза в год	-
23	Свинец	АА-спектрометрия ИВА фотометрия флуориметрия полярография потенциометрия РД 52.24.377-95; ЦВ 3.19.08-96 "А" МВИ ПНД Ф 14.1:2.:4.13-95 ЦВ 3.16.02-95 "А" МВИ ПНД Ф 14.1:2.22-95 ПНД Ф 14.1:2.:4.59-96 ПНД Ф 14.1:2.:4.63-96 ПНД Ф 14.1:2.54-96 РД 52.24.448-95 ПНД 14.1:2:4.41-95 МВИ на АВС-1 № 06-08..97	3 раза в год	-

Продолжение табл. 99

6	7	8	9	10	11
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
3 раза в год	-	-	-	7 раз в год	-
3 раза в год	-	-	-	7 раз в год	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	7 раз в год	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
3 раза в год	-	3 раза в год	3 раза в год	-	-

1	2	3	4	5
24	Сероводо-род и суль-фиды	Фотометрия флуориметрия потенциометрия РД 52.24.450955 МУ РД 33-5.3.17-96 ПНД Ф 14.1:2.109-97	3 раза в год	-
25	Сульфаты	Титриметрия гравиметрия потенциометрия ПНД Ф 14.1:2.107-97 ПНД Ф 14.1:2.108-97 РД 52.24.483955 МУ РД 52.24.453955 МУ РД 52.24.405-95 РД 52.24.406-95 РД 52.24.401-95	3 раза в год	7 раз в год
26	Хлориды	Титриметрия потенциометрия фотометрия ПНД Ф 14.1:2.96-97 ПНД Ф 14.1:2.111-97 РД 52.24.402955 МУ РД 52.24.407955 МУ РД 52.24.361955 МУ РД 33-5.3.04-96 ЦВ 2.07.05-91."А" МВИ	3 раза в год	7 раз в год
27	N-метил-пирролидон	Хроматография ИК-спектроскопия	3 раза в год	-
28	Моно-этаноламин	Хроматография ИК-спектроскопия	3 раза в год	-
29	Спирт изо-бутиловый	Хроматография ИК-спектроскопия	3 раза в год	-
30	Спирт изо-пропиловый	Хроматография ИК-спектроскопия АЮВ 0.005.170 МВИ	3 раза в год	-
31	Спирт пи-наколино-вый	Хроматография ИК-спектроскопия	3 раза в год	-
32	Изобутилат калия	Хроматография ИК-спектроскопия	3 раза в год	-

Продолжение табл. 99

6	7	8	9	10	11
3 раза в год	-	-	-	-	-
3 раза в год	-	-	-	7 раз в год	-
3 раза в год	-	-	-	7 раз в год	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-

1	2	3	4	5
33	2-диэтил-аминоэтил-изобутил-сульфид	Хроматография ИК-спектроскопия	3 раза в год	-
34	Капролактам	Хроматография ИК-спектроскопия	3 раза в год	-
35	Органический углерод	ИК-спектроскопия	3 раза в год	-
36	Органические сернистые соединения	Иодометрия	3 раза в год	-
37	Фосфорорганические соединения		3 раза в год	-
38	Фторорганические соединения	ГЖХ ПНД Ф 14.1.71-96	3 раза в год	-
39	Хлорорганические соединения	ГЖХ ПНД Ф 14.1.71-96	3 раза в год	-
40	Мышьякорганические соединения		3 раза в год	-
41	Жиры и масла	Гравиметрия ПНД Ф 14.1:2.122-97 ЦВ 2.02.31-98 "А" МВИ	3 раза в год	-
42	Метанол	Фотометрия ГЖХ ПНД Ф 14.1:2.102-97 РД 52.24.423-95 РД 33-5.3.10-96 ПНД Ф 14.1:2.76-96	3 раза в год	-

Продолжение табл. 99

6	7	8	9	10	11
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
3 раза в год	-	-	-	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
3 раза в год	-	-	-	-	-
3 раза в год	-	-	-	-	-

1	2	3	4	5
43	Нефте-продукты	ИК-спектроскопия хроматогряфия гравиметрия ПНД Ф 14.1:2.5-95 РД 52.24.476955 МУ ПНД Ф 14.1:2.62-96 ПНД Ф 14.1:2.116-97 ЦВ 1.12.31-96 "А" МВИ ЦВ 2.02.12-91 "А" МВИ РД 52.24.80-89 ОСТ 38.01378-85 Мин-нефтехимпрома СССР ПНД Ф 14.1:2:4.118-98	3 раза в год	1 раз в месяц
44	Микробио-логические показатели		3 раза в год	-
45	Радиоак-тивные вещества	Радиометрия	-	-
46	Иприт	Хроматография	3 раза в год	-
47	Люизит	Хроматография	3 раза в год	-
48	Зарин	Хроматография	3 раза в год	-
49	Зоман	Хроматография	3 раза в год	-
50	Vx	Хроматография	3 раза в год	-

Гидрохимические наблюдения на данных водотоках проводятся ежемесячно с апреля по октябрь.

Качество воды водоемов контролируется в соответствии с ГОСТ 2761-84 и СанПиН 2.1.5.980-00, водопроводной питьевой воды - ГОСТ Р 51593-00, и СанПиН 2.1.4.1074-01. Вода родников нецентрализованного водоснабжения контролируется в соответствии с СанПиН 2.1.4.544-96, СП 2.1.5.761-99.

Мониторинг подземных вод. *Систематические наблюдения за состоянием подземных вод проводятся с целью получения данных, характеризующих:*

– водоносные горизонты и заключённые в них подземные воды;

– величину и режим отбора подземных вод водозаборными сооружениями;

– техническое состояние водозаборных сооружений;

– состояние зон санитарной охраны водозабора подземных вод.

Мониторинг подземных вод проводится на основании методических рекомендаций [300]. Результаты наблюдений передаются природоохранным

Продолжение табл. 99

6	7	8	9	10	11
3 раза в год	-	3 раза в год	3 раза в год	1 раз в месяц	-
-	-	3 раза в год	3 раза в год	-	-
-	-	3 раза в год	3 раза в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-
7 раз в год	-	7 раз в год	7 раз в год	-	-

органам и обобщаются с другими материалами, полученными при ведении экологического мониторинга ОУХО.

Наблюдения за эксплуатируемым водоносным горизонтом должны проводиться непосредственно в водозаборных скважинах. Наблюдаемыми показателями являются величина водоотбора (дебит водозаборных скважин), уровень и температура подземных вод, химический состав, физические свойства подземных вод и микробиологические характеристики. Определяется величина отбора объёма воды за фиксированный промежуток времени либо непосредственно дебит скважины, представляющий количество воды, отобранное в единицу времени (л/с, $м^3$/час, $м^3$/сут). Учёт величины водоотбора необходим для установления величины платежей при пользовании недрами для добычи подземных вод. Замеры уровней подземных вод в скважинах проводятся недропользователями 1 раз в месяц одновременно с измерением дебита скважины в одни и те же установленные даты, согласованные с региональными природоохранными органами. При некруглосуточной работе скважин измерения

уровня должны проводиться перед каждой остановкой скважины и перед каждым ее включением.

В СЗЗ и ЗЗМ объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» насчитывается пять предприятий-недропользователей, на балансе которых стоят 33 скважины из них 27 скважин эксплуатируются регулярно, 2 стоят в резерве, 4 скважины подлежат тампонажу. Данные об эксплуатационных скважинах приведены в табл. 100.

Таблица 100

Характеристика эксплуатационных скважин на территории ЗЗМ ОУХО «Марадыковский»

№ п/п	Организация-недропользователь	Количество водозаборных скважин	Объём добычи подземных вод, $м^3$/сутки	Наличие лицензии
1	Пищальское торфопредприятие	12	1300	Есть
2	СХПК* «Заря»	8	<100	Нет
3	В/ч № 21228	4	300	Нет
4	МП ЖКХ	1	<100	Нет
5	Кировское отд. Горьковской ж/д разъезд Марадыковский	2	<100	Нет

Примечание: * – сельскохозяйственный производственный кооператив.

Глубина водозаборных скважин, в основном, варьирует в пределах 70–100 м. Наибольший водоотбор осуществляется группой скважин, расположенных в пгт. Мирный (Пищальское торфопредприятие), и составляет 1300 $м^3$/сут.

Эксплуатируемые подземные воды можно охарактеризовать как пресные, гидрокарбонатные натриевые с минерализацией 0,2–0,3 г/$дм^3$, жесткостью 0,2–1,7 мг-экв/$дм^3$. Реакция среды – щелочная (pH изменяется от 8,4–8,6 до 9,25–9,4). В единичных пробах (скв. № 787, 20972, 33525, 61498 пгт. Мирный) отмечается повышенное содержание бора (до 2 ПДК) от 0,5 до 1,08 мг/$дм^3$, фтора (в пределах ПДК) 1,44 мг/$дм^3$ (скв. № 20964 ст. Марадыковский).

К западу от пгт. Мирный (скв. б/н каз. Погиблица) наблюдается изменение химического состава подземных вод с увеличением минерализации. По катионно-анионному составу вода из гидрокарбонатной переходит в гидрокарбонатно-сульфатно-натриевую с минерализацией до 1,1 г/$дм^3$, жесткостью 0,6 мг-экв/$дм^3$ и pH – 8,7. Причины изменения качественного состава подземных вод не установлены, но приуроченность их к долине р. Вятки чётко просматривается. Возможно, идет подпитка водами нижележащих водоносных горизонтов по ослабленным зонам, приуроченным к долине р. Вятка.

В районе планируемого строительства ОУХО (пгт. Мирный, н.п. Новожилы, д.Марадыково, разъезд Марадыковский), наряду с централизованным, ведётся и нецентрализованное водоснабжение из колодцев. Эксплуатируется четвертичный аллювиально-флювиогляциальный водоносный горизонт, воды которого не защищены от загрязнения. Воды аллювиальных отложений содержатся в разнозернистых песках и гравийно-галечных прослоях, слагающих долины рек Вятки и Быстрицы. Мощность обводненной толщи редко превышает 20 метров. Источником питания первого водоносного горизонта являются, в основном, атмосферные осадки и воды нижележащих слоев в местах разгрузки. В природном водном балансе территории горизонт служит регулирующей емкостью для питания нижележащих слоев через зоны повышенной проницаемости пород, так называемые «гидрогеологические окна».

Установлена отчетливая взаимосвязь этого горизонта с речным стоком, что, в целом, позволяет рассматривать территорию ЗЗМ как единую гидравлическую систему, имеющую гидродинамическую связь с основной дренирующей водной артерией – р. Вятка. Коэффициент фильтрации аллювиальных отложений изменяется от 1,2 до 43,5 м/сут. Воды преимущественно гидрокарбонатно-кальциевого состава, умеренно жесткие, с минерализацией 0,1–0,6 г/дм^3. Характерно наличие в воде повышенной концентрации железа 3–15,5 мг/дм^3.

Государственный экологический контроль качества воды в эксплуатационных скважинах объектов хранения и уничтожения химического оружия должен проводиться ежеквартально, а в наблюдательных скважинах – 3 раза в год. В рамках программы комплексного экологического мониторинга ОУХО включены наблюдения за подземными водами на 5 наблюдательных скважинах, расположенных в санитарно-защитной зоне ОУХО между промплощадкой объекта и поймой р. Вятки (рис. 52), по системе показателей табл.101.

Наблюдения за качеством подземных вод, включенных в программу мониторинга, должны проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения», СанПиН 2.1.4.544-96 «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» и СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», СП 2.1.5.1059-01.

В программу мониторинга состояния подземных вод на территории зоны защитных мероприятий включены наблюдения на 4 эксплуатационных скважинах, расположенных в населенных пунктах Быстряги, Брагичи, Бурундуки и на окраине пгт. Мирный (рис. 52). Отбор подземных вод предусмотрено проводить 3 раза в год (после пика весеннего паводка, в летний сезон и в осеннюю межень) и выполнять полный химический анализ по перечню показателей табл.101.

Кроме того, из водозаборных скважин, расположенных в ЗЗМ, Центр Госсанэпиднадзора 1 раз в квартал проводит химический и бактериологический анализ питьевой воды. Контроль за подземными водами регламентируется СанПиН 2.1.4.554-96 «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения» и СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения». Состояние водозаборных скважин контролируется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и наблюдения», СП 2.1.5.761-99, ГОСТ Р 51593-00.

Программа мониторинга подземных вод и контроля питьевых вод в ЗЗМ по объекту «Марадыковский» с указанием перечня показателей, метода их определения, периодичности и исполнителей представлена в табл. 101.

К моменту пуска объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский» должен быть накоплен материал, отображающий состояние подземных вод в районе его размещения. Организация, осуществляющая мониторинг, должна располагать программными средствами моделирования динамики подземных вод и распространения загрязнений с ними. При возникновении нештатных или аварийных ситуаций на основании накопленных данных проводится моделирование и прогнозирование возможного загрязнения и его распространения с подземными водами.

Для обеспечения готовности системы мониторинга к аварийным ситуациям накопление данных о состоянии компонентов окружающей среды, разработка средств моделирования и прогнозирования динамики развития ситуации должны проводиться задолго до пуска объекта УХО, начиная с предпроектной стадии в соответствии с требованиями СП 11-102-97 [206].

5.1.2.4. Мониторинг почв

В программу экологического мониторинга окружающей природной среды в районе влияния ОУХО «Марадыковский», на территории санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий, включены наблюдения за состоянием почв.

Основными задачами почвенно-экологического мониторинга ОУХО являются:

– контроль за локальным загрязнением почв специфическими видами загрязняющих веществ в зонах влияния ОУХО ;

– контроль за изменением свойств и режимов почв под влиянием загрязняющих веществ;

– контроль за «консервативными» показателями, отражающими процессы деградации или глубоких изменений в почвах.

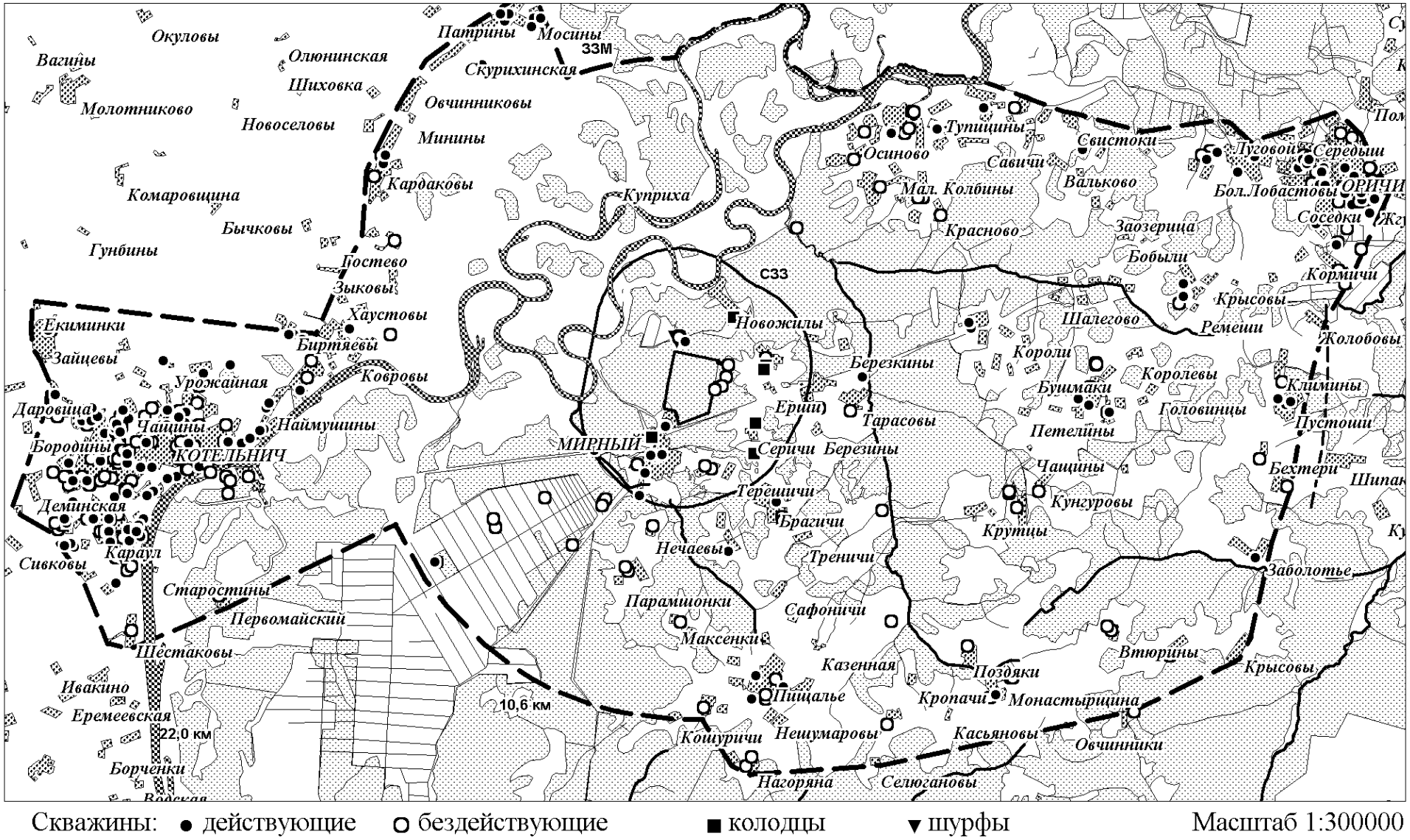


Рис. 52. Схема расположения эксплуатируемых и проектируемых к наблюдению скважин в ЗЗМ ОУХО

Таблица 101

Показатели и периодичность контроля загрязнения питьевых, подземных и грунтовых вод

№ п/п	Показатели	Метод определения и нормативный документ
1	2	3
1	Глубина залегания	
2	pH	Потенциометрия ПНДФ 14.2:3:4 121-97
3	Общая минерализация	Гравиметрия ГОСТ 18164-72
4	Жесткость общая	Титриметрия ГОСТ 4151-72
5	Окисляемость перманганатная	Титриметрия ЦВ 1.01.01-91 "А" МВИ
6	Нефтепродукты	ИК-спектроскопия, хроматография, гравиметрия
7	СПАВ	Фотометрия
8	Фенольный индекс	Экстракция, фотометрия
9	Аммиак	Фотометрия, потенциометрия
10	Железо	Фотометрия флюориметрия ГОСТ 4011-72 МУК 4.1.064-96
11	Бор	ПНДФ14.1:2:4.36-95
12	Калий	Полярография, пламенная фотометрия, спектрометрия
13	Кальций	РД 33-5.3.11-96
14	Магний	Фотометрия
15	Медь	МР 01-19/137-17
16	Натрий	Пламенная фотометрия, спектрометрия

СЗЗ КПР, ЦГСЭН - гос. экол. контроль и экологический мониторинг		ЗЗМ КПР, ЦГСЭН - гос. экол. контроль и экол. мониторинг
эксплуатационные скважины войсковой части	наблюдательные скважины	эксплуатационные и наблюдательные скважины
4	5	6
контроль-1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год

1	2	3
17	Углекислота свободная	
18	ХПК	РД 33-5.3.08-96
19	Цинк	МР 01-19/137-17
20	Винилхлорид	Газожидкостная хроматометрия
21	Серосодержащие соединения	ГЖХ
22	Марганец	Фотометрия ГОСТ 4974-72
23	Мышьяк	Фотометрия ГОСТ 4152-89
24	Иод	Фотометрия МУК 4.1.747-99
25	Нитраты	Фотометрия ГОСТ 18826-73
26	Нитриты	Фотометрия, флюорометрия
27	Свинец	Фотометрия, ИВА ГОСТ 18293-72 МРО1-19/137-17
28	Сульфаты	Гравиметрия тирбидиметрия ГОСТ 4389-72 п.2, п.3
29	Фосфаты	Фотометрия, титриметрия
30	Фосфорорганические соединения	ГЖХ
31	Фториды	Фотометрия ГОСТ 4386-89
32	Фторорганические соединения	ГЖХ
33	Хлориды	Титриметрия ГОСТ 4245-72
34	Спирт изобутиловый	Хроматография, ИК-спектроскопия
35	Капролактам	Хроматография, ИК-спектроскопия
36	2-диэтиламино-этилизобутилсульфид	Хроматография, ИК-спектроскопия

Продолжение табл. 101

4	5	6
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал

1	2	3
35	Моноэтаноламин	Хроматография, ИК-спектрометрия
36	N-метилпирролидон	Хроматография, ИК-спектрометрия
37	Изобутилат калия	Хроматография, ИК-спектрометрия
38	Хлорорганические соединения	ГЖХ
39	Запах	ГОСТ 3351-74 п.2
40	Привкус	ГОСТ 3351-74 п.3
41	Цветность	фотометрия ГОСТ 3351-74
42	Мутность	фотометрия ГОСТ 3351-74
43	Термотолерантные колиформные бактерии	МУК 4.2.671-97 «Методы санитар-но-микробиологического анализа питьевой воды» ГОСТ 18963-73
44	Общие колиформные бактерии	
45	Общее микробное число	
46	Колифаги	
47	Иприт	ГЖХ
48	Люизит	ГЖХ
49	Зарин	ГЖХ
50	Зоман	ГЖХ
51	Vx	ГЖХ

Продолжение табл. 101

4	5	6
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	-	контроль - 3 раза в год
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал
контроль -1 раз в квартал	мониторинг-1раз в квартал	контроль - 3 раза в год мониторинг - 1 раз в квартал

Для разработки программы мониторинга почв в районе планируемого строительства ОУХО «Марадыковский» были проведены полевые исследования с отбором проб почв в СЗЗ и ЗЗМ, выполнена их камеральная обработка и физико-химический анализ. Установлено, что в санитарно-защитной зоне объекта на разнотравно-злаковых лугах притеррасной поймы в условиях избыточного увлажнения формируются аллювиальные дерновые средне- и тяжелосуглинистые почвы с разной степенью оглеения. На надпойменных террасах под сосново-березовыми лесами при более глубоком уровне залегания грунтовых вод распространены слабоподзолистые супесчаные почвы. На пахотных угодьях и заброшенных пашнях на породах с исходно высоким содержанием карбонатов встречаются дерново-карбонатные оподзоленные почвы, а на древнеаллювиальных отложениях, перекрывающих маломощным слоем элювий мергелизованных глин, распространены дерново-подзолистые почвы. В ложбинах, на цокольных террасах, при близком залегании жестких грунтовых вод встречаются дерново-глеевые почвы.

В зоне защитных мероприятий в пойме р. Вятка и ее притоков под луговой растительностью распространены аллювиальные дерновые почвы, на древнеаллювиальных и водноледниковых отложениях под хвойными и хвойно-лиственными лесами – подзолистые и подзолистые оглеенные почвы, на пашне – дерново-подзолистые почвы, в пониженных элементах рельефа под лесной растительностью с моховым напочвенным покровом встречаются оторфованные поверхностно-глееватые почвы.

Контролю в пределах СЗЗ подлежат почвы природных биоценозов – лесов и лугов (в том числе заброшенные пашни), а в ЗЗМ – дополнительно почвы агроценозов. Схема сети ключевых участков для проведения мониторинга почв представлена на рис. 53.

Для мониторинга почв наиболее приемлемыми являются маршрутные и стационарные исследования. Маршрутные исследования позволяют установить существенные изменения в свойствах почв и структуре почвенного покрова. При необходимости на основании этих исследований, можно расширить программу мониторинга, перейдя к стационарной или полустационарной форме.

Наблюдения за состоянием и загрязнением почвенного покрова проводятся вблизи ключевых участков мониторинга биоты. На каждом из них выполняется описание почвенного разреза с отбором проб из различных горизонтов для последующего химического анализа.

Учитывая многообразие загрязняющих веществ и специфический характер источника загрязнения, для проведения почвенно-экологического мониторинга в окрестностях ОУХО из используемых в практике показателей целесо

образно выделить информативные (среди них могут быть как специфические, так и неспецифические).

Контроль за изменением свойств и режимов почв, оказывающих влияние на поведение загрязняющих веществ, осуществляется путем наблюдения за *неспецифическими показателями* состояния почв, к которым относят:

– кислотно-основные свойства;

– окислительно-восстановительный потенциал;

– содержание гумуса;

– ионообменные и сорбционные свойства;

– биологическую активность.

Глубокие нарушения почв отражаются на достаточно *консервативных показателях*, контролируемых раз в 10 лет. К таковым относятся: валовой состав почв, гранулометрический и минералогический состав почв. В валовом анализе почв обычно определяется содержание кремния, алюминия, железа, кальция, магния, калия, натрия, титана, марганца, фосфора, составляющих в сумме около 99% массы почвы [301].

Специфические показатели

Выбор специфических показателей обусловлен особенностями характера загрязнения в процессе функционирования объекта.

Загрязнение *иприт-люизитной смесью* следует контролировать по увеличению содержания мышьяка в почве.

В составе выбросов при уничтожении ФОВ содержатся фториды ряда элементов. Кроме того, реакция на фторид-ион является одной из качественных реакций на фосфорорганические ОВ, в составе которых содержится фтор. Косвенным образом о накоплении щелочных фторидов можно судить по повышению pH. Но на фоне многообразия загрязняющих компонентов щелочной природы, поступающих в почву в процессе функционирования объекта, подобная диагностика будет недостоверна. Поэтому в процессе мониторинга необходимо следить за изменением содержания фторид-иона.

Параллельно с фторид-ионом следует контролировать содержание фосфора, причем не только и не столько его подвижные формы, сколько валовое содержание этого элемента. Фосфор образует в почве труднорастворимые соединения со многими катионами, процессы трансформации фосфорорганических ОВ в почве до конца не выяснены, бесспорных аналогов среди фосфорорганических пестицидов, по подобию которых можно было бы моделировать поведение ФОВ в почве, не выявлено, поэтому целесообразно проводить мониторинг и по валовому содержанию фосфора согласно ГОСТ 26207- 84 и ГОСТ 26261-84. Подвижные формы элементов контролируются для того,

Рис. 53. Схема сетей ключевых участков мониторинга почв

чтобы оценить возможность проникновения загрязнителей в сопредельные среды.

В составе выбросов, согласно ТЭО, может быть небольшое количество свинца, который активно сорбируется почвой и способен аккумулироваться в горизонтах накопления органического вещества. Контроль за содержанием свинца в почве также целесообразно включить в программу мониторинга.

Появление в почве отравляющих веществ (двойной смеси, зарина, зомана, Vx) вследствие аварийных ситуаций даже в незначительных количествах можно проконтролировать методом газовой хроматографии. T_{90} Vx-газа в почве (при pH 5,3) составляет примерно 15 суток, и основным продуктом распада является этиловый эфир метилфосфоновой кислоты. Период полураспада последнего в почвах составляет 8 суток, при этом образуется метилфосфоновая кислота. Токсичность этой кислоты сравнительно невелика, но она устойчива в окружающей среде [95,303]. По-видимому, при проведении почвенного мониторинга на данном объекте необходимо контролировать и это соединение. Основным методом контроля также может быть газохроматографический анализ. С помощью ЯМР (ядерно-магнитного резонанса) удалось в составе гуминовых кислот почв обнаружить соли фосфоновых кислот [304]. Фосфонаты гуминовых кислот отнесены к лабильным органофосфатам, которые при внесении дополнительных количеств фосфора, например в виде удобрений, могут интенсивно минерализоваться, при этом общее количество органического фосфора снижается [305]. Поскольку характер трансформации ФОВ в почвах недостаточно изучен, то, по-видимому, нельзя однозначно утверждать, что содержание фосфорорганических соединений в почвах при осаждении на них ФОВ увеличится. Таким образом, наиболее обоснованным показателем мониторинга ФОВ в почвах является валовое содержание фосфора.

При почвенно-химическом мониторинге для ранней диагностики загрязнения почв рекомендуется также определять содержание загрязняющих веществ в илистой фракции, поскольку именно в тонких фракциях почв сосредоточены компоненты, обладающие наибольшей поглотительной способностью [247]. Следует контролировать верхние горизонты всех типов почв и иллювиальные горизонты дифференцированных почв, так как некоторые элементы (As, F) интенсивно сорбируются несиликатными соединениями железа и алюминия, накапливающимися в иллювиальных горизонтах.

Программа мониторинга почв на территории зоны защитных мероприятий ОУХО, включающая перечень показателей контроля, методы количественного определения, нормативные докум

Таблица 102

Показатели и периодичность контроля загрязнения почв

№ п/п	Показатели	Метод определения и нормативный документ	Промплощадка
			КПР - гос. экол. контроль
1	2	3	4
1	Показатель хемотаксиса инфузорий	Биотестер-2 Методика определения токсичности почвы и донных осадков по хемотаксической реакции инфузорий…, 1998	-
2	Ферментативная активность бактерий	Тест-набор Методика определения токсичности вод, почв и донных отложений по ферментативной активности бактерий…, 1996	-
3	pH водной и солевой вытяжки	Ионометрия ГОСТ 26483-85 ГОСТ 26423-85	1 раз в месяц
4	Окислительно-восстановительный потенциал	Потенциометрия	1 раз в месяц
5	Валовой химический состав почв	Атомно-абсорбционная спектрометрия	-
6	Гранулометрический состав почв	Гранулометрия	-
7	Минералогический состав почв	Рентгенодифрактометрия	-
8	Содержание гумуса	Титриметрия ГОСТ 26213-91	-
9	Сумма обменных оснований	Титриметрия ГОСТ 27821-88	-
10	Емкость поглощения	Титриметрия ГОСТ 17.4.4.01-84	-
11	Мышьяк	АА-спектрофотометрия	1 раз в месяц
12	Фториды	Хроматография ПНД Ф 16.1.8-98	1 раз в месяц
13	Свинец	АА-спектрофотометрия РД 52.18.289-90	-

СЗЗ	ЗЗМ	Фон
КПР - гос. экол. контроль и мониторинг	КПР, ЦГСЭН - гос. экол. контроль и мониторинг	Гидромет, КПР, природоохранный Центр при Департаменте по охране окружающей среды и природопользованию, Агрохимцентр «Кировский»
5	6	7
3 раза в год	1 раз в год	1 раз в 2 года
3 раза в год	1 раз в год	1 раз в 2 года
3 раза в год	1 раз в год	1 раз в 2 года
3 раза в год	1 раз в год	1 раз в 2 года
1 раз в 2 года	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет
1 раз в 2 года	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет
1 раз в 2 года	1 раз в 2 года	1 раз в 5 лет
1 раз в 2 года	1 раз в 2 года	1 раз в 2 года
1 раз в 2 года	1 раз в 2 года	1 раз в 2 года
1 раз в 2 года	1 раз в 2 года	1 раз в 2 года
3 раза в год	1 раз в год	1 раз в 2 года
3 раза в год	1 раз в год	1 раз в 2 года
1 раз в год	1 раз в год	1 раз в 2 года

1	2	3	4
14	Фосфор	Фотометрия ГОСТ 26207-84 ГОСТ 26261-84	1 раз в месяц
15	Иприт	ГЖХ	1 раз в месяц
16	Люизит	ГЖХ	1 раз в месяц
17	Зарин	ГЖХ	1 раз в месяц
18	Зоман	ГЖХ	1 раз в месяц
19	Vx	ГЖХ	1 раз в месяц
20	Метилфосфоновая кислота и ее производные	ГЖХ	1 раз в месяц
21	Метиларсоновая кислота	ГЖХ, ААС	при аварийных ситуациях
22	Диметиларсиновая кислота	ГЖХ, ААС	при аварийных ситуациях
23	1,2-бис-(β-хлорэтилтиоэтан)	ГЖХ	при аварийных ситуациях
24	Окси-S-2-(диэтил или диизопропиламиноэтил)метилтиофосфонат	ГЖХ	при аварийных ситуациях
25	БГКП (бактерии группы кишечной палочки)	МУ №1446-76 МЗ СССР МУ №2293-81 МЗ СССР	-
26	Энтерококки		-
27	Патогенные микроорганизмы		-
28	Колифаги		-
29	Тяжелые металлы	АА-спектрофотометрия	-
30	Радиоактивные вещества	Радиометрия	-
31	Хлориды	Титриметрия	-
32	Общая сера	Турбидиметрия, гравиметрия	-

Продолжение табл. 102

5	6	7
3 раза в год	1 раз в год	1 раз в 2 года
3 раза в год	1 раз в год	-
3 раза в год	1 раз в год	-
3 раза в год	1 раз в год	-
3 раза в год	1 раз в год	-
3 раза в год	1 раз в год	-
3 раза в год	1 раз в год	-
при аварийных ситуациях	при аварийных ситуациях	-
при аварийных ситуациях	при аварийных ситуациях	-
при аварийных ситуациях	при аварийных ситуациях	-
при аварийных ситуациях	при аварийных ситуациях	-
2 раза в год	2 раза в год	1 раз в год
2 раза в год	2 раза в год	1 раз в год
2 раза в год	2 раза в год	1 раз в год
2 раза в год	2 раза в год	1 раз в год
2 раза в год	2 раза в год	1 раз в год
2 раза в год	2 раза в год	1 раз в год
2 раза в год	2 раза в год	1 раз в год
2 раза в год	2 раза в год	1 раз в год

Определение ряда веществ возможно по хорошо отработанным методикам (табл. 102). Некоторые органические вещества, являющиеся продуктами трансформации ОВ, рекомендуется определять по оригинальным методикам [306].

Ведомственный мониторинг почв осуществляется по 14 показателям в СЗЗ, ЗЗМ и на фоновой территории по восьми показателям 1 раз в год, по шести – 1 раз в 5 лет (табл. 102).

Контроль проводится по общепромышленным и специфическим загрязняющим веществам в соответствии с методиками, изложенными в нормативных документах. Номенклатура показателей санитарного состояния почв определена ГОСТ 17.4.2.01-81, общие требования к контролю и охране почвы от загрязнения – ГОСТ 17.4.3.04-85, МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест».

Работы проводятся в соответствии с ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнений».

При организации почвенно-экологического мониторинга выделяют четыре этапа.

1. Предварительное обследование территорий, объектов, сбор материалов по почвенному, геологическому, гидрогеологомелиоративному, почвенно-мелиоративному картографированию, о характере использования почв, обследование источников загрязнения. Первый этап позволяет оценить состояние почв и почвенного покрова, определить интенсивность воздействия антропогенных факторов, обозначить объекты и маршруты исследований.

2. Выбор объектов наблюдений. Необходимым условием при выборе объекта является включение в состав кроме контролируемых территорий и участков, не подверженных антропогенному влиянию (заповедники).

3. Организация наблюдений во времени. На этом этапе определяется перечень контролируемых параметров.

4. Сбор, хранение, систематизация полученного материала.

Существует несколько форм почвенного мониторинга: стационарная, маршрутная, сплошное обследование [244].

Пробоотбор, консервация и хранение почвенных образцов.

Образцы почв целесообразно отбирать по 4-8 направлениям (румбам), располагая точки отбора более часто вблизи объекта и с большими интервалами на удалении от него. Рекомендуется пробоотбор по румбам через 0,5; 1; 2; 4; 8; 16 км. Точечные пробы отбираются с помощью ножа, шпателя или бура. Количественные параметры, характеризующие отбор проб почв для выявления загрязненных веществ, указаны в «Методических рекомендациях по выявлению деградированных и загрязненных земель» [307].

Основной тарой для хранения образцов почв служат отбеленные полотняные мешочки, в которых почва должна находиться в воздушно-сухом состоянии, чтобы исключить возможность активного протекания микробиологических процессов, в результате которых некоторые нелетучие вещества могут трансформироваться в летучие. Требования к отбору и подготовке проб на базе подвижной химической лаборатории заключаются, во-первых, в максимальном сокращении времени на эти операции, во-вторых, в возможности осуществлять пробоподготовку в полевых условиях.

Для осуществления первой стадии подготовки проб почв – стадии измельчения образцов – необходимы фарфоровые и яшмовые ступки и пестики, набор сит. На второй стадии – экстракции, которая предусмотрена большинством методик, необходима специальная посуда. Целесообразно использовать, где это возможно, полиэтиленовую посуду, пластиковые пробирки, флаконы, дозаторы.

Неспецифические показатели

Кислотно-основные свойства следует контролировать путем измерения значений pH в водной и в солевой (1н. KCl) вытяжке на иономере универсальном. Рекомендуется контролировать показатели 2–3 раза в год, поскольку изменения pH почв могут проявляться только в один из сезонов [308]. Промышленность выпускает стационарные лабораторные pH-метры и переносные - полевые, портативные приборы для осуществления контроля непосредственно в природных условиях. Для проведения маршрутного и полустационарного мониторинга необходимы оба типа приборов. Методики просты, апробированы ГОСТ 26483-85 и ГОСТ 26423-85 и позволяют диагностировать изменение кислотно-основного состояния почв при воздействии на нее загрязнителей с выраженными кислотными или основными свойствами.

Окислительно-восстановительный потенциал. Значительное количество взаимодействий в почвах происходит по типу окислительно-восстановительных реакций. Количественно охарактеризовать эти свойства почв можно с помощью окислительно-восстановительного потенциала – Eh. Изменение этого показателя может существенно повлиять на подвижность ряда элементов.

Например, при снижении окислительно-восстановительного потенциала в процессе гидролиза может высвобождаться мышьяк, связанный с оксидами железа и алюминия [309]. Eh как показатель ранней диагностики контролируется 2–3 раза в год с помощью иономера (аналогично определению pH). Поведение элементов в различных окислительно-восстановительных и кислотно-основных условиях представлено в табл. 103 [308].

Содержание гумуса определяют по методу Тюрина – по окисляемости органического вещества ГОСТ 26213-91. Этот показатель позволит диагности

ровать процессы химической деградации (дегумификации) почв. Кроме того, гумусовый горизонт, а на пашне, соответственно, пахотный горизонт – горизонт максимального накопления специфического органического вещества гумуса – является естественным геохимическим барьером на пути распространения загрязняющих веществ. Некоторые ионы металлов образуют с органическими лигандами устойчивые комплексы, вследствие чего в почвах с высоким содержанием гумуса ионы ряда металлов становятся недоступными для растений [310]. Для ряда элементов (Zn, B) выявлена прямая корреляционная связь между содержанием подвижных форм этого элемента в гумусовом горизонте и содержанием гумуса в нем [247]. От содержания гумуса зависит емкость катионного обмена почв.

Ионообменные и сорбционные свойства можно охарактеризовать показателями: *сумма поглощенных оснований* (по методу Каппена) ГОСТ 27821-88, *емкость катионного обмена* ГОСТ 17.4.4.01-84.

Содержание гумуса, ионообменные и сорбционные свойства определяются один раз в 2–5 лет. В санитарно-защитной зоне ОУХО эти показатели необходимо определять не реже одного раза в 2 года.

Для *биологической диагностики* загрязнения почвенного покрова рекомендуется использовать показатель интенсивности размножения «почвенных гидробионтов» – инфузорий и водорослей [311]. Аппаратурное завершение в биотестировании в определенной степени снижает субъективный оценочный фактор. Портативный прибор Биотестер-2 (Санкт- Петербург) позволяет тестировать природные и сточные воды, снежный покров и почвы по показателю хемотаксиса (поведенческие реакции) инфузорий (Paramecia) в полевых условиях. Причем для оценки токсичности почв тестирование ведут параллельно по поведенческим реакциям и по выживанию инфузорий [312].

Ферментативную активность бактерий (колориметрическая реакция) определяют с помощью тест-набора [313].

Гранулометрический состав почв определяют общепринятым методом [314], возможно использование более современных методов, в частности рентгенседиментометрического метода, предусматривающего ультразвуковую диспергацию образца и определение содержания частиц разных размеров с помощью прибора Седиграф-5000Д [315].

Минералогический состав почв определяется рентгендифрактометрическим методом. Способ приготовления препаратов, проведение рентгендифрактометрической съемки и расчет содержания минералов по интенсивности пиков на дифрактограммах описаны в монографии [316]. Минералогический состав крупных фракций можно определить с помощью микроскопа.

Таблица 103

Поведение химических элементов в различных кислотно-основных и окислительно-восстановительных условиях (по Глазовской) [77]

Кислотно-основные условия	Окислительно-восстановительные условия	Тип барьера	Подвижность и накопление химических элементов*		
			Слабо подвижны, активно накапливаются	Умеренно подвижны, накапливаются, частично выносятся	Легко подвижны, выносятся
Кислые	Окислительные	Окислительный, кислый	– Mn, Mo	Pb, As, Se* Ni, Cr, V	Cd, Hg Cu, Zn
	Восстановительные	Восстановительный, кислый	As, Se Mo, V	Pb, Cd, Hg Ni, Cr, Cu, Zn, Co	–
Нейтральные и щелочные	Окислительные	Окислительный, нейтральный и щелочной	Pb –	Cd, Hg Zn, Mo, Cu, Co, Ni, Cr	As, Se –
	Окислительные с испарительной конденсацией	Окислительный, испарительный	Pb –	Cd, Hg Zn, Mo, Cu, Co, Ni, Cr	(As, Se)** –
	Восстановительные глеевые	Восстановительный, нейтральный и щелочной	Pb, Cd Cu, Zn, Co	As, Se Mo, V, U, Ag	Hg Ni
	Восстановительные сероводородные	Восстановительный, сероводородный	Pb, Cd, Hg, As, Se Cu, Zn, Co, Ni, Ga, Ag	– V, U, Mo	– –

Примечание:

* Над чертой – очень токсичные, под чертой – менее токсичные.

** Накапливаются на испарительном барьере.

Специфические показатели

Выбор специфических показателей обусловлен особенностями характера загрязнения в процессе функционирования ОУХО.

Загрязнение *иприт-люизитной смесью* следует контролировать по увеличению содержания мышьяка в почве. Для оценки содержания мышьяка в некарбонатных почвах гумидных ландшафтов рекомендуется использование вытяжки 1М HCl с последующим прямым электротермическим атомно-абсорбционным определением элемента в графитовой печи [317], поскольку до 80–100% валового мышьяка в таких почвах находится в составе соединений с железом и алюминием.

В гумусовых горизонтах почв подзолистого типа мышьяк накапливается преимущественно в составе несиликатных соединений с железом и алюминием, а также в составе органических веществ. Эти же соединения обусловливают элювиальный или элювиально-иллювиальный характер распределения арсенатов в профиле [318]. Таким образом, контроль содержания этого элемента следует производить как в органогенных, так и в иллювиальных горизонтах. Экспресс-метод определения мышьяка – с рентген-флуоресцентным окончанием, стационарный вариант предусматривает использование атомно-абсорбционного спектрофотометра с ЭТА [319].

В процессе мониторинга необходимо следить за изменением содержания фторид-иона. Определяется фтор в почвах с помощью ионселективных электродов на иономере или методом ионной хроматографии ПНД Ф 16.1.8-98. Фосфор в почвах определяют по его валовому содержанию ГОСТ 26207-84 и ГОСТ 26261-84. Содержание свинца в почвах определяется методом атомно-адсорбционной спектрофотометрии или эмиссионной спектрометрией с индуктивно связанной плазмой РД 52.18.289-90. Незначительные количества отравляющих веществ (двойной смеси, зарина, зомана, Vx) в почве можно проконтролировать методом газовой хроматографии. В настоящее время существуют высокоэффективные методы определения фосфорорганических соединений ($Р_{орг}$) в почвах. С помощью метода ядерного магнитного резонанса определяются соли фосфоновых кислот (фосфонаты) в составе гуминовых кислот почв (ГК) [304].

Степень загрязнения почв следует оценивать в соответствии с документами Минздрава России [320].

5.1.2.5. Мониторинг растительного и животного мира

Важнейшей составной частью системы экологического мониторинга является контроль состояния и антропогенной динамики биологических объектов. Мониторинг биоты обеспечивает выявление амплитуды естественной изменчивости и отклонения, обусловленные антропогенным воздействием.

Антропогенный фактор вызывает изменения в состоянии отдельных биотических компонентов и трансформацию экосистемы в целом, биотическая составляющая которой является наиболее чувствительным звеном. Абсолютное преобладание в составе органического вещества планеты именно фитомассы (98–99%) делает растительность наиболее чутким индикатором, репрезентативно отражающим состояние экосистем в целом. Поэтому в программу экологического мониторинга безусловно необходимо включение объектов растительного, а также животного мира.

Кроме самоценности этих показателей, значимость их повышается в связи с тем, что реакции любых организмов могут служить маркером состояния самого человека в соответствующих условиях окружающей среды.

Мониторинг растительности

Для оценки экологического состояния окружающей природной среды в районе проектируемого строительства ОУХО – первого этапа организации системы экологического мониторинга – необходимы комплексные многолетние исследования природных сред и объектов.

Анализ литературы и проведенные в течение 7 лет полевые исследования позволили выявить индикаторные признаки состояния растительности, определить виды лесных и луговых экосистем для включения их в программу экологического мониторинга окружающей природной среды в районе объекта хранения и проектируемого объекта уничтожения химического оружия.

Индикаторные признаки состояния растительности, включенные в программу экологического мониторинга ОУХО на территориях СЗЗ, ЗЗМ и территории фона, по лесным и луговым фитоценозам, периодичность их отслеживания приведены в табл. 104.

Кроме того, в качестве индикационного признака стабильности развития растений могут использоваться показатели флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков [321]. Рекомендуемый список древесных и травянистых растений различных фитоценозов (лесных, луговых, опушечных, а также культивируемых) с перечнем наблюдаемых показателей и периодичностью контроля приведен в табл. 105.

Таблица 104

Перечень показателей мониторинга растительности по зонам наблюдения и периодичность их отслеживания

Отслеживаемые показатели	Периодичность по зонам наблюдения (лет)		
	СЗЗ	ЗЗМ	Фоновая
Лесные фитоценозы			
Анализ показателей по ярусам - древостой, подлесок, напочвенный покров:			
1. Видовой состав - общее богатство (число видов) - редкие и охраняемые виды - виды-антропофиты (синантропные)	5 5 5	5 5 5	10 10 10
2. Жизненное (санитарное) состояние растений: - по видам каждого яруса (в баллах) - общий коэффициент состояния древостоя	 1 1	 1 1	 5 5
3. Косвенные показатели жизненного состояния: - высота растений - бонитет (деревьев) - фенологическое состояние	 5 5 1	 5 5 1	 10 10 10
- повреждение болезнями и вредителями - толщина живого и мертвого слоя мхов	1 5	1 5	5 5
4. Дополнительные показатели жизненного состояния: - класс дехлоризации (сосна)	 1	 1	 5
- класс дефолиации (сосна)	1	1	5
- показатели состояния хвои (сосны): - средний возраст, - масса, - длина, - степень усыхания, - степень поражения некрозами	1	1	5
- показатели развития побегов (сосны): - средняя длина главного побега, - средняя длина бокового побега, - величина радиального прироста	1	1	10
- нарушения органогенеза (количество верхушечных почек у сосны	1	1	10
- нарушения репродуктивных органов (сосна): размеры шишек - по длине и ширине - семенная продуктивность	 5 1	 5 1	 10 10

Продолжение табл. 104

- характеристика физиологических процессов: - дыхание, - фотосинтез, - активность пероксидазы	1	1	10
- нарушения на генетическом уровне - наличие тератологических форм растений	5	5	10
5. Возрастные спектры ценопопуляций деревьев: количество деревьев (основных пород) разного возраста (живых и сухих); количество всходов и подроста (подрост по высотно-возрастным группам: до 0,5 м; до 1,5м; более 1,5 м) - живых и сухих.	1	1	10
6. Структура фитоценозов: 6.1. Проективное покрытие (по ярусам и структурно-функциональным группам): - древостой (сомкнутость, полнота), - подлесок, - травы, - кустарнички, - мхи, - лишайники	5	5	10
6.2. Обилие видов по ярусам: - деревья (кол-во штук, с указанием высоты и диаметра живых, сухих); - виды растений подлеска (в баллах); - виды напочвенных ярусов (по Друде)	5	5	10
6.3. Фитомасса: - запасы древесины (живой, сухой); - масса надземных частей трав; - масса надземных частей кустарничков; - масса мхов и (или) лишайников	5	5	10
7. Лесная подстилка (мощность по структурным слоям): - неразложившаяся (опад) - полуразложившаяся - разложившаяся (гумус)	1	1	10
8. Лихеноиндикация (эпифиты сосны): - видовое разнообразие, - видовая насыщенность, - соотношение морфологических групп, - встречаемость разных видов, - проективное покрытие: - на высоте 1,3 м, - у основания ствола, - высота поднятия по стволу	5	5	10
- состояние слоевища (окраска, размеры, форма, развитие органов размножения)	1	1	5

Продолжение табл. 104

9. Содержание элементов в золе и соке растений (мхи Pleurocium Schreberi, Hylocomium splendens; хвоя сосны): - фосфор (ГОСТ 26657-85), - азот (ГОСТ Р 50466-93), - нитраты (ГОСТ Р 50465-93), - нитриты (ГОСТ Р 50465-93), - марганец (ГОСТ 27997-88), - железо (ГОСТ 27998-88, МУ ГКСЭН*), - свинец (МУ ГКСЭН*, МУ ЦИНАО**), - кальций (ГОСТ 26570-85)	1	1	5
Луговые фитоценозы			
1. Видовой состав сообщества: - общее число видов, - число редких и охраняемых видов, - число нехарактерных видов	5	5	10
2. Жизненное состояние растений (в баллах)	5	5	10
3. Дополнительные показатели жизненного состояния растений: - фенологическое состояние растений; - аспективность; - степень повреждения болезнями и вредителями	1	1	10
4. Нарушения репродуктивных органов: - качество пыльцы (% абортивных зерен) у клевера лугового, чины луговой, зверобоя продырявленного, одуванчика лекарственного	1	1	5
5. Характеристика физиологических процессов: - дыхание, - фотосинтез, - активность пероксидазы	1	1	5
6. Нарушения на генетическом уровне: - индекс соотношения фенов белого клевера, - наличие тератологических форм	5	5	5
7. Возрастные спектры ценопопуляций доминантов	5	5	10
8. Структура фитоценозов: - обилие видов растений фитоценоза; - проективное покрытие (всех видов); - запасы (биомасса) надземной части травостоя и структурно-функциональных его частей (злаков, разнотравья, по морфотипам, по экогруппам и т.д.)	5	5	10

Продолжение табл. 104

9. Состав структурно-функциональных групп (соотношение по числу видов, проективному покрытию, биомассе): - морфотипов растений; - экологических групп; - индикаторов хозяйственного состояния	5	5	10
10. Луговая дернина: - степень задернения (% от общей площади фитоценоза); - мощность (толщина); - связность (прочность); - характер задернения (осоковое, злаковое, плотно-, рыхлокустовое, корневищевое)	5	5	10
11. Содержание хим. элементов в золе и соке растений (см. п. 9 по лесным фитоценозам)	1	1	5
12. Ландшафтные показатели:*** - доля лесов от общей площади земель; - площадь усохших лесов, в том числе - хвойных и лиственных; - площадь погибших лесных культур			
13. Показатели динамики трансформации ландшафтных единиц территории: - скорость изменения видового состава экосистем (индекс Симпсона); - скорость смены доминирующих и индикаторных видов; - скорость изменения запасов древесины; - скорость трансформации площадей ландшафтных объектов	10	10	10

Примечание:

* Методические указания по атомно-абсорбционным методам определения токсичных элементов в пищевых продуктах. М.: ГКСЭН, 1992.

** Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах с/х угодий и продуктах растениеводства. М.: ЦИНАО, 1992.

*** Показатели целесообразно выявить на случай повреждения растительности при аварийных ситуациях (в предпусковой период объекта УХО и после аварий).

Таблица 105

Показатели мониторинга растений по оценке гомеостаза морфологических признаков

Объект	Периодичность отслеживаемых показателей (лет)		
	СЗЗ	ЗЗМ	Фоновая
Вьюнок полевой Ширина половинок листа	1	1	5
Сныть обыкновенная Длина левых и правых листов Ширина левой и правой сторон пластины листа	1	1	5
Клевер луговой 1-число жилок второго порядка, отходящих от средней жилки и не доведенных до края листа; 2-число жилок второго порядка, замкнутых на соседние жилки;	1	1	5
3-число многократно разветвленных жилок второго порядка; 4-число однократно разветвленных жилок второго порядка			
Береза повислая Промеры листа: 1-ширина половинки листа (в средней части); 2-длина второй от основания листа жилки второго порядка; 3-расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4- расстояние между концами этих жилок; 5- угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка	1	1	5
Рябина обыкновенная Признаки листа: ширина, длина,площадь, периметр Отношение периметра к площади нижней пары листа	1	1	5
Кипрей узколистный Ширина левой и правой половинок листа	1	1	5

По структурно-функциональным показателям состояния биогеоценозов (экосистем) определяется их устойчивость (табл. 106). Основными показателями устойчивости биоты биогеоценоза являются:

– запас живой биомассы;

– скорость разложения органического вещества (опадо-подстилочный коэффициент).

Максимальной устойчивостью обладают биогеоценозы, имеющие максимальные значения фитомассы. Наивысшие значения опадо-подстилочного коэффициента характеризуют наименее устойчивые экосистемы (болот, тундр, заболоченных лесов).

Таблица 106

Перечень показателей состояния биоты как компонентов биогеоценозов (экосистем)

Отслеживаемые показатели	Период наблюдения по зонам (лет)		
	СЗЗ	ЗЗМ	Фоновая
1. Запас живой биомассы: - фитомассы, - зоомассы, - микробомассы	5	5	10
2. Запас мертвого органического вещества – сухостой, валежь, отмершие органика, ветошь, подстилка, торфяный слой, войлок, трупы животных	5	5	10
3. Структура органического вещества экосистемы – соотношение запасов гумуса, фитомассы, зоомассы, биомассы организмов	5	5	10
4. Первичная и вторичная продуктивность	5	5	10
5. Опад	5	5	10
6. Истинный прирост	5	5	10
7. Скорость воспроизводства органического вещества	5	5	10
8. Скорость общего оборота органического вещества	5	5	10
9. Скорость деструкционных процессов, опадо-подстилочный коэффициент	5	5	10
10. Показатели содержания химических элементов в органическом веществе: - годичное потребление, - годичный возврат с опадом, - количество элементов, удерживаемых фитоценозом	5	5	10

Для оценки деградации экосистем можно использовать коэффициент интегральной сохранности биогеоценозов предложенный авторами работ [322, 323]. Коэффициент подсчитывается путем вычисления среднего арифметического всех имеющихся параметров компонентов биогеоценоза с предварительным нормированием каждого показателя.

Следует отметить, что хотя показатели состояния биогеоценозов весьма информативны и позволяют дать комплексную оценку среды обитания, однако проведение соответствующих исследований в настоящее время методически не обеспечено, требует значительных затрат времени и средств; поэтому данный перечень не входит в число основных показателей программы мониторинга и может быть использован как дополнительный.

При анализе биоты для целей мониторинга применяются апробированные методы научных исследований, соответствующие уровню организации обследуемого биологического объекта и направлению исследований.

Отклонения (или соответствие норме) в характере жизнедеятельности на организменном уровне выявляются с применением специфических методов анализа биохимического состава и физиологических функций. Оптическое и электронное микроскопирование выявляет «норму» или патологию клеточных и тканевых структур. Оценка общего характера развития организма (жизненного состояния) и процессов органогенеза определяется визуально или с помощью морфометрического анализа. Разработаны специальные методики определения жизненности растения по различным показателям внешнего строения, имеющим индикационное значение. На морфологическом уровне по признакам флуктуирующей асимметрии разработан особый подход для выявления нарушений гомеостаза организмов (растений и животных) [321].

К специфическим направлениям относится анализ типов морфологических структур по общеизвестным академическим методикам (морфотипов, биоморф) [324, 325] и экотипов растений; соотношение половых (репродуктивных) и возрастных групп в популяциях растений и животных [326–329].

На ценотическом уровне особое значение придается статистическим методам обработки морфометрических показателей отдельных особей и данных количественного учета разных параметров структуры популяций организмов [330, 331].

К ценотическому уровню относятся широко применяемые методы геоботанического анализа растительности и методы количественного учета животного населения. Общие подходы к полевому изучению растительных сообществ изложены в монографическом издании [332]. Однако имеются различные подходы как к полевому изучению растительного покрова, так и к обработке первичных материалов [333, 334]. В многочисленных работах обсуждаются вопросы методики изучения различных признаков фитоценозов [335–339] и различных их типов [340] .

Особое положение по сложности и трудоемкости занимают методы анализа структуры и продукционного процесса на уровне биогеоценозов (экосистем) [185, 252].

Территориальное размещение биоты, также нарушаемое антропогенными воздействиями, в том числе и химическим загрязнением, анализируют с применением методов ландшафтного (географического) анализа. Для анализа биоразнообразия, на видовом уровне выявляемого в процессе флористических и фаунистических исследований, характерно сочетание подходов биологических и географических.

Основой для анализа различных показателей на организменном и ценотическом уровне служит конкретная экосистема, определяемая границами фитоценоза. Основным методом полевого изучения фитоценозов является метод

пробных площадей. Чаще применяется форма площадок в виде квадратов. При изучении лесных сообществ минимальный размер пробной площадки равен 0,25 га (50×50 м^2). Для удобства и большей точности выявления видового состава и, особенно, для определения проективного покрытия растений напочвенных ярусов можно разбить этот квадрат на более мелкие – 25×25 м^2 – и описывать его как блок из 4 площадок. Это даст возможность определить еще один показатель – коэффициент постоянства видов; виды с высоким постоянством при небольшом обилии являются более значимыми индикаторами [333]. Площадки можно закладывать по принципу «типичности» – в центре участка, занятого данным типом растительного сообщества (не в пограничной зоне между разными фитоценозами). В пределах пробной площадки проводится полное геоботаническое описание сообщества в соответствии со стандартной формой геоботанического бланка [332].

Для учета всходов и подроста в пределах пробной площадки закладывают учетные квадраты размером 5×5 м^2 в количестве 5; можно также вести подсчет по полосам 5×25 м^2 (5×50 м^2), подсчитывая всходы и подрост через одну полосу. Подрост учитывают по нескольким высотно-возрастным группам: до 0,5 м, от 0,5 до 1,5 м и выше 1,5 м.

Луговые фитоценозы изучают на пробных площадках меньшего размера. Традиционный размер пробной площадки, рекомендуемой для изучения луговых сообществ, равен 100 м^2 (10×10 м^2). Для получения достаточно большой (репрезентативной) выборки описаний при наименьших затратах времени рекомендуют брать площадки меньшего размера. Для достаточно полного выявления видового состава лугового фитоценоза можно ограничиться площадками 2×2 м^2 [341]. Точность учета количественных показателей участия видов растений в структуре фитоценоза (проективное покрытие) достигается на площадках размером 10м^2, названных ценоквантом [342]. Небольшие размеры пробных площадок, применяемые для геоботанического изучения луговых травостоев, позволяют сделать по пять (необходимый минимум повторностей для получения обобщенных показателей, по Работнову) описаний на каждом контрольном участке. Это дает возможность выявить постоянные для данного сообщества виды. В пределах пробных площадок учитываются показатели в соответствии с общепринятыми методами геоботанических описаний [332].

Сеть ключевых участков мониторинга биоты по лесным и луговым биогеоценозам представлена на рис. 54.

Биологические методы помогают диагностировать негативные изменения в природной среде на ранних стадиях. При этом тревожным сигналом должно быть не достижение тех уровней содержания химических веществ в природных объектах, которые могут вызвать специфические и неспецифические нарушения в состоянии живых организмов, а любые значимые изменения в экосистеме в целом, ее сбалансированном потоке химических веществ под влиянием антропогенной нагрузки.

■ ключевые участки лесных биоценозов

□ ключевые участки луговых биоценозов

Масштаб 1:138 000

Рис. 54. Схема сети ключевых участков мониторинга растительности

Если физико-химические методы количественного определения содержания загрязняющих веществ в природных средах, используемые для оценки экологического состояния окружающей среды, как правило, аттестованы и утверждены соответствующими руководящими документами, то большинство общепринятых методик (в том числе классических), используемых в биодиагностике, до настоящего времени не имеют аттестационных сертификатов, хотя многие из них обладают высокой чувствительностью, информативностью и оперативностью. При этом предпочтение следует отдавать общепринятым, классическим методам, широко применяемым в научной практике экологических исследований.

При проведении биологического мониторинга целесообразно использовать геоботанические и морфометрические методы, методы визуального анализа, лихенодиагностики, альгоиндикации, фенодиагностики, бриоиндикации и т. д.

Кроме биологических методов в оценке экологического состояния биоты используются физико-химические методы анализа. Перечень аттестованных методик определения содержания компонентов в растениях приведен в табл. 107.

Таблица 107

Перечень аттестованных методик определения содержания компонентов в растениях

№ п/п	Компонент	Диапазон измерения	Ед. изм.	Нормативный документ
1	Нитраты	10-500	млн$^{-1}$	ГОСТ Р 50465-93
2	Нитриты	1-50	млн$^{-1}$	ГОСТ Р 50465-93
3	Фосфор	0,1-0,6	%	ГОСТ 26657-85
4	Кальций	0,2-1,0	%	ГОСТ 26570-85
5	Марганец	5-200	млн$^{-1}$	ГОСТ 27997-88
6	Железо	10-500 10-200	млн$^{-1}$ млн$^{-1}$	ГОСТ 27998-88 МУ ГКСЭН*
7	Свинец	0,01-1,0 2-100	млн$^{-1}$ млн$^{-1}$	МУ ГКСЭН* МУ ЦИНАО**
8	Фториды (подвижные формы)	3-30	мг/кг	Руководство по санитарно-химическим исследованиям. М.: ГКСЭН, 1993
9	Фосфорорганические соединения			Унифицированная методика определения фосфорорганических пестицидов. Утв. 11.03.85. № 3222-85

Примечание:

* Методические указания по атомно-абсорбционным методам определения токсичных элементов в пищевых продуктах. М.: ГКСЭН, 1992.

** Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах с/х угодий и продукции растениеводства.

Мониторинг животного мира

В зоне воздействия ОУХО фауна представлена животными лесных и открытых ландшафтов (включая наземные и водные экосистемы), а также сельскохозяйственными животными. Поэтому в программу мониторинга животного мира на территории санитарно-защитной зоны должны быть включены показатели состояния зооценозов водных и наземных экосистем, а на территории зоны защитных мероприятий дополнительно к ним включаются наблюдения за сельскохозяйственными животными.

Оценку состояния наземных зооценозов можно проводить по почвенной мезофауне, орнитофауне, мелким млекопитающим, земноводным и охотничьим животным (табл. 108) [242, 246, 290, 321, 343–351]. В отличие от мониторинга растительности, отслеживаемые показатели состояния животного мира более изменчивы и в пространственном, и во временном отношении. Ввиду этого в программу мониторинга животных целесообразно включать меньшее количество показателей по сравнению с мониторингом растительности, но отслеживать их ежегодно.

Показатели состояния животных на организменном уровне - химический состав, морфологические нарушения, активность ферментативных систем – являются перспективными параметрами, однако в настоящее время включение их в программу мониторинга нецелесообразно вследствие недостатка научной информации по этим разделам.

Информативными показателями нарушения зооценоза под действием антропогенных факторов являются трофическая структура, видовое разнообразие и плотность популяции [242, 321]. В связи с этим данные показатели включены в программу мониторинга для оценки состояния наземных зооценозов как наиболее изученные и простые в практическом использовании:

– трофическая структура, предполагающая выявление соотношения различных трофических групп – фитофагов, хищников, сапрофагов;

– видовое разнообразие с определением индекса Шеннона;

– плотность популяций доминирующих и субдоминирующих видов с определением количества особей на единицу объема или площади.

В качестве показателей устойчивости зооценоза в программу включены следующие группы показателей:

– функциональная структура зооценоза (соотношение основных функциональных групп – гетеротрофов и деструкторов – по зоомассе);

– видовое разнообразие (оценивается число таксонов специфических средовых групп – наземных, только почвенных или исключительно водных животных; число видов, доминирующих по плотности популяций и биомассе; число видов, имеющих узкую привязанность к местам обитания);

– характеристика популяций доминирующих видов фитофагов и деструкторов (число популяций в биогеоценозе, структура популяций, количественные характеристики, способность особей к миграциям).

Информативными показателями состояния зооценоза являются видовой состав мелких млекопитающих (мышевидных грызунов и мелких насекомоядных) и данные по их обилию в типичных стациях. Особенно это касается соотношения в выборках таких видов, как бурозубки и рыжей полевки, реагирующих на загрязнение среды разными поллютантами техногенного характера.

По орнитофауне в качестве показателей мониторинга в программу включено обилие и видовое разнообразие птиц, обилие видов-синантропов, разнообразие насекомоядных птиц, гибель кладок, выживаемость и молодняка.

Из охотничьих животных в качестве биоиндикатора может использоваться крот – представитель почвенной фауны, основу питания которого составляют дождевые черви и личинки беспозвоночных (в большинстве своем – компоненты мезофауны, считающейся надежным индикатором антропогенных загрязнений наземных экосистем). При наличии миграции поллютантов по трофическим цепям и наблюдающейся их аккумуляции в объектах питания крота интенсивность его размножения будет напрямую зависеть от возможного воздействия вещества-загрязнителя. Для анализа и выявления возможного воздействия рекомендуется использовать показатели его обилия в однотипных местообитаниях, расположенных на разном удалении от ОУХО.

Перспективными для биоиндикации возможного воздействия ОУХО на компоненты наземных экосистем являются животные-амфибионты (лягушки, тритоны), на которых загрязнение среды оказывает интенсивное воздействие на разных стадиях их индивидуального развития [290, 350, 351]. Загрязнение водоемов (в том числе временных, образующихся в весенний период за счет поверхностного стока) приводит к частичной гибели их кладок, снижению выживаемости молодых особей, а при интенсивном загрязнении – к морфологическим патологиям (синдактилия, полидактилия, изменение окраски и пр.).

Для контроля состояния почвенного зооценоза в программу включено изучение обилия макро-, мезо- и микрофауны [343–345].

Перечень показателей наземных зооценозов, включенный в программу мониторинга, приведен в табл. 108.

Мониторинг водных экосистем

Для характеристики состояния водных экосистем в программу мониторинга включены три группы показателей:

– гидрофизические и гидрохимические показатели воды как среды обитания (общая минерализация и ионный состав, прозрачность, кислородный режим, pH, содержание нитрат-ионов и фосфат-ионов, электропроводность);

– степень токсобности (оценка уровня накопления соединений мышьяка и фтора в организмах гидробионтов);

– оценка состояния водных экосистем (индекс сапробности по Сладечеку или Ватанабе, индекс видового разнообразия, величина биологического потребления кислорода, валовая продукция фитопланктона).

Таблица 108

Параметры мониторинга зоокомпонента наземных экосистем

Объект контроля	Отслеживаемый показатель	Наименование методик, ГОСТ	Учитываемый диапазон изменения показателя	Периодичность отслеживания по зонам наблюдения (лет)		
				СЗЗ	ЗЗМ	фон
1	2	3	4	5	6	7
Почвенная фауна (макро-, мезо- и микрофауна)	Обилие (биомасса) мезофауны, дождевых червей, нематод, почвенных клещей и ногохвосток	Общепринятые методы исследований (Рысс,1998 [343]; Гиляров и др. 1987 [344]; Фасулати, 1971 [345])	Изменение численности по сравнению с фоновыми показателями	1	1	1
Охотничьи животные	Обилие рябчика, особей на 1 км маршрута	Метод. указ. по учету кротов, 1988 [347]; Метод. рекоменд. по маршр. учету птиц, 1990 [348]	Изменение численности в однотипных стациях по сравнению с фоновыми	1	1	1
Орнитофауна	Видовое разнообразие обилие птиц, гибель кладок, выживаемость и смертность молодняка.	Метод. рекомендации. по маршр. учету птиц, 1990 [348]; Метод. указ. по осеннему маршр. учету боровой и полевой дичи, 1980 [349]	Изменения численности в однотипных стациях по сравнению с фоновыми	1	1	1
Мелкие млекопитающие	Численность и соотношение разных видов	Типовые методы учета мелких млекопитающих	Изменение численности в однотипных стациях	1	1	1
Земноводные	Обилие и гибель кладок икры, наличие морфологических изменений	Шляхтин и др, 1995 [290]; Конешова, 1996 [350]; Завьялов, 1995 [351]	Изменение численности в однотипных стациях	1	1	1
Пчелы	Вощина, прополис		Содержание ЗВ в вощине и прополисе	1	1	1

В мониторинге ***водных экосистем***, как правило, используются данные многолетних гидробиологических исследований, включающие характеристику различных экологических групп живых организмов. Для оценки состояния гидробионтов и выявления возможной реакции на отдельные виды антропогенных воздействий (в том числе на специфические загрязнители) в программу мониторинга целесообразно включить показатели, приведенные в табл. 109.

Для оценки состояния водных экосистем данные параметры отслеживаются в пунктах гидробиологического мониторинга на гидропостах рек Вятка, Погиблица, Березовка, естественных и искусственных водоемах (Карповые озера, пруд пгт. Мирный). Схема расположения пунктов контроля приведена на рис. 51.

Кроме вышеперечисленных показателей в программу мониторинга животного мира в качестве дополнительных могут быть включены показатели для оценки гомеостаза по морфологическим признакам, перечень которых приведен в табл. 110, а также показатели биоиндикационного контроля (табл. 111, 112).

Таблица 109

Параметры мониторинга водных экосистем в зоне воздействия ОУХО

Параметр	Отслеживаемый показатель	Наименование методик, ГОСТ	Диапазон измерений	Периодичность контроля (лет)		
				СЗЗ	ЗЗМ	Фон
Физико-химические свойства воды как среды обитания	Общая минерализация	Гравиметрия, ГОСТ 17.5.4.02-84	0,1–2,0%	1	1	10
	Ионный состав	Титриметрия	Изменение количества ионов	1	1	10
	Прозрачность	Диск Секки	0,1–6 м	1	1	10
	Прозрачность	Диск Секки	0,1–6 м	1	1	10
	Концентрация растворенного в воде кислорода	Иодометрия по Винклеру	Изменение концентрации кислорода	1	1	10
	Концентрация органических веществ	Дихроматометрия, перманганатометрия, ПНДФ 14.1:2.19-95	30–1500 мг/л	1	1	10
	pH	Потенциометрия РД 52.24.495-95	4,0–10,0	1	1	10
	Содержание нитрат-ионов	Фотоколориметрия, РД 52.24.380-95	0,01–0,3 мг/л	1	1	10
	Содержание фосфат-ионов	Фотоколориметрия, РД 52.24.382-95	0,01–0,2 мг/л	1	1	10
	Электропроводность	Потенциометрия РД 52.24.495-95	150–1600 мкС/см	1	1	10

Степень токсобности	Содержание соединений мышьяка и фтора в гидробионтах	ГОСТ 17.1.2.04-77	As 0,07–7,0 мг/кг F 50–5000 мг/кг	1	1	10
Оценка состояния водных экосистем						
Фитопланктон	Валовая суточная продукция		0,1–120 г $O_2/м^2$	1	1	10
	Биомасса		0,1–100 мг/л	1	1	10
Зоопланктон	Численность и разнообразие панцирных коловраток и низших ракообразных	Киселев И. А. Методы исследования планктона, 1956 [352]	Изменение численности и разнообразия панцирных коловраток и низших ракообразных в сравнении с фоновыми показателями	1	1	10
	Индекс сапробности планктона по Пантле и Буку (в модификации Сладечека)	ГОСТ 17.1.3.07-82	0–4,0	1	1	10
Зообентос (донные беспозвоночные – личинки веснянок, поденок, ручейников, ракообразные, трубочники, личинки хирономид и др.)	Численность и разнообразие представителей донной фауны (индекс Шеннона)	Салазкин А. А. Методы сбора и первичной обработки. Зообентос и его продукция, 1983 [353]	Изменение численности и разнообразия донных животных в сравнении с фоновыми показателями	1	1	10
	Биотический индекс по Ф. Вудивиссу (с учетом региональных особенностей), баллы	ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы, гидросферы. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков	0–10	1	1	10

Продолжение табл. 109

Зообентос (донные беспозвоночные – личинки веснянок, поденок, ручейников, ракообразные, трубочники, личинки хирономид и др.)	Олигохетный индекс (отношение числен. олигохет к числен. всего зообентоса), %	ГОСТ 17.1.3.07-82	До 50	1	1	10
	Хирономидный индекс по Балушкиной	Руководство по методам биологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л., 1983 [354]	До 6,5	1	1	10
	Олигохетный индекс (по Цанеру и по Пареле), тыс.экз./кв.м	Руководство по методам биологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л., 1983 [354]	До 0,5	1	1	10
Ихтиофауна	Видовой состав (разнообразие)	Сечин Ю. Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах, 1990 [355]	Уменьшение доли редких и ценных видов	1	1	10

Таблица 110

Показатели биоиндикационного контроля основных типичных природных объектов в районе ОУХО «Марадыковский»

Объект	Показатель	Периодичность контроля, лет		
		СЗЗ	ЗЗМ	Фон
Рыжая полевка, лесная мышь и др.	Морфофизиологические изменения тканей и гематологическиие изменения крови, иммунологический статус, цитогенетический анализ костного мозга	1	1	1
Земноводные: травяная и остромордая лягушки, тритон	Частота проявления фенетических аномалий	1	1	1
Рыбы	Частота аномалий развития	1	1	1

Таблица 111

Основные (типичные) объекты и параметры биоиндикационного контроля при оценке состояния природной среды в районе размещения ОУХО по показателям возможного генотоксического действия

Класс	Объект	Основной показатель генотоксического действия	Периодичность контроля (раз в год)			Основной способ регистрации показателя
			СЗЗ	ЗЗМ	Фон	
1. Флора наземная	1.1. Пыльца растений луговых	Частота хромосомных аберраций	1	1	1	Цитологический (Цитогенетический)
	1.2. Лук репчатый	Частота хромосомных аберраций	-	1	1	Цитологический (Цитогенетический)
	1.3. Традесканция комнатная	Частота хромосомных аберраций	-	1	1	Цитологический (Цитогенетический)
2. Флора водная	2.1. Водоросли одноклеточные (фитопланктон)	Частота нарушения цикла деления	-	1	1	Цитологический (Цитогенетический)
3. Фауна наземная	3.1 Домашние животные	Частота спонтанных абортов и аномалий развития	-	1	1	Статистический (анализ частот аномальных объектов)
	3.2. Рыжая полевка, лесная мышь и др.	Морфофизиологические изменения тканей и гематологическиие изменения крови, иммунологический статус, цитогенетический анализ костного мозга	1	1	1	Цитологический (Цитогенетический)
4. Фауна земноводная	4.1. Лягушка (остромордая, травяная) или	Частота появлений аномальных форм организмов	1	1	1	Статистический (анализ частот аномальных объектов)
	4.2 Тритон (гребенчатый, обыкновенный)		1	1	1	

5. Фауна водная	5.1 Рыбы промысловые и прудовые (щука, плотва, густера, золотой карась, окунь речной)	Частота аномалий развития	1	1	1	Статистический (анализ частот аномальных объектов)
		Микроядрышковый тест в клетках периферической крови				Цитологический (Цитогенетический)
	5.2 Рыбы аквариумные	Тест сестринских хроматидных обменов	1	1	1	
7. Специальные лабораторные объекты	7.1 Клетки бактерий	Частота мутаций (тест мутагенности, тест Эймса)	4 (лаб.)	4 (лаб.)	4 (лаб.)	Микробиологический-генетический
	7.2 Перевиваемые клетки и клетки культур тканей	Тест мутагенности (частота хромосомных аномалий)	4 (лаб.)	4 (лаб.)	4 (лаб.)	Цитологический (Цитогенетический)
	7.3 Клетки лабораторных животных (мышей, крыс)	Частота хромосомных аберраций в активно делящихся клетках (печени, костного мозга, половых клетках)	4 (лаб.)	4 (лаб.)	4 (лаб.)	Цитологический (Цитогенетический)
		Микроядрышковый тест в клетках периферической крови				Цитологический (Цитогенетический)
8. Сельскохозяйственные животные	8.1. Показатели генетического здоровья	Врожденные аномалии и мертворождения у коров и свиней	-	1 раз в год	1 раз в год	Статистический (анализ ветеринарной статистики)
		Спонтанные аборты у коров и свиней				
		Процент яловости у коров				
		Недостаток веса у новорожденных телят и поросят (физиологическая незрелость)				

Таблица 112

Показатели мониторинга животных по оценке гомеостаза морфологических признаков

Объект	Показатель	Периодичность контроля, лет		
		СЗЗ	ЗЗМ	Фон
Рыбы: щука, окунь, стерлядь, карась, плотва, пескарь и др.	Морфометрические (масса и длина тела) и меристические показатели: число лучей в плавниках, особенности строения жаберных дуг, число полос на боках, число различных чешуй на боковой линии, число зубцов и шипов на жаберных костях, фиксирование аномалий и патологий	1	1	1
Земноводные: травяная и остромордая лягушки	Число полос, пятен, белых островков и др.	1	1	1
Микромаммалии: рыжая полевка, лесная мышь, обыкновенная бурозубка и др.	Ненаправленные отклонения от билатеральной симметрии в строении черепа	1	1	1

В мониторинге по показателям состояния зоологических объектов используют общепринятые в научных исследованиях методики изучения тех или иных групп животных. Общие методические вопросы количественного анализа при фаунистических исследованиях и рекомендации по учету представителей разных групп **почвенной фауны** даны в специальной сводке [330].

Насекомых наземных биоценозов изучают на площадках-трансектах длиной 10–20 м и шириной 0,5–1,0 м. В пределах выделенного контура делают 100 взмахов сачком («кошение»), определяют систематическую принадлежность попавших насекомых и ведут количественный учет. Видовой состав и суммарную биомассу мезофауны травяных биотопов изучают с применением биоценометра с площадью охвата 0,5 х 0,5 $м^2$, в пределах которой обследуют мезофауну травянистого яруса, опада и почвенного слоя на глубину до 25 см [345, 356, 357].

Учет **чешуекрылых** проводят на трансектах постоянных маршрутов, охватывающих разные типы угодий; отмечают всех встреченных на маршруте насекомых. Аналогично подсчитывают число муравейников (по маршруту дли

ной 100–200 м и шириной 10 м), измеряя их высоту и диаметр основания; можно также применять метод площадок (10х10 $м^2$), которые закладывают в типичных биотопах [345, 356, 357].

Для учета **мелких млекопитающих** (насекомоядные, грызуны) в качестве основной методики применяют ловчие канавки (траншеи) длиной 20–25 м и глубиной 20–25 см, по краям и в середине которых вкапывают конусы или цилиндры высотой не менее 40 см. Вместо ловчих канавок можно ставить заборчики (длиной 20–25 м и высотой 15–20 см), по обеим сторонам которых также вкапывают по три цилиндра для улавливания пробегающих животных. Ловчие цилиндры следует проверять через 3–4 часа в течение суток, чтобы попавшие животные не погибли (после учета их отпускают). При использовании этого метода можно учитывать попадающих в ловчие цилиндры животных и других групп - земноводных, рептилий, а также крупных насекомых (различные группы жуков). Учеты желательно проводить в мае (до наступления сезона размножения) и осенью – в августе-сентябре [356–361].

Учет **земноводных** проводят методом визуального подсчета особей, встреченных на пешем маршруте, проходимом в период максимальной активности этих животных (май-июнь). Протяженность маршрута 1–5 км (с охватом наиболее характерных местообитаний этих животных), ширина полосы учета – 6–8 м на открытых участках и 2–3 м – на поросших травой и кустарником [362]. Наиболее удобное время суток для учета – утренние часы при тихой теплой погоде.

Учет одной из групп синантропных **птиц – воробьиных –** проводят маршрутным методом [348, 349, 356, 357, 360, 363, 364]. Длина маршрута около 1 км, в пределах которого определяют видовую принадлежность и подсчитывают количество всех встреченных птиц (по голосу или визуально). Скорость прохождения по маршруту должна быть небольшой (3–4 км в час) во избежание пропуска птиц. Ширина учетной полосы в лесу – по 10–15 м по обе стороны от линии маршрута; в открытых угодьях – по 25–50 м. Наиболее удобные сроки и время наблюдений – апрель-май; с 4 до 8 час утра. Учет колониальных птиц (чайки, ласточки) проводят при визуальном подсчете в пределах колонии. Для большей точности учета маршрут необходимо проходить 3–4 раза.

Маршрутным методом проводят учет рекомендуемых для мониторинга млекопитающих [229], **охотничьих животных** – крота [347, 360] и рябчика [348, 349, 356, 357, 363].

Изучение **животных –** обитателей **водоемов** – проводится в соответствии с типовыми методиками [352, 353, 355].

При изучении многих групп животных (наземных позвоночных, птиц, ихтиофауны и др.) широко применяют метод опроса местного населения [356, 357].

Для подсчета **насекомых-гидробионтов** также используется стандартный метод пробных площадок, закладываемых в 4 повторностях на дне водоема с помощью специальной ограничивающей рамки (0,5х0,5 м); расчет проводят на 1 $м^2$ [352, 354, 365–367]. Гидробионты являются хорошими индикаторами состояния водоемов [368, 369].

Ихтиофауну изучают методами отлова [345, 352, 355, 356, 357, 366].

Определение качества воды методами биологического анализа регламентировано ГОСТ.

Имеются методики анализа индикаторных (на аэрогенное загрязнение) морфометрических показателей животных [321, 370].

Мониторинг почвенной биоты

В качестве объектов мониторинга почвенной биоты целесообразно использовать почвенные водоросли, бактерии, грибы, почвенных животных (в основном представителей мезофауны), а также суммарные биологические процессы в почве. Перечень объектов биологического мониторинга почв и используемых для этой цели методов с указанием требуемой периодичности наблюдений приведен в табл. 113.

Мониторинг агроценозов

На территории зоны защитных мероприятий ОУХО «Марадыковский» расположены земли сельскохозяйственных предприятий – СХПК «Заря», «Истобенский», «Зенит», АО «Шалегово» (Оричевский район), колхоза «Заветы Ленина» (Котельничский район).

В структуре посевных площадей этих хозяйств около 30% занято зерновыми и зернобобовыми культурами, а преобладающие площади используются под кормовые культуры (в частности, многолетние травы занимают более 33% посевных площадей).

Кроме того, в пределах ЗЗМ находятся 12 садово-огороднических обществ и 12 фермерских хозяйств.

Контроль выполняется на реперных участках, закладываемых в полях севооборота на пашне, на сенокосах и пастбищах. Перечень апробированных показателей мониторинга агроценозов [184] приведен в табл. 114.

Таблица 113

Методы исследования отдельных групп почвенных организмов

Объекты мониторинга	Наблюдаемые показатели	Методы исследования	Периодичность наблюдений
Почвенные водоросли	- Наличие макроскопических разрастаний	- Наблюдение в природе	2–3 раза в сезон
	- Численность и соотношение видов	- Количественный учет по методу Виноградского в видоизменении Штиной	2–3 раза в сезон
	- Таксономический состав	- Метод исследования таксономического состава почвенных водорослей (водные культуры, почвенные культуры со стеклами обрастания)	2–3 раза в сезон
Бактерии	- Таксономический состав	- Селективные методы для выделения из почвы отдельных групп почвенных бактерий	1–2 раза в сезон
Почвенные грибы	- Длина мицелия, число спор и биомасса	- Метод Хансена в модификации Мирчинк и Демкиной (Бабьева, Зенова, 1989 [252])	1–2 раза в сезон
Почвенные животные	- Видовой состав беспозвоночных	- Методы исследования почвенных беспозвоночных (Бабьева, Зенова, 1998 [252])	1–2 раза в сезон
	- Численность и биомасса почвенной фауны	- Зоологические методы диагностики почв (по М. С. Гилярову [344])	1–2 раза в сезон
Суммарные биологические процессы	- Дыхание почвы	- Методы определения дыхания почвы по поглощению кислорода или выделения CO_2;	1–2 раза в сезон
	- Активность азотфиксации	- Метод учета активности азотфиксации по восстановлению ацетилена;	
	- Разложение целлюлозы	- Аппликационные методы с применением специальных материалов	

Таблица 114

Рекомендуемые параметры мониторинга агроценозов

Показатель	Объект контроля	Учитываемый диапазон изменения показателя	Наименование методик, ГОСТ	Периодичность отслеживания
Показатели почвенного плодородия	Гумус pH P_2O_5 K_2O	0,5–15% 4–9,5 5–60 мг/кг 10–150 мг/кг	ГОСТ 26213-91 ГОСТ 26483-85 ГОСТ 26207-84 ГОСТ 26207-84	Одновременно с мониторингом почв
Содержание загрязняющих веществ в почвах сельхозугодий	Фториды Соединения мышьяка Фосфорорганические соединения	3–30 мг/кг 1–40 мг/кг	Рук-во по сан.-хим. исслед. почв, М.: ГКСЭН, 1993 [269] Атомно-абсорбционная спектрометрия	Ежегодно
Содержание загрязняющих веществ в сельскохозяйственной продукции (соединения фтора, мышьяка, свинца)	Молоко Мясо Картофель Морковь Лук Сено Солома		ГОСТ 26930-86 ГОСТ 29270-95 ГОСТ 30349-96	Ежегодно
Средняя урожайность	Поля севооборота, луга и пастбища	Снижение на 10% и более ежегодно	Данные статотчетности	Ежегодно
Поражение культурных растений вредителями и болезнями	Поля севооборотов	Более 20% ежегодно	Материалы научных исследований по общепринятым методикам	Не менее одного раза в год

Параметры состояния наземного биогеоценоза, относящиеся к почве:

1) емкость катионного обмена (ЕКО) почвы (в слое 0–20 см, мг-экв/100 г почвы);

2) сумма обменных оснований (для слоя 0–20 см, мг-экв/100г);

3) величина pH почвы (измерения in situ на глубине ~ 10 см);

4) величина окислительно-восстановительного потенциала почвы (измерения in situ на глубине ~ 10 см);

5) содержание гумуса (слой 0–20 см, %);

6) интенсивность выделения углекислоты почвой (кг CO_2/га в час);

7) водопроницаемость гумусового горизонта почвы (для слоя 0–20 см, мм/мин).

8) показатель хемотаксиса инфузорий;

9) ферментативная активность бактерий.

Параметры состояния наземного биогеоценоза, относящиеся к фитоценозу:

10) видовой состав фитоценоза, включая все фитотаксоны по величине флористической насыщенности (число видов на 100 $м^2$ для травяных и на 0,25 га для древесных сообществ);

11) величина проективного покрытия доминирующих видов для травяных или сомкнутость эдификаторного яруса для лесных фитоценозов (%);

12) спектр жизненных форм – доля участия (%) основных жизненных форм (деревья, кустарники, полукустарники, многолетние поликарпики, однолетники) в фитоценозе;

13) возрастной спектр ценопопуляций доминирующих видов растений – доля участия (%) в ценопопуляции особей разных возрастных состояний.

Параметры состояния наземного биогеоценоза, относящиеся к зооценозу:

14) трофическая структура – соотношение различных трофических групп (фитофаги, хищники, сапрофаги);

15) видовое разнообразие (индекс Шеннона);

16) плотность популяции доминирующих и субдоминирующих видов (количество особей на единицу объема или площади).

Параметры состояния наземного биогеоценоза как единого целого:

17) запасы живой биомассы (фито-, зоо- и микробиомассы) в биогеоценозе (г/$м^2$ или т/га);

18) скорость общего оборота органического вещества – отношение запасов живого и мертвого органического вещества (включая и не включая гумус);

19) скорость деструкции органического вещества (по опадо-подстилочному коэффициенту).

Параметры состояния водной экосистемы, относящиеся к качеству воды:

20) прозрачность воды;

21) величина pH воды;

22) содержание нитрат-ионов в воде (мг/л);

23) содержание фосфат-ионов в воде (мг/л);

24) электропроводность воды (микросименс/см).

Параметры состояния водной экосистемы, относящиеся к биоте:

25) индекс сапробности (по Сладечеку или Ватанабе);

26) индекс видового разнообразия;

27) величина биохимического потребления кислорода ($БПК_5$, мг O_2/л);

28) валовая продукция фитопланктона (г O_2/$м^2$ в сутки).

При оценке состояния различных биоценозов используются разные наборы вышеотмеченных показателей; в частности, для анализа состояния почвы

как среды обитания можно использовать параметры 1–19; воды как среды обитания в водной экосистеме – 20–24; водной биоты – 25–28; фитоценоза – 10–13; зооценоза – 3–16; наземного биогеоценоза – 1–9; водной экосистемы – 20–28 [242].

5.1.3. Научно-методологические основы организации подсистемы мониторинга здоровья

Главной целью всей системы локального комплексного экологического мониторинга ОУХО является охрана здоровья человека, обеспечение безопасных условий труда и проживания, поэтому подсистема мониторинга здоровья является важнейшей составной частью данной системы мониторинга.

При организации мониторинга здоровья населения в районах размещения химически опасных объектов необходимо: определить зону наблюдения; обосновать перечень контролируемых показателей, методы их регистрации и анализа получаемых данных; определить общую структуру и порядок функционирования.

Программа мониторинга здоровья включает в себя два основных подраздела – социально-гигиенический и медико-биологический мониторинг.

5.1.3.1. Социально-гигиенический мониторинг

Система организации социально-гигиенического мониторинга регламентирована Постановлением Правительства РФ № 426 от 1.06.2000 [371]. Основным координатором в этой системе является Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора в Кировской области, тесно взаимодействующий по конкретным вопросам с другими организациями и ведомствами, осуществляющими мониторинг, – природоохранными организациями, органами медицинской статистики, учреждениями, осуществляющими биологический и биоиндикационный мониторинг природной среды.

В целом для большинства этих видов деятельности существуют нормативные документы, определяющие контролируемые показатели и способы их регистрации. Однако при организации мониторинга ОУХО, относящегося к особо опасным производственным объектам, в эти документы должны быть внесены необходимые изменения и дополнения [236] в части, касающейся выявления в природных средах конкретных загрязняющих веществ, а также продуктов их деструкции.

Показатели контроля качества среды обитания

К основным показателям контроля качества среды обитания, отслеживаемым системой Госсанэпиднадзора, относятся: качество атмосферного воздуха, питьевой воды, воды открытых водоемов, почвы, продовольственного сырья и пищевых продуктов, уровень радиационного фона.

Атмосферный воздух. Для программы комплексного мониторинга ОУХО в соответствии с СанПиН 2.1.6.983-00 «Гигиенические требования к обеспечению качеств воздуха населенных мест», ГН 2.1.6.790-99 «ОБУВ

загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населеных мест», дополнение № 2 к ГП 2.1.6.696-98 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» обязательными показателями контроля являются концентрации загрязняющих веществ, перечисленные в табл. 115.

Таблица 115

Загрязняющие вещества в атмосферном воздухе населенных мест, подлежащие контролю органами Госсанэпиднадзора

№ п/п	Загрязняющее вещество	Метод определения	Нормативный документ
1	Пыль*	Гравиметрия	РД 52.04.186-89, п.5.2.6
2	Оксид серы* (IV)	Хемосорбция и фотометрия	ТО С-310-1 ИРМБ 2.840.201 РД 52.04.186-89, п.5.2.7.1
3	Сероводород	Фотометрия	РД 52.04.186-89, п.5.2.7.4
4	Оксид углерода (II) *	Потенциометрия	ТО «Палладий-3» АПИ 2.840.087.
5	Оксид азота (II) *	Хемосорбция и фотометрия	ТО Р-310-32 ИРМБ 413312.003; РД 52.04.186-89, п.5.2.1.6.
6	Оксид азота (IV) *	Хемосорбция и фотометрия	ТО Р-310-32 ИРМБ 413312.003; РД 52.04.186-89, п.5.2.1.4.
7	Серная кислота*	Турбидиметрия	РД 52.04.186-89, п.5.2.7.7.
8	Соединения фтора (в пересчете на фтор) *	Хемосорбция и фотометрия	ГОСТ 12.1.014.84 РД 52.04.186-89, п.5.2.3.3
9	Фтороводород*	Хемосорбция и фотометрия	ГОСТ 12.1.014.84; РД 52.04.186-89, п.5.2.3.2
10	Соединения хлора (в пересчете на хлор) *	Хемосорбция и фотометрия	ГОСТ 12.1.014.84; РД 52.04.186-89, п.5.2.3.4
11	Хлороводород*	Потенциометрия или хемосорбция и фотометрия	ГОСТ 12.1.014.84; РД 52.04.186-89, п.5.2.3.5., п.5.2.3.6.
12	Углеводороды*	Фотометрия	МУК 4.1.639-96, РД 52.04.186-89, п.5.3.3.5., п.5.3.3.7.
13	Свинец*	Фотометрия	РД 52.04.186-89, п.5.2.5.7.
14	Мышьяк*	Фотометрия	РД 52.04.186-89, п.5.2.5.4.
15	Марганец*	Фотометрия	РД 52.04.186-89, п.5.2.5.3.

Продолжение табл. 115

16	Фосфорный ангидрид*	Фотометрия	РД 52.04.186-89, п.5.2.4.
17. 17.1 17.2 17.3 17.4	Ароматические углеводороды: бензол стирол толуол ксилолы	Газовая хроматография	МУ 2613-82. Приложение 1 к ПДК №4256-87. МУ 2613-82. МУ 2613-82.
18. 18.1 18.2 18.3	Спирты: этанол метанол* изопропиловый спирт*	Газовая хроматография	 МУК 4.1.624-96. МУК 4.1.624-96. МУК 4.1.600-96.
19	Кетоны: ацетон*	Газовая хроматография	 МУК 4.1.600-96.
20	N-метилпирролидон*	Газовая хроматография	РД 52.04.186-89
21	Моноэтаноламин*	Газовая хроматография	РД 52.04.186-89
22	Фториды натрия, калия и кальция*	Хемосорбция и фотометрия	РД 52.04.186-89, п.5.2.3.3
23	Сажа*	Гравиметрия	РД 52.04.186-89
24	Радиоактивные вещества*	Гамма-фон, дозиметром	Методика измерения активности радионуклидов

Примечание. Знаком * отмечены показатели, включенные в программу санитарно-гигиенического мониторинга ОУХО.

Обязательному контролю подлежит гамма-фон, оцениваемый в ходе радиометрических измерений. По программе социально-гигиенического мониторинга гамма-фон измеряется ежедневно санитарно-эпидемиологической службой области. Кроме того, в предэксплуатационный период и после завершения эксплуатации объекта проводится радиологическое обследование территории по полной программе, включающей измерения радиоактивности почв и грунтов, поверхностных и подземных вод (в первую очередь, в зоне действующих водозаборов), донных осадков водоемов, техногенных объектов (карьеров, свалок, полигонов промышленных и бытовых отходов, складов строительных материалов).

Контроль загрязнения атмосферного воздуха осуществляется передвижной лабораторией на маршрутных постах на границах СЗЗ и ЗЗМ в контрольных точках, расположенных по направлениям 8 румбов от ОУХО рис. 55. Периодичность контроля – 1 раз в квартал по системе санитарно-гигиенического мониторинга и 1 раз в год при осуществлении государственного надзора.

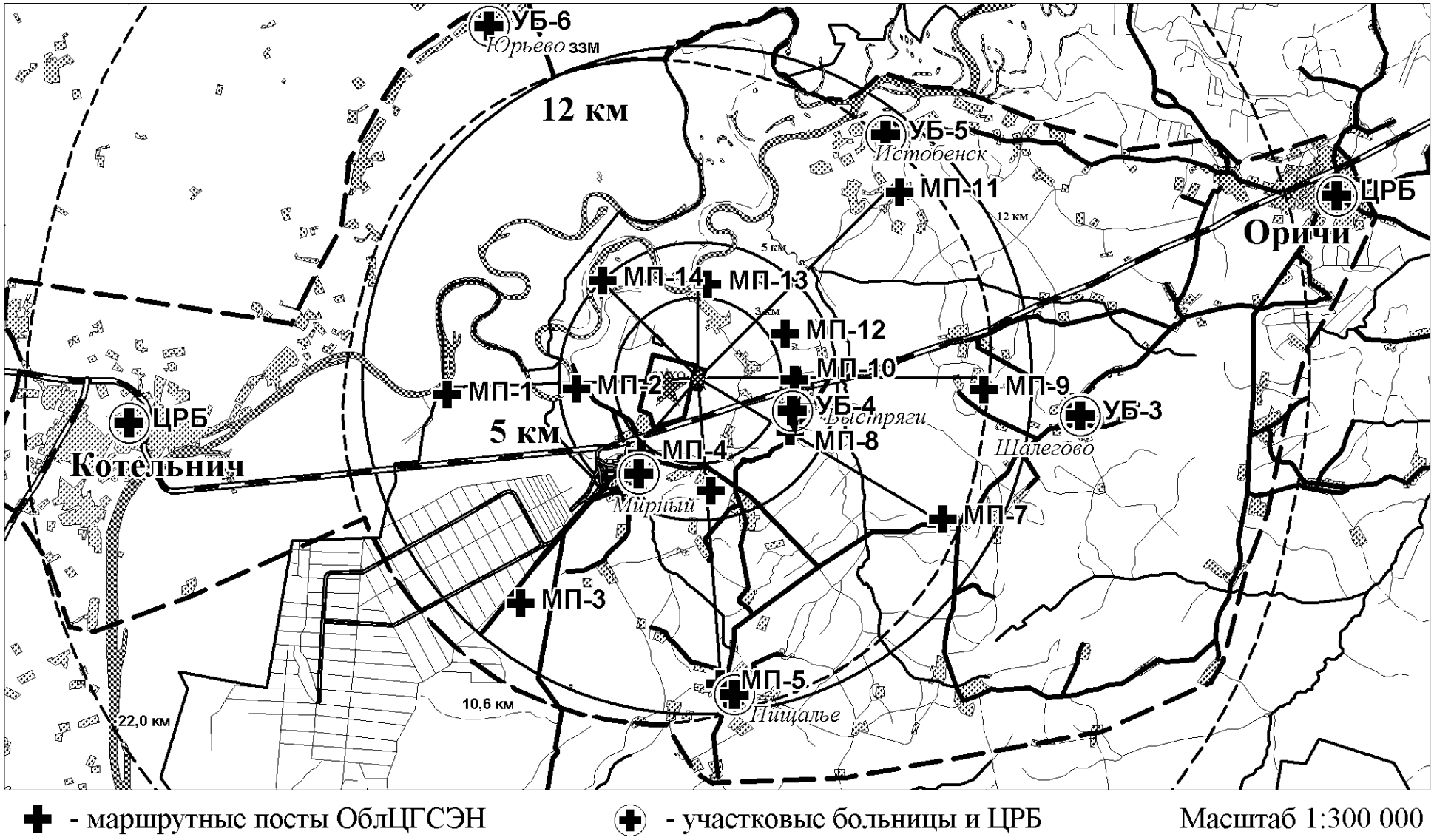


Рис. 55. Схема маршрутных постов контроля атмосферного воздуха (М 1:300 000)

Почва. Анализ проб почвы на содержание загрязняющих веществ по программе санитарно-гигиенического мониторинга проводится 2 раза в год. Пробоотбор почвы осуществляется передвижной лабораторией одновременно с отбором проб воздуха в тех же контрольных точках (рис. 55).

В соответствии с МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» в почве определяются следующие ингредиенты: фтор-, хлор-, сера-, мышьяк-, фосфорорганические вещества, тяжелые металлы (свинец, марганец, ванадий, ртуть, кадмий), радиоактивные вещества, микробиологические показатели. Полный перечень контролируемых показателей по программе санитарно-гигиенического мониторинга представлен в табл. 102. Санитарно-гигиенический надзор осуществляется один раз в год по перечню показателей табл. 116.

Вода открытых водоемов в соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» контролируется по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Полный перечень контролируемых показателей по программе санитарно-гигиенического мониторинга приведен в табл. 99. В число контролируемых службой Госсанэпиднадзора санитарно-химических показателей входят концентрации тяжелых металлов (свинец, марганец, ванадий, ртуть, кадмий), в число микробиологических – содержание лактозоположительных кишечных палочек и колифагов (табл. 117). Периодичность контроля вод открытых водоемов – 3 раза в год в весенне-осенний период по программе санитарно-гигиенического мониторинга и 1 раз в год при осуществлении государственного санитарного надзора.

Таблица 116

Перечень загрязняющих веществ в почве, контролируемых службой Госсанэпиднадзора

№ п/п	Загрязняющее вещество	Метод определения	Нормативный документ
1.	Токсичные металлы:	Метод инверсионной вольтамперометрии.	Сборник МР №01-19/137-17 от 22.12.95г.
1.1.	свинец*		
1.2.	цинк		
1.3.	медь		
1.4.	кадмий		
1.5.	ртуть	Метод беспламенной атомной абсорбции ПНД Ф 16.1.1-96.	ПНД Ф 16.1.1-96.
1.6.	мышьяк*	Визуально-колориметрический	Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК) №2264-80 от 30.10.1980г. МЗ СССР.[372]

Продолжение табл. 116

2.	Радиоактивные вещества*	Гамма, бетаспектро-метрия	Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах, утв. ЦМИИ ГНМЦ «ВНИИФТРИ» 05.05.96г.[373]
3.	Хлорорганические пестициды: бвг – ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, ДДД, гексахлорбензол бвг – ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, ДДД, альдрин, кельтан, гептахлор, метоксихлор, тедион, эфирсульфонат, гексахлорбензол бвг – ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, ДДД, симазин, атразин, прометрин, пропазин	ГЖХ (газовая хро-матография) ТСХ (тонкослой-ная хроматография) ГЖХ (газовая хроматография)	Сб.№9 «Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде», МУ №1766-77, утв. МЗ СССР 12.10.77.[374] Сб.№11 «Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде», МУ 2142-80, утв.МЗ СССР 28.01.80.[374] Сб.№13 «Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде», МУ 2433-81, утв. МЗ СССР 6.08.81.[374]
4.	Фосфорорганические пестициды: актелик, базудин, валексон, гетерофос, ДДВФ, карбофос, метафос, рицид, трихлорметафос, фосфамид, фталофос, фозалон, хлорофос.	ГЖХ, ТСХ	Справочник под ред. М.А.Клисенко, т.I, М.: Колос, 1992. МУ №3222-85, утв. МЗ СССР 11.03.85.[375]
5. 5.1. 5.2. 5.3. 5.4.	Микробиологические показатели*: БГКП (бактерии группы кишечной палочки) Энтерококки Патогенные микроорганизмы Колифаги.	Бактериологический	МУ №1446-76 МЗ СССР, МУ №2293-81 МЗ СССР.

Примечание. Знаком * отмечены показатели, включенные в программу санитарно-гигиенического мониторинга ОУХО.

Таблица 117

Перечень показателей состояния воды открытых водоемов, контролируемых службой Госсанэпиднадзора

№ п/п	Показатель	Метод определения	Нормативный документ
1	Прозрачность*	Измерение при помощи шрифта, диска	РД 52.24.496-95
2	pH*	Электрохимический метод Потенциометрический метод	РД 52.24.495-95 ПНД Ф 14.1:2:3:4.127-97
3	Запах*		
4	ХПК*	Фотометрический метод Потенциометрический метод Титриметрический метод Титриметрический метод	ЦВ 1.04.35-98 "А" МВИ ПНД Ф 14.1:2.19-95 ПНД Ф 14.1:2.100-97 РД 52.24.421 955 МУ РД 33-5.3.08-96
5	Азот общий*	Титриметрический метод Метод ультрафиолетовой спектроскопии Фотометрический метод	ЦВ 2.01.10-91 "А" МВИ РД 52.24.481-95 РД 52.24.364-95
6	Железо*	Фотометрический метод Флуоресцентный метод	ПНД Ф 14.1:2. 2-95 ЦВ 2.04.13-91 "А" МВИ ПНД Ф 14.1.29-95 РД 52.24.466955 МУ РД 52.24.358955 МУ ПНД Ф 14.1:2.50-96
7	Марганец*	Атомно-абсорбционное определение Метод атомно-эмиссионной спектрометрии Фотометрический метод Рентгено-флуоресцентный метод	РД 52.24.377955 МУ ЦВ 3.16.02-95 "А" МВИ ЦВ 3.19.08-96 "А" МВИ ПНД Ф 14.1:2.61-96 ПНД Ф 14.1:2:4.125-97 РД 52.24.467955 МУ РД 33-5.3.03-96 ПНД Ф 14.1:2:4.43-96

8	Мышьяк*	Фотоколориметрия Инверсионная вольтамперометрия	ПНД Ф 14.1:2.49-96 ПНД Ф 14.1:2.94-97 РД 52.24.378-95 РД 33-5.3.02-96
9	Фосфаты*	Фотометрический метод Титриметрический метод	ЦВ 2.04.09-91 "А" МВИ РД 52.24.382-95 ЦВ 2.04.01-91 "А" МВИ ПНД Ф 14.1:2.112-97
10	Фториды*	Потенциометрия Ионометрический анализ Жидкостная хроматография	ГОСТ 4386-89 ПНД Ф 14.1:2:4.23-95 ПНД Ф 14.1:2:4.33-95 РД 52.24.360-95 ПНД Ф 14.1:2:4.87-96
11	Свинец*	ИВА (инверсионная вольтамперометрия) Фотометрический метод Флуоресцентный метод Атомно-абсорбционный метод	Сб. МР №01-19/137-17 от 22.12.95 ПНД 14.1:2:4.41-95 ПНД Ф 14.1:2.54-96 РД 52.24.448-95
12	N-метилпирролидон*	Жидкостная хроматография	
13	Моноэтаноламин*	Жидкостная хроматография	
14	Фосфорорганические соединения*	ГЖХ	ПНД Ф 14.2:4.75-96
15	Фторорганические соединения*	ГЖХ	
16	Нефтепродукты*	ИК спектроскопия Колоночная хроматография Флуоресцентный анализ Газовая хроматография	ПНД Ф 14.1:2.5-95 РД 52.24.476-95 ПНД Ф 14.1:2.62-96 ПНД Ф 14.1:2.116-97 ПНД Ф 14.1:2:4.35-95 ЦВ 1.12.31-96 "А" МВИ
17	Радиоактивные вещества*	Гамма-, бета-спектро-метрия	Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах, утв. ЦМИИ ГНМЦ «ВНИИФТРИ» 05.05.96[373]

Продолжение табл. 117

18	Индекс ЛПКП (лактозоположительной кишечной палочки)*	Бактериологический	Методические указания «По санитарно-микробиологическому анализу воды поверхностных водоемов» №2285-81 от 19.01.81[376]
19	Патогенные энтеробактерии*		
20	Яйца гельминтов*		
21	Цинк	ИВА	ПНД Ф 14.1:2:4.64-96
22	Медь	Фотоколориметрия ИВА	ПНД Ф 14.1:2.48-96 РД 52.24.371-95
23	Кадмий	ИВА	РД 52.24.371-95
24	Молибден	ИВА	РД 52.24.416-95
25	Ртуть	Метод беспламенной атомно-абсорбционной спектрометрии	ГОСТ Р 51212-98

Примечание. Знаком * отмечены показатели, включенные в программу санитарно-гигиенического мониторинга ОУХО.

Питьевая вода контролируется в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода.

Таблица 118

Перечень показателей качества питьевой воды, контролируемых службой Госсанэпиднадзора

№ п/п	Показатели	Метод определения	Нормативный документ
1. 1.1. 1.2. 1.3. 1.4.	***Микробиологические*:*** термотолерантные колиформные бактерии общие колиформные бактерии общее микробное число колифаги	Бактериологический	МУК 4.2.671-97 «Методы санитарно-микробиологического анализа питьевой воды» – для централизованных систем питьевого водоснабжения. ГОСТ 18963-73 «Вода питьевая. Методы микробиологического контроля» – для нецентрализованных систем водоснабжения.
2. 2.1. 2.2. 2.3. 2.4.	***Органолептические:*** привкус* запах* цветность* мутность*	Органолептический Фотометрический	 ГОСТ 3351-74 п.3. ГОСТ 3351-74 п.2. ГОСТ 3351-74. ГОСТ 3351-74.

Продолжение табл. 118

3.	***Санитарно-химические:***		
3.1.	pH*	Потенциометрический	ПНДФ 14.2:3:4 121-97
3.2.	общая минерализация*	Гравиметрический	ГОСТ 18164-72.
3.3.	общая жесткость*	Титриметрический	ГОСТ 4151-72.
3.4.	окисляемость бихроматная*	Титриметрический	ЦВ 1.01.01-91 "А" МВИ
3.5.	нитраты*	Фотометрический	ГОСТ 18826-73.
3.6.	сульфаты*	Гравиметрический, турбодиметрический	ГОСТ 4389-72 п.2, п.3.
3.7.	фториды*	Фотометрический	ГОСТ 4386-89
3.8.	хлориды*	Флюориметрия	МУК 4.1.067-96
3.9.	марганец*	Титриметрический	ГОСТ 4245-72
3.10	летучие хлорорганические соединения*	Фотометрический	ГОСТ 4974-72
3.11	хлор остаточный	Газохроматографический	ГОСТ Р 51392-99
3.12	мышьяк*	Титрометрический	ГОСТ 18190-72
3.13	иод	Фотометрический	ГОСТ 4152-89
3.14	свинец*	Экстракционнофотометрический	МУК 4.1.747-99
3.15	медь	Фотометрия	ГОСТ 18293-72
3.16	цинк	ИВА	МРО1-19/137-17
3.17	молибден	Фотометрия	ГОСТ 4388-72
3.18	железо*	Флюориметрия	МУК 4.1.058-96
3.19	фосфаты*	Фотометрический	ГОСТ 18308-72
3.20	фосфорорганические соединения*	Фотометрия	ГОСТ 4011-72
3.21	фторорганические соединения*	Флюориметрия	МУК 4.1.064-96
4.	Радиоактивные вещества*	Радиометрия	МР №32 от 28.02.97г. «Подготовка проб природных вод для измерения суммарной альфа и бета-активности» ГП «ВНИИФТРИ» [377]

Примечание. Знаком * отмечены показатели, включенные в программу санитарно-гигиенического мониторинга ОУХО.

Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». Полный перечень показателей, включенных в программу санитарно-гигиенического мониторинга питьевой воды, представлен в табл. 101. Обязательному контролю по линии Госсанэпиднадзора подлежат показатели, перечень которых приведен в таблице 118. Контроль качества питьевой воды производится ежеквартально.

Периодичность контроля питьевой воды по линии Госсанэпиднадзора 1 раз в год, а по программе санитарно-гигиенического мониторинга – 1 раз в квартал.

Продовольственное сырье и пищевые продукты. Анализ продовольственного сырья и пищевых продуктов выполняется 1 раз в год в осенний сезон в соответствии СанПиН 2.3.2.560-96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов». Исследованию подлежат продовольственное сырье и пищевые продукты растительного и животного происхождения (в т. ч. продукция с личных приусадебных хозяйств).

Растительная продукция:

овощи;

зерновые культуры;

дикорастущие.

Животноводческая продукция:

молочные продукты;

мясные продукты.

Перечень контролируемых показателей приведен в табл. 119.

Кроме обязательных показателей, отслеживаемых в воздухе, воде поверхностных водных источников, почве, продовольственном сырье и пищевых продуктах по программе социально-гигиенического мониторинга, в соответствии с требованиями нормативных документов [236] в дополнение к СанПиН 2.1.6.983-00 «Гигиенические требования к обеспечению качеств воздуха населенных мест», СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест», в программу мониторинга ОУХО в зоне защитных мероприятий должен быть включен ежегодный контроль содержания специфических загрязняющих веществ (табл. 120).

Таблица 119

Перечень загрязняющих веществ в продовольственном сырье и пищевых продуктах, контролируемых по программе социально-гигиенического мониторинга и по линии Госсанэпиднадзора

№ п/п	Показатели	Метод определения	Нормативный документ
1.	В продуктах растительного происхождения:		
1.1	Нитраты	Потенцио-метрия	МУ по определению нитратов и нитритов в продукции растение-водства №5048-89 от 04.07.89. ГОСТ 29270-95
1.2	Хлорорганические пестициды: бвг – ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, ДДД	ГЖХ, ТСХ	ГОСТ 30349-96; МУ 2142-80 от 28.01.80.
1.3	Микотоксины	ТСХ	МР №2273-80 от 10.12.80г.; МУ 5177-90 от 27.06.90г.; МУ 3184-84. ГОСТ 26930-86.
1.4	Токсичные элементы:	Фотометри-ческий ИВА	Сб. МР №01-19/137-17 от 22.12.95.
1.4.1	мышьяк		
1.4.2	ртуть		
1.4.3	свинец		
1.4.4	кадмий		
1.4.5	цинк		
1.4.6	медь		
1.5	Яйца гельминтов	Паразитологи-ческий	МУ №1440-76 от 14.07.76. «Гельминтологические исследования внешней среды и санитарные мероприятия»
1.6	Радиоактивные вещества	Гамма,-бетаспектро-метрия	МУК 2.6.1.717-98 «Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 08.10.98г.
2.	В продуктах животного происхождения:		
2.1	Хлорорганические пестициды: бвг – ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, ДДД	ГЖХ, ТСХ	ГОСТ 23452-79; МУ 2142-80 от 28.01.80.

Продолжение табл. 119

2.2 2.2.1 2.2.2 2.2.3 2.2.4 2.2.5 2.2.6	Токсичные элементы: мышьяк ртуть свинец кадмий цинк медь	Фотометрический ИВА	ГОСТ 26930-86. Сб. МР №01-19/137-17 от 22.12.95г.
2.3	Микробиологические показатели	Бактериологический	Приложение №5 к СанПиН 2.3.2.560-96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов»
2.4	Радиоактивные вещества	Гамма-, бетаспектрометрия	МУК 2.6.1.717-98 «Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 08.10.98г.

Таблица 120

Перечень специфических загрязняющих веществ в питьевой воде и продовольствии, контролируемых по программе санитарно-гигиенического мониторинга

№ п/п	Показатели	Метод определения	Нормативный документ
1	Иприт Зарин Зоман Vx	Газовая хроматография (ГЖХ)	Инструкция по количественному определению ОВ ВП в питьевой воде и продовольствии методом ГЖХ, утв. МЗ СССР 20.04.89 г.[378]
	Зарин Зоман Vx Иприт	Холинэстеразная реакция Фотометрия (тимолфталеиновая проба)	Инструкция по количественному определению зарина, зомана, Vx-газов и иприта в продовольствии и питьевой воде. Воениздат, 1988. [379]
	Зарин Зоман Vx Иприт	Гельдиффузионный метод	Дополнение к «Инструкции по количественному определению зарина, зомана, Vx и иприта в продовольствии и питьевой воде», утв. МЗ СССР 27.02.89г.[380]
2	Люизит	Фотометрия	Инструкция по количественному определению синильной кислоты, цианидов и люизита в продуктах питания, сырье и в воде, утв. зам. МЗ СССР А. И. Кондрусевым 20.04.89г. [381]

Перечень отслеживаемых специфических загрязняющих веществ может быть дополнен после разработки и утверждения соответствующих методик определения содержания этих веществ в природных средах и объектах.

5.1.3.2. Медико-биологический мониторинг

В структуру медико-биологического мониторинга входят блоки собственно медицинского мониторинга и биоиндикационного контроля генотоксического и иммунотоксического воздействия выбросов ОУХО на биологические объекты.

Медицинский мониторинг

Показателями системы медицинского мониторинга являются данные специальных клинических и лабораторных обследований персонала ОУХО и населения зоны его влияния, а также данные медицинской статистики по частоте возникновения специфических заболеваний у населения зоны влияния ОУХО (табл. 121).

Показатели клинических обследований

В перечень показателей медико-биологического мониторинга кроме данных о заболеваемости, регистрируемых органами медицинской статистики, целесообразно включить дополнительные (более подробные) показатели, предусмотренные Международной классификацией болезней (МКБ-10), классы XVIII, XX и XXI [82, 236, 382, 383], которые могут быть получены в ходе общих и специальных лабораторных, функциональных, клинических и медико-биологических исследований состояния здоровья населения.

Данные общих лабораторных и функциональных методов исследований:

– флюорография легких (в двух проекциях);

– результаты исследований функций органов дыхания (спирометрия, спирография, оценка жизненной емкости легких);

– ЭКГ (в покое, после нагрузки, при велоэргометрии);

– нагрузочные пробы на почки (клиренс по креатинину, инсулину);

– развернутый (полный) анализ крови (с оценкой СОЭ, содержания гемоглобина, сахара, липидов, протромбинового индекса, времени свертываемости крови).

Данные специальных лабораторных клинических исследований, направленных на выявление последствий специфического действия ОВ на организм человека:

– анализ холинэстеразы в крови (для персонала объекта);

– анализ волос или срезов ногтей на содержание мышьяка;

– анализ чувствительности холинэстеразы крови к ингибиторам (для населения зоны влияния);

– анализ активности ферментов крови – креатинфосфокиназы (КФК), щелочной фосфатазы (ЩФ), аспарагиновой (АспТ) и аланиновой (АлаТ) трансфераз – индикаторов химической нагрузки на органы детоксикации (главным образом – печень);

– анализ содержания в крови пировиноградной кислоты (ПВК), азота мочевины (АМК), глюкозы, SH-групп и альбуминов (последних двух - в том числе после дозированной спиртовой нагрузки);

Таблица 121

Параметры, контролируемые при проведении мониторинга здоровья

Группа показателей	Показатели	Частота регистрации населения зоны наблюдения	Источник данных (исполнитель)	Способ регистрации данных	Методика определения и регистрации (наименование, кем утвержден источник)	Примечание
I. Медико-демографические	1. Рождаемость. 2. Общая смертность. 3. Смертность по различным причинам. 4. Продолжительность жизни	1 раз в год, включая 5 лет после завершения работ	Медучреждения контролируемых территорий	1. Утвержденная форма учета (ф. 106/у - врачебное свидетельство о смерти) 2. Компьютерная база данных ОБМС	Инструкции МЗ РФ	[82, 236, 382, 397]
II. Физическое развитие и функциональное состояние здоровья персонала ОУХО и населения (по половозрастным группам):						

Продолжение табл. 121

А. Данные антропометрических обследований	Рост. Вес. Конституционные признаки (окружность грудной клетки, живота). Динамометрия силы кистей рук	До начала строительства ОУХО и далее 1 раз в год	МСЧ ОУХО; департамент здравоохранения, медучреждения контролируемых территорий; ПКДЦ	Медицинские карточки. Специальные карты обследований. Компьютерная база данных ОБМС	Инструкции МЗ РФ	[82, 236, 382, 397]
Б. Результаты специальных сплошных функциональных обследований персонала ОУХО и населения в зоне влияния объекта и на участке сравнения (фоновой территории)	1.Флюрография. 2. Специальные обследования функций легких (спирометрия или спирография, оценка ЖЕЛ). 3. Специальные обследования функций сердечно-сосудистой системы (ЭКГ). 4. Специальные обследования функций почек (общий анализ мочи, почечный клиренс).	До начала строительства и да лее 1 раз в год, включая 3 года по окончаии работ	МСЧ ОУХО медучреждения контролируемых территорий; ПКДЦ; специальные выездные бригады областных медучреждений	Медицинские карты, регистрационные формы. Компьютерная база данных ОБМС	В соответствии с инструкциями и методическими указаниями МЗ РФ	

В. Результаты специальных клинических лабораторных обследований здоровья персонала ОУХО и населения в зоне влияния и на фоновой территории по специфическим биомаркерам	1. Активность холинэстеразы и ацетилхолинэстеразы в крови (для персонала объекта). 2. Чувствительность холинэстеразы крови к ингибиторам (для населения зоны влияния). 3. Определение концентрации мышьяка в тканях.	До начала эксплуатации ОУХО, и в период работы через 1,2-года и далее 1 раз в 2 года, а также через 2 и 4 года после завершения работ	МСЧ ОУХО; специальные выездные бригады областных медучреждений; ПКДЦ; кафедра медико-биологических дисциплин ВГПУ, кафедра биохимии КГМА (анализ доставляемых проб)	Лабораторные журналы. Регистрационные карты. Компьютерная база данных ОБМС	Методические рекомендации МЗРФ. Потенциометрический метод по Митчелу. Ингибирование ацетилхолинэстеразы (АХЭ) крови - проба с прозерином или дибукаином)	
Г. Результаты специальных клинических лабораторных бследований здоровья персонала ОУХО и населения в зоне влияния и на фоновой территории по общим маркерам токсического действия	1. Активность ферментов крови – индикаторов химической нагрузки на органы детоксикации (главным образом - печени): - креатинфосфокиназы (КФК); - щелочной фосфатазы (ЩФ); - аспарагиновой (АспТ) и аланиновой (АлаТ) трансфераз.	До начала эксплуат. ОУХО и в период работы 1 раз в год и в течение 4 лет после завершения работ	МСЧ ОУХО; специальные выездные бригады областных медучреждений; ПКДЦ; кафедра медикобиологических дисциплин ВГПУ, кафедра биохимии КГМА	Лабораторные журналы. Регистрационные карты. Компьютерная база данных ОБМС	Методические рекомендации МЗРФ	

	2. Содержание в крови: - пировиноградной кислоты (ПВК); - азота мочевины крови (АМК); - глюкозы; - SH-групп; - альбуминов (в том числе после дозированной спиртовой нагрузки). 3. Анализ электролитного баланса крови		(анализ доставляемых проб)		Методические рекомендации МЗ РФ В соответствии с методиками МЗ РФ	
Д. Данные специальных медикобиологических лабораторных исследований	1. Наличие хромосомных аберраций в клетках крови и слизистых (цитогенетический анализ). 2. Анализ иммунологических показателей (соотношение Т/В лимфоцитов, реакции торможения миграции макрофагов, бласттрансформации, иммунограмма).	До начала эксплуат. ОУХО и в период работы 1 раз в год, а также через 2,4,6 и 8 лет после завершения работ	НИИ гематологии и переливания крови, центр "Брак и семья" при р/д №2 НИИ гематологии и переливания крови, иммунологическая лаборатория СПИД–центра, ОКБ	Лабораторные журналы. Регистрационные карты. Компьютерная база данных ОБМС	В соответствии с методиками МЗ РФ Методические рекомендации МЗ РФ	

	3. Аллергическая предрасположенность к химическим аллергенам (соединениям, используемым в технологии УХО, либо содержащимся в выбросах объекта (N-диметил-пирролидон или другие органические компоненты выбросов): в прямой аллергопробе либо в реакции лейколизиса.		КГМА, аллергоцентр ОКБ		В соответствии с методиками МЗ РФ	
	4. Наличие в крови антигенов - ранних маркеров опухолевого перерождения клеток организма (Иммуноферментные методики с применением готовых наборов для анализа проб)		НИИ микробиологии, НИИ гематологии и переливания крови, ОКБ		В соответствии с методиками МЗ РФ инструкциями изготовителей тест-систем	[82, 104, 236, 397]

Ш.Заболеваемость персонала ОУХО и населения А. Состояние здоровья беременных женщин и детей до 1 года	1. Частота самопроизвольных абортов. 2. Коэффициент мертворождаемости. 3. Коэффициент перинатальной смертности (до 168 ч). 4. Ранняя неонатальная смертность. 5. Коэффициент поздней неонатальной (7-28 день) смертности. 6. Коэффициент постнеонатальной (29 д - 1 г.) смертности. 7. Коэффициент детской смертности (до 1 г.). 8.Врожденные аномалии (на 1000 чел.). 9. Индекс здоровья детей до 1 года. 10. Младенческая смертность	До начала эксплуат. ОУХО и в период работы 1 раз в год, а также через 2,4,6 и 8 лет после завершения работ	Департамент здравоохранения, медучреждения контролируемых территорий, ОБМС	Учет по специальным регистрационным формам Ф. 111/у (индивидуальная карта беременной и роженицы) Ф.096/у (история родов) Отчет-вкладыш № 3 к отчету ЛПУ (отчет о медпомощи беременным роженицам и родильницам); Ф. 025/у (мед. карта амбулаторных больных); Ф. 103/у (мед. свидетельство о рождении); Ф. 097/у (история развития новорожденного); Ф.112/у (история развития ребенка); Ф. 106-2/у (свидетельство о перинатальной смертности); Компьютерная база данных ОБМС	В соответствии с инструкциями и методическими указаниями МЗРФ	

Б. Показатели заболеваемости населения (по группам детей, подростков, взрослых и общая по всему населению)	1. Заболеваемость (первичная диагностика) по выбранным (этиологически связанным) нозологическим группам и единицам. 2. Болезненность (состоящих на учете) по выбранным нозологическим группам и единицам	До начала эксплуат. ОУХО и в период работы 1 раз в год, а также в течение 5 лет после завершения работ	Медучреждения контролируемых территорий; ПКЦД	Ф.12/у Ф.025/у Ф. 025-2/у (статистическая регистрация заключительных диагнозов) Ф. 089/у (спец. извещение о важнейших неэпидемических заболеваниях) Ф. 030/у (контрольная карта диспансерного наблюдения) "Карта изучения заболеваемости" Компьютерная база данных ОБМС		
В. Показатели временной утраты трудоспособности (по отдельным профессиональным группам с выделением возрастных групп и групп по стажу работы	1.Частота заболеваемости в случаях (на 100 работающих). 2.Частота заболеваемости в днях нетрудоспособности (на 100 работающих). 3.Процент болеющих. 4.Средняя продолжительность в днях одного случая утраты трудоспособности по отдельным нозологическим формам и группам заболеваний. 5.Структура заболеваемости (в случаях и днях на 100 работающих)	До начала эксплуат. ОУХО и в период работы 1 раз в год (диспанцеризация), а также в течение 5 лет после завершения работ	Медучреждения контролируемых территорий; ПКЦД	Выборочная карточка изучения временной утраты трудоспособности (по данным больничных листов) Компьютерная база данных ОБМС Медико-генетические карты		[82, 236]

– анализ электролитного баланса крови.

Данные специальных медико-биологических исследований с целью обнаружения гено- и иммунотоксического действия химических загрязнителей:

– анализ наличия хромосомных аберраций в клетках крови (лейкоцитах) и слизистых (цитогенетический анализ);

– анализ иммунологических показателей (тест розеткообразования, соотношение Т/В лимфоцитов, титр комплемента, реакции торможения миграции макрофагов, бласттрансформации);

– анализ аллергической предрасположенности к химическим аллергенам (соединениям, используемым в технологии УХО, либо содержащимся в выбросах объекта - N-метилпирролидон или другие органические компоненты выбросов) в прямой аллергопробе либо в реакции лейколизиса;

- иммуноферментный анализ наличия в крови антигенов – ранних маркеров опухолевого перерождения клеток организма.

Методики проведения почти всех перечисленных выше исследований утверждены Министерством здравоохранения, описаны в многочисленных руководствах [236, 384, 194, 385–387] и широко используются в клинической практике, однако при включении их в программу мониторинга может потребоваться уточнение условий их постановки. Некоторые специальные лабораторные тесты, в особенности связанные с оценкой генотоксического действия на различные биологические объекты требуют дополнительного включения в перечень методических указаний или рекомендаций, утвержденных МЗ РФ для целей мониторинга здоровья [209, 212, 298, 388–396].

Показатели медицинской статистики

Методами экспертных оценок ранее [82, 104, 105, 238, 382] были составлены и неоднократно уточнялись перечни заболеваний, появление которых можно ожидать у работающего персонала ОУХО и населения в случае недостаточной эффективности принимаемых в ходе эксплуатации ОУХО мер промсанитарии и охраны окружающей среды. Однако при составлении списка подлежащих мониторингу заболеваний приходится учитывать два противоположных требования.

С одной стороны, должны регистрироваться заболевания, в максимальной степени связанные с воздействием конкретных химических загрязнений окружающей среды. Например, для ОВ - это совершенно конкретные формы отравлений, возникающие при разных путях поступления ОВ в организм, а для других химических веществ – также вполне определенные формы интоксикаций (соединениями мышьяка, оксидом углерода (II), оксидом серы (IV) и т. п.) [82, 105, 397, 383, 398]. Выраженность таких интоксикаций может быть очень разной – от стертых трудно диагностируемых форм до острых типичных отравлений. При длительном воздействии малых доз ОВ могут проявляться нетипичные симптомы, обусловленные вовлечением в патологический процесс других органов и систем организма человека (системы кроветворения, иммунной, нервной системы). В этих случаях диагностика заболеваний и установление истинных причин их возникновения затрудняются, что заставляет расширять пе-

речень регистрируемых патологических состояний за счет сходных по симптоматике нозологических единиц.

Кроме того, при составлении перечня заболеваний, подлежащих мониторингу в связи с эксплуатацией ОУХО, следует учитывать:

а) конкретные нозологические формы, в наиболее вероятной степени связанные с воздействием химических веществ, обращающихся в процессе уничтожения ХО;

б) достаточно тяжелые и отчетливо выраженные заболевания, по поводу которых велика вероятность обращения больных в медучреждения.

С другой стороны, такое ограничение количества нозологических форм, регистрируемых с целью мониторинга, приведет к резкому уменьшению учтенных случаев заболевания, в то время как надежный статистический анализ данных при сопоставлении контролируемых территорий возможен только при достаточно высоком уровне регистрируемой заболеваемости. Дополнительным источником высокой статистической погрешности оценки заболеваемости является невысокая в целом численность населения, проживающего в зоне ожидаемого воздействия ОУХО. Это следует учитывать при обосновании размера зоны наблюдения за состоянием здоровья населения. Для обеспечения большей достоверности оценок заболеваемости численность населения в этой зоне должна быть достаточной при обосновании необходимых расчетов. Это условие для объекта хранения химического оружия «Марадыковский» выполняется. Площадь зоны защитных мероприятий ОУХО «Марадыковский» равна 891 кв.км с максимальными радиусами по тем румбам, где выше плотность населения (общее число работающих на объекте и проживающих в непосредственной близости от него составляет около 55 тыс. человек).

При проектировании сети мониторинга здоровья территорию вблизи объектов хранения и уничтожения химического оружия, подлежащую медицинскому мониторингу, целесообразно разбить на 4 концентрических кольцевых участка.

№ 1. Зона промплощадки с примыкающей СЗЗ (3 км); (число единиц наблюдения – весь персонал объектов хранения и уничтожения ХО, включая военнослужащих).

№ 2. Зона (кольцо) радиусом от 3 до 5 км вокруг ОУХО.

№ 3. Зона (кольцо) в радиусе от 5 до 12 км от центра.

№ 4. Зона с расстоянием от ОУХО более 12 км.

При концентрическом расположении зон наблюдения обеспечивается возможность последующего выявления методами статистического анализа зависимости заболеваемости людей от расстояния до объекта (например, наиболее эффективным в таких случаях методом одно- или многофакторного дисперсионного анализа больших групп).

Объединение статистических учетных данных по указанным зонам позволит более надежно анализировать статистическими методами заболеваемость даже относительно редкими по встречаемости нозологическими формами (некоторые формы анемий, злокачественных опухолей, аномалии развития и ряд

других), с частотой порядка нескольких случаев на 1000-5000 жителей (т.е. на уровне 0,0002-0,001 или 0,002-0,1%).

Регистрационный подход имеет существенную погрешность вследствие пропусков при учете «легких» заболеваний или легких форм более серьезных заболеваний: ОРЗ, стертые клинические формы желудочно-кишечных заболеваний, ранние проявления тяжелых заболеваний (раковые, гематологические, эндокринные). Поэтому такие расширительные (обобщающие) группы заболеваний, как заболевания желудочно-кишечного тракта, заболевания органов пищеварения, заболевания верхних дыхательных путей, заболевания мочеполовых органов имеют высокую систематическую ошибку диагностики. Из этих групп целесообразно вычленять средние по тяжести течения или тяжелые нозологии (язва желудка острая или в стадии обострения, пневмония, рак, острый гломерулонефрит, острый цистит и т.п.).

Таким образом, при выборе нозологических форм для сравнительного статистического анализа необходимо руководствоваться не только статистически значимым уровнем средней частоты заболеваний данной группы или данной нозологической единицы (порядка 1 случая в год на 1000 жителей), но и «достаточным» уровнем тяжести болезней, при котором заболевший в любом случае вынужден обратиться за медицинской помощью и будет зарегистрирован.

Перечень заболеваний и патологических состояний (по номенклатуре МКБ-10) включает широкий спектр заболеваний (новообразования, болезни крови и кроветворных органов, эндокринной системы, психические расстройства, болезни нервной системы, кровообращения, органов дыхания, пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, глаза, костно-мышечной, мочеполовой системы, врожденные аномалии, случайные отравления и др.), который должен быть использован при проведении мониторинга здоровья персонала ОУХО и населения, проживающего в зоне его влияния.

В соответствии с МКБ-10 в программу мониторинга здоровья включены не только конкретные диагностированные болезни, но и выявленные в процессе обследований не установленные по диагнозу отклонения в состоянии здоровья, что также способствует повышению информативности мониторинга.

Кроме заболеваемости в ходе медицинского мониторинга должны отслеживаться также такие важные характеристики социального здоровья, как медико-демографические показатели, показатели физического развития детей ранних лет жизни, общего состояния здоровья беременных женщин. Эти данные могут служить либо подтверждением общего экологического неблагополучия, фиксируемого по возросшей частоте соответствующих заболеваний, либо могут носить упреждающий характер и являться первым тревожным симптомом, требующим усиления мониторинга за состоянием здоровья и всех остальных групп населения.

Помимо учета заболеваемости по обращаемости в программу медицинского мониторинга включены углубленные и специализированные обследования населения, которые должны производиться выездными бригадами специа-

листов на контролируемой территории (зоны влияния ОУХО) и на участке сравнения (фоновой территории).

Контроль состояния здоровья по результатам специализированных медосмотров, включающих специальные лабораторные исследования, имеет более высокий уровень объективности и позволит получить статистически более надежные результаты по оценке состояния здоровья населения. Принципы организации подобных медицинских обследований изложены в документах нормативного и методического характера [82, 236, 382].

Таким образом, при организации медицинского мониторинга необходимо участковые больницы и поликлинический консультационно-диагностический центр укрепить кадрами врачей-специалистов (онколог, токсиколог, пульмонолог, эндокринолог) в соответствии с утвержденным списком нозологий, подлежащих мониторингу. Учет заболеваемости в зоне влияния рекомендуется проводить как суммарно по всей территории, так и отдельно по крупным населенным пунктам.

Для обеспечения надежности статистического анализа показатели заболеваемости в зоне влияния как показатели выборок сопоставляются с генеральной совокупностью 1-го порядка (население Оричевского района), генеральной совокупностью 2-го порядка (население области), а также с фоновым участком (территорией), который рассматривается как альтернативная выборка из генеральной совокупности 2-го порядка:

– учитывая, что исходные уровни заболеваемости на контролируемой территории зоны влияния ОУХО и на фоновой территории (Куменский район Кировской области) по тем или иным нозологиям могут сильно отличаться, в качестве фоновой выборки можно принять население всего Куменского района. При сопоставлении данных учитывать не абсолютные цифры частот заболеваемости, а разность в частотах за определенный период времени (например, за 1 год);

– учитывая, что в среднем численность населения в сельском округе составляет ~ 500 человек, для более надежного сопоставления заболеваемости между сельскими округами или в сельском округе по сравнению с районом или областью целесообразно выбирать нозологические классы и группы, заболеваемость которых в среднем не ниже 1/500 = 0,002 (0,2%) по району и (или) области соответственно (т. е. в расчете на 1000 человек населения – 2 заболевших, на 10000 – 20 человек, на 100000 – 200 человек).

Биоиндикационный мониторинг генотоксического и иммунотоксического воздействия ОУХО

Биоиндикационный специфический мониторинг имеет целью раннее выявление неблагоприятных воздействий экотоксикантов в районе размещения ОУХО с использованием комплекса специальных чувствительных объектов-биоиндикаторов, как природных, так и лабораторных.

К природным объектам биоиндикационного мониторинга относятся представители водной и наземной флоры и фауны, обитающие в природном комплексе на ключевых участках, в водоемах и водотоках санитарно-защитной

зоны и зоны защитных мероприятий. Кроме того, в качестве биоиндикаторов используются некоторые культурные растения (например, лук и традесканция).

Отдельную группу объектов-биоиндикаторов составляют сельскохозяйственные животные в хозяйствах и на личных подворьях в населенных пунктах зоны наблюдения. При этом следует иметь в виду возможность выпаса этих животных на участках в СЗЗ (в нарушение установленных запретов).

Перечень объектов биологического контроля приведен в табл. 112. В настоящее время используются различные варианты методик анализа перечисленных показателей воздействия экотоксикантов на генетические структуры растений, животных и человека [184, 284, 285, 397, 399]. Поэтому в период развертывания системы комплексного экологического мониторинга должна быть проведена унификация этих методик и утверждение их описаний для целей мониторинга.

Показатели генотоксического действия отслеживаются ежегодно (в основном лабораторными цитогенетическими методами).

Наряду с природными объектами в программу медико-биологического контроля целесообразно включить исследования генотоксического действия на специальных лабораторных объектах (клетки бактерий или дрожжей, культур тканей, лабораторных животных).

Важным направлением медико-биологических исследований воздействия ОУХО являются цитологические исследования клеток и биохимические исследования сыворотки крови человека. Особенно необходим контроль за ранними нарушениями генетического гомеостаза у работающего персонала для своевременного принятия профилактических мер по предотвращению ущерба здоровью. Изучение генотоксического воздействия ОВ, продуктов их детоксикации и спонтанной трансформации на лабораторные тест-объекты, накопление данных о генетических нарушениях под действием выбросов ОУХО позволит выявить наиболее информативные индикаторы генотоксического воздействия для применения в системе биологического мониторинга.

Для обеспечения полноценного функционирования медико-биологического мониторинга необходим постоянный (систематический) анализ состояния биоты в различных зонах вокруг ОУХО вне зависимости от времени года.

Кроме того, в весенне-летне-осенний период должна быть обеспечена регулярная работа подвижных постов контроля, собирающих объекты контроля (биоиндикаторы) и проводящих выборочное обследование объектов биоты по обоснованному перечню показателей.

В зимний период работа таких мобильных постов ведется с меньшей периодичностью и ограничивается сбором отдельных объектов фауны, а также комнатных растений-индикаторов для последующего лабораторного цитогенетического и биохимического анализа.

Основные структурные элементы подсистемы медико-биологического мониторинга и задачи, решаемые в ходе мониторинга здоровья, представлены в табл. 122.

Таблица 122

Структурные элементы подсистемы медико-биологического мониторинга и их основные задачи

№ п/п	Элемент ПМ	Базовая организация	Выполняемые исследования в интересах МБМ
1	Мобильный пост	ОблЦГСЭН	Отбор проб воздуха и воды для последующего анализа на цито- и генотоксичность в специализированных стационарных лабораториях
2	Лаборатория биомониторинга	ВГПУ	Комплексное обследование состояния биоты в районе контроля, сбор образцов, объектов-биоиндикаторов, отбор проб грунта, воздуха, воды Сбор в районе размещения поста и предварительный анализ образцов природных индикаторных биообъектов (растительных, животных) на наличие аномалий развития, мутантных форм, фенодевиантов Анализ фертильности и стерильности злаков трав лугов и культурных растений Выявление мутантных форм природных растений Анализ наличия хромосомных аномалий в клетках природных объектов- биоиндикаторов
		Средняя школа пгт. Мирный (опытный пришкольный участок)	Выращивание посевов лука репчатого для контроля наличия хромосомных аберраций в клетках корневой системы
3	Лаборатория микробиологического генотоксического контроля	НИИ микробиологии	Оценка мутагенной активности образцов (включая образцы съедобных растений и продуктов животноводства), отбираемых стационарными и мобильными постами экомониторинга Анализ микробных сообществ в образцах грунта и корневой системы растений с выявлением мутантных форм бактерий
4	Медико-генетический центр	Обл. детская больница	Ранняя диагностика наследственных заболеваний Медико-генетический эпидемиологический анализ и медико-генетическое прогнозирование ситуации в районе ОУХО Ведение статистического учета медико-генетических данных

Продолжение табл. 122

5	Лаборатории цитогенетического, биохимического и иммунологического контроля	Обл. клин. больница КНИИГиПК КГМА	Анализ повреждений хромосомного аппарата в клетках природных объектов-биоиндикаторов, отбираемых на постах мониторинга Анализ цитотоксического и мутагенного действия образцов на клетки животных Анализ аномалий деления клеток и наличия хромосомных аномалий в различных человеческих клетках (анализ доставляемых клинических образцов) Анализ образцов тканей животных и человека по значимым биоиндикаторным тестам (микросомального окисления, активности ряда ферментов обмена) Выявление патологических реакций в системе клеточного иммунитета человека по основным иммуноцитотестам Оценка активности систем Т- и В- иммунитета Анализ выраженности цитокиновых реакций, выявления стрессовых реакций системы цитокинового контроля
6	Лаборатория культур клеток и тканей	КНИИГиПК	Поддержание культур клеток для цитогенетического и цитотоксического анализа Анализ мутагенной и цитотоксической активности образцов, доставляемых с постов экомониторинга; Участие в анализе клинических образцов при диагностике злокачественных новообразований
7	Лаборатория иммуноферментного анализа	Обл. онкодиспансер, НИИ микробиологии	Выявление с помощью набора аттестованных тест-систем ранних антигенных онкомаркеров в крови, лимфе и др. биожидкостях человека
8	Лаборатория генетики растений	ВГСХА	Генетический анализ развития культивируемых растений-индикаторов на полигонах (площадках) экомониторинга

Продолжение табл. 122

9	Специалисты системы здравоохранения	Обл. департамент здравоохранения ОблЦГСЭН Областное бюро медицинской статистики	Координация работы организаций и учреждений, участвующих в проведении МБМ Координация функционирования МБМ с работой учреждений здравоохранения на подконтрольных территориях Организационное обеспечение системы углубленного медицинского контроля и диспансеризации населения на подконтрольных территориях Организационное обеспечение системы подготовки и переподготовки кадров для МБМ Контроль функционирования МБМ по методическому и кадровому обеспечению, соответственно нормативным требованиям Сбор всех данных из МБМ (выполнение функций центра сбора и обработки информации, а также локального информационного сервера РГСЭМ по МБМ) Взаимодействие со смежными ПМ по перечню смежных показателей Обработка информации с помощью СУБД и ГИС, ведение форм учета по разделу МБМ Разработка программного обеспечения информационной системы МБМ; Информационное обеспечение и поддержка функционирования ПМ с использованием локальных и глобальных компьютерных информационных сетей Подготовка управленческих решений для департамента и администрации области
10	Ветеринарные службы хозяйств в зоне наблюдения и на фоновой территории, ветстанции Оричевского и Куменского районов, Областная ветстанция	Областная ветстанция	Учет и анализ заболеваемости сельскохозяйственных животных, с выделением групп заболеваний - нарушений вынашивания потомства и врожденных аномалий

5.2. Мониторинг фоновых территорий

Экологический мониторинг ОУХО обязательно должен сопровождаться исследованиями на фоновых территориях. В качестве фоновой территории подсистемы экологического мониторинга окружающей природной среды в рамках комплексного экологического мониторинга ОУХО предлагается использовать территорию Государственного природного заповедника «Нургуш» (Котельничский район) и территорию Национального парка «Атарская Лука» (Нолинский район), наблюдения на которых в Кировской области проводятся по программе экологического мониторинга регионального фона с 1996 г.

Для подсистемы мониторинга здоровья населения в качестве фоновой территории целесообразно использовать Куменский район Кировской области, сходный по природно-климатическим, социально-экономическим и демографическим показателям с Оричевским районом.

Мониторинг фоновых территорий, включенный в программу комплексного экологического мониторинга ОУХО, должен проводиться по перечню показателей комплексного экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия, с использованием тех же методов исследования, приборов и оборудования. Периодичность контроля на территориях фона, как правило, реже, чем на территориях СЗЗ и ЗЗМ ОУХО. Схема сети мониторинга фоновых территорий представлена на рис. 56.

5.3. Принципы приборного, методического и метрологического обеспечения мониторинга

В организации системы комплексного экологического мониторинга ОУХО особого внимания требуют к себе вопросы создания приборной базы для всех трех подсистем мониторинга, отработка методов отбора проб, разработка методов качественного и количественного определения ОВ, продуктов деструкции и трансформации их в природных средах. Решение данных вопросов сталкивается с рядом серьезных трудностей и проблем.

Во-первых, вся научно-техническая, методическая и метрологическая база должна соответствовать современным стандартам безопасности населения и охраны окружающей природной среды. Однако до настоящего времени как в нашей стране, так и за рубежом пока не разработаны стандарты безопасности ОВ, продуктов их деструкции и трансформации для почв, природных вод, биологических объектов. Наряду с этим, в связи с отсутствием предприятий-аналогов уничтожения химического оружия по двухстадийной технологии, не установлены реально обоснованные стандарты по выбросам в окружающую среду специфичных для уничтожения химического оружия токсичных веществ, в то время как ПДК отравляющих веществ, продуктов их деструкции и спонтанной трансформации являются необходимыми критериями для выработки требований к чувствительности приборов и методов определения ЗВ в природных средах.

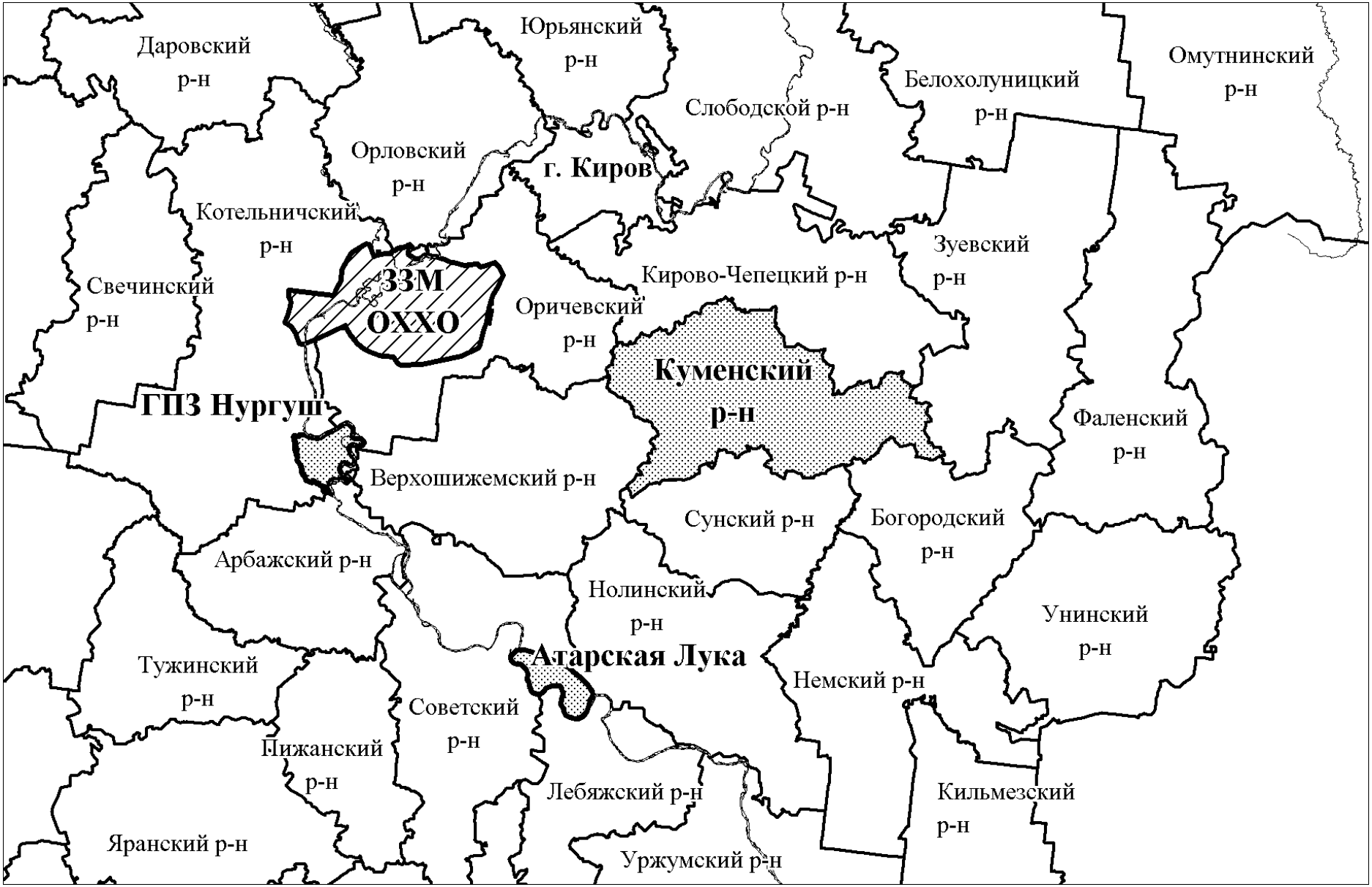


Рис. 56. Схема сети мониторинга фоновых территорий

Во-вторых, неотъемлемыми требованиями, предъявляемыми к аппаратурному обеспечению системы мониторинга, являются:

– высокая чувствительность качественного и количественного определения концентрации ОВ, продуктов деструкции и их трансформации в атмосферном воздухе селитебных территорий, в почве, природных водах, биологических объектах (как минимум, на уровне ПДК);

– достаточная степень автоматизации;

– быстродействие;

– идентификация неизвестных веществ на фоне большого числа других соединений и их определение на уровне 10^{-7}–10^{-9} мг/м^3 и меньше;

– возможность обработки данных на базовых ЭВМ.

Кроме того, для полевых исследований важным требованием к приборам, используемым в мониторинге, является автономность питания и помехоустойчивость.

В отечественной практике, так же как и за рубежом, к настоящему времени не имеется приборов определения количественного содержания ОВ с концентрацией их в природных средах ниже уровня 10^{-6} мг/м^3. Диапазон чувствительности современных приборов (газоанализаторов) для контроля ОВ, имеющихся в Вооруженных Силах России, составляет всего лишь 10^{-4} мг/м^3 [169]. Кроме того, данные приборы способны лишь зафиксировать присутствие ОВ, однако выделить его из компонентов смеси и определить точную концентрацию загрязняющего вещества – это отдельная задача, которая газоанализаторами не обеспечивается. Стационарные лабораторные приборы – газовые и жидкостные хроматографы, хромато-масс-спектрометры с быстродействующими анализаторами и хромато-ИК-спектрометры с преобразованием Фурье, атомно-адсорбционные, атомно-эмиссионные и ЯМР-спектрометры отличаются универсальностью, обладают большими возможностями в идентификации соединений неизвестного состава и количественном определении загрязняющих веществ. Однако отечественная промышленность такие приборы не производит, за исключением некоторых видов газовых хроматографов и спектрофотометров, а приобретение зарубежных приборов, их наладка и обслуживание требуют больших финансовых средств. Всё это свидетельствует о том, что существующая к настоящему времени отечественная аппаратура не сможет обеспечить надежный мониторинг в процессе уничтожения химического оружия [232].

В-третьих, для надежного функционирования системы мониторинга должна быть разработана и утверждена нормативно-правовая база, регламентирующая все стадии химического анализа (пробоотбор, консервация проб, их транспортировка, пробоподготовка, методика анализа, оборудование, приборы, прошедшие метрологическую поверку, статистически достоверные методы обработки полученных результатов и их анализ). В лабораторной практике разработано достаточно большое количество методик качественного и количественного определения фосфор-, мышьяк-, фторорганических соединений, в том числе ОВ и продуктов их разложения, однако не все из них могут использоваться в системе мониторинга объектов уничтожения химического оружия.

Обнаружение незначительных или следовых количеств ОВ возможно лишь при их предварительном концентрировании с последующим определением хроматомасс-спектрометрией, ИК-фурье-спектрометрией, атомно-адсорбционными или эмиссионными методами. Особые условия должны соблюдаться при отборе проб в полевых условиях, пробоподготовке, концентрировании и выделении определяемых компонентов, при этом все используемые методики по аналитическим и метрологическим характеристикам должны отвечать требованиям контроля при уничтожении ОВ и, соответственно, быть аттестованы.

Следует отметить, что в настоящее время за рубежом идет постоянный поиск новых более точных методов химического анализа ОВ, продуктов их деструкции и трансформации в природных средах, в том числе с применением химических сенсоров и биосенсоров [232], продолжается процесс создания автоматизированных систем, комплектов и приборов экологического мониторинга [27, 400]. Налажен промышленный выпуск большого числа разнообразных газосигнализаторов, основанных на различных принципах действия: пламенно-фотометрическом, ионизационном, электрохимическом. Особенно широкое распространение в последние годы получили газосигнализаторы на основе спектрометрии ионной подвижности, выпускаемые различными фирмами в Германии, Финляндии, Великобритании, США, Канады. Однако и они не лишены недостатков, в частности спектрометры ионной подвижности, используемые для определения ОВ в атмосфере, имеют малое разрешение, узкий динамический диапазон, нелинейный отклик, большое время регенерации [401].

Одним из наиболее перспективных средств контроля природных сред и объектов вблизи ОУХО являются передвижные лаборатории, оборудованные средствами отбора проб и проведения анализов в полевых условиях. В состав лаборатории включены: газовый хроматограф с масс-селективным и пламенно-фотометрическим детекторами; устройство подачи газа-носителя (азот, воздух) и водорода; модуль термодесорбции, рассчитанный на автоматический анализ проб [402].

Перспективными подвижными средствами являются и хромато-масс-спектрометрические системы для анализа токсикантов в атмосфере, в том числе ОВ. В Германии разработана мобильная хромато-масс-спектрометрическая система ЕМ-640, в ней предусмотрены автоматические пробоотборники на основе адсорбционных трубок с Tenax и термодесорбция анализируемых соединений в хромато-масс-спектрометре [403]. В США создана малогабаритная хромато-масс-спектрометрическая система – Spectra Trak 620, не уступающая по чувствительности и точности измерений стационарным лабораториям [404] Данная система позволяет в полевых условиях получить более достоверные результаты определения содержания ОВ во всех исследованных средах.

В настоящее время за рубежом разработаны портативные системы анализа ОВ непосредственно в полевых условиях: газовые хроматографы – ГХ-311 (D, HNU Systems), ГХ Ekho (MSA Baseline Industries), ГХ Р 200 (MTI Analytical Instruments), ГХ Scentoscreen Plus II (Sentex Systems), ГХ/МС система (Hapsite Inficon) и др. [405].

Важное значение для обнаружения ОВ в ходе уничтожения химического оружия имеют средства дистанционного обнаружения ОВ (ИК-спектрометры с преобразованием Фурье), данные приборы могут размещаться на летающих средствах и осуществлять контроль за ОВ в ходе аварий в зараженных зонах (чувствительность метода анализа на данном приборе порядка 10^{-4} мг/м^3). Основным достоинством данного метода является возможность быстрого одновременного определения концентраций большинства основных промышленных загрязнителей ОС в дымовых газах и вентвыбросах [27].

Для определения ФОВ (зарин и Vx, а также продуктов их разложения в водных или неводных экстрактах) могут быть применены спектроскопические методы комбинационного рассеяния и электрохимические методы. Источником излучения на спектроскопах комбинационного рассеяния служит диодный лазер, работающий в ближнем ИК-диапазоне спектра, с волоконно-оптическим кабелем, запись всего спектра комбинационного рассеивания проводят на портативном спектрографе с многоканальным детектором [406].

Технические средства для обеспечения дистанционных и наземных исследований при организации аэрокосмического мониторинга должны включать [407]:

– средства получения дистанционной информации (специальная съемочная аппаратура);

– средства обработки дистанционной информации и автоматизированного картосоставления;

– средства наземного обеспечения дистанционного мониторинга (для обоснования параметров дистанционных съемок и наземной проверки результатов аэрокосмического мониторинга).

Для производства аэрофотосъемки целесообразно использовать выпускаемые серийно отечественные приборы АФА-ТЭ-100 М, АФА-ТЭ-140 М, АФА-ТЭ - 200 М, АФА-ТЭ-70 С, АФА-ТЭА-7-10-35, А-39; многозональной съемки АФА МСК-4 (ГДР); ИК-тепловой съемки тепловизоры «Вулкан», «Гейзер»отечественного производства , АГА-880 (Швеция), «ТИМС» (США); многоспектральной съемки «Яшма-2» (Россия), «РМ» (США). Для спектрометрирования можно использовать спектрорадиометр (0,35-2,5 мм) Р-200 «Спектроскан лимитед» (США). Радиолокационную съемку выполняют с использованием установки «Нить», РЛ-системы трехдиапазонной с синтезированной аппаратурой, «Спектр-15» (Болгария), «Гудеар» (США). Телевизионная съемка осуществляется бортовым цветным телевизионным комплектом, «Богифер-зейн» (ФРГ), камерой КТП-67. Радиотепловая СВЧ-съемка выполняется многоканальным СВЧ радиометром (0,8-20 см), лазерно-люминесцентная – аэроспектрофлюориметром и установкой «Синтрекс люминекс» (Канада), аэрогеохимическая съемка – оптическим зесимановским анализатором на мышьяк, йод, ртуть и прибором «Геотрейс» (ФРГ).

Обработка дистанционной информации и автоматизированного картосоставления выполняется с помощью дисплейных процессоров «Телеком», «Свит» (Россия), «Ютек» (Франция). Фотограмметрическая обработка прово-

дится на стереоскопах ДС-4, СС-2, СПД-2180, «Топокарт»и «Топофлекс» (ГДР), стереокомпараторах СКА-10 (Россия) и АВ-18 (ГДР), стереопроекторах СПА (Россия) и «Фототеодолит» (ГДР), аналитическими автоматизированными системами дешифрирования аэрофотоснимков АДС, системой фотограмметрической обработки изображений «Анаграф» и специализированным вычислительным комплексом (ЦНИИГАиК), универсальной фотограмметрической камерой МК 10/1318 (ГДР).

При проведении наземного дистанционного мониторинга с целью определения химического состава почв, подземных и поверхностных вод и их загрязнения можно использовать многоканальный наземный спектрометр с магнитной записью (Россия), «Спектроскан лимитед», «ИСОХ-012» (Болгария), для измерения температуры приземной атмосферы и поверхностного слоя почвогрунтов – дистанционную установку М-54-1, прибор для измерения теплового потока в грунте до глубины 1 м (ВСЕГИНГЕО), «Гранд инструментс» (Англия), влаготермометр Н-К «Чино» (Япония).

Помимо приборного оснащения система локального комплексного экологического мониторинга должна быть обеспечена набором адекватных методик анализа компонентов природной среды. По состоянию на сегодняшний день нормативно-правовая база химико-аналитического и биологического контроля в системе мониторинга ОУХО нуждается в существенной доработке и обновлении ряда руководящих документов (РД, МУ, СанПиН, ГОСТов), особенно в отношении ОВ и специфичных загрязняющих веществ, образующихся при уничтожении ХО.

В настоящее время для контроля загрязняющих веществ в различных природных средах и объектах на территории России действуют государственные стандарты, руководящие документы, санитарные правила и нормы, в соответствии с которыми до внесения необходимых изменений должен осуществляться государственный экологический контроль и ведомственный мониторинг природных сред и объектов в зоне влияния ОУХО.

Контроль за загрязнением атмосферного воздуха осуществляется в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01-86 (СТ СЭВ 1925-79) «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов», ИСО/TR 4227-89 «Планирование контроля качества окружающего воздуха», РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы», подфакельные измерения приземной концентрации примесей в атмосфере проводятся в соответствии с РД 52.04.186-89, СанПиН 2.1.6.983-00 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест», РД 52.14.10-83 «Система стандартизации Госкомгидромет». Анализ атмосферных осадков и снега проводится в соответствии с РД 52.04.186-89 (ч. II, разд. 4 «Определение концентрации примесей в атмосферных осадках и снежном покрове»), ГН 2.1.6.790-99 «ОБУВ загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

Контроль состояния питьевых, подземных, поверхностных и сточных вод регламентируется: СанПиН 2.1.4.554-96 «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения» и СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Ги-

гиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения», ГОСТ 2761-84 и СанПиН 2.1.5.980-00 (качество воды водоемов), СанПиН 2.1.4.1074-01 (качество водопроводной питьевой воды), СанПиН 2.1.4.544-96 (вода родников нецентрализованного водоснабжения), СП 2.1.5.761-99. Для контроля содержания ОВ в поверхностных водных источниках Минздравом СССР от 20.04.89 утверждены: «Инструкция по количественному определению ОВ ВП в питьевой воде и в продовольствии методом ГЖХ», «Инструкция по количественному определению зарина, зомана, Vx, иприта в продовольствии и питьевой воде» (Воениздат, 1988), дополнение к «Инструкции... « от 27.02 89 МЗ СССР, «Инструкция по количественному определению синильной кислоты, цианидов, и люизитов в продуктах питания, сырье и в воде». Наблюдения за химическим составом воды проводятся согласно «Федеральному перечню методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей среды» (Москва, 1996), РД 52.24.419-95, 52.24.420-95, 52.24.495-95, 52.24.496-95. Отбор проб проводят в соответствии с нормативными документами, устанавливающими требования и положения по отбору проб и пробоотборным устройствам: «Временные методические указания гидрометеорологическим станциям и постам по отбору, подготовке проб воды и грунта на химический и гидробиологический анализ и проведение анализа «первого дня» (М.: Гидрометиздат, 1983), а также ГОСТ 17.1.5.01, ГОСТ 17.1.5.04, ГОСТ 17.1.5.05. РД 52.04.107. Наблюдения за стоком воды проводятся в соответствии с ГОСТ 17.1.3.07, 17.1.1.02, РД 52.04.563-96, Наставлением гидрометеорологическим станциям и постам. Контроль сточных вод осуществляется в соответствии с РД 52.24.358-95 – 52.24.495-95.

Ведомственный мониторинг почв проводится в соответствии с ГОСТ 17.4.3.04-85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнений». При этом контроль осуществляется по общепромышленным и специфическим загрязняющим веществам в соответствии с методиками, изложенными в нормативных документах РД 52.18.289-90, РД 52.24-88. Номенклатура показателей санитарного состояния почв определена ГОСТ 17.4.2.01-81, общие требования к контролю и охране почвы от загрязнения – ГОСТ 17.4.3.04-85, М.У. 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почв населенных мест».

Диапазоны определяемых концентраций загрязняющих веществ в природных средах и объектах, а также точность определения регламентированы соответствующими руководящими документами.

Нормативно-правовой основой метрологического обеспечения системы комплексного локального экологического мониторинга ОУХО является Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Метрологическое обеспечение средств измерений осуществляется на основании ГОСТ 8.326-78 «Метрологическое обеспечение разработки, изготовления и эксплуатации стандартизированных средств измерений», ГОСТ 8.513-84 «Государственная система обеспечения единства измерений. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения», МУ ГСОЕИ «Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых средах» МИ 2001-89 (НПО ВНИИМ им. Д. И. Менделеева).

При анализе биоты для целей мониторинга применяются апробированные методы научных исследований: геоботанические и морфометрические методы, лихенодиагностика, альгоиндикация, фенодиагностика, бриоиндикация, методы визуального анализа, соответствующие уровню организации обследуемого биологического объекта и направлению исследований. Однако если физико-химические методы количественного определения содержания загрязняющих веществ в природных средах, используемые для оценки экологического состояния окружающей среды, как правило, аттестованы и утверждены соответствующими руководящими документами, то большинство общепринятых методик (в том числе классических), используемых в биодиагностике, до настоящего времени не имеют аттестационных сертификатов, хотя многие из них обладают высокой чувствительностью, информативностью и оперативностью.

Таким образом, организация системы комплексного экологического мониторинга ОУХО нуждается в совершенствовании приборного, методического и метрологического обеспечения. В создании эффективно работающей химико-аналитической и биологической системы контроля за безопасным уничтожением химического оружия необходимо сотрудничество ученых, специалистов и экспертов всех стран мира. Без тесного международного сотрудничества решение данной проблемы может затянуться на многие годы, серьезно затормозить начало процесса уничтожения химического оружия, а при отсутствии должного контроля за уничтожением ОВ – не обеспечить безопасность окружающей природной среды и здоровья населения.

5.4. Аэрокосмическое обеспечение системы комплексного экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия

В настоящее время вместе с наземными методами мониторинга окружающей природной среды всё большее значение отводится аэрокосмическим методам контроля, которые наряду с глобальными проблемами позволяют решать и ряд острейших региональных и локальных проблем.

Использование спутниковых дистанционных методов может служить надежной основой для изучения особенностей, масштабов и темпов антропогенного воздействия на экосистемы, локальных и региональных прогнозов изменения окружающей среды под влиянием природных и антропогенных факторов [408,409].

Исследования в рамках аэрокосмического мониторинга могут проводиться на региональном, локальном и детальном уровнях [407, 410–413].

Региональные исследования (масштаб 1:500000 – 1:200000) проводятся на значительных территориях (тысячи квадратных километров) для выявления изменений геологической среды регионального характера, участков, подвергшихся наиболее интенсивному техногенному воздействию. Преимущественно используются космоснимки и мелкомасштабные высотные снимки. По результатам дешифрирования составляется космофотокарта техногенных нагрузок и производится районирование территории по видам техногенных воздействий и реакций геологической среды, её устойчивости.

Локальные исследования проводятся на территориях в сотни квадратных километров. Масштабы дистанционных материалов 1:50 000 – 1:25 000, однако используются материалы и крупномасштабных космических съемок. В процессе исследований обнаруживаются конкретные источники техногенного влияния, проявления качественно новых элементов ландшафтной структуры территории, динамика геологических процессов. Работы сопровождаются покомпонентным дешифрированием, ландшафтно-индикационными исследованиями, при этом особое внимание уделяется описанию и выявлению антропогенных индикаторов, изучению ландшафтно-генетических рядов – индикаторов определенных процессов. По материалам исследований составляется комплект необходимых карт, индикационных и дешифрировочных таблиц, а также построение прогнозных моделей.

Детальные исследования проводятся для изучения конкретных параметров состояния и изменения геологической среды в местах расположения сети наземных режимных наблюдений, на площадках активизации опасных геологических процессов и очагах интенсивного техногенного воздействия. Исследуются территории площадью несколько десятков квадратных километров, масштаб исследований – 1:10 000 и крупнее. Использование материалов крупномасштабных фотосъемок позволяет обнаружить очаги проявления геологических процессов и техногенных воздействий [407, 411].

Аэрокосмический мониторинг окружающей среды (АКМОС) в местах хранения бывшего и планируемого уничтожения химического оружия рассматривается как составная неотъемлемая часть экологического мониторинга окружающей природной среды данной территории [414].

Под аэрокосмическим мониторингом окружающей среды (АКМОС) понимается система регламентированных периодических дистанционных наблюдений за состоянием ОС и ее пространственно-временными изменениями под влиянием природных и техногенных факторов. Объектами АКМОС являются изменяющиеся компоненты природной среды, а также воздействующие на нее природные и антропогенные факторы, которые прямо или косвенно отражаются на материалах дистанционного зондирования.

Перед аэрокосмическим мониторингом в рамках программы комплексного экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) ставятся задачи районирования и оценки экологического состояния экосистем: выявление динамики заболоченных участков, тенденции землепользования, оценки гидрологии суши, пространственного распределения потоков подземных вод, оценки состояния атмосферного воздуха, почв, лесных массивов. В процессе эксплуатации объекта использование методов дистанционного зондирования позволит выявлять изменения, происходящие в биологических объектах под влиянием данного источника воздействия.

Организация и проведение АКМОС предусматривает соблюдение следующих принципов: системного подхода, комплексности, периодичности, последовательного приближения, унификации и автоматизации. Системный подход определяет необходимость применения системных представлений при анализе и интерпретации дистанционной информации. Комплексность предусматривает использование оптимального набора материалов дистанционных съемок и их сочетание с выборочной наземной проверкой. Периодичность заключается в регламентированной повторности дистанционных съемок, анализе и интерпретации ее результатов. Последовательное приближение обеспечивает наращивание информации об объектах геологической среды за счет использования раз-

номасштабных снимков. Унификация осуществляется за счет использования стандартной аппаратуры, единой метрологической основы измерений и обработки материалов дистанционных съемок, а также оформления результатов. Автоматизация предусматривает применение автоматизированных методов дешифрирования, использование ЭВМ для обработки полученной информации и создание банка данных.

Мониторинговые экологические исследования должны включать в себя набор взаимно дополняющих технических средств и методов контроля: космическую съемку, авиационную, тепловую съемку, наземные наблюдения и др. При этом могут быть использованы следующие средства дистанционного зондирования:

– пассивная многоспектральная оптическая аппаратура,

– видеоспектрометры и гиперспектрометры,

– лидарные системы, основанные на использовании различных физических механизмов взаимодействия лазерного излучения с веществом,

– аппаратура дистанционной пространственно-частотной спектрометрии,

– радиолокационные средства и другие.

Аппаратура дистанционного зондирования позволяет работать в широком диапазоне спектра электромагнитного излучения – от ультрафиолетового до радиодиапазона. При дистанционном зондировании в видимом диапазоне спектра обычно используются методы спектрофотометрии (с применением многоспектральной трассерной и сканирующей аппаратуры), многозонального фотографирования, лидарного зондирования, телевизионной съемки (в том числе с применением тепловых сканеров) [408, 412-415].

Видимый диапазон является наиболее информативным при дистанционном зондировании водных масс, хлорофилла фитопланктона, распределение взвесей и растворенной органики в природных водах, оценке землепользования, плотности, структуры и биомассы растительного покрова, состояния растительности (степени ее угнетенности под влиянием загрязняющих веществ, избытка или недостатка влаги, наличия в воде определенных микроэлементов и т.д.). Многоспектральные данные в видимом диапазоне спектра позволяют судить о характеристиках почвы, степени ее загрязненности и других параметрах [413-417]. Дистанционными методами может быть получена пространственно-временная информация о листовом индексе, фитомассе и морфологии растительности, влажности и температуре почвы [417].

Среди разнообразных аппаратурных методов экологического мониторинга сверхвысокочастотная (СВЧ) радиометрия обладает целым рядом существенных достоинств. СВЧ-радиометрия оказывается полезной для дистанционной индикации влажности почв, изменчивости фитомассы растительности,

для выявления антропогенной изменчивости параметров состояния природного комплекса. Воздействие нефтепродуктов на состояние водных экосистем проявляется в электродинамических и радиофизических характеристиках водной среды. Для количественной оценки нефтяных загрязнений водоемов рекомендуется использовать миллиметровую часть СВЧ-диапазона, где эффекты приращения радиояркостных температур нефтепродуктов проявляются более сильно.

Увеличение уровня загрязнения и трофности водоемов приводит к изменению состояния высшей водной растительности – ее развитию или подавлению. Методом СВЧ-зондирования наводных и надводных макрофитов можно исследовать СВЧ-излучательные свойства растительности, проводить по данным СВЧ-съемки расчет фитомассы, выявлять изменчивость экологической обстановки в водоеме и в первую очередь свойства донных осадков, степень суммарного загрязнения, характер воздействия на водоем в различной степени нарушенных геокомплексов побережий.

Перспективы включения спутниковых СВЧ-данных в программу мониторинга объекта уничтожения химического оружия весьма обнадеживающие, особенно в случае аварийных ситуаций, так как СВЧ-информация спутника в большинстве случаев имеет минимальный временной интервал между спутниковой съемкой и поступлением информации. Например, по данным авторов [237] интервал между спутниковой съемкой и поступлением СВЧ-информации спутника ERC-1 для практического использования составляет около 4 часов. Кроме того, использование СВЧ-радиометрии и радиолокационных аэрокосмических методов позволяет провести диагностику почв, растительности, выявить сезонную и антропогенную изменчивость параметров состояния снежного покрова, получить по данным спутниковой съемки области различной степени воздействия объекта уничтожения химического оружия на окружающую природную среду.

Важным инструментом повышения эффективности аэрокосмических методов дистанционного зондирования окружающей среды является использование эффектов поляризации электромагнитного сигнала [418, 419]. Поляризационный метод может быть использован для индикации в видимом диапазоне нефтяных загрязнений, отходов жидкого топлива и взвешенных веществ в поверхностных водных объектах [420]. Различные диапазоны электромагнитного спектра или их сочетание оказываются предпочтительными для восстановления тех или иных параметров состояния окружающей среды.

Среди аэрокосмических методов исследования биологических объектов, которые могут быть использованы в оценке окружающей природной среды в районах хранения и уничтожения химического оружия, целесообразно использовать оптические методы. Физической основой оптических методов зондирования подстилающей поверхности является способность ее отражать падающее электромагнитное излучение, излучать тепловую энергию и в некоторых случаях флуоресцировать под действием световых лучей. Установлено, что для спектральной отражательной способности растительности характерна отчетливая

система максимумов и минимумов, обусловленных прежде всего поглощением света пигментами зеленого листа и содержащейся в нем влагой [417]. В видимом диапазоне длин волн большая часть энергии, падающей на зеленый лист, поглощается, и очень небольшое количество пропускается через лист, в то время как падающая непоглощенная энергия в основном отражается. Стрессовое состояние растительности сопровождается уменьшением пигментации хлорофиллом или даже ее отсутствием. Внутренняя структура листьев в основном влияет на отражательную способность в ближнем ИК-диапазоне [421]. При уменьшении содержания влаги в листьях их отражательная способность в среднем ИК-диапазоне длин волн обычно увеличивается. Этот эффект особенно заметен при снижении содержания влаги в листьях до 54% и ниже. Как правило, это сопровождается потерей большей части хлорофилла, в результате чего отражательная способность увеличивается во всем оптическом диапазоне спектра. На основе оптических методов дистанционного зондирования предложены различного рода индексы, характеризующие отражение сигнала от листьев растений [422]. По результатам аэрокосмических исследований биологических объектов в программу мониторинга целесообразно включить определение содержания влаги в листьях и пигментации хлорофиллом.

Используя дистанционные люминесцентные методы изучения растительности, можно получить сведения о физическом состоянии растений (вид, листовой индекс, стрессовые ситуации, биомасса [423]). По ослаблению интенсивности спектра флюоресценции при определенных длинах волн можно выявить недостаток или избыток тех или иных элементов в растении. Так, например, дефицит фосфора, азота и железа в зерновых приводит к троекратному ослаблению интенсивности спектра флуоресценции при длине волны 690 и 740 нм и слабому уменьшению интенсивности флуоресценции при длине волны 440 нм. Целый ряд экспериментов, проведенных на зерновых, позволил выявить в качестве мониторинговых две пары длин волн флуоресценции: 440 и 690 нм, 690 и 735 нм, а в качестве параметра контроля - отношения интенсивностей флуоресценции 440 нм / 690 нм и 690 нм / 735 нм.

Дистанционные флуоресцентные исследования эффективны при диагностике водного стресса растений. Установлены линейные связи с изменением водного потенциала и устьичного сопротивления листьев исследованных деревьев. Раннее прогнозирование стрессовых состояний растений - весьма актуальная экологическая задача при проведении мониторинга объекта уничтожения химического оружия.

Поскольку аналогов объектов уничтожения химического оружия по двухстадийной технологии не имеется, спрогнозировать воздействие на природный комплекс ОВ и продуктов их деструкции - весьма сложная задача. В связи с этим ценными могут быть результаты исследования по дистанционной диагностике сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) типа гербицидов. Усиленное воздействие гербицидов приводит к существенному увеличению интенсивности флуоресценции в красной области спектра. Этот эффект связан с тем,

что гербициды блокируют определенные участки цепи фотосинтеза, что приводит к увеличению диссипации энергии в виде флуоресценции. В дополнение к отмеченным выше трем длинам волн пиков флуоресценции, у древесных растений имеется максимум интенсивности флуоресценции при 525 нм, отсутствующий у травянистых [424]. Максимум интенсивности флуоресценции 685 нм отличает лиственные деревья от хвойных. Величина синего (длина волны 440 нм) максимума у травянистых однодольных значительно больше, чем у двудольных. Величина, равная отношению квадрата интенсивности флуоресценции 440 нм к 685 нм, существенно отличается у двудольных и однодольных травянистых растений.

На основе этих данных производятся оценки состояния биоты, распознавание видов и степень их угнетенности под влиянием естественных и антропогенных факторов.

Наряду с аэрокосмическим исследованием биоты в качестве объекта дистанционной диагностики в последние годы широко используется отражательная способность снежного покрова. Спектральные характеристики снежного покрова [417] характеризуются очень высокой отражательной способностью во всем видимом и инфракрасном диапазонах. В аэрокосмических исследованиях с использованием метода спектрального анализа по отражательной способности снега можно провести идентификацию снежного покрова, определить его состояние и возраст.

Наблюдениями из космоса можно проследить формирование дымки и смога, образование дымовых языков от источника воздействия. По наблюдениям из космоса за отражательными характеристиками снежного покрова можно провести картирование ареалов осаждения атмосферных загрязняющих веществ в виде взвешенных частиц (аэрозолей) от объекта уничтожения химического оружия. Космические изображения позволяют получить текущую информацию о ландшафте, структуре и динамике землепользования, состоянии лесов, изменениях, происходящих в лесном покрове, о влиянии на экосистемы сети разного рода коммуникаций – трасс автомобильных и железных дорог, линий электропередач, газопроводов.

По данным спутниковой съемки можно определить характер и степень техногенного воздействия на окружающую природную среду. По результатам дешифрирования аэрокосмической съемки местности можно сделать комплексную оценку экологического состояния территории мест хранения и бывшего уничтожения химического оружия до начала функционирования объекта уничтожения химического оружия.

Наибольший технико-экономический эффект от использования данных дистанционного зондирования (ДЗ) может быть получен при комплексном изучении и картографировании природных и антропогенных объектов, включающем инженерные сооружения с постановкой работ по принципу от общего к частному. Данные ДЗ, являясь целевыми, создают основу для проведения комплексных мониторинговых, взаимоувязанных исследований. Результаты исследований представляются в виде серий взаимосогласованных тематических карт,

отражающих пространственное размещение, качественные и количественные характеристики природных ресурсов изучаемой территории и окружающей среды. В связи с этим карты (схемы) оценки состояния природной среды должны составляться в масштабах, соответствующих площадям возможного воздействия ОУХО в исследуемом конкретном районе. Такое соотношение масштабов карт экологического мониторинга и площадей компонентов экосистемы приведено в табл. 123 [414, 426].

Таблица 123

Соотношение площадей компонентов экосистемы и масштабов карт мониторинга природной среды

№ п/п	Площади компонентов экосистемы,кв. км	Масштабы карт мониторинга природной среды
1	0,01	1:30000
2	0,1	1:100000
3	1	1:300000
4	10	1:1000000
5	100	1:3000000
6	1000	1:10000000
7	10000	1:30000000

Масштабы космической съемки с целью оценки состояния природной среды необходимо выбирать с учетом того, что при смене диапазона масштаба съемки происходит существенная перестройка изображения и частичное изменение его рисунка. Это свойство изображения называют оптической генерализацией. В связи с этим профессором Л.Е.Смирновым введено понятие об уровнях генерализации [414, 426]. В табл. 124 приведены примеры уровней географического обобщения изображения на фотоснимках разного масштаба.

Таблица 124

Масштаб съемок и уровни географического обобщения изображений

№ п/п	Масштаб съемки	Уровень географического обобщения
1	1:1000-1:2000	Фации
2	1:2000-1:10000	Фации
3	1:15000-1:25000	Урочища
4	1:30000	Группа урочищ
5	1:200000	Местности
6	1:1000000	Ландшафт
7	1:10000000 и мельче	Географические зоны и климатические пояса

Масштаб космических съемок с целью оценки состояния природной среды должен выбираться с учетом того чтобы:

– уровень географического обобщения, т.е. оптическая генерализация изображений, соответствовал масштабу съемки;

– масштаб карты мониторинга позволял охватывать площадь воздействия ОУХО и изучать компоненты экосистемы [414, 426].

С учетом вышеперечисленных зависимостей в табл.125 предлагается соотношение масштабов карты мониторинга природной среды и космических съемок.

Таблица 125

Соотношение масштабов карт мониторинга природной среды и космических съемок

№ п/п	Масштабы карт мониторинга природной среды	Масштабы фотосъемки при мониторинге природной среды	Площадь компонента экосистемы	Уровень оптической генерализации
1	1:100000	1:50000-100000	0.1	Группа урочищ
2	1:300000	1:200000	1	Местность
3	1:1000000	1:1000000	10	Ландшафт

Из данной таблицы следует, что для составления экологических карт масштаба 1:100000–300000 можно использовать аэрокосмические снимки в диапазоне масштабов 1:50000–1:1000000.

Обязательным условием АКМОС районов расположения ОУХО является комплексирование аэрокосмических методов с наземными полевыми исследованиями.

Наземные полевые исследования по времени их проведения относительно дистанционных съемок подразделяются на опережающие, синхронные (субсинхронные) и контрольные. Их задачами является обоснование, обеспечение и проверка результатов дистанционных исследований. Они проводятся на базе широкого использования ландшафтно-индикационного метода [414, 426].

Опережающие исследования проводятся для выбора вида съемки, масштаба и зоны спектра, времени её проведения в течение суток или сезона и периодичности съемок. В состав опережающих работ входит измерение спектральных характеристик, параметров наземных объектов (температуры, влажности и гранулометрического состава почвогрунтов) и изучение форм рельефа, растительности, почв и др. Такие наблюдения проводятся в разные сезоны, а при предлагаемой постановке некоторых видов специальных съемок, например тепловой, – в разное время суток. Дополнительной информацией для выбора дистанционных съемок служат данные наземных режимных станций.

Синхронные (субсинхронные) работы проводятся одновременно с аэро- и космосъемкой для выбора информативного вида дистанционных съемок и получения дополнительной информации, повышающей полноту и достоверность дешифрирования. В состав этих работ входит измерение спектральных и физических характеристик физиономичных компонентов ландшафта, определяющих особенности их изображения на материалах дистанционных съемок и наблюдения над изменениями атмосферы (температурой приземных слоев, воздуха, прозрачностью атмосферы и т.д.). При этом учитываются сезонные изменения во внешнем облике ландшафта, которые повышают достоверность дешифрирования.

Контрольные наземные работы осуществляются для проверки результатов дешифрирования и повышения достоверности АКМОС. В них используются данные комплекса полевых наблюдений и имеющаяся априорная информация (данные геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических съемок, бурения, геофизических работ и др.). Проверка результатов дешифрирования выполняется оперативно с помощью геофизических, геохимических и других специальных экспресс-методов. Эта проверка позволяет выявить влияние внешних факторов, мешающих достоверному определению параметров окружающей среды и ее изменений под влиянием техногенных факторов.

На основе обработки результатов полевых работ составляется комплект карт (дежурных, условий районирования, изменений геологической среды, а также прогнозных картосхем), необходимых для решения задач АКМОС.

Результаты проведения полевых исследований и их камеральной обработки являются основой для составления банка данных полигона ОУХО и используются для построения постоянно действующих моделей изменений параметров окружающей среды, атмосферного воздуха, поверхности почв и растительности, подземных вод и др.

В 2001 г. проведена работа [414] по детальному визуальному анализу космических изображений в местах предполагаемого уничтожения химического оружия и захоронения его отходов на территории Оричевского района Кировской области.

Фрагмент спектрозонального космического изображения исследуемой территории долинного комплекса р. Вятки представлен на рис. 57. На фотоснимке хорошо видны излучины р. Вятки, пойменные озера. Обнаруживается сильное меандрирование русла р. Вятки, свидетельствующее о понижении рельефа, что характерно для процессов заболачивания. Этот вывод подтверждается наземными исследованиями. На космическом снимке (рис. 57) видна структура растительного покрова, расположение открытых луговых участков и облесенных. Фотоснимок позволяет установить, что на севере и северо-востоке от объектов хранения и уничтожения химического оружия (долинный комплекс р. Вятки) территория менее всего защищена лесами, в то время как крупные лесные массивы расположены в южном направлении от объекта.

Рис. 57. Фрагмент спектрозонального космического изображения р. Вятки

Рис. 58. Фрагмент увеличенного космического изображения тестового участка в районе предполагаемого уничтожения ХО

Для получения детальной информации в местах предполагаемого уничтожения ХО выполнено 4-кратное увеличение (фотографическим способом) исходного спектрозонального изображения исследуемой территории. Фрагмент увеличенного космического изображения тестового участка (масштаба 1:50000) в районе предполагаемого уничтожения ХО приведен на рис. 58.

Визуальный анализ исходных космических изображений свидетельствует о том, что видимых изменений растительного покрова в районе Карповых озер, железнодорожного карьера, бывшей установки уничтожения химического оружия «Долина» не отмечается. Выполненный анализ статистических характеристик трансект сканерных изображений, проходящих с севера на юг и с востока на запад по снимку через места хранения, предполагаемого уничтожения ХО и фоновых территорий, не позволяет уверенно отличить их друг от друга.

В то время как наземными исследованиями на территории Оричевского района выявлено нарушение лесов, проявляющееся в усыхании древостоев. В районе бывшей установки «Долина» и непосредственной близости от арсенала хранения ХО санитарное состояние древостоев оценивается от 4 до 4,5 балла, что значительно выше среднего показателя (3,5 балла) по Оричевскому району. Разница между показателями санитарного состояния древостоев в местах бывшего уничтожения и хранения ХО, со среднерайонными данными, позволяет признать наличие воздействия данных объектов на растительность. Использованные космические съемки среднего разрешения не позволили выявить фрагментарные изменения, которые регистрируются в ходе наземных исследований (вблизи установки «Долина»). Для выявления подобных изменений требуются приборы с более высокой разрешающей способностью или анализ аэрофотоснимков.

Целесообразность получения космической информации, особенно в период эксплуатации ОУХО, несомненна. Использование различных методов дистанционного зондирования в системе экологического мониторинга территории хранения и уничтожения химического оружия позволит получать необходимую информацию о возможном антропогенном загрязнении территории для установления параметрических связей между характеристиками зондируемых средств и экосистем. Использование данных методов в системе экологического мониторинга в районе расположения объектов хранения и уничтожения ХО даст возможность более достоверно оценить экологическое состояние территории до начала эксплуатации объекта уничтожения химического оружия, в период эксплуатации объекта и в постэксплуатационный период.

5.5. Основные принципы организации информационно-аналитического обеспечения системы комплексного экологического мониторинга ОУХО

При функционировании системы экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия для оценки экологической ситуации в районе его размещения и принятия оптимальных управленческих решений требуется оперативный и компетентный анализ информации во всей ее полноте с учетом многообразных взаимосвязей данных, получаемых исполнителями всех

подсистем – производственного (объектового) экологического контроля, мониторинга окружающей природной среды и мониторинга здоровья. Эффективное решение этой задачи невозможно без применения современных средств обработки информации и создания на их основе информационно-аналитической системы комплексного экологического мониторинга ОУХО.

Программой комплексного экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский» для этих целей предусмотрено создание информационно-аналитического центра (ИАЦ), который должен обеспечивать сбор и накопление информации об экологическом состоянии окружающей среды и антропогенных воздействиях, поступающей от различных исполнителей программы; математическую обработку и картографическое отображение информации; математическое моделирование процессов распространения и трансформации загрязняющих веществ от ОУХО в окружающей среде, их влияния на состояние природных экосистем и здоровье населения; прогнозирование изменений экологической обстановки в районе ОУХО; подготовку рекомендаций для принятия управленческих решений, направленных на охрану и оздоровление окружающей природной среды, поддержание благоприятных условий для проживания населения.

Большое разнообразие типов исходных данных и результатов их обработки предполагает и соответствующее разнообразие применяемых аппаратно-технических и программных средств. Объединение разнородной ведомственной информации с целью ее эффективного использования для контроля и управления является самостоятельной и достаточно сложной научно-технической проблемой. В основу организации информационно-аналитической системы мониторинга ОУХО предлагается положить принцип системной интеграции программных продуктов, дающий возможность максимального использования имеющихся в регионе информационных ресурсов.

В лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и Вятского государственного педагогического университета (г. Киров) разработан пилотный вариант информационно-аналитической системы центра мониторинга ОУХО на базе геоинформационной системы (ГИС) ArcView, предназначенный для картографического отображения разнообразной тематической информации, поступающей от специализированных систем мониторинга.

Источниками информации для ГИС служат существующие базы данных (БД), которые ведутся уполномоченными региональными организациями, а также БД, созданные специально для использования в ИАЦ экологического мониторинга ОУХО.

Мониторинг состояния подземных вод в Кировской области осуществляется Вятским научно-техническим информационным центром мониторинга и природопользования (ВятНТИЦМП). Для информационного сопровождения мониторинга используется вычислительный комплекс, в состав которого входят система управления БД «Мониторинг 6.0», реализованная на основе Microsoft Access, и ГИС Geo Link 2.0 (разработчик – АО Геолинк, г. Москва).

Для ведения мониторинга поверхностных вод Комитетом природных ресурсов по Кировской области и ВятНТИЦМП используются различные программные средства, работающие с базами данных различных форматов:

– система поддержки принятия решений СППР (разработчик – СевКавНИИВХ, формат БД – Fox Pro);

– программный комплекс DASHCA, реализующий различные методы расчета речного стока (разработчик – Государственный гидрологический институт, г. С.-Петербург);

– СУБД гидрохимического мониторинга (ФГУ Государственный фонд геологической информации, г. Киров; формат БД – Top Speed);

– СУБД «Водные ресурсы» (разработчик – НПО «Поток», г. С.-Петербург; формат БД – Paradox).

Для информационного сопровождения подсистем мониторинга почв и растительности в лаборатории биомониторинга ВГПУ разработаны базаы данных в формате Microsoft Access. База данных по почвенным разрезам Soil.mdb содержит информацию о местах закладки почвенных разрезов, описания генетических горизонтов, результаты химических анализов образцов почвы. Данные мониторинга растительности хранятся в базе данных Flora.mdb, содержащей описания фитоценозов на постоянных пробных площадках.

Показатели мониторинга животного мира предусмотрено хранить в базе данных формата FoxPro, разработанной во Всероссийском НИИ охотничьего хозяйства и звероводства, содержащей таблицы с информацией о пробных площадках, зоологических таксонах, показателях численности видов и биоиндикационных признаках наличия антропогенного стресса.

База данных мониторинга здоровья создается по материалам бюро медицинской статистики при Департаменте здравоохранения и ЦГСЭН в формате Microsoft Access.

В качестве топографической основы ГИС комплексного экологического мониторинга ОУХО используется цифровая топографическая карта местности масштаба 1:200 000, разработанная Главным научно-исследовательским и информационно-вычислительным центром Министерства природных ресурсов РФ (ГлавНИВЦ) с некоторыми уточнениями и дополнениями.

Взаимодействие ГИС с внешними системами управления базами данных (СУБД) осуществляется путем использования механизма динамического обмена данными (протокол DDE, модель COM и технология ActiveX).

Для обеспечения доступа к базам данных из ГИС разработан простой и удобный пользовательский интерфейс, позволяющий как оперировать данными непосредственно в среде ArcView, так и передавать управление внешним системам управления базами данных для обработки информации их специфическими средствами.

Развитие программного обеспечения ИАЦ системы экологического мониторинга ОУХО идет по пути создания недостающих баз данных, оснащения системы новыми модулями расчета и моделирования, разработки программных

средств системной интеграции, обеспечивающих объединение разнородных программных продуктов в единый информационно-вычислительный комплекс.

Создание и функционирование ИАЦ системы экологического мониторинга ОУХО производится в соответствии с Федеральным законом РФ «Об информации, информатизации и защите информации». Предполагается использование только высоконадежного оборудования, современных компьютеров, программных и аппаратных средств защиты от несанкционированного доступа и копирования. Система должна обладать максимальной устойчивостью к внешним естественным и техническим воздействиям, а также к недопустимым действиям персонала.

На базе накопленной и обработанной информации будет разработана комплексная имитационная модель экологического состояния территории в районе размещения ОУХО, позволяющая на основе данных, получаемых в режиме реального времени от участников мониторинга, прогнозировать изменения экологической обстановки в районе ОУХО, предупреждать о возникновении опасных ситуаций природного или техногенного характера с целью поддержки быстрого принятия управленческих решений, направленных на охрану здоровья населения и благополучия окружающей природной среды.

Структура информационно-аналитического центра системы экологического мониторинга ОУХО представлена на рис. 59.

В целом информационно-аналитическая система комониторинга ОУХО представляет собой иерархическую структуру включающую три уровня: локальный, региональный и федеральный.

Локальный уровень включает в себя специализированные системы мониторинга и информационно-аналитический центр мониторинга ОУХО, объединенные в единую информационную сеть. На региональном уровне система представлена региональным информационно-аналитическим центром мониторинга, Главным управлением по делам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций по Кировской области, подразделением при Правительстве Кировской области, курирующим реализацию программы уничтожения ХО в регионе.

Из органов управления федерального уровня в информационно-аналитическую систему мониторинга ОУХО включены Управление экологической безопасности Министерства природных ресурсов России, Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению ХО Российского агенства по боеприпасам, а также Министерство по делам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций РФ (МЧС).

Схема информационных потоков в сети мониторинга ОУХО представлена на рис. 60.

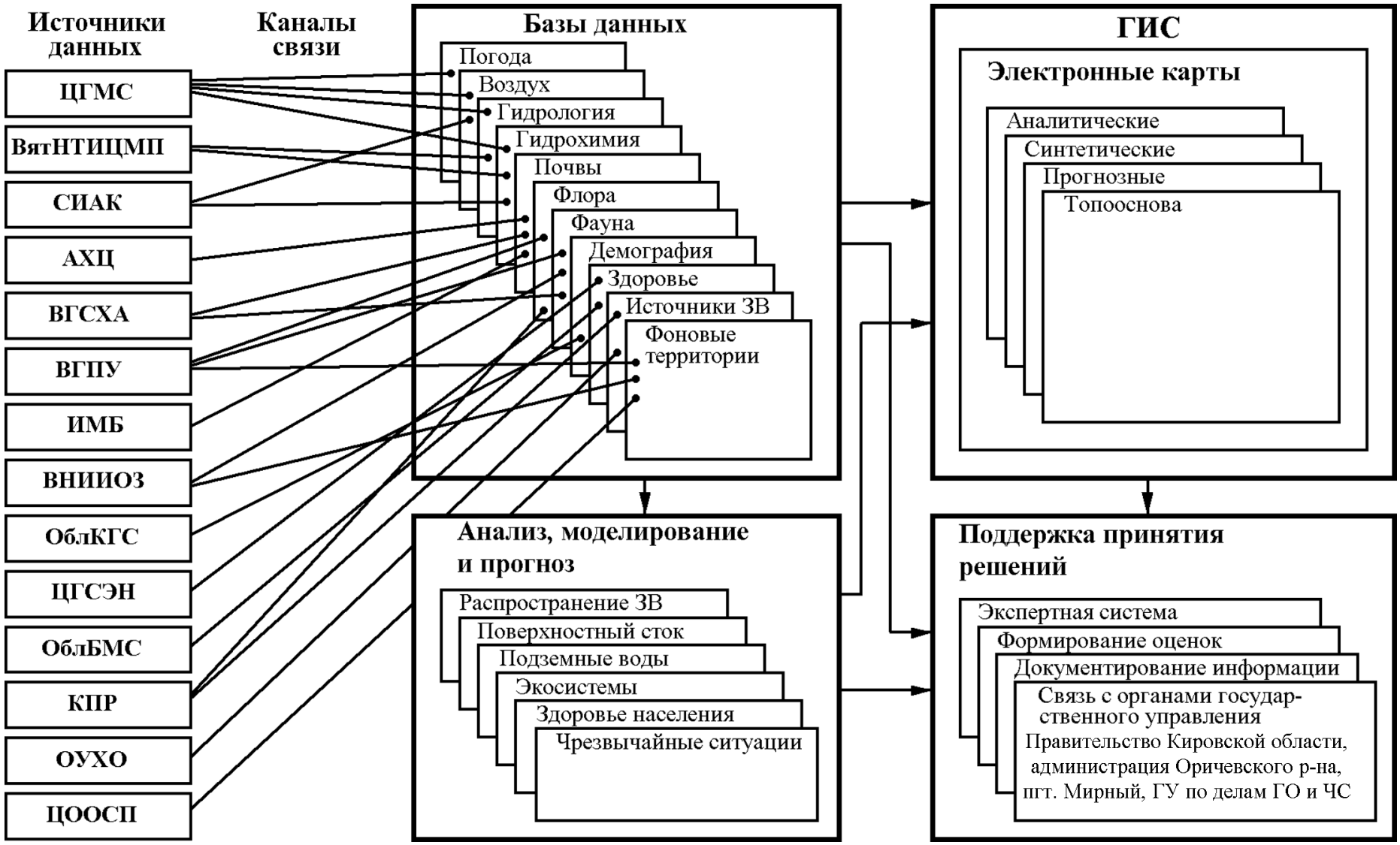


Рис. 59. Структура информационно-аналитического модуля системы экологического мониторинга ОУХО

Рис. 60. Схема информационных потоков в сети информационно-аналитической системы мониторинга ОУХО

При каждой подсистеме комплексного экологического мониторинга или организации, принимающей участие в его проведении, может быть организован собственный информационно-аналитический центр, осуществляющий сбор, анализ и синтез информации, моделирование ситуаций по соответствующей подсистеме. При этом используемые форматы данных и протоколы передачи информации должны быть совместимы с форматами и протоколами ИАЦ комплексного экологического мониторинга ОУХО.

Таким образом, снизу вверх поступает информация о результатах контроля параметров качества компонентов окружающей среды и воздействия на них объекта, а также инициируется разработка природоохранного законодательства, недостающего в практической деятельности по недопущению ухудшение экологической обстановки в районе действия объекта уничтожения химического оружия.

Глава 6
ОРГАНИЗАЦИОННОЕ И ФИНАНСОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОУХО «МАРАДЫКОВСКИЙ»

6.1. Финансовое обеспечение комплексного экологического мониторинга ОУХО

Финансирование системы комплексного экологического мониторинга ОУХО предусматривается из федерального бюджета через государственного заказчика федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» – Российское агентство по боеприпасам. Кроме того, возможна финансовая поддержка комплексного экологического мониторинга по линии бюджета регионов, региональных экологических фондов, а также по линии международных инвестиций.

Подсистема производственного мониторинга из средств федерального бюджета финансируется через генерального заказчика Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в РФ» – Российское агентство по боеприпасам. Подсистемы экологического мониторинга окружающей природной среды и мониторинга здоровья целесообразно финансировать из целевых средств федерального бюджета через Министерство природных ресурсов и Министерство здравоохранения, которые обеспечивают организацию и проведение мониторинга ОУХО в регионах через соответствующие им ведомственные подразделения.

По линии Правительства области из средств бюджета и регионального экологического фонда финансируются научные исследования по изучению влияния загрязняющих веществ на здоровье человека, природные среды и объекты, кроме того, финансируются работы по организации мониторинга фоновых территорий, который проводится в рамках регионального экологического мониторинга.

Стоимость системы комплексного экологического мониторинга входит в общую смету расходов федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия» по статьям:

– «Комплексное медико-санитарное и экологическое обследование территорий вокруг объектов по хранению и уничтожению химического оружия»;

– «Обеспечение проведения государственного экологического контроля и мониторинга окружающей среды»;

– «Разработка систем, методов и средств мониторинга окружающей среды при уничтожении химического оружия».

Расчет стоимости системы комплексного экологического мониторинга ОУХО приведен в табл. 126-127.

Смета расходов на организацию и проведение комплексного экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский» составлена на основе данных дополнения Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в РФ», утвержденной Правительство РФ 5.07.2001г., № 510. Расходы на оборудование заложены только на начальные этапы выполнения программы мониторинга. В раздел обеспечение системы мониторинга наряду с функционированием системы контроля, оценок и прогноза включены работы по созданию оборудования, приборов, разработке методов контроля и анализа.

6.2. Управление системой комплексного экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский»

Управление системой экологического мониторинга ОУХО на федеральном уровне обеспечивается Российским агентством по боеприпасам (головной государственный заказчик), Министерством природных ресурсов, Российским комитетом по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Министерством здравоохранения.

Ответственность за эффективность контроля по обеспечению экологической безопасности всех стадий работ по уничтожению химического оружия, состоянием окружающей природной среды в районах и на объектах, где уничтожается химическое оружие, возложена на Министерство природных ресурсов.

На региональном уровне координатором системы комплексного экологического мониторинга ОУХО, ответственным за координацию действий и организационное обеспечение природоохранных служб и ведомств, департамента здравоохранения, Центра государственного санитарно-эпидемиологического надзора, научно-исследовательских институтов, центров и лабораторий в реализации программы экомониторинга, утверждается зам. Председателя Правительства области, курирующий вопросы экологии и природопользования.

Производственный контроль и экологический мониторинг состояния окружающей среды на территории промышленной зоны, СЗЗ и ЗЗМ по программе мониторинга производится специальным структурным подразделением ОУХО в соответствии с СП 11-102-97, п. 6.32.

Таблица 126

Смета расходов на строительство, эксплуатацию и организацию мониторинга для 6 объектов УХО, в том числе объекта («Марадыковский»), млн руб.

Год / Статья расхода	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Сумма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Строительство 6 объектов	2206.8	5878.5	8204.4	8250.6	4344.8	2172.3	-	-	-	-	-	31057.4
Эксплуатация 6 объектов	-	581.2	581.2	581.2	988.4	2171.4	3994.7	3994.7	3994.7	3994.7	3995.2	24877.4
в т. ч.: - строительство объекта "Марадыковский"	208.3	694.6	1184.3	1421.1	947.4	473.6	-	-	-	-	-	4929.3
- эксплуатация объекта "Марадыковский"	-	-	-	-	-	198.4	719.3	719.3	719.3	719.3	719.3	3794.9
Доля расходов на объект "Марадыковский"	9.44%	10.75%	13.48%	16.09%	17.76%	15.47%	18.01%	18.01%	18.01%	18.01%	18.00%	**15.37%**
Комплексное медико-санитарное и экологическое обследование территории вокруг 6 объектов	-	10	100.4	110.5	500.6	340	400	450	450	349.4	200	2910.9

Продолжение табл. 126

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Обеспечение проведения государственного экологического контроля и мониторинга окружающей среды 6 объектов ОУХО	-	17.3	60	76	280	180	187	300	250	509.3	100	1959.6
Разработка систем, методов и технических средств мониторинга окружающей среды 6 объектов ОУХО	32.6	39.56	25.93	25.67	25.41	23.18	23.69	-	-	-	-	196.04
Всего на реализацию программы комплексного мониторинга по 6 объектам	32.6	66.86	186.33	212.17	806.01	543.18	610.69	750	700	858.7	300	5066.54
Доля расходов на реализацию программы комплексного мониторинга по 6 объектам	1.48%	1.04%	2.12%	2.40%	15.11%	12.51%	15.29%	18.77%	17.52%	21.50%	7.51%	9.06%

Продолжение табл. 126

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	**13**
Сумма расходов на реализацию программы комплексного мониторинга по объекту "Марадыковский", в т. ч.:	3.077	7.189	25.117	34.140	143.181	84.034	109.963	135.048	126.045	154.621	54.012	**876.426**
- комплексное медико-санитарное и экологическое обследование территории	-	1.075	13.534	17.780	88.928	52.600	72.025	81.029	81.029	62.914	36.008	506.922
- обеспечение проведения государственного экологического контроля и мониторинга окружающей среды	-	1.860	8.088	12.229	49.740	27.847	33.672	54.019	45.016	91.706	18.004	342.182
- разработка систем, методов и технических средств для мониторинга окружающей среды при уничтожении ХО	3.077	4.254	3.495	4.130	4.514	3.586	4.266	-	-	-	-	27.322

Примечание. Смета составлена на основании Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» в предположении, что расходы на реализацию программы комплексного экологического мониторинга составят ежегодно равную долю для всех 6 объектов уничтожения химического оружия.

Таблица 127

Сметная стоимость системы комплексного экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский» (по трем подсистемам на период 2001-2011 гг.)

Наименование работ и видов затрат по реализации программы комплексного эко-мониторинга	Объемы инвестиций, включая НДС, млн. руб.	Удельный вес, в % к общему объему капитальных вложений
Разработка систем, методов и технических средств мониторинга окружающей среды при УХО, в т. ч.:	**27,322**	**3,12**
- разработка концепции, программы производственного мониторинга, экологического мониторинга и мониторинга здоровья	0,710	0,08
- разработка экологических нормативов, методов и технических средств мониторинга	26,612	3,04
Обеспечение проведения государственного экологического контроля и мониторинга окружающей среды (производственный мониторинг), в т. ч.:	**342,182**	**39,04**
- оборудование подсистемы производственного мониторинга	15,190	1,73
- обеспечение системы производственного мониторинга	326,692	37,28
- прочие затраты, включая подготовку кадров	0,300	0,03
Комплексное медико-санитарное и экологическое обследование территории (мониторинг здоровья и экологический мониторинг окружающей среды), в т. ч.:	**506,922**	**57,84**
- проектирование и развертывание сети мониторинга	5,780	0,66
- оборудование подсистемы мониторинга здоровья	4,418	0,50
- оборудование подсистемы экологического мониторинга	4,355	0,50
- оборудование сети гидрометеорологического мониторинга	3,500	0,40
- обеспечение функционирования системы мониторинга здоровья, экологического и гидрометеорологического мониторинга	**488,869**	**55,78**
Итого:	**876,426**	**100,00**

Примечание. Смета составлена на основе данных Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в РФ». Расходы на оборудование заложены только на начальные этапы выполнения программы мониторинга.

Комитетом природных ресурсов осуществляется государственный экологический контроль за производственной деятельностью ОУХО, ходом объектового экологического мониторинга на промплощадке и в СЗЗ, а также совместно с ЦГСЭН, государственный экологический контроль и санитарно-эпидемиологический надзор в зоне защитных мероприятий ОУХО.

Экологический мониторинг в зоне влияния объекта и на территориях регионального фона обеспечивается природоохранными службами и органами здравоохранения, включенными в программу комплексного экологического мониторинга ОУХО.

Исполнителями программы мониторинга являются региональные центры мониторинга окружающей среды и природных ресурсов, специализированные научные лаборатории, ведомственные химико-аналитические лаборатории, учреждения здравоохранения (табл. 128), которые осуществляют контроль за состоянием природного комплекса и здоровья населения в зоне влияния ОУХО по единой программе, утвержденной головным заказчиком и согласованной с региональными природоохранными ведомствами.

Среди исполнителей программы Комитетом природных ресурсов региона определяется головная организация – исполнитель работ по реализации программы мониторинга ОУХО и координации всех участников системы мониторинга. Головная организация-исполнитель поддерживает научные контакты по разработке методик экологического контроля, методов и программ моделирования и прогнозирования, освоению новых приборов и методов с отечественными и зарубежными научно-исследовательскими институтами, лабораториями и специалистами.

Региональный информационно-аналитический центр мониторинга комплексного экологического мониторинга ОУХО осуществляет сбор, обработку, анализ информации, моделирование и прогнозирование состояния окружающей среды и здоровья населения в зоне воздействия ОУХО. Данный центр обменивается информацией со всеми участниками программы и с экологической службой, обеспечивающей объектовый экологический мониторинг ОУХО. Информационно-аналитический центр мониторинга обеспечивает регулярное информирование населения, проживающего в зоне влияния объекта уничтожения химического оружия и соседних с ней территорий и районов о состоянии окружающей среды, поддерживает связь со средствами массовой информации.

Информация о ходе мониторинга и результатах анализа экологической ситуации подается в Правительство области (координатору системы комплексного экологического мониторинга), Комитет природных ресурсов, Департамент здравоохранения и государственному заказчику – в Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия в Российском агентстве по боеприпасам.

Таблица 128

Исполнители разделов программы мониторинга по объектам наблюдения и зоны влияния ОУХО

Объекты контроля	Пункты контроля	Промплощадка ОУХО	Санитарно-защитная зона	Зона защитных мероприятий	Фон по программе регионального мониторинга
Климат и погода	Метеостанции: г. Котельнич, д. Храмые, Метеопост ОУХО	Экологическая служба ОУХО	Экологическая служба ОУХО Гидромет	Гидромет	Гидромет
Атмосферный воздух	**АСПК:** пгт. Мирный, д. Брагичи, п. Быстряги, пгт. Оричи, с. Истобенск, г. Котельнич	Экологическая служба ОУХО; Химико-аналитическая лаборатория ОУХО КПР – госэкологический контроль	Экологическая служба ОУХО; Химико-аналитическая лаборатория ОУХО КПР – госэкологический контроль **АСПК:** пгт. Мирный, д. Брагичи, п. Быстряги Лаборатория Обл-ЦГСЭН	Экологическая служба ОУХО; Химико-аналитическая лаборатория ОУХО КПР – госэкологический контроль (пгт. Оричи, с. Истобенск, г. Котельнич) **АСПК:** пгт. Мирный, д. Брагичи, п. Быстряги Лаборатория Обл-ЦГСЭН	

	Маршрутные посты: Новожилы, Жуки, Крысовы, Быстряги. Вершиницы, Березины, Крутцы, Терешичи, Пищалье, Мирный, торфоучасток, ж/д карьер, Карповые озера **Метеостанции:** д. Храмые, п. Кумены			Гидромет (метеостанция Храмые)	Лаборатория центра охраны ОС и природопользования (экомониторинг) Гидромет (метеостанция Кумены)
Сточные воды	Отстойники на промплощадке ОУХО; Очистные сооружения пгт. Мирный	Химико-аналитическая лаборатория ОУХО (ливневые стоки), КПР (лаборатория СИАК) – гос. экологический контроль		КПР (лаборатория СИАК)	
Поверхностные воды	**Гидропосты** на р. Вятка: фоновый с. Истобенск, контрольный г. Котельнич	-		Гидромет	Гидромет

Продолжение табл. 128

	Пруд пгт. Мирный, р. Погиблица **Пруд** на территории войсковой части		Химико-аналитическая лаборатория ОУХО, КПР, ЦГСЭН	КПР (ВятНТИЦ мониторинга и природопользования, лаборатория СИАК), ЦГСЭН	Лаборатория центра охраны ОС и природопользования
Подземные и грунтовые воды	Скважины: **эксплуатационные** войсковой части, Мирный, Быстряги, Брагичи, Бурундуки; **5 наблюдательных** скважин в ССЗ	-	Химико-аналитическая лаборатория ОУХО, КПР (ВятНТИЦ мони-то-ринга и природопользования)	КПР (ВятНТИЦ мониторинга и природопользования)	
Гидробионты	р. Вятка, пруд пгт. Мирный, р. Погиблица	-	-	Инспекция рыбоохраны, ВГСХА, ВНИИОЗ, лаборатория биомониторинга ВГПУ	ВГСХА, ВНИИОЗ, лаборатория биомониторинга ВГПУ
Почвы	**Участки** контроля: вдоль дороги от сладов хранения ХО до ОУХО и на промплощадке;	Химико-аналитическая лаборатория ОУХО, КПР (лаборатория СИАК)	Химико-аналитическая лаборатория ОУХО, КПР (лаборатория СИАК)	КПР (лаборатория СИАК)	Лаборатория центра охраны ОС и природопользования

Продолжение табл. 128

	Разрезы на **ключевых участках в СЗЗ и ЗЗМ:** Д-1, Д-2, Мд-2, М-1, М-3, М-4, М-5, Дн-13, Х-1, Е-1, Е-2, Е-3 (см. схему на рис. 46)		Агрохимцентр «Кировский», ВГСХА	Агрохимцентр «Кировский», ВГСХА	Агрохимцентр «Кировский», ВГСХА
Почвенная биота	**Ключевые участки:** Д-1, Д-2, Мд-2, М-1, М-2, М-3, М-4, М-5, Дн-13, Х-1, Е-1, Е-2, Е-3 (см. схему на рис. 46)		Лаборатория биомониторинга ВГПУ, ВГСХА, НИИ микробиологии	Лаборатория биомониторинга ВГПУ, ВГСХА, НИИ микробиологии	Лаборатория Центра ОС и природопользования, лаборатория биомониторинга ВГПУ, НИИ микробиологии
Растительность	**Ключевые участки:** О-1, О-2, О-3, Д-18, Х-1, Е-1, Т-1, О-14, О-15, О-5, О-4, М-2 (см. схему на рис. 47)		Лаборатория биомониторинга ВГПУ, Лесная служба КПР	Лаборатория биомониторинга ВГПУ, Лесная служба КПР	Лаборатория Центра ОС и природопользования, лаборатория биомониторинга ВГПУ
Животный мир	**Ключевые участки:** О-1, О-2, О-3, Д-18, Х-1, Е-1, Т-1, О-14, О-15, О-5, О-4, М-2, см. схему на рис. 48, учетные маршруты	-	ВГСХА, ВНИИОЗ, Лаборатория биомониторинга ВГПУ Химико-аналитическая лаборатория ОУХО, КПР, ЦГСЭН	ВНИИОЗ, Управление охотничьего хозяйства, ВГСХА, Лаборатория биомониторинга ВГПУ	Лаборатория Центра ОС и природопользования, лаборатория биомониторинга ВГПУ, ВГСХА, ВНИИОЗ

Продолжение табл. 128

Продовольственное сырье, пищевые продукты и питьевая вода	Хозяйства в н.п. Новожилы, Жуки, Крысовы, Быстряги, Вершининцы, Березины, Крутцы, Терешичи, Пищалье, Мирный (рис.49)			ОблЦГЭН	ОблЦГЭН
Здоровье человека	**Медсанчасть ОУХО; Участковые больницы** Мирный, Пищалье, Шалегово, Быстряги, Истобенск, Юрьево, Покровское; **КДЦ** Оричи, Котельнич (рис.49), фоновая территория, **Центральная районная больница** Кумены	МСЧ ОУХО (личный состав ОУХО)	МСЧ ОУХО (население войсковой части)	Департамет здравоохранения; Участковые больницы пгт. Мирный, Быстряги, Истобенск, Пищалье, КДЦ п. Оричи, Котельнич, КИГ и ПК; ОблЦГЭН; Кафедра биохимии КГМА; Кафедра медико-биологических дисциплин ВГПУ; Центр «Брак и семья» при р/д №2; Иммунологическая лаборатория; Аллергоцентр ОКБ; НИИ микробиологии; Областное бюро медстатистики	Департамет здравоохранения; ЦРБ п. Кумены; КИГиПК; ОблЦГЭН; Кафедра биохимии КГМА; Кафедра медико-биологических дисциплин ВГПУ; Центр «Брак и семья» при р/д №2; Иммунологическая лаборатория; Аллергоцентр ОКБ; НИИ микробиологии; Областное бюро медстатистики

Заключение

В настоящей работе проанализировано современное состояние проблемы хранения и безопасного уничтожения химического оружия. Отмечается, что для обеспечения экологической безопасности хранения и уничтожения химического оружия необходимо решение комплекса задач технического, научно-методологического и организационного характера. Среди них к первоочередным относятся.

На основе системного подхода по материалам многолетних наземных наблюдений и аэрокосмических исследований выполнена оценка экологического состояния окружающей природной среды в районе размещения объекта хранения химического оружия «Марадыковский» в Кировской области, а также оценка воздействия проектируемого объекта УХО на окружающую среду. Проведен анализ состояния здоровья населения, проживающего на территории зоны защитных мероприятий объекта хранения химического оружия «Марадыковский».

Результаты исследований свидетельствуют о том, что уже в настоящее время природный комплекс на данной территории испытывает определенные природные и техногенные нагрузки. Для территории района расположения объектов хранения и уничтожения ХО характерны неустойчивые климатологические и сейсмические условия, гидрометеорологические явления, местность относится к природно-подтопляемым территориям, местами заболочена, грунтовые воды подходят близко к поверхности. На территории зоны защитных мероприятий арсенала ХО «Марадыковский» имеется 504 источника выбросов ЗВ в атмосферный воздух, по 14 ингредиентам приземная концентрация на значимом уровне и достигает 0,6 ПДК (с введением в действие ОУХО их количество увеличится еще на 42 загрязняющих вещества).

За время существования арсенала ХО «Марадыковский» на этой территории неоднократно проводилось уничтожение различных видов отравляющих веществ. Воздействие загрязняющих веществ в большей степени проявляется вблизи комплексной установки уничтожения химических боеприпасов «Долина», полигона захоронения ее отходов и вблизи самого арсенала ХО «Марадыковский». Древостои сильно нарушены, санитарное состояние лесных массивов оценивается баллом 4,5, на геохимическом барьере – иллювиальном горизонте дерново-подзолистой почвы – проявляется повышенное содержание мышьяка (5 ПДК), а в заболоченных почвах вблизи установки «Долина» (9–34,5 ПДК), в грунтовых водах вблизи полигона захоронения отходов содержание мышьяка превышает ПДК в 10 раз, обнаружены превышения значений окисляемости концентрации железа, марганца.

Изучение состояния здоровья населения, проживающего вблизи объекта хранения химического оружия (пгт. Мирный), позволило установить, что уровень общей заболеваемости взрослого населения здесь выше аналогичного в Оричевском районе, а заболеваемость детей по большинству показателей зна-

чительно превышает среднерайонные и среднеобластные значения, особенно по болезням органов дыхания, эндокринной системы. Заболеваемость детского населения пгт. Мирный характеризуется высокими темпами ежегодного роста по заболеваниям нервной системы, органов чувств, кожи и подкожной клетчатки, костно-мышечной системы, органов пищеварения. У населения Оричевского района проявляется четкое превышение заболеваемости гемобластозами, в частности миелопролиферативными заболеваниями (МПЗ), по сравнению с показателями контрольного Куменского района. Учитывая высокую значимость риска развития МПЗ от внешних антропогенных факторов, в программу мониторинга здоровья включен контроль за МПЗ. Рост показателей данной этиологии во время эксплуатации ОУХО может служить одним из маркеров химического загрязнения.

В ходе выполнения оценки воздействия ОУХО на природный комплекс и здоровье населения выявлены основные источники, характер, объем и интенсивность воздействия ОУХО, рассмотрены случаи вероятных аварий, оценка риска и масштабов распространения зараженного облака, выполнен анализ существующих моделей распространения загрязняющих веществ, сделан вывод о том, что использование имеющихся методов расчета ЗЗМ, прогнозирования масштабов заражения приводит к значительным различиям в оценках реального риска и размеров зон заражения при авариях.

С учетом данных особенностей на основе метода масштабирования проведено обоснование размеров зоны защитных мероприятий объекта хранения ХО «Марадыковский», выполнено электронное математико-картографическое моделирование площади ЗЗМ, которая составила 941 км и включает 196 населенных пунктов с общим числом жителей 54590 человек.

На основе теоретических аспектов расчетов величины индивидуального и группового риска для человека, методических подходов к оценке риска, методов математического моделирования, разработанных в трудах В.А. Владимирова, 1989; И.Ф. Евстафьева, В.И. Холстова, С.Г. Григорьева, 1995; Э. Гаме, 1994; В.М. Колодкина, 1996; А.Л. Богачева, 1999; Е.Л. Райх, 1994; А.В. Чаклина и др., 1990; С.Л. Авалиани и др, 1997; Б.И. Кочурова и др., 1993, выполнена оценка размеров возможных зон поражения людей, проживающих в населенных пунктах вблизи ОУХО. Сделан вывод о том, что в наиболее опасном соседстве с ОУХО в пределах 5 км находятся относительно крупные населенные пункты пгт. Мирный, села Брагичи, Быстряги, Пищалье. В случае аварии основное количество возможных тяжело и смертельно пораженных людей приходится именно на эти пункты.

Составлен прогноз изменения состояния окружающей среды и здоровья населения в районе функционирования ОУХО.

При штатной работе наибольшую опасность объект уничтожения химического оружия представляет в юго-западном, северном, северо-восточном направлениях. В юго-западном направлении, на расстоянии 2,5 км от ОУХО

находится поселок Мирный с численностью более 4 тыс. человек. В этом направлении, по розе ветров, дуют ветры, кроме того, в этом направлении за поселком расположены очистные сооружения, куда планируется сбрасывать хозяйственно-бытовые стоки ОУХО.

Установлено, что самым опасным воздействием на геологическую среду проектируемого и эксплуатируемого объекта УХО будет воздействие на подземные воды по причине высоких уровней стояния, а также в связи с тем, что они являются единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения и недостаточно от возможного загрязнения защищены по условиям залегания.

При прямом попадании химических загрязнителей на почву (проливы и др.) воздействие их будет выше, чем в случае загрязнения атмосферы. Этому будет способствовать широкое распространение на участке планируемого строительства объекта песчаных грунтов с высокими инфильтрационными свойствами, что может вызвать загрязнение нижерасположенных горных пород на глубину более 6 м и на большей площади.

Выработаны предложения по реабилитации природных сред, улучшению условий проживания и здоровья населения в районе ОУХО.

Разработаны концептуально-методологические основы системы комплексного экологического мониторинга и научно-методологические подходы к управлению данной системой. На основе материалов исследований, а также по данным ТЭО проекта строительства ОУХО «Марадыковский» обоснован перечень приоритетных показателей наблюдений и контроля, приборное, методическое, метрологическое обеспечение системы мониторинга, спроектирована сеть комплексного экологического мониторинга. Разработана программа комплексного экологического мониторинга для объекта уничтожения химического оружия «Марадыковский», объединяющая объектовый (производственный) контроль, экологический мониторинг окружающей природной среды и мониторинг здоровья. Для реализации данной программы предусмотрена разработка информационно-аналитического комплекса на основе современных геоинформационных технологий.

Реализуемый в программе комплексный системный подход к организации контроля, оценке и прогнозу экологического состояния окружающей природной среды на территории, где хранится химическое оружие и планируется его уничтожение, позволит обеспечить необходимый уровень экологической безопасности при уничтожении химического оружия на объекте «Марадыковский» в Оричевском районе Кировской области.

Основополагающие идеи данной работы могут быть использованы для разработки программ и организации системы государственного экологического контроля и комплексного экологического мониторинга на других объектах, где в прошлом производилось, испытывалось, уничтожалось химическое оружие и строятся объекты по уничтожению накопленных запасов боевых отравляющих веществ.

Принятые в тексте сокращения

АСПК	автоматический стационарный пост контроля
ГИС	геоинформационная система
ДС	«двойная смесь» (иприт + люизит)
ЗВ	загрязняющие вещества
ИАЦ	информационно-аналитический центр
МЭА	моноэтаноламин
МЭА·HF	фтористоводородный моноэтаноламин
ОБУВ	ориентировочный безопасный уровень воздействия вредных веществ
ОВ	отравляющие вещества
ОУХО	объект уничтожения химического оружия
ОХХО	объект хранения химического оружия
ПАВ	поверхностно активные вещества
ПДВ	предельно допустимые выбросы
ПДК	предельно допустимая концентрация
ПДКм.р.	предельно допустимая концентрация в воздухе населенных мест, максимально разовая
ПДКн.м.	предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в воздухе населенных мест
ПДКр.з.	предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоне
ПДКс.с	предельно допустимая концентрация в воздухе населенных мест, среднесуточная
ПДУ	предельно допустимый уровень
ПЛ-А	передвижная лаборатория контроля атмосферы
СДЯВ	сильно действующие ядовитые вещества
СЗЗ	санитарно-защитная зона
ЗЗМ	зона защитных мероприятий
СУБД	система управления базами данных
ТЭО	технико-экономическое обоснование
УХО	уничтожение химического оружия
ФОВ	фосфорорганическое вещество
ХО	химическое оружие
КУАСИ	комплексная установка уничтожения аварийных боеприпасов
N-МП	N-метилпирролидон
КОВ	критерий опасности вещества
ПУРЦ	Приволжско-Уральский региональный центр
СИАК	Специализированная инспекция аналитического контроля
АХЦ	Агрохимический центр
ОблКГС	Областной Комитет государственной статистики
ОблБМС	Областное бюро медицинской статистики
ЦООСП	Центр охраны окружающей среды и природопользования
ЛПСБ	Ликвидация последствий стихийных бедствий
ЦУКС	Центр управления кризисными ситуациями
КЧС	Комиссия по чрезвычайным ситуациям

Библиографический список

1. Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении. GE. 92-619266. – Париж, 1993.

2. Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации». Постановление Правительства РФ от 21.03.1996 г. № 305 и от 5.07.2001 г. № 510.

3. Федеральный закон «Об уничтожении химического оружия» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. № 18. 5 мая.

4. Федеральный закон «О ратификации Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении» // Собрание законодательства Российской Федерации. 1997. 5 ноября.

5. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Постановление Правительства РФ от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ.

6. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха». Постановление Правительства РФ от 4.05.1999. № 96-ФЗ.

7. Федеральный закон « О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Постановление правительства от 21.12. 1994. № 68-ФЗ.

8. Химическое разоружение: природа, человек, право // Сб. нормат. актов / Сост.: В.Н. Яковлев, С.Д. Бунтов и др. – Ижевск: Детективинформ, 1999. –844 с.

9. Российский химический журнал (РХЖ) Российского химического общества имени Д.И. Менделеева. 1993. Т. 37. № 3; 1994. Т. 38, № 2; 1995. Т. 39, № 4.

10. Химическое оружие. Экологические проблемы уничтожения / Под ред. Ю.М. Арского. – М.: ВИНИТИ, 1997, 1998.

11. Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия / Под ред. Ю.М. Арского. – М.: ВИНИТИ 1999. – Вып. № 1; 2000. Вып. № 2.

12. Антонов Н.С. Химическое оружие на рубеже двух столетий. – М.: Прогресс, 1994. – 175 с.

13. Проблемы уничтожения химического оружия: Сб. материалов первой межрегиональной научной конференции / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – Киров: ВГПУ, 2000. – 168 с.

14. Материалы публичных слушаний (г. Саратов, октябрь 1995 г., г. Камбарка 13–17 мая 1996, гг. Курган, Щучье, 8–10 июля 1997, п. Кизнер – г. Ижевск, 26–27 мая 1998).

15. Состояние окружающей среды в районе хранения химического оружия и месте размещения будущего объекта по его уничтожению: Сб. материалов общественных слушаний / Под ред. С.И. Мишанина. – Пенза, 1999. – 95 с.

16. Химическая безопасность. Окружающая среда и здоровье населения: Тез. докл. / Под ред. Н.И. Забродина и др. – Ижевск: ИД «Удмуртский университет», 2001. – 157 с.

17. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 350 с.

18. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды. – М.: Просвещение, 1992. – 320 с.

19. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометиздат, 1984. – 560 с.

20. Белецкая И., Новиков С. Химическое оружие России: перспективы хранения и уничтожения // Химическое оружие. Экологические проблемы уничтожения. – М.: ВИНИТИ, 1997. – Вып. № 1. – С. 65–75.

21. Кротович И.Н., Моксякова Л.А., Скибарко П.А. Проблемы обеспечения экологической безопасности при уничтожении химического оружия в Российской Федерации // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. – М.: ВИНИТИ, 2000. – С. 125–134.

22. Холстов В.И., Тарасевич Ю.В., Григорьев С.Г. Пути решения проблемы безопасности объектов по уничтожению химического оружия // РХЖ. 1995. Т. 39, № 4. – С. 65–73.

23. Горский В.Г., Курочкин В.К., Дюмаев К.М., Новосельцев В.Н., Браун Д.Л. Анализ риска – методическая основа обеспечения безопасности химико-технологических объектов // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 54–61.

24. Капашин В.П., Кротович И.Н., Симнанский А.В. Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при хранении и уничтожении химического оружия // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. – М.: ВИНИТИ, 2000. – С. 85–104.

25. Агаджанов Г.Л., Коновалов Е.Н., Кушнир П.Ф., Никулин А.В. Международные соглашения в области химического разоружения и проблема обеспечения безопасного уничтожения химического оружия // РХЖ. 1993. Т. 37. № 3. – С. 8–10.

26. Холстов В.И., Григорьев С.Г. Пути решения проблемы безопасности при уничтожении химического оружия // Проблемы уничтожения химического оружия. – Ижевск, 1994. – С. 25–27.

27. Росин И.В. Средства обеспечения безопасности персонала, населения и окружающей среды при уничтожении химического оружия в зарубежных странах // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. – М.: ВИНИТИ, 2000. – С. 149–161.

28. Удальцова Г.Ю., Холстов В.И., Григорьев С.Г. Пути решения проблемы обеспечения безопасности уничтожения опасных веществ за рубежом // РХЖ. 1993. Т. 37, № 3. – С. 43–49.

29. Удальцова Г.Ю., Танкович Н.А., Лянгасов Л.П. Программа США по уничтожению химического оружия // РХЖ. 1993. Т. 37, № 3. – С. 17–22.

30. Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте. – М.: Штаб ГО СССР, ГК по гидрометеорологии, 1990.

31. Защита от оружия массового поражения / Под ред. В.В. Мясникова.– М.: Воениздат, 1989. – 399 с.

32. Зюзин А.В., Семенов В.И. Защита производственного персонала и населения от сильнодействующих ядовитых веществ на химически опасных объектах. – М.: Мединор, 1994. – С. 240.

33. Proceeding of the Fifteenth Biennial Conference of Ground Water. Ed. By J.J. Devries. April. 1986.

34. Rose M.R. In: Quantitative ecological Theory. An Introduction to basic Models. The John Hopkins University Press. -Baltimore, USA, 1987.

35. Pollution atmospherique (France). 1987. N 113.

36. Vertmann H. Flussiggas. 1987. N 7.

37. Проблемы уничтожения химического оружия: Сб. науч. тр. – М.: Мин. обороны СССР, в/ч. 52688-х. 1990. № 1.

38. Кирьянов В.А., Куценко В.В., Нефедьев Н.Б. Задачи органов государственного экологического контроля при реализации мероприятий по уничтожению химического оружия // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. – М.: ВИНИТИ, 1999. – С. 99–103.

39. Сычев В.И. Задачи МЧС России в решении вопросов защиты населения и территорий в районах размещения объектов по уничтожению химического оружия. // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. – М.: ВИНИТИ, 2000. – С. 134–140.

40. Berich: Verbesserung des Kriesenmanagements bei grossflachige Gefahrenlagen. BMI, 1987.

41. Горский В.Г., Швецова-Шиловская Т.Н. Основы анализа аварийного риска химико-технологических объектов / Под ред. В.К. Курочкина – М.: ГосНИИОХТ.

42. Кузьмин И.И. Безопасность и техногенный риск: системно-динамический подход // РХЖ. 1990. Т. 34, №4. – С. 415–420.

43. Евстафьев И.Б., Холстов В.И., Григорьев С.Г. Методические основы оценки аварийной опасности объектов по хранению и уничтожению химического оружия // РХЖ. 1993. Т. 37, № 3. – С. 50–59.

44. Горский В.Г., Браун Д.Л., Добриков В.В., Петрунин В.А. Анализ и оценка риска производственных объектов химического профиля // Вестник Удм. ун-та. 1994. – С. 67–83.

45. Еременко В.А., Печеркин А.С., Сидоров В.И. Описание и адаптация «Руководства по опасным работам в промышленности» Голландской фирмы TNO // Химическая промышленность. 1992. № 7. – С. 58–61.

46. Considine M., Grint G.C. Rapid Assessment of the Consequence of LPG Releases. Proceedings of the Gastech 84 LNG/LPG Conference, nov. 6–9, Gastech Ltd, Riskmanworrth, UK, 1985. – P. 187–200.

47. Egidi D., Foraboschi F.P., Shadoni G., Amendola A. The ARIPAR Project: Analysis of the Major Accident Risk Connected with Industrial and Transportion Activities in the Ravenna Area. Reliability Engineering and System Safety, 1995. V. 49. P. 75–89.

48. EPA Journal. 1987. V. 13. N 5.

49. Kumar A. Environ. Prog. 1991. V. 10. № 2.

50. Pollution equipment News. 1991. N 1.

51. Мещеряков Е.М., Силос В.К., Григорьев С.Г., Бурдаков Н.И. Принципы защиты населения в аварийных ситуациях на объектах по хранению и уничтожению химического оружия // РХЖ. 1994. Т. 38. № 2. – С. 61–65.

52. Мещеряков Е.М., Лисица В.Н. Проблемы защиты населения при чрезвычайных ситуациях на объектах по хранению и уничтожению химического оружия // РХЖ. 1995. Т. 39. № 4. – С. 77–79.

53. Brandyberry M.D., Amos C.N. Tooele Chemical Demilitarization Facility Quantitative Risk Assessment and Risk Management Plan. Prepared for the U.S. Army Chemical Materiel Destruction Agency by Science Applications International Corporation, April 12, 1994.

54. Бурдаков Н.И., Григорьев С.Г., Джума И.О., Назаретов В.М. Моделирование действий сил чрезвычайного реагирования в аварийных ситуациях на объектах по хранению и уничтожению химического оружия // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 80–86.

55. NAS (National Academy of Sciences). 1969. Report of the Disposal Hazards of Certain Chemical Warfare Agents and Munitions. Ad Hoc Advisory Committee of the National Academy of Sciences. Washington. D.C.: National Academy Press.

56. Григорьев С.Г., Днепровский С.И., Джума И.О. Подходы к проблеме оптимизации системы чрезвычайного реагирования на объектах по хранению и уничтожению химического оружия // РХЖ. 1995. Т. 39. № 4. – С. 73–76.

57. SAIC (Science Applications International Corporation). 1995 a. Tooele Chemical Disposal Facility Quantitative Risk Assessment: Campaigns 1 and 2. Final Draft, June 26, 1995.

58. U.S. Army. 1994b. Safety Evaluation Report (22 November 1994). Washington, D.C.: Army Safety Office.

59. Прогноз последствий аварий на объекте хранения боевых отравляющих веществ в районе г.Камбарка Удмуртской Республики / Под ред. В.М. Колодкина. – Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1995. –113 с.

60. Григорьев С.Г., Днепровский С.И., Долин И.А. Принципы представления знаний в вычислительной системе поддержки принятия решений в аварийных ситуациях на объектах по хранению и уничтожению химического оружия // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 76–79.

61. Колодкин В.М., Морозов О.А., Данилов С.Е. Принципы построения автоматизированной системы прогноза последствий аварий при хранении, транспортировке и переработке химического оружия// Вестник Удм. ун-та, 1994. – С. 83–86.

62. Днепровский С.И., Григорьев С.Г., Тарасевич Ю.В., Климентьев Ю.А. Компьютерная поддержка принятия решений в аварийных ситуациях на объектах по хранению и уничтожению химического оружия // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 65–69.

63. U.S. Army. 1994e. Tooele Chemical Agent Disposal Facility Quiantitative Risk assessmtnt Methodology Manual, December 22, 1994. Available from Program Manager for Chemical Demilitarization, Aberdeen Providing Ground, Maryland.

64. Umatilla Chemical Agent Disposal Facility. Phase I. Risk Assessment Methodology Manual. U.S. Army Chemical Demilitarization and Remediattion Activity, 22 December 1994.

65. Григорьев С.Г., Холстов В.И., Днепровский С.И., Тарасевич Ю.В., Метечко В.И. Организация вычислительной системы поддержки принятия решений в аварийных ситуациях на объектах по хранению и уничтожению химического оружия // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 74–78.

66. Карлсон Э., Конверг М., Рунн П., Винер С. Оценка последствий возможных аварий на объекте по хранению люизита в районе г. Камбарка // РХЖ. 1995. Т. 39, № 4. – С. 79–88.

67. Колодкин В.М. Прогноз последствий аварий и проблемы обеспечения экологической безопасности на объектах с химическим оружием. Вторые публичные слушания по проблеме уничтожения химического оружия. – Ижевск.: Изд-во Удм. ун-та, 1996. – С 58–60.

68. Григорьев С.Г., Днепровский С.И., Редько П.А., Джума И.О. Моделирование в вычислительной системе поддержки принятия решений в аврийных ситуациях на объектах по хранению и уничтожению химического оружия // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 78–81.

69. Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды», №7-ФЗ, от 10 января 2002 г.

70. Федеральный закон РФ «Об экологической экспертизе», № 174-ФЗ, 1995. с изм. от 15 апреля 1998.

71. Федеральный закон РФ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора)» от 8 августа 2001 г. № 134-ФЗ.

72. Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ, 1993–2000 гг. / Под ред. Б.А. Курляндского, К.К. Сидорова. Вып. 1. – М.: РПОХВ, 2001. – 448 с.

73. Израэль Ю.А. и др. Теоретические и прикладные аспекты фонового экомониторинга состояния биоты // Проблемы экологического моделирования и моделирование экосистем. – Л.: Гидрометиздат, 1980. – С. 7–24.

74. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв / Под ред. Д.С. Орлова, В.Д. Василевской. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 272 с.

75. Уиттекер Р. Сообщества и системы. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.

76. Авхименко М.М. Химическое оружие: ликвидация, оценка риска, экологические и медицинские проблемы // Химическое оружие. Экологические проблемы уничтожения. – М.: ВИНИТИ, 1998. – Вып. 2. – С. 66–74.

77. Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Высш. шк., 1998. – 287 с.

78. Большаков В.Н. Экологическое прогнозирование. – М., 1983.

79. Мауринь А.М., Тардов Б.Н. Биологическое прогнозирование. – Рига, 1975.

80. Чуев Ю.В., Михайлов Ю.Б. Прогнозирование в военном деле. – М.: Воениздат, 1975.

81. Тарасевич Ю.В., Григорьев С.Г., Демьянов А.Л., Холстов В.И. Методологические подходы к разработке системы чрезвычайного реагирования на объектах по хранению и уничтожению химического оружия // РХЖ. 1993. Т. 37, № 3. – С. 72–76.

82. Асланян Л.В. Некоторые вопросы медико-гигиенического обеспечения безопасности при уничтожении химического оружия // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. – М.: ВИНИТИ, 1999. – С. 104–115.

83. Environmentai Quality 1989 – 16 th – Annual Report of the Council on Environmental Quality N.Y.Gav. Press. 446 p. 1987 XXYI.

84. Identification of potential organophosphorus warfare agents. The ministry for foreign affairs of Finland. Helsinki. 1979/ ISBN 951-46-4063-2.

85. Мясоедов Б.Ф. Аналитический контроль при уничтожении химического оружия // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. – М.: ВИНИТИ, 2000. – С. 104–115.

86. Чеботарев О.В., Дружинин А.А., Пашинин В.А. Синицын А.Н. Экспресс-анализ на объектах по хранению и уничтожению химического оружия с использованием табельных технических средств химической разведки и химического контроля // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 69–73.

87. Бурков Н.А., Акпарисова Г.В. О мониторинге источников антропогенного воздействия в районе ОУХО // Проблемы уничтожения химического оружия: Сб. м-лов первой межрегион. научной конф. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – Киров, 2000. – С. 103–105.

88. Габричидзе Т.Г., Фомин П.И. Организация мониторинга территории, расположенной вблизи арсенала хранения ОВ // Проблемы уничтожения химического оружия: Сб. м-лов первой межрегион. науч. конф. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – Киров, 2000. – С. 106–110.

89. Ашихмина Т.Я. Концепция организации экологического мониторинга в районе размещения ОУХО // Проблемы уничтожения химического оружия: Сб. м-лов первой межрегион. науч. конф. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – Киров, 2000. – С. 94–102.

90. Ашихмина Т.Я. Изучение трансформации загрязняющих веществ в природных средах и объектах в районах хранения и уничтожения химического оружия // Химическая безопасность. Окружающая среда и здоровье населения: Тез. докл. / Отв. ред. Н.И. Забродин и др. – Ижевск: ИД «Удмуртский университет», 2001. – С. 125–133.

91. Ашихмина Т.Я. Экологические проблемы хранения и уничтожения химического оружия на территории Кировской области // Российские регионы: Проблемы, суждения, поиск путей развития: Тез. IV Межрегион. науч.-практич. конф. – Киров: ВСЭИ, 2001. – С. 207–210.

92. Временное руководство по обеспечению экологической безопасности ВС РФ. Проведение экологического мониторинга в Вооруженных силах Российской Федерации // Экологический вестник России. 1999. № 4. – С. 25–27.

93. Rosenberg D. Who Is Against Chemical Arms? // International Herald Tribune. – 1.10.96. p.8.

94. Оценка риска, связанного с объектами хранения химического оружия на территории Удмуртской Республики / Под ред. В.М. Колодкина. – Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1996. – 218 с.

95. Франке З. Химия отравляющих веществ. Т. 1–2. – М.: Химия, 1973.

96. Корте Ф., Бахадир М., Клайн В. и др. Экологическая химия: Пер. с нем. / Под ред. Ф. Корте. – М.: Мир, 1997. – 396 с.

97. Федоров Л.А. Необъявленная химическая война в России: политика против экологии. – М.: Россельхозакадемия, 1995. –305 с.

98. Брилмбкулмб П. Состав и химия атмосферы. – М.: Мир, 1988.

99. Александров В.Н., Емельянов В.И. Отравляющие вещества. – М.: Воениздат, 1990. – 268 с.

100. Удинцева А.В. Кандидатская диссертация по спецтеме в/ч 64518.

101. Нормативные данные по предельно допустимым уровням загрязнения вредными веществами объектов окружающей среды. – СПб.: НТЦ «Амекос», 1994.

102. Энциклопедия «Экометрия». Контроль химических и биологических параметров окружающей среды / Под ред. Л. К. Исаева. – СПб., 1998.

103. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / Под ред. М. Л. Кашинцева и др. – М.: Колос, 1993.

104. Медико-гигиенические аспекты уничтожения фосфорорганических (нервно-паралитических) отравляющих веществ / Ю.И. Мусийчук – М.; СПб., 1998. – 62 с. (Сер. «Медико-экологическая безопасность в регионах хранения и уничтожения химического оружия» / Под ред. А.А. Каспарова, Ю.И. Мусийчука. Вып. 3).

105. Сборник инструктивно-методических документов по проблеме уничтожения химического оружия. Ч. 1. Отравляющие вещества кожно-нарывного действия. – 355 с. Ч. 2. Фосфорорганические отравляющие вещества. / Под. ред. В.Д. Ревы. – М.: Медбиоэкстрем, 2001. – 279 с.

106. Сапожников Н.И. Уничтожение химического оружия: проблемы регионов // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. – М.: ВИНИТИ, 1999. – Вып. 1. – С 25–37.

107. Беломытцев С.В., Кишкурно В.Т., Копылов Н.П., Родионов Е.С. Пожарная безопасность российских объектов по уничтожению химического оружия // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. – М.: ВИНИТИ, 2000. – Вып. 2. – С 145–149.

108. Горбовский А. Химическое оружие под запрет на рубеже двадцать первого века // Химическое оружие. Экологические проблемы уничтожения. – М.: ВИНИТИ, 1997. – Вып. 1. – С. 50–56.

109. Дрожжин Ю.Г., Дрожжин С.Ю. Химическое разоружение – тяжелое бремя для экономики России // Химическое оружие. Экологические проблемы уничтожения. Информ. вып. № 2. – М.: ВИНИТИ, 1998. – С. 104–109.

110. Петров С.В. Уничтожение химического оружия: национальная проблема и конвенциальные обязательства // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия / Под ред. Ю.М. Арского. – М.: ВИНИТИ. 1999. – Вып. № 1. – С. 5–7.

111. Горбовский А.Д. Проблемы выполнения международных обязательств по химическому разоружению в Российской Федерации // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. – М.: ВИНИТИ, 2000. – С. 13–23.

112. Ульянов В.А., Шувалов А.А. О ходе работ по подготовке Российской Федерации к реализации конвенции по запрещению химического оружия // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. – М.: ВИНИТИ, 1999. – С 7–11.

113. Калинина Н.И. Химическое разоружение в России и его нормативно-правовое обеспечение. – М.: ЗАО «Агентство Ракурс», 2000. – 52 с.

114. Кротович И.Н. Российские технологии уничтожения химического оружия: перспектива и реальность // Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации. – М., 1999. – С. 6–7.

115. Жданов В.А., Кошелев В.М., Новиков В.К., Шувалов А.А. Методы уничтожения фосфорорганических отравляющих веществ // РХЖ. 1993, Т. 37, № 3. – С. 22–25.

116. Умяров И.А., Кузнецов Б.А., Кротович И.Н., Холстов В.И., Соловьев В.К. Методы уничтожения и утилизации запасов люизита и иприта // РХЖ. 1993. Т. 37, № 3. – С. 25–29.

117. Бекер С., Дерре Р., Штельт Е. Безопасное уничтожение высокотоксичных веществ // РХЖ. 1993. Т. 37, № 3. – С. 29–33.

118. Завьялова Н.В., Кротович И.Н., Мягких В.И., Холстов В.И., Ялышев М.Р. Биотехнологические методы уничтожения химического оружия и устранения загрязнения окружающей среды // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. Информ. вып. №2. – М.: ВИНИТИ, 2000. – С.41–45.

119. Кошелев В.М., Жданов В.А., Шувалов А.А., Кравчук Ф.Е. и др. Американские разработки методов уничтожения хим. оружия // РХЖ. 1995. Т. 39, № 4. – С. 31–36.

120. Шантроха А.В., Гормай В.В., Холстов В.И., Данилкин В.И. и др. Пути решения проблемы уничтожения фосфорорганических веществ типа Вигазов // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 16–19.

121. Харечко А.Т., Мягких В.И., Завьялова Н.В. Применение биотехнологических методов для обеспечения экологической безопасности объектов по уничтожению химического оружия // Переработка техногенных образований: Сб. тез. докл. на Всерос. науч.-техн. конф. – М., 1997.

122. Петров С.В., Корякин Ю.Н., Холстов В.И., Завьялова Н.В. Биотехнология в решении проблемы уничтожения химического оружия // РХЖ. 1995. Т. 39, № 4. – С. 18–20.

123. Боронин А.М., Сахаровский В.Т., Старовойтов И.И. и др. Научные основы комплексной экологически безопасной технологии уничтожения иприта // Прикл. биохим. микробиол. 1996. Т. 32, № 1. – С. 61–68.

124. Варфаламеев С.Д., Курочкин И.Н., Райнина Е.И. и др. Новый технологический подход к уничтожению химического оружия. Полная биологическая деградация химических боеприпасов // РХЖ. 1995. Т. 39, № 4. – С. 20–24.

125. Howard J., Fox S. Review of current research projects and innovations in remediation. Gen. Eng. News. – 1994. –14, № 17. – P. 8–9.

126. Кошелев В.М., Жданов В.А., Шувалов А.А. и др. Американские разработки методов уничтожения химического оружия // Химическое оружие. Экологические проблемы уничтожения. – М.: ВИНИТИ. 1998. – Вып. № 2. – С. 36–43.

127. Платэ Н.А., Колбановский Ю.А., Овсяников А.А. Альтернативные пути уничтожения супертоксичных химических веществ в рамках многоплановой конверсии оборонного комплекса // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 48–53.

128. Lawrence Livermore National Laboratory, Rockwell International. The Use of molten Salt Oxidation for the Destruction of Hazardous Materials. UCRL – MI – 119245, MSO – 95/135 – Title.

129. U.S. Army›s alternative Demilitarization Technology Report for Congress. Appril 11, 1994.

130. Гонопольский А.М., Панфилов С.А., Сакулин Г.С., Селезнева Л.И. Экологические технологии уничтожения химического оружия // Химическое оружие. Экологические проблемы уничтожения. – М.: ВИНИТИ. 1998. – Вып. № 2. – С. 20–29.

131. Луганский Н.И., Папкова О.А., Чеботаев В.В., Холодова В.А., Шелученко В.В. Уничтожение люизита с использованием метода полимеризации // РХЖ. 1994. Т. 38. № 2. – С. 36–39.

132. Федоров В.А., Ефремов А.А., Гринберг Е.Е., Жуков Э.Г., Баранов Ю.И., Кузнецов Б.А., Потепалов В.П., Холстов В.И. Проблемы получения мышьяка и его соединений особой чистоты на основе люизита // РХЖ. 1994. Т.38. № 2. – С. 25–33.

133. Бекер С., Мачек К., Штельдт Э. Экологически чистое обеззараживание супертоксичных мышьяксодержащих веществ с получением высокотоксичного мышьяка // Химическое оружие. Экологические проблемы уничтожения. – М.: ВИНИТИ, 1998. – Вып. № 2. – С. 59–65.

134. Луганский Н.И., Шелученко В.В., Кротович И.Н., Чеботаев В.В. и др. Основные технологические и экологические аспкты проблемы уничтожения иприта // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 34–36.

135. Fritish K., Haverkamp K. The German genetic engineering Act. Bio. Technol. – 1991. – 9, № 5. – P. 435–437.

136. Obayashi Corp. begins bioremediation of oil-polluted soil in Kuwait. Gen. Eng. News. – 1994.–14, № 21. – P. 44.

137. Hoyle R. EPA moves on bioremediation. Bio. Technol. – 1991. – 9, № 11. – P. 1034.

138. Volesky B. Advances in biosorption of metals. Selection of biomass types. FEMS Microbiol. Rev., V. 14.

139. Laush A., Holan Z.R., Volesky B. Diosorption of heavy metals (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn) by chemically reinforced biomass of marine algae. J. Chem. Technol. Biotechnol. – 1995. – 62, № 3. – P. 279–288.

140. Krumme M.L., Smith R.L., Egestorff J. Et al. Behavior of pollutant-degrading microorganisms in aguifiers: predictions for genetically engineered organisms. Env. Sci. Technol. – 1994. – 28, № 6. – P. 1134–1138.

141. Sotsky J.B.,Green C.W., Atlas R.M. Freguency of genes in aromatic and alifatic hydrocarbons biodegradation pathways within bacterial populations from Alaskan sediments. Can. J. Microb.– 1994. – 40, № 11. – P. 981–985.

142. Rainina E., Varfolomeev S., Wild J.R. Proceedings of ERDEC Scientific Conference on Chemical Defense Research. – 1994. – P. 8.

143. Trapp R. SIPRI Chemical and Biological Warfare Studies. London, Philadelphia: Taylor and Fransis Ltd. – 1985. – № 3.

144. Rainina E., Varfolomeev S., Wild J.R. In: Biocatalytic degradation of chemical warfare related materials. Edgewood. – 1995. – P. 9.

145. Howard J., Fox S. Review of current research projects and innovations in remediation. Gen. Eng. News. – 1994. –14, № 17. – P. 8–9.

146. Харечко А.Т., Мягких В.И., Корякин Ю.Н. и др. Оценка влияния микроорганизмов на динамику разложения зомана в почве // РХЖ. 1995. Т. 39, № 4. – С. 104–107.

147. Kiernan V. Bacteria with a healthy appetite for mustard gas. New Sci. – 1994. – 141, № 1914. –P. 10–11.

148. Dumas D.P. et. al. Inactivation of organophosphorous nerve agents by the phosphotriesterase from Pseudomonas diminuta. Arch. Biochem. Biophys. – 1990. – 277, –№ 1. – P. 155–159.

149. Landis W.G. et al. Alternative substrates and an inhibitor of the organophosphate acid anhidrase activities of the protozoan Tetrahymena Thermophilia. Comp. Diochim. Physiol. – 1989. – № 2. – P. 211–216.

150. Dumas D.P. et. al. Purification and properties of the phosphotriesterase from Hseudomonas diminuta. J. Biol. Chem. – 1989. – 264. – P. 196–199.

151. Landis W.G. et al. Identification and comparison of the organophosphate acid anhydrase fctivities of the clam, Rfngia cuneata. Comp. Diochim. Physiol. – 1989. – 94 C, № 2. – P. 365–371.

152. Tu-Chen Cheng, Harvey S.P., Chen G.L. Cloning and expression of a gene encoding a bacterial enzyme for decontamination of organophosphorous nerve agents and nucleotide sequence of the enzyme. Appl. Env. Microb. –1996. – 62, – № 5. – P. 1636–1641.

153. Пирсон Г. Уничтожение химического оружия Великобритании // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 113–120.

154. Alternative Technologies for the Destruction of Chemical Agents and Munitions. National Academy USA. 1993.

155. Российские технологии уничтожения химического оружия / Управление ликвидации химического оружия УНВ РХБЗ МО РФ. 1997, 1998, 1999.

156. Woolson E.A. Arsenical pesticides (Ed. E.A.Woolson, Wash. (D.C.): Amer. Chem. Soc., 1975. P. 97–107.

157. Verwej A., Boter H.L. Pestic. Sci., – 1976. V. 7, N 3. – P. 355–362.

158. Калинина Н.И. К вопросу о стандартах безопасности при уничтожении химического оружия // Токсикологический вестник. 1994. № 3. – С. 6–9.

159. Chemical Stockpile Disposal Programm, Monitoring Conctpt Plan / Aberdeen Proving Ground, Maryland, 1987.

160. Руководство по работе в автомобильной радиометрической и химической лаборатории АЛ-4М. – М.: Воениздат, 1988.

161. Бабко А.К., Пилипенко А.Т. Фотометрический анализ. Общие сведения и аппаратура. – М.: Химия, 1968. – 387 с.

162. Коренман И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. – М.: Химия, 1975. – 359 с.

163. Муравьева С.И., Казнина Н.И., Прохорова Е.К. Справочник по контролю вредных веществ в воздухе. – М.: Химия, 1988. – 320 с.

164. Муравьева С.И., Буковский М.И., Прохорова Е.К., Колесник М.И. Руководство по контролю вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – М.: Химия, 1991. –364 с.

165. Zubesk A.C. Prufrohrehen-Taschenbuch, Drager, Dragerwerk. 1985. – 280 s.

166. Сильнодействующие ядовитые вещества и защита от них. МО СССР / Под ред В.А. Владимирова. –М.: Воениздат, 1989. –176 с.

167. Владимиров О.В. // Журнал Всесоюзного хим. общества имени Д.И. Менделеева. 1969. Т. 13, № 6. – С. 655–666.

168. Каракчиев Н.И. Военная токсикология и защита от ядерного и химического оружия. – Ташкент: Медицина. Уз.ССР, 1988.

169. Степанов А.А., Попов В.Н. Химическое оружие и основы противохимической защиты. – М.: Воениздат, 1962.

170. Грибов Л.А., Золотов Ю.А., Калмановский В.И., Кунин Л.Л., Лужков Ю.М., Попов А.А. Универсальная система химического анализа // Журнал аналит. химии. 1982. Т. 37, № 6. –1104 с.

171. Буров А.Н., Золотов Ю.А. Состояние аналитического приборостроения в стране. – М., 1992. Т. 58, № 1. – С. 13.

172. Торгун И.Н., Холстов В.И., Яценко А.И. Войсковые технические средства индикации отравляющих веществ и возможность их использования при ликвидации химического оружия. – М., 1995. –14 с.

173. Изучение процессов трансформации загрязняющих веществ в природной среде и их воздействие на биоту и здоровье населения Северо-Востока Европейской части РФ (на примере Кировской области, центральная зона) / Под ред Т.Я. Ашихминой. Отчет о НИР. Киров: ВГПУ, 2000. – Деп. в ВНТИ-Центр, инв.№ 02.2.00.104501, № гос. рег. 01.20.0100189. – 260 с.

174. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1. Вып. 25. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988.

175. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 2, ч. II. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975.

176. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984.

177. Орлов А.В. Отчет о разведке подземных вод для водоснабжения г. Кирова, проведенной Кировской ГРП в 1986–1991 гг. Т. III. Н. Новгород, 1991.

178. Временные указания по определению максимальных расходов воды по меткам высоких вод и построение кривой расходов воды гидравлическим методом. – Киров: КГВХ, 1979.

179. Красная книга Кировской области: Животные, растения, грибы/ Отв. ред. Л.Н. Добрынинский, Н.С. Корытин. – Екатеринбург: Изд-во. Уральского ун-та, 2001. – 288 с.

180. Экспедиционные работы по экологическому обследованию мест хранения, бывшего и планируемого уничтожения химического оружия на территории Оричевского района с целью получения фоновых характеристик / Под ред. Т.Я. Ашихминой. Отчет о НИР. – Киров: ВГПУ, 2001. – Деп. в ВНТИЦентре, № гос. рег. 01.200113487 – 321 с.

181. Животные Прикамья. К. 2. Позвоночные / Под ред. А.И. Шепеля. – Пермь: Книжный мир, 2001. – 168 с.

182. Кокарева К.Л. и др. Геохимическая карта Кировской области. – СПб., 1996.

183. Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы // М. 2-й Всесоюзной конф. Ч. 1.– М., 1987. – 193 с.

184. Ашихмина Т.Я., Сюткин В.М., Кантор Г.Я. и др. Инженерно-экологические изыскания для проектирования ОУХО по программе уничтожения химического оружия в Кировской области: Отчет о НИР, Т. 1–12. – Киров: ВГПУ, 1999. – Деп. ВНТИЦ, инв № 02.20.0005316, 02.20.0005317, 02.20.0005318, № гос.рег. 01.20.0000044, 274 с.

185. Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. – М.: Наука, 1976. – 144 с.

186. Штина Э.А., Зенова Г.Н., Манучарова Н.А. Альгологический мониторинг почв // Почвоведение. 1998. № 12. – С. 1449–1461.

187. Определитель растений Кировской области. Ч. I, II /Под ред. И.А. Шабалиной и др. – Киров, 1975. – 558 с.

188. Клочков В.А., Колупаева К. Г., Сенникова Л.С. и др. Кадастр не древесных растительных ресурсов Даровского, Шабалинского, Котельничского, Орловского, Оричевского, Верхошижемского, Арбажского, Советского, Кирово-Чепецкого, Куменского районов Кировской области: Отчет НИР. – Киров: ВНИИОЗ, 1994. – 83 с.

189. Злобин Б.Д., Носкова Т.С. Редкие животные и растения Кировской области. – Киров: Волго-вят. кн. изд-во, 1988. – 177 с.

190. Сотников В.Н. Птицы. Энциклопедия земли вятской. Природа. Т. 7. – Киров. 1997. – С. 439–458.

191. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. –Л.: Гидрометеоиздат, 1987.

192. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. ОНД - 90. – СПб: ПДНТП, 1991. – 101 с.

193. Военная токсикология, радиология и защита от оружия массового уничтожения / Под ред. И.С. Бадюгина. – М.: Воениздат, 1992.

194. Бовтющко В.Г., Маркин Б.А., Фельд В.Э. Оценка методов медико-биологического контроля активности холинэстераз крови // РХЖ. 1994. Т.38, № 2. – С. 96–100.

195. Руководство по токсикологии отравляющих веществ / Под ред. С.Н. Голикова. – М.: Медицина, 1972.– 472 с.

196. Бадюгин И.С. Токсикология синтетических ядов. – Казань, 1974.– 192 с.

197. Банщиков В.М., Столяров Г.В. Психотомиметические средства с антихолинергическим действием // Журнал невропатологии и психиатрии. 1966. Т. 66, N 3.– С. 464–468.

198. Черкес А.И. Руководство по токсикологии ОВ. – Киев: «Здоров'я», 1964.

199. Шур П.З. Научно-методические основы управления риском для здоровья населения на территориях с высокой антропогенной нагрузкой: Дис. д-ра мед. наук. – СПб., 1998.

200. Труфанов А.Ф. и др. Химическое оружие в вопросах и ответах. – Оричи., 1995. – 50 с.

201. Оценка дозовых рисков и допустимых лимитирующих концентраций ксенобиотиков в окружающей среде: Методические рекомендации // Сборник организационно-распорядительных и методических документов по вопросам организации и ведения социально-гигиенического мониторинга санитарно-эпидемиологической службы Пермской обл. Ч. 2. – Пермь, 1996. – С. 122–139.

202. Шур П.З., Зайцева Н.В. и др. Человек и окружающая среда // М. межрегион. науч. конф. – Рязань, 1997. – С. 17–20, 91–96.

203. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. ПДК химических веществ в окружающей среде. – Л.: Химия, 1985.

204. Количественная токсикология, избранные главы. – Л.: Медицина, 1973.

205. Аверьянов А.Г. К вопросу об оценке воздушной среды при наличии нескольких вредных компонентов // Гиг. и санитария. 1957. № 8. – С. 64–67.

206. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. – М.: Госстрой РФ, 1997. – 41 с.

207. Weisburger J.H., Williams G.M. Carcinogen testing: current problems and new approaches // Science. 1981. № 214. – P. 401–407.

208. Ригер Р., Михаэлис А. Генетический и цитогенетический словарь / Пер. с нем.; Под ред. Я.Л. Глембовского и др. – М., 1967.

209. Пронин М.А., Шолохов В.М., Лисовой В.А. и др. Прогнозирование болезней, подлежащих мониторингу в районах хранения и уничтожения химического оружия // РХЖ. 1994. Т. 38, № 2. – С. 88–90.

210. Статистическая классификация болезней, травм и причин смерти. – М.: ВНИИ соц. гиг. и орг. здравоохр. им. Семашко, 1984. – 79 с.

211. Александров В.Н. Отравляющие вещества.– М.: Воениздат, 1969.

212. Антошин А.Э., Богачев А.Л.,Жилин С.В. и др. Особенности организации медицинского обеспечения населения Кировской области на территориях, прилегающих к объектам по уничтожению химического оружия. – Киров, 1997.

213. Богачев А.Л. Оценка масштабов опасных зон при проливе токсичных химических веществ // Сб. науч. трудов ВятГТУ. №1(10). г. Киров, 1999. – С. 271–276.

214. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика Т. 1. – Л.: Гидрометеоиздат, 1992.– С. 693.

215. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1975.

216. Петрунин В.А., Поляков В.С., Михайлов В.Н. Отчет о составной части НИР. Обоснование системы мониторинга загрязнителей окружающей среды при уничтожении ХО». Шифр «Землесос-М». – М., 1992.

217. Бызова Н.Л., Гаргер Е.К., Иванов В.Н. Эксперементальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеянные примиси. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – С. 274.

218. Лужников Е.А. Клиническая токсикология. – М.: Медицина, 1994.– 256 с.

219. Алексеев С.В., Усенко В.Р. Промышленная токсикология. – М.: Медицина, 1988. – 572 с.

220. Бадюгин И.С. Токсикология синтетических ядов. – Казань, 1974. – 192 с.

221. Вредные вещества в промышленности / Под. ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной. – Л.: Химия, 1976. Т. 1. – 590 с.

222. Knaak J.B., Leung H.W., Stott W.T., Busch J., Bilsky J. Toxicology of mono, di-, and triethanolamine // Rev. Environ. Contam. Toxicol. –1997.– Vol 149, №1. – P. 86.

223. Вайль С.С. Патологическая анатомия поражений, вызываемых ОВ. – М.: Медгиз, 1958.

224. Подсистема производственного экологического мониторинга объекта УХО в зоне его влияния / Под ред. Т.Я. Ашихминой. Отчет о НИР. – Киров: ВГПУ, 2001 – Деп. в ВНТИЦентре, № гос. рег. 01.200.113486. – 71 с.

225. Emergency Response Guidebook, Washington (D.C.), 1987.

226. Technical Guidance for Hazards Analysis V.S. (USA): Environmental Protection Agency. Dec. 1987.

227. Методика определения площади зоны защитных мероприятий, устанавливаемой вокруг объектов по хранению химического оружия и объектов по уничтожению химического оружия. – М.: Минобороны РФ, 1999. – 85 с.

228. Толстых А.В., Воронин Б.Н. Разработка материалов для определения размеров зоны защитных мероприятий, устанавливаемой вокруг объекта по хранению и уничтожению химического оружия в Оричевском районе Кировской области: Проектно-изыскательская работа. – М.: РОСТ, 2001. – 125 с.

229. Корольков Ю.Б., Трегубов В.М., Канзюба В.Н. Технико-экономическое обоснование строительства объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) на территории Оричевского района Кировской области: Отчет Т. 1–41. – М.: «СОЮЗПРОМНИИПРОЕКТ», 1999.

230. Положение о зоне защитных мероприятий, устанавливаемой вокруг объектов по хранению химического оружия и объектов по уничтожению химического оружия. Утв. Постановлением Правительства РФ № 208 от 24.02.1999.

231. Малюгин В. Разработка концепции организации мониторинга загрязнителей окружающей среды. Ч. I промежуточного отчета по этапу 2 НИР «Землесос-М». – М.: В/ч 71433, 1991.

232. Мясоедов Б.Ф. Аналитический контроль при уничтожении химического оружия // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия. Информ. вып. № 2. – М.: ВИНИТИ, 2000. – С. 104–115.

233. Временное руководство по обеспечению экологической безопасности ВС РФ. Экологическое обследование, нормирование и паспортизация военных объектов // Экологический вестник России. 1999. № 5. – С. 34–38.

234. СП 11-101-95. Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснования инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений. – М.: Минстрой РФ, 1995. – 8 с.

235. Порядок деятельности СЭС по оценке состояния здоровья населения в связи с воздействием факторов окружающей среды. – М.: Госкомсанэпиднадзор СССР, 1989.

236. Сборник инструктивно-методических документов по санитарно-гигиеническим вопросам уничтожения химического оружия. – М.: Минздрав РФ, 1999. – 161 с.

237. Экодинамика и экологический мониторинг Санкт-Петербургского региона в контексте глобальных изменений // Под ред. К.Я. Кондратьева, А.К. Фролова. – СПб.: Наука, 1996. – 448 с.

238. Ашихмина Т.Я., Тимонюк В.М., Кантор Г.Я. и др. Изучение процессов трансформации загрязняющих веществ в природной среде и их воздействие на биоту и здоровье населения Северо-Востока Европейской части РФ (на примере Кировской области, центральная зона) / Под ред Т.Я.Ашихминой. Отчет о НИР. – Киров: ВГПУ, 2000. – Деп. в ВНТИЦентр, инв. № 02.2.00.104501, № гос. рег. 01.20.0100189. – 260 с.

239. Рекомендации по основным вопросам воздухоохранной деятельности. – М.: Мин. охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 1995. – 51 с.

240. Pantle R., Buck H. Die biologische Uberwachung der dewasser und dic Darstellung der Ergebuisse // das-nad Wasserbrach, 1955. – Bd. 96, № 18. – 604 s.

241. Sladecek V. System of water quality from biological point of view // Ergebn. himnol., 1973. –V. 7. – P. 1–128.

242. Снакин В.В., Мельченко В.Е. и др. Оценка состояния и устойчивости экосистем. – М.: Минэкологии РФ, 1992. – 128 с.

243. Watanabe T., Asai K., Houki A. Numerical water quality monitoring of organic pollution using diatom assemblages // 9-th Diatom Symposium, 1986. P. 123–141.

244. Муромцев Н.А. Проблемы почвенно-экологического мониторинга // Современные проблемы почвоведения. – М., 2000. – С. 579–589.

245. Гришина Л.А., Копцик Г.Н., Моргун Л.В. Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 82 с.

246. Методические указания по проведению контроля качества анализов почв в лабораториях единой специализированной службы. – М.: ЦИАНО, 1985. – 28 с.

247. Мотузова Г.В. Соединения микроэлементов в почвах: системная организация, экологическое значение, мониторинг. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 168 с.

248. Тюрин И.В. Органическое вещество почв и его роль в плодородии. – М.: Наука, 1965. – 320 с.

249. Стриганова Б.Р. Питание почвенных сапрофагов. – М.: Наука, 1980. – 243 с.

250. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонтов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1994. – 280 с.

251. Левин С.В., Гузев В.С., Асеева И.В., Бабьева И.П. Тяжелые металлы как фактор антропогенного воздействия на почвенную микробиоту // Микроорганизмы и проблемы охраны почв. – М., 1989. – С. 5–46.

252. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: МГУ, 1989. – 335 с.

253. Криволуцкий Д.А., Тихомиров Ф.А., Федоров Е.А. Биоиндикация и экологическое нормирование // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. – М., 1987. – С. 18–26.

254. Захаров В.М. Здоровье среды. Концепция. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 28 с.

255. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 326 с.

256. Ипатов В.С., Кирикова Т.Н., Линдеман Т.Н. Об оценке степени участия видов в структуре растительного покрова // Бот. журн. 1966. Т. 5. № 8.

257. Быков Б.А. Из практики геоботанических работ в Прикаспии // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1952. Т. 57, № 5.

258. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 146–202.

259. Корчагин А.А. Строение растительных сообществ // Полевая геоботаника. – Л.: Наука, 1976. –Т. 5. –316 с.

260. Бейдеман И. Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. –154 с.

261. Заугольнова Л.Б. и др. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). – М.: Наука, 1988. – 182 с.

262. Павлов Б.К. Популяционный подход к экологическому нормированию // Методол. экол. нормирования. – Харьков, 1990. – С. 49.

263. Бутовский Р.О. Автотранспортное загрязнение и энтомофауна // Агрохимия. 1990. № 4. – С. 139–150.

264. Воробейчик Е.Л. Изменение населения педобионтов под действием выбросов крупного химического производства // Животный мир Южного Урала. – Оренбург, 1990. – С. 9–11.

265. Садыков О.Ф., Любашевский Н.Н., Богачева И.А. и др. Некоторые экологические последствия техногенных выбросов фтора // Проблемы антропогенного воздействия на окружающую среду. – М., 1985. – С. 43–53.

266. Straalen N.M. New methodological for estimating the ecological risk of chemical in the evvironmentn // Proc. 6-th Int. Assoc. of Ingineering Geology. 6–10 August 1990. – Amsterdam, 1990. – P. 241–251.

267. Козлов М.В. Влияние антропогенных факторов на популяции наземных насекомых // Итоги науки и техники. ВИНИТИ. Сер. «Энтомология». 1991. Т. 13. – 191 с.

268. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.

269. Куркин К.А. Параметры биогеоценозов и системный подход к их определению // Бюл. МОИП, отд.биол., 1980. Т. 25, № 3. –С. 40–56.

270. Лопатин В.Д. О методике полевого изучения биогеоценоза и анализа полученных материалов // Экология. 1988. № 1. – С. 23–28.

271. Титлянова А.А. Методология и методы оценки чистой первичной продукции и построение баланса элементов в экосистемах // Теоретические основы и опыт экологического мониторинга. 1983. – С. 63–76.

272. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности Земного шара. – М.; Л.: Наука, 1965. – 251 с.

273. Исаков Ю.И., Казанская Н.С., Тишков А.А. Зональные закономерности динамики экосистем. – М.: Наука, 1986. – 150 с.

274. Степанов А.М., Черненькова Т.В. Экологическое нормирование на основе расчетов интегрального критерия сохранности экосистем // Экологические и социально-экономические критерии в системе управления охраной природной среды. – Самарканд, 1987. – С. 158–160.

275. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. – М.: Мин. охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 1992. – 54 с.

276. Виноградов Б.В. и др. Биотические критерии выделения зон экологического бедствия России // Изв. РАН, сер. геогр. № 5. 1993. – С. 77–89.

277. Криволуцкий Д.А., Степанов А.Н., Тихомиров Ф.А., Федоров Е.А. Экологическое нормирование на примере радиоактивного и химического загрязнения экосистем // Методы биоиндикации окружающей среды в районах АЭС. – М., 1988. – С. 4–16.

278. Викторов С.В., Чекишев А.Г. Ландшафтная индикация антропогенных изменений природных комплексов // Прикладные ландшафтные исследования. – М.: МГПИ им. В.И. Ленина, 1985. – С. 25–31.

279. Степанов А.М. Методология биоиндикации и фонового мониторинга экосистем суши // Экотоксикология и охрана природы. – М., 1988. – С. 28–108.

280. Кочуров Б.И. Изучение и нормирование загрязнения земель // Влияние промпредприятий на окружающую среду: Тез. докл. – Пущино, 1984. – С. 101–103.

281. Крючков В.В. Необходимость нормирования техногенных нагрузок на экосистемы // Нормирование антропогенных нагрузок: Тез. докл. – М., 1988. – С. 121–123.

282. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России / Под ред. В.Ф. Протасова. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.

283. Об утверждении положения о социально-гигиеническом мониторинге. Постановление Правительства РФ от 1 июня 2000 г. № 426.

284. Ашихмина Т. Я., Сюткин В. М. Комплексный экологический мониторинг региона (на примере Кировской области). – Киров: ВГПУ, 1997. –288 с.

285. Здоровье среды. Практика оценки / В.М. Захаров, А.Т. Чубинишвили, С.Г. Дмитриев, А.С. Баранов и др. – М., 2000.

286. Наблюдение за состоянием здоровья населения в регионах хранения и уничтожения химического оружия / А.А. Каспаров, Ю.И. Мусийчук, А.Ю. Широков. – М.; СПб., 1998. –61 с. (Сер. «Медико-экологическая безопасность в регионах хранения и уничтожения химического оружия» / Под ред. А.А. Каспарова, Ю.И. Мусийчука. Вып. 7).

287. Экология, здоровье, человек: Тез. докл. Всерос. науч. конф., посвящ. 70-летию военного полигона г. Шиханы. – Шиханы, 1998.

288. Об образовании поликлинических консультативно-диагностических центров обследования граждан, проживающих и работающих в зонах защитных мероприятий, устанавливаемых вокруг объектов по хранению химического оружия и объектов по уничтожению химического оружия. Постановление правительства от 22 сентября 1999 г. № 1082 г. Москва.

289. Медико-экологические аспекты уничтожения иприта и люизита / А.А. Каспаров, Ю.И. Мусийчук. – М.; СПб., 1998. – 52 с. (Сер. «Медико-экологическая безопасность в регионах хранения и уничтожения химического оружия» / Под ред. А.А. Каспарова, Ю.И. Мусийчука. Вып. 4).

290. Шляхтин Г.В., Корякин Ю.Н., Хохоев Т.Х. и др. Методическое обеспечение комплекса исследований по воздействию кожно-нарывных отравляющих веществ на биоту // РХЖ. 1995. Т. XXXIX. № 4. – С. 107–109.

291. Международная классификация болезней, 10-й пересмотр. Изд-е ВОЗ / Пер. с англ. – М., 1995.

292. Анимица Е.Г., Шарыгин М.Д. Региональная социально-экономическая демография: теория, методология. практика. – Пермь, 1994.

293. Статистика инфраструктуры. – М., 1987.

294. Практическое пособие к СП 11-101-95 по разработке раздела «Оценка воздействия на окружающую среду» при обосновании инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений. – М.: ГП «ЦЕНТРИНВЕСТпроект», 1998. – 59 с.

295. Статистика здоровья населения и здравоохранения Кировской области в 1999 г.: Медицинский статистический вестник. – Киров, 2000.

296. Статистические методы исследования в медицине и здравоохранении / Под ред. Л.Е. Полякова. – Л.: Медицина, 1971.

297. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк. 1973.

298. Руководство по краткосрочным тестам для выявления мутагенных и канцерогенных химических веществ // Гигиенические критерии состояния окружающей среды № 51. – Женева: ВОЗ, 1989. – 212 с.

299. Методические указания по оценке степени опасности зазгрязнения почв химическими веществами / Минздрав СССР. – М., 1987.

300. Нормы точности при анализе подземных вод и классификация методов анализа по точности результатов. Гидрохимические методы: Методические указания НСАМ. – М.: ВИМС, 1987. –10 с.

301. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. – М., 1999.

302. Обоснование организации системы комплексного экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский»/ Под ред Т.Я.Ашихминой. Отчёт ВГПУ, этап № 2, 2001. Деп. ВНТИЦентр инв. № 02.200.105760, рег. № 01.200.109037.

303. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение. – М.: Химия, 1987. – 712 с.

304. Макаров М.И. Формы соединений фосфора в гуминовых кислотах и фульвокислотах некоторых типов почв // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 1996. № 2. – С. 27–35.

305. Макаров М.И., Недбаев Н.П., Курмышева Н.А., Ефремов В.Е. Трансформация органических соединений фосфора в дерново-подзолистой почве при длительном использовании разных систем удобрений // Агрохимия. 1997. № 7. – С. 5–11.

306. Панкратов В.М., Мишанин С.И. Обеспечение экологической безопасности мест прошлого уничтожения химического оружия на территории Пензенской области/ Рос. Зеленый Крест. – М.: ЗАО «Агентство Ракурс», 1999. – 28 с.

307. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель / Роскомзем, Минприроды России. – М., 1995.

308. Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.К. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. – М.: Высш. шк., 1998. – 287 с.

309. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989.

310. Садовникова Л.К. Химические свойства почв и окружающая среда // Экология и почвы. Избранные лекции VIII–IX Всероссийских школ. – М.: ПОЛТЕКС, 1999. – С. 110–117.

311. Яковлев А.С. Биологическая диагностика целинных и антропогенно измененных почв: Автореф. дис. д-ра биол. наук. – М.: МГУ, 1997.

312. Методика определения токсичности почвы и донных осадков по хемотаксической реакции инфузорий. ПНД Ф Т 16.2:2.2.-98.

313. Методика определения токсичности вод, почв и донных отложений по ферментативной активности бактерий (колориметрическая реакция). ПНД Ф Т14.1:2:3:4.1-96 Т16.2:2:2.1-96.

314. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. – М., 1958.

315. Березин П.Н. Гранулометрия почв и почвообразующих пород // Современные физические и химические методы исследования почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – С. 56–72.

316. Соколова Т.А. Глинистые минералы в почвах гумидных областей СССР.– Новосибирск: Наука, 1985.

317. Карпова Е.А. К вопросу о методике определения мышьяка в почвах: Тез. докл. III съезда Докучаевского общества почвоведов (11–15 июля 2000 г., Суздаль). – М., 2000. – Кн. 1. – С. 257–258.

318. Аптикаев Р.С., Карпова Е.А., Мотузова Г.В. Соединения мышьяка в загрязненных почвах: Тез. докл. III съезда Докучаевского общества почвоведов. (11–15 июля 2000 г., Суздаль). – М., 2000. – Кн. 1. – С. 231–232.

319. Руководство по санитарно-химическим исследованиям почвы. ГКСЭН, РИАЦ, 1993.

320. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: Методические указания. МУ 2.1.7. 730-99. Федеральный центр санэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 38с.

321. Захаров В.М., А.С.Баранов, В.И. Борисов и др. Здоровье среды: методика оценки. – М., 2000. – 63 с.

322. Степанов А.М., Черненкова Т.В. Экологическое нормирование на основе расчетов интегрального критерия сохранности экосистем // Экологические и социально-экономические критерии в системе управления охраной природной среды. – Самарканд, 1987. – С. 158–160.

323. Черненкова Т.В. Динамика биологического разнообразия таежных лесов в условиях промышленного загрязнения: Автореф. дис. ...д-ра биол. наук: – М., 2000.

324. Лавренко Е.М., Свешникова В.М. Об основных направлениях изучения экобиоморф в растительном покрове // Основные проблемы в современной геоботанике. – Л., 1968. – С. 10–15.

325. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Наука, 1964. – Т. 3. – С. 146–202.

326. Безель В.С., Оленев Г.В. Внутрипопуляционная структура грызунов в условиях техногенного загрязнения среды обитания // Экология. 1989. № 2. – С. 40–45.

327. Козлов М.В. Влияние антропогенных факторов на популяции наземных насекомых // Итоги науки и техники. ВИНИТИ. Сер. «Энтомология». 1991. Т. 13. – 191 с.

328. Оленев В.Г. Изменчивость возрастной структуры популяции рыжей полевки (методы исследования, анализ): Автореф. дис. канд. биол. наук. – Свердловск, 1983.

329. Павлов Б.К. Популяционный подход к экологическому нормированию // Методология экологического нормирования. – Харьков, 1990. – С. 49.

330. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 287с.

331. Байгозова Г.А. Изучение ценопопуляции – основа установления устойчивости сообщества: Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. по комплексному изучению и освоению пустынных территорий СССР. Сер. 111. – М., 1976. – С. 20–22.

332. Корчагин А.А. Строение растительных сообществ // Полевая геоботаника. – Л.: Наука, 1976. – Т. 5. – 316 с.

333. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. – Л.: Наука, 1971. – 336 с.

334. Разумовский С.М. Закономерности динамики биоценозов. – М.: Наука, 1981.

335. Ипатов В.С. О корреляции между проективным покрытием и весом травянистых растений // Бот. журн. 1962. № 7.

336. Ипатов В.С., Кирикова Т.Н., Линдеман Т.Н. Об оценке степени участия видов в структуре растительного покрова // Бот. журн. 1966. Т. 5, № 8.

337. Катен Ю.Л. К методике определения проективного покрытия в фитоценотических исследованиях // Вестник ЛГУ. 1983. № 3. – С. 115–118.

338. Понятовская В.М. Учет обилия и особенности размещения видов в сообществах // Полевая геоботаника. – М.; Л.: Наука, 1964. Т. 3. – С. 209–299.

339. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: Изд. МГУ, 1978. – 383 с.

340. Сукачев В. Н., Зонн С. В. Методические указания к изучению типов лесов. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. –144 с.

341. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология. Принципы и методы. – М.: Наука, 1978. – 211 с.

342. Василевич В.И. Ценоквант как наименьшая пространственная единица растительного покрова // Ботан. журн. 1973. Т. 58, № 9. – С. 1241.

343. Рысс А.Ю. Корневые паразитические нематоды сем. Pratylenchidae (Tylenchida) мировой фауны. – Л., 1988.

344. Гиляров М.С. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии. – М., 1987. – С. 202–217.

345. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. – М.: Высш. шк., 1971. – 423с.

346. Ширяев В.В., Машкин В.И., Логинов А.М., Жгулев М.Н. О состоянии ресурсов охотничьих животных в районе предполагаемого размещения ОУХО // Актуальные проблемы природопользования: Материалы 6-й науч.-практ. конф. – Кирово-Чепецк, 2000. – С. 155–156.

347. Методические указания по проведению учета численности европейского, алтайского и уссурийского (могеры) кротов. – М., 1988. – 18 с.

348. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц. – М., 1990. – 34 с.

349. Методические указания по осеннему маршрутному учету численности полевой и боровой дичи. – М., 1980. – 20 с.

350. Конешова Е.А. Эколого-токсикологическое воздействие зомана и продуктов его детоксикации на животных: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Волгоград, 1996. – 17 с.

351. Завьялов Е.В. Эколого-токсикологическое воздействие кожно-резорбтивных отравляющих веществ на фауну: Автореф. дис. канд. биол. наук. – Волгоград, 1995. – 18 с.

352. Киселев И.А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. – М.; Л.: АН СССР, 1956. Т. 4, ч. 1.–С. 183–265.

353. Салазкин А.А. Методы сбора и первичной обработки // Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л., 1983. – С. 3–8.

354. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983.

355. Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах // Тр. ВНИИПРХ. – М., 1990.

356. Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира. –М., 1986. – Ч. 1, – 214 с.; Ч. 2. –530 с.

357. Всесоюзное совещание по проблеме кадастра и учета животного мира. – Уфа, 1989. – Ч. 1. – 452 с.; Ч. 2. –406 с.; Ч. 3. –420 с.; Ч. 4. –352 с.

358. Гашев С.Н. Млекопитающие в системе экологического мониторинга. – Тюмень: Изд-во Тюмен. ун-та, 2000. – 220 с.

359. Кучерук В.В. Количественный учет важнейших видов вредных грызунов и землероек // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М.: АН СССР, 1952. – С. 9–47.

360. Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М.: АН СССР, 1952.

361. Новиков Г.А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных.– М.: Сов.наука, 1953. – 502 с.

362. Динесман Л.Г., Калецкая М.Л. Методы количественного учета амфибий и рептилий // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М.: АН СССР, 1952. – С. 329–341.

363. Благосклонов К.Н., Осмоловская А.Н., Формозов А.Н. Учет численности воробьиных, дятловых и ракшеобразных птиц // Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных. – М.: АН СССР, 1952.– С. 316–329.

364. Методические указания по организации, проведению и обработке данных зимнего маршрутного учета охотничьих животных в РСФСР. – М., 1990. – 40 с.

365. Гиляров С.Н. Динамика численности пресноводных планктонных ракообразных. – М.: Наука, 1987. – 189 с.

366. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975.

367. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л., 1983.

368. Научные основы биомониторинга пресноводных экосистем. – Л.: Гидрометиздат, 1988. – 311 с.

369. Унифицированные методы исследования качества вод. – М.: СЭВ, 1983. –Ч. 3. – 310 с.

370. Чубинишвили А.Т. Оценка состояния природных популяций озерной лягушки в районе нижней Волги по гомеостазу развития: цитогенетический и морфогенетический подходы // Зоол. журн. 1998. Т. 77, № 8. – С. 942–946.

371. Об утверждении положения о социально-гигиеническом мониторинге. Постановление Правительства РФ от 1 июня 2000 г. № 426.

372. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве. № 2264-80 от 30.10.1980 г. МЗ СССР.

373. Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах, утв. ЦМИИ ГНМЦ «ВНИИФТРИ» 05.05.96 г.

374. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде» // Сб. № 9. МУ № 1766-77, утв. МЗ СССР 12.10.77; Сб. № 11. МУ № 2142-80, утв. МЗ СССР 28.01.80; Сб. № 13. МУ № 2433-81, утв. МЗ СССР 6.08.81.

375. Справочник. Фосфорорганические пестициды / Под ред. М.А. Клисенко. Т. 1. – М.: Колос, 1992. МУ №3222-85, утв. МЗ СССР 11.0385.

376. Методические указания «По санитарно-микробиологическому анализу воды поверхностных водоемов» № 2285-81 от 19.0181.

377. Методические рекомендации «Подготовка проб природных вод для измерения суммарной альфа и бета-активности» . ГП «ВНИИФТРИ» № 32 от 28.02.97 г.

378. Инструкция по количественному определению ОВ в питьевой воде и продовольствии методом ГЖХ, утв. МЗ СССР 20.04.89 г.

379. Инструкция по количественному определению зарина, зомана, Vx-газов и иприта в продовольствии и питьевой воде. – М.: Воениздат, 1988.

380. Инструкция по количественному определению зарина, зомана, Vx-газов и иприта в продовольствии и питьевой воде / Дополнение. Утв. МЗ СССР 27.02.89 г.

381. Инструкция по количественному определению синильной кислоты, цианидов и люизита в продуктах питания, сырье и в воде, утв. МЗ СССР, 20.04.89 г.

382. Комаров Ф.И., Коровкин Б.Ф., Мельников В.В. Биохимические исследования в клинике. – М., 1976.

383. Коблов Л.Ф. Методы и приборы для клинических лабораторных исследований. – М., 1979.

384. Michel H.O. // J. Lab. Clin. Med., 1948, V. 34. – 1564 p.

385. Алейникова Т.Л., Рубцова Г.В. Биохимия. Руководство к практическим занятиям по биологической химии. – М.: Высш. шк., 1988.

386. Антипенко Е.Н., Алексеенко П.Л., Когут Н.Н. К методологии эпидемиологических исследований мутагенной опасности производственной сферы и среды обитания людей (подход к проблеме). Проблемы донозологической гигиенической диагностики: Материалы науч. конф. Ленинград, 23–25 мая 1989 г. – Л., 1989. – С. 74–75.

387. Антипенко Е.Н., Алексеенко П.Л. Оценка мутагенной опасности загрязненного атмосферного воздуха для населения городов // Вестник РАМН. 1992. № 11 – 12. – С. 36–39.

388. Методические рекомендации «Оценка мутагенности новых лекарственных средств». Фармакологический комитет МЗ МП РФ, 1994.

389. Gatehouse D., Howorth S., Cebula T. // Mutat. Res. 1994. – V. 312. – P. 217– 233.

390. Aaron C.S., Bolcsfoldi G., Glatt H.-R. // Mutat. Res. 1994. – V. 312. – P. 235–240.

391. Galloway S.M., Aardema M.J., Ishidate M. et al. // Mutat. Res. 1994. – V. 312. – P. 241–261.

392. Madle S., Dean S.W., Andrae U. et al. // Mutat. Res. 1994. – V. 312. – P. 263–285.

393. Hayashi M., Tice R.R., MacGregor J.T. et al. // Mutat. Res. 1994. – V. 312. – P. 293–304.

394. Tice R.R., Hayashi M., MacGregor J.T., et al. // Mutat. Res. 1994. – V. 312. – P. 305–312.

395. Adler I.D, Shelby M.D., Bootman J. et al. // Mutat. Res. 1994. – V. 312. – P. 313–318.

396. Козинок А.С., Анисимова А.А., Шройт Н.Г. Иммунологический метод в гигиенических исследованиях. – Кишинев, 1987.

397. Бочков Н.П., Чеботарев А.Н. Наследственность человека и мутагены внешней среды. – М.: Медицина, 1989.

398. Статистические методы исследования в медицине и здравоохранении / Под. ред. Л.Е. Полякова. – Л.: Медицина, 1971.

399. Окружающая природная среда Кировской области: Материалы науч. исследований / Под ред. Т.Я. Ашихминой, В.М. Сюткина, Н.А. Буркова. – Киров: Вятский госпедуниверситет, 1996. – 480 с.

400. Menton R.G., Hayes T.L.,Chon Y.l., Hobson D.W. Validation of MINICAMS for measuring concentration of chemical agent in environmental air. – Govt repts. announc. – 1994. – N 13. – P. 208, 437451.

401. Leon J.S., Elbaum H. An improved system for the monitoring of M55 GB rockets. – Pittsburg Conf. Presents PITTCON 96, Chicago, III., March 3–8, 1996: Book Abstr. – P. 34.

402. Heyl M. Globe-trotting with modular GC-MS laboratory. – Anal. Abstrs. – 1997. – 59. N 4, abs. 4H11.

403. Matz G., Kesners P. Spray and trap method for water analysis by thermal desorption gas chromatography/mass spectrometry in field applications. – Anal. Chem. – 1993. – 65, N 17. – P. 2366–2371.

404. McDonald W.C., Erikson M.D., Abraham B.M., Robbat A.R. Development and applications of field mfss spectrometers. – Environ. Sci. Technol. – 1994. – n – P. 336A–343A.

405. Henry C. Taking the show on the road: Portable GC and GC/MS. – idid. – 1997. – 69, N 5. – P. 195A–200A.

406. SERS detector. – ibid. – 1997. –69, N 21. – P. 657A.

407. Основные положения по организации и проведению работ на полигонах аэрокосмического мониторинга геологической среды (акмгс) / Сост.: И.В. Кузьмина, А.В. Садов, М.И. Бурлешин и др. – М.: ВСЕГИНГЕО, 1989. – 34 с.

408. Виноградов Б.В. Космические методы изучения природной среды. – М.: Мысль, 1976. – 286 с.

409. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. – М.: Наука, 1984. –213 с.

410. Викторов С.В., Садов А.В. Ландшафтная индикация в инженерной геологии и гидрогеологии. – М.: ИПК Мингео СССР, 1988. – 78 с.

411. Садов А.В. Современные достижения аэрокосмических методов в гидрогеологии и инженерной геологии. – М.: ИПК Мингео, 1990. – 63 с.

412. Садов А.В. Аэрокосмические методы в инженерной геодинамике. – М.: Недра, 1988. – 207 с.

413. Садов А.В. Изучение экзогенных процессов аэроландшафтными методами. – М.: Недра, 1978. – 151 с.

414. Малинников В.А., Садов А.В. и др. Аэрокосмическое обеспечение системы комплексного экологического мониторинга объектов уничтожения химического оружия: Отчет о НИР. – М., 2001. – 80 с.

415. Ревзон А.Л. Космическая фотосъемка в транспортном строительстве. – М.: Транспорт, 1993. – 272 с.

416. Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды / Е.А. Востокова, Л.А. Шевченко, В.И. Сушеня и др. – М.: Недра, 1982. – 251 с.

417. Дистанционное зондирование: количественный подход. – М.: Недра, 1983.– 430 с.

418. Шерклиф У. Поляризованный свет. – М.: Мир, 1965. – 264 с.

419. Coulson R.L Solar and terrestrial radiation. New York: Acad. press, 1975. – 322 p.

420. Бузников А.А., Лахтанов Г.А. Поляризационный метод дистанционной индикации пленок нефти на поверхности моря // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1982. № 1. – С. 50–54.

421. Hoepffner N., Sathyendranath S. Determinftion of major groups of phytoplankton pigments from the absorption spectra of total particulate matter // J. Geoph. Res. 1993. Vol. 98, N 12. – P. 22789–22803.

422. Jamts K.H. Vegetation index as a tool for assessing natural and agricultural environments // Remote Sensing of Environment. 1984. Vol. 14. № 3. – P. 25–41.

423. Кондратьев К.Я. и др. Лазерное дистанционное зондирование растительности. – Л.: Наука, 1987. – 160 с.

424. Chapell E.W., Frank M.W., Newcomb J. W. Laser-induced fluorescence of green plants // Appl. Opt. 1985. Vol. 24. N. 1. – P. 74–80.

425. Перечень и коды веществ загрязняющих атмосферный воздух / НИИ Охраны атмосферного воздуха Мин. природных ресурсов РФ. Интеграл. – СПб., 1995.

426. Ашихмина Т.Я., Дабах Е.В., Кантор Г.Я. и др. Экологическое обследование мест хранения, бывшего и планируемого уничтожения, химического оружия на территории Оричевского района Кировской области: Отчет о НИР. – Киров: ВГПУ, 2001. – Деп. в ВНТИЦ, № гос. рег. 01.200.118824.

427. Сильнодействующие ядовитые вещества: Учебное пособие для организаторов и руководителей занятий по тематике ГО / Под ред. В.С. Юлина. – М.: Б-чка журн. «Военные знания», 1992.

428. Ашихмина Т.Я. Экологическое состояние территории в районе размещения объекта уничтожения химического оружия в Кировской области // Вестник Вятского госпедуниверситета. 2001. № 5. – С. 16–20.

429. Ашихмина Т.Я. Концептуально-методические подходы к созданию системы экологической безопасности уничтожения химического оружия // Провинция: прогресс международной интеграции в XX веке: Сб. м-лов международной научно-практ. конф. / Под ред. В.С. Сизова. – Киров, 2001. – С. 180–186.

430. Ашихмина Т.Я. Проблемы экологической безопасности региона и пути их решения // Научный потенциал Кировской области и перспективы решения проблемы региона на рубеже веков и тысячелетий: М-лы конф. / Администрация Кировской области. Совет ректоров вузов г. Кирова. Региональный отд. общ-ва РУСО. Областной Совет интеллигенции. – Киров, 2001. – С. 55–58.

431. Энциклопедия земли Вятской. Т. 7. Природа. – Киров, 1997. – 607 с.

432. Экологическая безопасность региона (Кировская область на рубеже веков) / Под ред. Т.Я. Ашихминой, М.А. Зайцева. – Киров: Вятка, 2001. – 416 с.

433. Викторов С.В. Индикационные аспекты космического мониторинга // Космический мониторинг биосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – С. 24–30.

434. Живодворова С.А., Панкратов В.М., Антошин А.Э. Мышьяк в природных средах и токсикология мышьяка. – М.: ЗАО «Агентство Ракурс», 2000. – 27 с.

435. Костецкий О.В. Воздействие токсичных кожно-резорбтивных веществ на рост и развитие некоторых культурных и дикорастущих растений: Дис. канд. биол. наук. – Самара, 2000. –107 с.

436. Нечаева Г.М. Отчет о предварительной разведке подземных вод для водоснабжения г. Халтурина Кировской области, проведенной Вятской ГРЭ в 1991–1994 гг. Т. 1, кн. 2. Киров, 1994

437. Скрябина А.А., Колупаева К.Г. Сенникова Л.С. и др. Кадастр недревесных растительных ресурсов Даровского, Шабалинского, Котельничского, Орловского, Оричевского, Верхошижемского, Арбажского, Советского, Кирово-Чепецкого, Куменского районов Кировской области: Отчет НИР – Киров, 1994. – 83 с.

438. ОНТП 24-86 «Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности». – М.: МВД СССР, 1988.

439. Ашихмина Т.Я., Кантор Г.Я. и др. Оценка воздействия строительства и эксплуатации объекта 1726 (площадки №№ 2 и 5) на окружающую среду (ОВОС): Отчет о НИР. – Киров, 2000. – Деп. ВНТИЦ, инв. № 02.20.0100255, № гос. рег. 01.20.0000046. – 125 с.

440. Адысев О.В., Григорьев С.В., Холстов В.И. Особенности нормирования требований безопасности терминалов по расснаряжению отравляющих веществ на этапе предпроектного обоснования // Журнал Всероссийского общества им. Д.И. Менделеева. 1993. Т. 37, № 3. – С. 59–64.

441. Рекомендации по организации защиты населения, проживающего вблизи объектов по хранению и уничтожению химического оружия, взаимодействию органов управления при чрезвычайных ситуациях на этих объектах. – М.: ВНИИ по проблемам ГО и ЧС, 1996. – 28 с.

442. Методика газохроматографического определения 2-хлорвинилдихлорарсина в воздухе на уровне $1x10^{-7}$ мг/л. – М.: ГСНИИОХТ, 1982.

443. Методика выполнения измерений массовых концентраций иприта в воздухе рабочей зоны методом газовой хроматографии. – Волгоград: НИИГПТ, 1995. – Рег. № 03-96.

444. Предельно допустимая концентрация иприта в воздухе рабочей зоны: Гигиенический норматив, утв. зам. Главного государственного санитарного врача России по специальным вопросам, рег. № 02-96.

445. Предельно допустимая концентрация люизита в воздухе рабочей зоны: Гигиенический норматив, утв. зам. Главного государственного санитарного врача России по специальным вопросам, рег. № 27-86.

446. Методика выполнения измерений массовых концентраций люизита в смывах с невпитывающих (стекло, неокрашенный металл) поверхностей методом газовой хроматографии. – Волгоград: НИИГПТ, 1992. – Рег. № 16-94.

447. Предельно допустимая концентрация люизита на поверхности оборудования: Гигиенический норматив, утв. зам. Главного государственного санитарного врача России по специальным вопросам, рег. № 13-94.

448. Методические указания по разработке правил и инструкций по охране труда. Постановление Министерства труда Российской Федерации № 129 от 01.07.93.

449. Предельно допустимая концентрация ипритно-люизитной смеси в воздухе рабочей зоны: Гигиенический норматив, утв. зам. Главного государственного санитарного врача России по специальным вопросам, рег. № 19-98.

450. Предельно допустимая концентрация ипритно-люизитной смеси в воздухе населенных мест: Гигиенический норматив, утв. зам. Главного государственного санитарного врача России по специальным вопросам, рег. № 20-98.

451. Предельно допустимая концентрация ипритно-люизитной смеси в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: Гигиенический норматив, утв. зам. Главного государственного санитарного врача России по специальным вопросам, рег. № 18-98.

452. Предельно допустимая концентрация ипритно-люизитной смеси в почве: Гигиенический норматив, утв. зам. Главного государственного санитарного врача России по специальным вопросам, рег. № 17-98.

453. Методические рекомендации. Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения. № 2510/5716-97-32. Утв. Главным государственным санитарным врачом России 30.07.97 г.

454. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.690-98.

455. Предельно допустимая концентрация (ПДК) химических веществ в воде водоемов хозяйственно-питьевого и курортно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.5.698-98.

456. Предельно допустимая концентрация иприта в почве: Гигиенический норматив, утв. зам. Главного государственного санитарного врача России по специальным вопросам, рег. № 08-96.

457. Предельно допустимая концентрация люизита в почве: Гигиенический норматив, утв. зам. Главного государственного санитарного врача России по специальным вопросам, рег. № 11-94.

458. Предельно допустимая концентрация люизита в воде водоемов санитарно-бытового водопользования: Гигиенический норматив, утв. зам. Главного государственного санитарного врача России по специальным вопросам, рег. № 08-96.

459. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. ГН 2.2.5.686-98.

Содержание

Введение ..……3

Глава 1. Основные проблемы обеспечения экологической безопасности хранения и уничтожения химического оружия ..... …….7
1.1. Состояние запасов химического оружия в России и проблемы его хранения 7
1.1.1. Характеристика запасов химического оружия в России 7
1.1.2. Физико-химические и токсикологические свойства боевых отравляющих веществ..... 8
1.1.3. Специфические особенности и проблемы хранения химического оружия 10
1.2. Состояние проблемы уничтожения российских запасов химического оружия 12
1.3. Обеспечение безопасности населения и окружающей природной среды при уничтожении химического оружия..... 14
1.3.1. Научные подходы к выбору безопасных технологий уничтожения химического оружия 14
1.3.2. Обеспечение контроля отравляющих веществ, продуктов деструкции и трансформации их в окружающей природной среде..... 24
1.3.3. Аналитический контроль в системе комплексного экологического мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия 26
1.3.3.1. Состояние нормативной базы аналитического контроля при уничтожении химического оружия 27
1.3.3.2. Аппаратурное обеспечение системы аналитического контроля на объектах хранения и уничтожения химического оружия..... 33
1.3.4. Региональные проблемы обеспечения экологической безопасности уничтожения химического оружия 36

Глава 2. Экологическая характеристика окружающей природной среды и оценка состояния здоровья населения в районе хранения и уничтожения химического оружия (арсенал «Марадыковский» Кировской области) 41
2.1. Характеристика природного комплекса в районе проектируемого строительства ОУХО «Марадыковский» 42
2.1.1. Геологические и гидрологические условия природного комплекса в районе объекта хранения химического оружия «Марадыковский» 42
2.1.2. Оценка состояния поверхностных вод в районе объектов хранения и уничтожения химического оружия 64
2.1.3. Состояние атмосферного воздуха 120
2.1.4. Состояние почвенного покрова 122
2.1.5. Оценка состояния почвенной микрофлоры..... 138
2.1.6. Оценка растительного покрова вблизи объектов хранения и уничтожения химического оружия 152

2.1.7. Оценка состояния животного мира на территории зоны защитных мероприятий объекта хранения химического оружия «Марадыковский» 159
2.2. Социально-демографическая характеристика района размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия «Марадыковский» 162

Глава 3. Оценка воздействия объекта уничтожения химического оружия на окружающую среду 172
3.1. Оценка воздействия объекта на окружающую природную среду при штатной работе 172
3.2. Оценка возможного неблагоприятного воздействия на здоровье населения при авариях на ОУХО 189
3.2.1. Вероятные аварии и оценка их опасности 189
3.2.2. Оценка токсического воздействия отравляющих веществ 197
3.2.3. Оценка масштабов распространения облака зараженного воздуха при проливе отравляющих веществ 200
3.2.4. Обоснование размеров зоны защитных мероприятий объекта хранения ХО «Марадыковский» 202
3.2.5. Прогноз изменения состояния окружающей среды и здоровья населения в районе функционирования ОУХО 211
3.2.6. Предложения по реабилитации природных сред, улучшению условий проживания и здоровья населения 220

Глава 4. Концептуально-методические основы системы комплексного экологического мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия 229
4.1. Место и роль экологического мониторинга и государственного экологического контроля в обеспечении безопасного уничтожения химического оружия 229
4.2. Основные проблемы и специфические особенности системы комплексного экологического мониторинга в зоне воздействия объектов хранения и уничтожения химического оружия 234
4.3. Назначение, цели и задачи системы комплексного экологического мониторинга объектов хранения и уничтожения ХО 240
4.4. Основные принципы построения системы комплексного экологического мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия 241
4.6. Структура системы комплексного экологического мониторинга ОУХО 245
4.7. Объекты государственного экологического контроля и комплексного экологического мониторинга ОУХО 252
4.8. Научно-методологическое обоснование перечня контролируемых показателей комплексного экологического мониторинга ОУХО 253

4.8.1. Обоснование показателей производственного контроля и мониторинга источников загрязнения окружающей среды 255
4.8.2. Обоснование показателей экологического мониторинга окружающей природной среды в зоне воздействия ОУХО 263
4.8.2.1. Система программных гидрометеорологических наблюдений 264
4.8.2.2. Перечень контролируемых показателей состояния атмосферного воздуха в зоне воздействия ОУХО 267
4.8.2.3. Перечень контролируемых показателей состояния поверхностных вод 278
4.8.2.4. Показатели мониторинга подземных вод 280
4.8.2.5. Обоснование контролируемых показателей состояния почв .. 281
Показатели биологического мониторинга почв 286
4.8.2.6. Система программных наблюдений биоты 288
Индикационные показатели состояния биогеоценоза 295
4.8.3. Критерии оценки изменения природной среды 300
4.9. Обоснование системы показателей мониторинга здоровья 303
4.10. Концептуально-методические подходы к организации сети комплексного экологического мониторинга 308
4.10.1. Основные принципы организации сети комплексного экологического мониторинга 308
4.10.2. Основные объекты системы экологического мониторинга ОУХО 311
4.10.3. Методические подходы к организации сети ключевых участков биомониторинга 314
4.10.4. Специфические особенности проектирования сети санитарно-гигиенического и медико-биологического мониторинга 315
4.11. Хорологические параметры системы комплексного экологического мониторинга при штатном режиме работы объекта 320
4.12. Основные функции системы комплексного экологического мониторинга в случае чрезвычайной ситуации на объекте уничтожения химического оружия 322

Глава 5. Научно-методологические основы управления системой комплексного экологического мониторинга ОУХО 324
5.1. Программа комплексного экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия 324
5.1.1. Подсистема производственного контроля, экологического (объектового) мониторинга и контроля состояния здоровья работающего персонала 325
5.1.1.1. Контроль ОВ в технологическом процессе уничтожения химического оружия 326
5.1.1.2. Производственный контроль и объектовый экологический мониторинг 329
5.1.2. Основы организации подсистемы экологического мониторинга окружающей природной среды в зоне влияния объекта уничтожения химического оружия 361

5.1.2.1. Гидрометеорологический мониторинг 361
5.1.2.2. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха 369
5.1.2.3. Мониторинг водных источников..... 382
5.1.2.4. Мониторинг почв 398
5.1.2.5. Мониторинг растительного и животного мира..... 418
5.1.3. Научно-методологические основы организации подсистемы мониторинга здоровья..... 444
5.1.3.1. Социально-гигиенический мониторинг..... 444
5.1.3.2. Медико-биологический мониторинг..... 457
5.2. Мониторинг фоновых территорий 473
5.3. Принципы приборного, методического и метрологического обеспечения мониторинга 473
5.4. Аэрокосмическое обеспечение системы комплексного экологического мониторинга объекта уничтожения химического оружия.. 480
5.5. Основные принципы организации информационно-аналитического обеспечения системы комплексного экологического мониторинга ОУХО..... 489

Глава 6. Организационное и финансовое обеспечение системы комплексного экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский»..... 496
6.1. Финансовое обеспечение комплексного экологического мониторинга ОУХО 496
6.2. Управление системой комплексного экологического мониторинга ОУХО «Марадыковский» 497

Заключение..... 508

Принятые в тексте сокращения..... 511

Библиографический список..... 512

Научное издание

Т.Я. Ашихмина

Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия

Редактор *Т. Н. Котельникова*
Верстка *О. Д. Ложеницын*

Лицензия ЛР № 020507 от 04.08.97 г.
Подписано к печати 11.04.2002. Формат 60×84/16. Печать офсетная.
Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 31,62. Тираж 500.
Заказ 902.

Вятский государственный педагогический университет.
610002, г. Киров, ул. Ленина, 111.

Отпечатано с готовых оригиналов заказчика на ГИПП «Вятка».
610044, г. Киров, ул. Московская, 122.