

**Изучение состояния природного комплекса в зоне влияния
Кирово-Чепецкого химического комбината**

© 2010. Т. Я. Ашихмина¹, д.т.н, зав. лабораторией, Е. В. Дабах¹, к.б.н., с.н.с.,
Г. Я. Кантор¹, к.т.н., н.с., А. П. Лемешко², директор,
С. Г. Скугорева¹, к.б.н., н.с., Т. А. Адамович¹, аспирант,
¹Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН
и Вятского государственного гуманитарного университета,
²ООО «Геосервис»,
e-mail: ecolab2@gmail.com

В работе представлен обзор материалов по результатам многолетних исследований территории в районе хранения химических и радиоактивных отходов Кирово-Чепецкого химического комбината (КЧХК). Обследованы природные (подземные и поверхностные) воды, донные отложения, почвы, растительность. Выявлены локальные участки максимального загрязнения химическими веществами и радионуклидами.

The article presents the results of many years investigations on the territory of chemical and radioactive wastes storage of the KCCP. Natural (ground and surface waters), bottom sediment, soils, vegetation are investigated. Local areas of maximal contamination with chemical substances and radionuclides are found out.

Ключевые слова: радиоактивные отходы, химические загрязнители, контроль и мониторинг природных сред и объектов

Key words: radioactive wastes, chemical pollutants, control and monitoring of the environment and natural objects

Кирово-Чепецкий химический комбинат (КЧХК), объединяющий предприятия ООО «Завод минеральных удобрений» (ЗМУ) и ООО «Завод полимеров», расположен в долине реки Вятки в 20–25 км выше по течению от хозяйственно-питьевого водозабора г. Кирова. На ЗМУ производят аммиак, а на его основе азотную кислоту, аммиачную селитру и сложные удобрения. ООО «Завод полимеров КЧХК» выпускает фторопласты, фторкаучуки, фторопластовые суспензии и смазки, компоненты для получения искусственной крови и другие продукты.

Источниками химического загрязнения окружающей среды являются выбросы предприятий (более 140 загрязняющих веществ), стоки, сбрасываемые в реку Елховку по пяти выпускам, твёрдые и жидкие отходы, сосредоточенные в шламонакопителях.

В течение длительного времени Кирово-Чепецкий химический комбинат являлся одним из ведущих предприятий ядерного комплекса в нашей стране, на котором производили гексафторид и тетрафторид урана. В начале 1990-х годов производство было остановлено, но на территории комбината и за её пределами остались хранилища радио-

активных отходов (РАО) низкой и средней активности.

Объекты хранения отходов находятся в пойме и на первой надпойменной террасе р. Вятки в 1,5–3 км от её русла, что предопределяет повышенное внимание к вопросам охраны окружающей среды.

Территория в зоне влияния предприятий находится под постоянным контролем экологических служб федеральных органов государственного контроля, надзора и мониторинга по Кировской области. Контроль и мониторинг состояния хранилищ РАО и других радиоактивных объектов, остающихся на площадке Завода полимеров после остановки радиохимического производства, осуществляется экологической службой Кирово-Чепецкого отделения филиала «Приволжский территориальный округ» федерального государственного унитарного предприятия «РосРАО». В последнее десятилетие работы по изучению и оценке состояния окружающей среды проводились специалистами Государственного специализированного проектного института Минатома РФ (ГСПИ, г. Москва), ООО «Геосервис» (г. Киров), ФГУ РНЦ «Курчатовский институт» [4 – 6].

В рамках научных исследований с 2001 г. состояние природного комплекса на территории Кирово-Чепецкого района изучается лабораторией биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ. В окрестностях предприятий ОАО «КЧХК» обследуются почвы, природные воды, донные отложения, растительность, изучается состояние животного мира, исследуется снежный покров как индикатор загрязнения атмосферного воздуха. В районе размещения радиоактивных отходов в течение ряда лет проводятся замеры мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, определяется удельная активность радионуклидов в пробах воды, почв и донных отложений. В оценке антропогенно нарушенных территорий используются методы дистанционного зондирования. Материалы исследований представлены в работах [7 – 21].

С 2008 г. в Российской Федерации действует Федеральная целевая программа «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года», в рамках которой работы по оценке современного состояния окружающей среды в районе размещения радиоактивных отходов были продолжены Федеральным государственным унитарным геологическим предприятием «Гидроспецгеология» совместно со специалистами ООО «Геосервис», Вятского государственного гуманитарного университета (ВятГГУ, г. Киров) и Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (г. Сыктывкар) [9 – 10].

В 2009–2010 гг. коллективом Лаборатории биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ были проведены работы по оценке современного уровня химического и радиационного загрязнения поверхностных водных объектов, донных отложений и почв в районе КЧХК [11 – 19].

О состоянии *атмосферного воздуха* можно судить по результатам анализа снеговой воды. Согласно результатам исследований [21, 22], с выбросами поступает значительное количество нитратного и аммонийного азота, фторидов. Наиболее загрязнёнными нитратом аммония являются участки, расположенные в 500 м на север и восток от Завода минеральных удобрений, что соответствует преобладающим направлениям ветров в зимний период на данной территории.

Результаты биотестирования проб снега с использованием трех биотестов (*Paramecium caudatum*, *Daphnia magna*, «Эколюм») показали, что большинство исследованных проб не обладает острым токсическим действием.

На состояние *водных объектов* в районе КЧХК оказывают влияние стоки комбината и хранилища отходов. Отбор проб воды, донных отложений проводился вдоль русла р. Елховки, на оз. Просное, на заболоченных участках около хвостохранилищ и шламонакопителей, в местах сброса стоков (рис. 1). Кроме того, обследовалось состояние озёр Бобровое, Берёзовое, Просное и заполненных водой карьеров. В качестве фоновой была выбрана точка 922 вблизи железнодорожной станции Чепецкая, находящаяся по течению

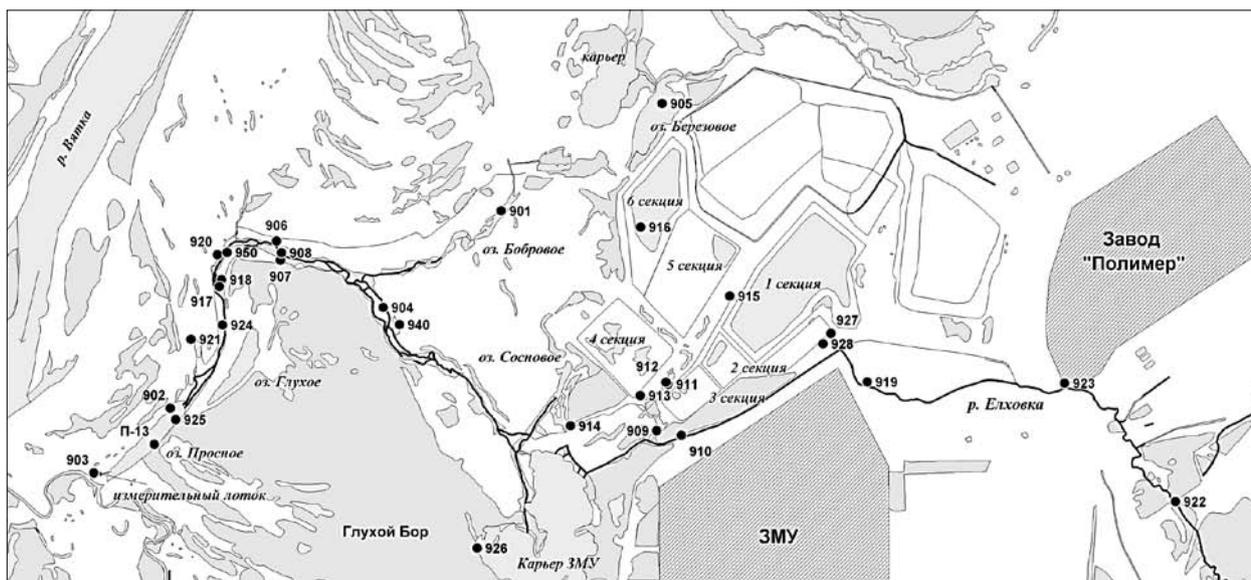


Рис. 1. Район проведения работ и точки отбора проб

р. Елховки выше сбросов Завода полимеров КЧХК. Результаты исследований отражены в работах [10 – 12].

В пробах воды, отобранной из поверхностных водоёмов и водотоков, отмечено повышенное содержание нитратов, ионов аммония и ртути. Концентрация нитратов в реке Елховке возрастает вниз по течению от 11 мг/л в фоновой точке (т. 922) до 120 мг/л (при ПДК 45 мг/л) – на измерительном лотке. Особенно загрязнены соединениями азота озёра Березовое и Бобровые. В них ПДК нитратов и аммония превышена в сотни раз, причём с глубиной концентрация нитрата аммония возрастает на порядок. Содержание фтора во всех пробах, отобранных в зоне влияния КЧХК, выше, чем в фоновой точке. Максимальные концентрации фторид-иона, превышающие ПДК, обнаружены в оз. Берёзовое (на глубине 5 м – 9,9 мг/л при ПДК 1,2 мг/л) и в сточной канаве у 3-й секции (5,9 мг/л). Концентрация ртути в пробах немного выше допустимых величин в карьере ЗМУ (3,4 мкг/л), в нижнем течении р. Елховки (т. 906 – 1,14 мкг/л) и в оз. Берёзовое (1,3 мкг/л).

На рис. 2 показано распределение концентрации двух радионуклидов (^{238}U и ^{232}Th) по течению р. Елховки на протяжении 9 км от фонового створа (т. 922) до измерительного лотка на сбросе воды из оз. Просное (т. 903), измеренной масс-спектрометрическим методом. По обоим элементам во всех пробах наблюдается превышение концентрации по отношению к фону.

Наиболее вероятной причиной повышения концентрации радиоактивных элементов

в воде р. Елховки является разгрузка грунтовых вод, загрязнённых техногенными радионуклидами. Кроме того, не исключена возможность вторичного загрязнения воды в р. Елховке за счёт поступления радионуклидов из донных отложений и аллювиальных почв (во время паводка), загрязнённых ранее радиоактивными сбросами в р. Елховку.

Результаты биотестирования поверхностной воды с использованием трёх биотестов (*Paramecium caudatum*, *Daphnia magna*, «Эколюм») показали, что большинство исследованных проб обладает острым токсическим действием. Особенно высокой степенью токсичности характеризуются пробы воды из озера Берёзовое, цепи Бобровых озёр и карьера ЗМУ. Среднетоксичными являются пробы воды из р. Елховки. Экотоксикологический анализ данных проб с использованием тест-объекта *Chlorella vulgaris* выявил, что лишь две пробы из 27 (из оз. Ивановское и с измерительного лотка) не являются токсичными, остальные оценены как гипертоксичные, средне- и слаботоксичные.

Все пробы **донных отложений** характеризуются щелочной реакцией, ближе к нейтральным значениям показатель рН в Бобровых и Берёзовом озёрах. В донных отложениях присутствуют нефтепродукты, особенно загрязнены ими пробы, отобранные у нефтебазы (т. 919) и в искусственном водотоке к югу от 3-й секции шламонакопителя (т. 910). В донных отложениях оз. Просное и на заболоченном участке р. Елховки в нижнем её течении отмечено сравнительно высокое содержание фторидов, превышающее фоновые значения в 4-5 раз.

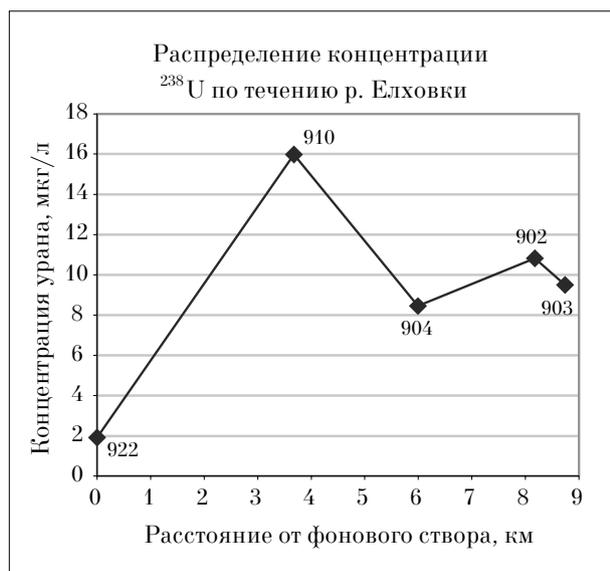


Рис. 2. Диаграммы распределения концентрации радиоактивных элементов по течению р. Елховки

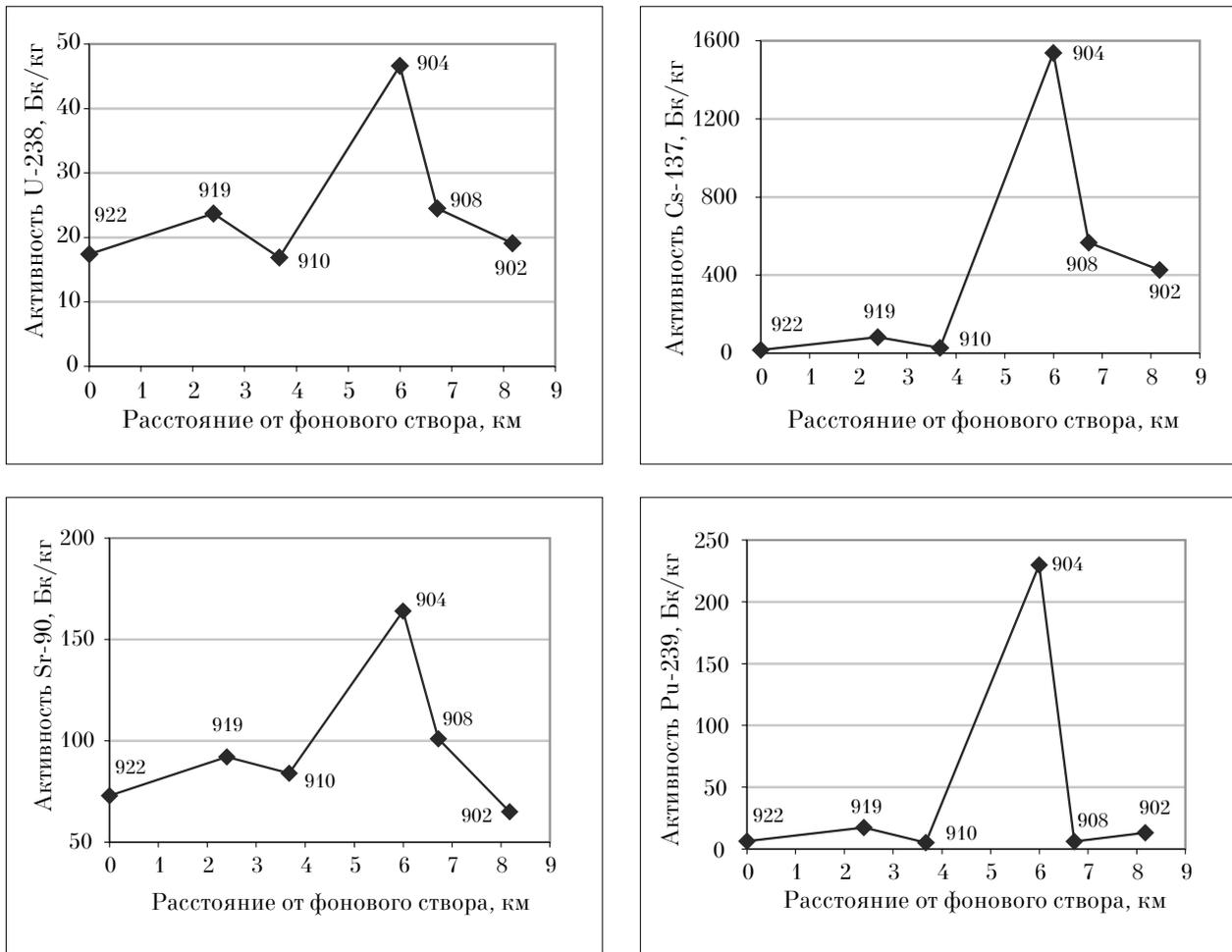


Рис. 3. Активность радионуклидов в донных отложениях р. Елховки

Как и в предыдущие годы, сохраняется загрязнение донных отложений ртутью [3, 24]. Содержание ртути варьирует от 0,30 до 54 мг/кг, максимальные значения отмечены у 3-й секции шламонакопителя, у моста в 919 точке и около хранилища РАО в т. 928; с глубиной содержание ртути возрастает.

Оценка состояния донных отложений по содержанию тяжёлых металлов (меди, цинка, свинца, кадмия, никеля) и мышьяка проводилась по аналогии с почвами с учётом суммарного коэффициента техногенного загрязнения [25]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{C_{i\text{фон}}} - (N-1),$$

где $N=6$ (количество учитываемых элементов), C_i – содержание i -го элемента в загрязнённой пробе, $C_{i\text{фон}}$ – содержание i -го элемента в фоновой пробе.

К категории с опасной степенью химического загрязнения отнесены донные отложения р. Елховки у нефтебазы (т. 919), ниже по течению – в зарегулированном русле реки

(т.910), в районе 3-й секции шламонакопителя (т. 909), в среднем и нижнем течении р. Елховки, на заиленной и открытой части оз. Просное. Анализ радиоактивности донных отложений по течению р. Елховки даёт следующую картину (рис. 3).

Отмечается почти полная идентичность профилей загрязнения донных отложений реки Елховки радионуклидами ^{238}U , ^{137}Cs и ^{90}Sr , ^{239}Pu . Резко выраженный максимум радиоактивности донных отложений наблюдается в точке 904 в непосредственной близости от области наибольшего загрязнения грунтовых вод техногенными радионуклидами (рис. 5, 6, см. цветную вкладку). Это даёт основание предполагать, что радионуклиды поступают в реку Елховку с грунтовыми водами. Характер распределения загрязнения донных отложений отличается от профиля загрязнения воды в реке (рис. 2 и 3), так как донные отложения накапливают радионуклиды в течение длительного времени, а их концентрация в воде отражает современную ситуацию. За последние 4 года (с 2005 г. [3] по 2009 г.) ореол

повышенных концентраций радионуклидов в подземных водах, с разгрузкой которых, вероятно, связано загрязнение, изменился, что отмечено в работах [9, 10].

Экотоксикологический анализ показал, что пробы донных отложений, отобранные в карьере Завода минеральных удобрений, обладают высокой степенью токсичности. Высокие абсолютные значения индекса токсичности (0.54–0.58) установлены в пробах донных отложений из оз. Просное и оз. Берёзовое (участки 902 и 905). Большинство проанализированных проб обладает допустимой степенью токсичности, т. е. не оказывает острого токсического действия на *Paramecium caudatum*. Требуется исследование данных проб на хроническую токсичность.

Территория, прилегающая к предприятию, характеризуется высокими уровнями залегания *грунтовых вод*, они варьируют от 0,5 до 3 метров. Грунтовые воды питаются за счёт атмосферных осадков, вод реки Вятки в паводок, в межпаводковый период дренируются как р. Вяткой, так и мелкими водотоками. Поскольку водоотведение с предприятий осуществляется круглогодично, это также способствует высокому стоянию уровней. Грунтовые воды пополняются фильтрующимися из шламонакопителей растворами, в результате за длительный период существования предприятия сформировалась область химического и радиационного загрязнения подземных вод. Обобщенным показателем химического загрязнения можно считать повышенную минерализацию грунтовых вод. Среди анионов преобладают сульфаты, хлориды, нитраты и нитриты, среди катионов – аммоний и стронций, в отдельных скважинах присутствуют литий, сурьма, кадмий, уран. Выделено несколько ореолов повышенной минерализации грунтовых вод (содержание сухого остатка свыше 1000 мг/л) [3].

Первая, наиболее обширная область включает в себя территории, прилегающие к хвостохранилищу мела, трёхсекционному шламонакопителю, а также значительные площади к западу от них, она протянулась вдоль поймы р. Елховки. Этот ореол в соответствии с потоком грунтовых вод постепенно расширяется в западном направлении в сторону реки Вятки.

Максимальные уровни загрязнения грунтовых вод зафиксированы в районе озера Бобровое и к северу от него. Загрязнённые воды разгружаются в реку Елховку на протяжении 5 км, а также в пойменные озёра Бобровое,

Берёзовое, карьер у оз. Берёзовое, Сосновое, северную часть карьера ЗМУ. Наиболее высокие уровни минерализации приурочены к более глубоким горизонтам грунтовых вод, в верхней части минерализация снижается за счёт поступления пресных вод в период снеготаяния и паводка на реке Вятке, а также атмосферных осадков в летний период. Источником загрязнения является хвостохранилище мела, о чём свидетельствует близкий химический состав жидкой фазы хвостохранилищ и грунтовых вод в области максимального загрязнения. Значительная часть загрязнения сформировалась за счёт фильтрации высокоминерализованных вод из 3-й секции трёхсекционного шламонакопителя, введённого в строй ещё в 1968 г.

Вторая область повышенной минерализации грунтовых вод выявлена вблизи западной границы территории ООО «Завод полимеров КЧХК». Здесь в пробах грунтовых вод отмечается минерализация на уровне порядка 100000 мг/л. Эта область загрязнения грунтовых вод имеет локальный характер. По химическому составу воды сульфатно-хлоридно-натриевые, в составе катионов присутствует значительное количество ионов аммония (до 1660 мг/л), при этом нитраты практически отсутствуют. Источником загрязнения являлся двухсекционный шламонакопитель, функционировавший с начала 1950-х годов до 1968 года.

По сравнению с исследованиями, выполненными ООО «Геосервис» в 2005 г., в 2009 г. наблюдается расширение области повышенной минерализации грунтовых вод на север и на запад по направлению потока подземных вод, но при этом концентрация загрязняющих веществ в эпицентре практически не изменяется. Современные границы области повышенной минерализации грунтовых вод (по данным 2009 г.) показаны на рис. 4.

Интенсивное изучение радиационного загрязнения грунтовых вод в районе размещения хранилищ РАО и объектов бывшего производства фторирования урана проводится с 1995 г. [3, 6, 9, 13 – 14]. Большие объёмы работ по изучению радиоактивного загрязнения грунтовых вод выполнены ГСПИ в 2001 и 2002 гг. В нескольких скважинах суммарная удельная активность радионуклидов значительно превышала 10 УВ^{вода} (УВ – уровень вмешательства согласно НРБ-99/2009 [26]). Радиоационное загрязнение грунтовых вод обнаружено в скважинах, расположенных в пойме р. Елховки, у 3-й секции шламонакопителя, у хранилища 205, а также в преде-

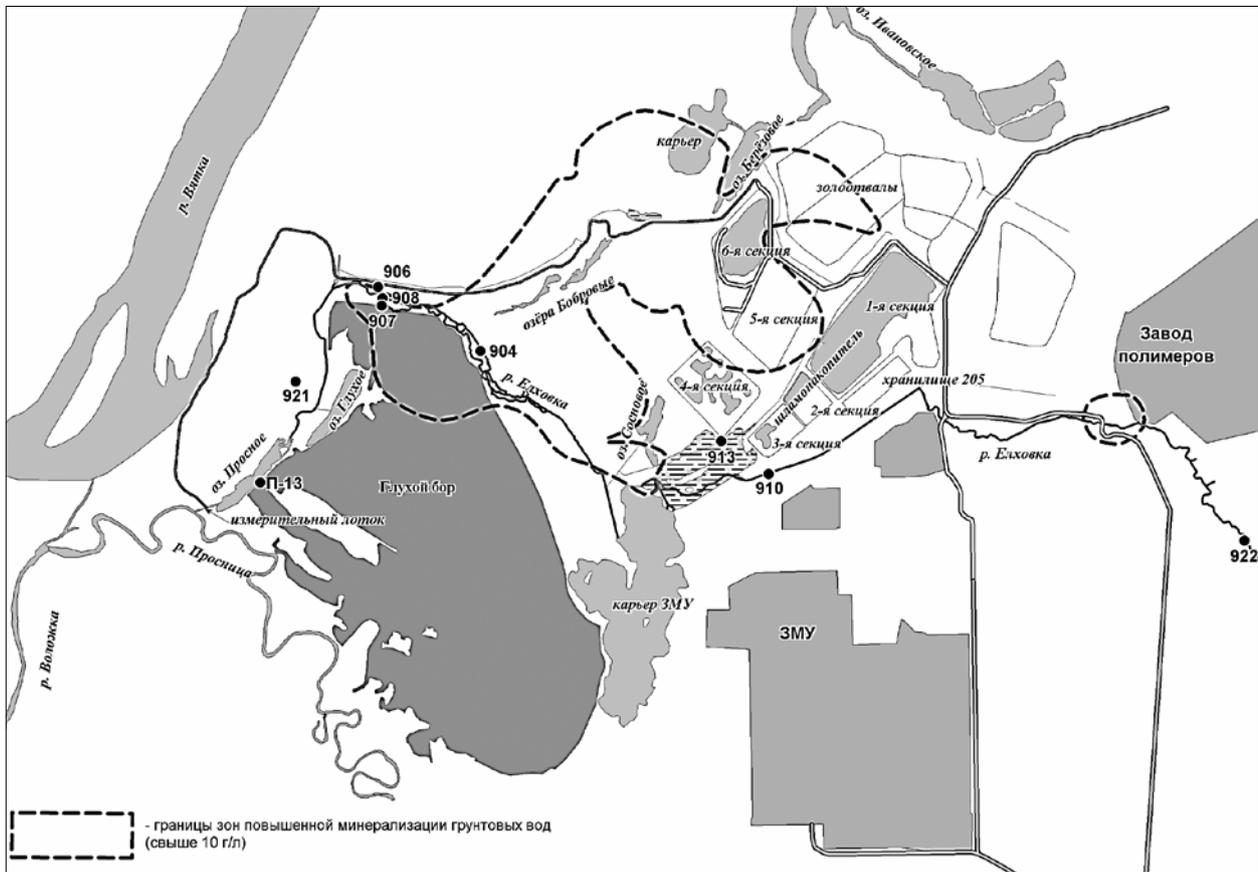


Рис. 4. Область повышенной минерализации грунтовых вод (свыше 10 г/л)

лах промплощадки ООО «Завод полимеров КЧХК».

Область радиоактивного загрязнения грунтовых вод в пойме р. Елховки сформировалась за счёт фильтрации загрязнённых вод из 3-й секции, а также за счёт сброса сточных вод с остаточными количествами радионуклидов в р. Елховку. Основным загрязняющим компонентом в грунтовых водах в пойме р. Елховки является Sr-90, в небольших количествах присутствуют изотопы урана и Cs-137.

Ориентировочная площадь загрязнения грунтовых вод в пойме р. Елховки составляет 585 тыс. м².

В районе хранилища радиоактивных отходов 205 радиационное загрязнение грунтовых вод было зафиксировано в единственной скважине. В составе грунтовых вод здесь преобладали альфа-активные радионуклиды: U-238, U-234. Начиная с 2003 г. уровень загрязнения постепенно возрастал. Загрязнению подверглась верхняя часть водоносного горизонта, ориентировочно до глубины 4–5 м. Загрязнение имело локальный характер. По данным 2005 года [3], разгрузка загрязнённых грунтовых вод происходит в дренажную

канаву, расположенную к востоку от хранилища 205, отводящую поверхностные воды от первой секции шламонакопителя в р. Елховку. Удельная активность урана здесь составляла 0,7 УВ_{вода}.

По результатам проведённого в 2009 г. мониторинга геологической среды на территории, прилегающей к объектам КЧХК, были подтверждены основные источники радиоактивного загрязнения подземных вод: хранилище РАО № 205, 3-я секция шламонакопителя, а также хранилища РАО, расположенные на территории ООО «Завод полимеров КЧХК». По сравнению с 2005 г. граница основного ореола радиоактивного загрязнения расширилась от 3-й секции в сторону хранилища № 205. Аналогичная ситуация наблюдается и на территории, прилегающей к ООО «Завод полимеров КЧХК» – во всех опробованных скважинах зафиксировано превышение УВ_{вода}. По сравнению с 2005 г. выявлена новая область радиационного загрязнения с незначительными превышениями УВ_{вода}, протянувшаяся от 5-й секции хвостохранилища мела в северо-западном направлении до озера Бобровое (рис. 6, см. цветную вкладку).

Таким образом, загрязнение грунтовых вод продолжается за счёт инфильтрации из хранилища № 205, 3-й секции шламонакопителя, с территории Завода полимеров. Вследствие разгрузки грунтовых вод в реку Елховку не исключено поступление радионуклидов в поверхностные воды.

Почвенный покров поймы в зоне влияния предприятий КЧХК отличается разнообразием и высокой степенью нарушенности. По уровню кислотности почвы относятся к нейтральным и слабокислым. Почти все исследованные почвы загрязнены тяжёлыми металлами (ТМ). В них отмечены повышенные концентрации свинца, цинка, кадмия, никеля [3, 15, 17]. Для техногенно нагруженной территории превышения ПДК (ОДК) сравнительно небольшие (в 1,5–3 раза). На площадках, где образцы взяты по горизонтам, максимальные концентрации ТМ приурочены к гумусовым горизонтам. Загрязнение ртутью отмечено в почвах на пойменных гривах в нижнем течении р. Елховки – 18 мг/кг (при ПДК 2,1 мг/кг), причём в образцах, отобранных по горизонтам, самая высокая концентрация ртути зафиксирована в гумусовом горизонте (3–15 см) – ниже современного органо-генного слоя, хотя и верхний слой загрязнён. В нижележащих минеральных горизонтах концентрация элемента резко падает [17, 24].

Суммарный коэффициент техногенного загрязнения [25], рассчитанный по семи нормируемым в почвах элементам (Cu, Pb, Cd, Zn, Ni, As, Hg), позволяет отнести почвы к категории с допустимой степенью загрязнения.

Содержание нефтепродуктов в почвах невысокое. Максимальные концентрации (220–240 мг/кг) – на берегах реки Елховки (в нижнем её течении) и озера Просное. Высокое содержание подвижной формы фторид-иона (до 9,2 мг/кг при ПДК 2,8 мг/кг), возрастающее вниз по профилю, обнаружено только в одной прикопке в пойме в нижнем течении р. Елховки.

Содержание нитратов в почвенных образцах варьирует в широких пределах. Очень высокие концентрации нитратов (превышающие ПДК – 130 мг/кг) обнаружены в органо-генных горизонтах почв на правом берегу р. Елховки в нижнем её течении.

По результатам маршрутного обследования территории повышенный уровень гамма-излучения отмечался у ООО «Завод полимеров КЧХК», в пойме р. Елховки и на берегах оз. Просное, в районе 3-й секции

шламонакопителя. Уровни МЭД (мощности эквивалентной дозы гамма-излучения) не превышали 0,5 мкЗв/час. Обнаружена приуроченность повышенных значений МЭД к определенному гипсометрическому уровню (примерно на 1 м выше уровня воды в реке) и к верхним горизонтам почв [17, 10].

В результате загрязнения происходит изменение физико-химического и биологического состояния почв. Показателем биологического статуса почв является активность почвенных ферментов. Для общей характеристики ферментативной активности почв в 2008–2009 гг. определяли активность каталазы, инвертазы и уреазы, относящихся к различным классам ферментов. Показано, что на участках пробоотбора активность данных ферментов сильно варьирует [18 – 19]. Максимальные значения активности инвертазы и каталазы, высокие значения активности уреазы характерны для аллювиальных почв, подверженных затоплению водами р. Елховки, по правому берегу реки в нижнем её течении. Избыточная влажность почвы может быть причиной изменения соотношения эколого-трофических групп микроорганизмов в почвенном микробиологическом комплексе и роста численности микроорганизмов, участвующих в гидролизе олигосахаридов и разложении пероксида водорода.

Микробиологический анализ почв [20] показал, что почвы в районе действия КЧХК существенно различаются по микробиологическим показателям. Это обусловлено тем, что они формируются в разных условиях, подвержены воздействию загрязнённых паводковых и грунтовых вод. Численность фототрофных микроорганизмов во всех образцах почв довольно велика; среди цианобактерий преобладают безгетероцистные формы. Особенностью исследуемых почв является слабый уровень развития азотфиксирующей гетеротрофной бактерии рода *Azotobacter* и грибов. На всех участках отмечается высокий процент грибов с окрашенным мицелием (>60%), что может быть связано с загрязнением почв.

По результатам экотоксикологического анализа [15] не выявлено проб почв, обладающих острым токсическим действием, но 63% исследованных проб нельзя признать безвредными по одному показателю токсичности (для тест-объекта *Ceriodaphnia affinis*), так как требуются исследования на хроническую токсичность. Проба, отобранная в 100 м от Завода минеральных удобрений КЧХК, имеет умеренную степень токсичности.

Флора, характерная для района исследований, отражена в работе [7]. Состояние растительного покрова оценивалось на основании анализа имеющихся данных дистанционного зондирования Земли. Использовались мультиспектральные снимки Landsat-7 за 1999–2007 гг., по которым рассчитывался разностный вегетационный индекс NDVI при помощи программного пакета ENVI 4.5 [23]. Данные исследования показали, что состояние растительности за указанный период остается стабильным, явных признаков деградации растительного покрова в окрестностях КЧХК не наблюдается.

Исследования, проводимые ранее и продолжающиеся коллективом Лаборатории биомониторинга в настоящее время, позволяют оценить масштабы загрязнения в зоне влияния КЧХК. Главная цель всех исследований – разработка мероприятий по ликвидации источников загрязнения и реабилитации загрязнённых территорий. По инициативе Завода минеральных удобрений Лабораторией биомониторинга в 2009 году были начаты работы по поиску биологических методов очистки вод пойменных озёр в районе хвостохранилища мела ООО «ЗМУ КЧХК», загрязнённых нитратом аммония. Некоторые результаты этих исследований представлены в работах [11, 16]. В рамках Федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» осуществляются мероприятия по подготовке к реабилитации территорий, подвергшихся радиационному загрязнению.

Литература

1. Дружинин Г.В., Лемешко А.П., Синько В.В., Ворожцова Т.А., Нечаев В.А. Загрязнение природных сред вблизи системы водоотведения Кирово-Чепецкого химического комбината // Региональные и муниципальные проблемы природопользования: Матер. 9-й науч.-практ. конф. Киров. 2006. С. 125–127.
2. Дружинин Г.В., Лемешко А.П., Ворожцова Т.А., Нечаев В. А. Техногенные отложения озера Просного в системе водоотведения Кирово-Чепецкого химического комбината // Региональные и муниципальные проблемы природопользования: Матер. 9-й науч.-практ. конф. Киров. 2006. С. 127–128.
3. Дружинин Г.В., Лемешко А.П., Нечаев В.А., Хитрин С.В. Отчет по результатам комплексной оценки влияния хозяйственной деятельности ОАО КЧХК и прилегающей к нему площади водосбора на режим формирования качества и количества стоков. Киров: ООО «Геосервис», 2006. 146 с.
4. Разработка «Концепции реабилитации радиационно-загрязненных объектов на промплощадке «КЧХК» и обеспечение радиационной безопасности населения Кировской области» (Научно-технический отчет). М.: ФГУ РНЦ «Курчатовский институт», 2007. 59 с.
5. Проведение радиационного обследования с целью определения уровней загрязнения строительных конструкций объектов и территории КЧХК. Анализ данных измерений (Научно-технический отчет). М. 2007. РНЦ «Курчатовский институт». Инв. № 241-11/161.
6. Государственный мониторинг геологической среды // Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Кировской области за 2005 год. Вып. 11. Киров: ОГУ ВятНТИЦМП, 2006. 170 с.
7. Тарасова Е.М. Конспект флоры сосудистых растений Кирово-Чепецкого района Кировской области. Кирово-Чепецк. 2000. 54 с.
8. Оценка и мониторинг антропогенного влияния на природный комплекс и здоровье населения в районе промышленной агломерации гг. Киров–Кирово-Чепецк (Отчет НИР). Киров: ВятГГУ, 2002. 348 с.
9. Глаголев А.В., Вольницкая Е.П., Лемешко А.П. Результаты полевого обследования состояния недр в районе территории объектов «РОСРАО» – выводы и предложения // Современная радиэкологическая обстановка в Кировской области. Объектовый мониторинг состояния недр и его роль в решении практических задач Госкорпорации «Росатом» по реабилитации радиационно-опасных объектов ФГУП «РосРАО»: Матер. науч.-практ. конф. Киров. 2009. С. 45–62.
10. Ашихмина Т.Я., Лемешко А.П., Кантор Г.Я., Дабак Е.В. Комплексное обследование территории в районе хранения радиоактивных отходов Кирово-Чепецкого отделения филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО» // Современная радиэкологическая обстановка в Кировской области. Объектовый мониторинг состояния недр и его роль в решении практических задач Госкорпорации «Росатом» по реабилитации радиационноопасных объектов ФГУП «РосРАО»: Матер. науч.-практ. конф. Киров. 2009. С. 63–76.
11. Кислицина А.П., Савиных О.А. Опыт использования воды, загрязненной нитратным и аммонийным азотом, для питания растений // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. VII Всерос. науч.-практ. конф. в 2-х част. Киров: ООО «Лобань», 2009. Ч. 2. С. 76–78.
12. Прошина А.Н., Журавлева Е.С., Скугорева С.Г. Содержание нитрата аммония в водных объектах в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Экология родного края – проблемы и пути их решения: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодежи Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 158–159.
13. Лемешко А.П., Ашихмина Т.Я. Радиоактивное загрязнение грунтовых вод в районе размещения хранилищ РАО // Экология родного края – проблемы и пути

их решения: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодежи. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 160–161.

14. Лемешко А.П., Кантор Г.Я., Ашихмина Т.Я. Состояние грунтовых вод в районе хранения радиоактивных отходов // Экология родного края – проблемы и пути их решения: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодежи. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 161–162.

15. Скугорева С.Г., Дабах Е.В., Адамович Т.А., Кантор Г.Я., Шуктомова И.И., Ашихмина Т.Я. Изучение состояния почв на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 2. С. 37–46.

16. Дабах Е.В., Кислицына А.П., Савиных О.А. Изучение почв и растений при поливе их водой, загрязненной нитратным и аммонийным азотом // Инновационные технологии – в практику сельского хозяйства: Матер. Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию агрономического факультета. Киров. 2009. С. 130–133.

17. Дабах Е.В., Кантор Г.Я., Лемешко А.П. Состояние почв в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Современные проблемы загрязнения почв: Матер. III Междунар. конф. Москва. 2010. С. 80–84.

18. Скугорева С.Г., Адамович Т.А. Изучение ферментативной активности почв на территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината // Мониторинг природных экосистем: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Пенза. 2009. С. 231–237.

19. Запольских Т.С., Адамович Т.А., Ферментативная активность почв техногенно нарушенных территорий (на примере территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината) // Экология родного края – проблемы и пути их решения: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодежи. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 156–157.

20. Злобин С.С., Зыкова Ю.Н., Адамович Т.А., Скугорева С.Г., Домрачева Л.И., Дабах Е.В., Кантор Г.Я. Интенсивность развития микробных комплексов в почвах в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Экология родного края – проблемы и пути

их решения: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодежи. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 55–58.

21. Скугорева С.Г., Шихова Ю.В., Желвакова М.А., Адамович Т.А., Кантор Г.Я. Состояние снегового покрова в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Экология родного края – проблемы и пути их решения: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодежи. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 163–167.

22. Новокшённова Я.В., Адамович Т.А., Скугорева С.Г., Кантор Г.Я. Оценка содержания загрязняющих веществ в снеговом покрове территории вблизи Кирово-Чепецкого химического комбината // Экология родного края – проблемы и пути их решения: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодежи. Киров. 2009. С. 46–48.

23. Адамович Т.А., Кантор Г.Я., Ашихмина Т.Я. Использование методов дистанционного зондирования при оценке антропогенно нарушенных территорий в районе Кирово-Чепецкого химического комбината // Экология родного края – проблемы и пути их решения: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. молодежи. Киров: ООО «Лобань», 2010. С. 154–155.

24. Скугорева С.Г., Дабах Е.В., Адамович Т.А., Кантор Г.Я., Ашихмина Т.Я. Загрязнение ртутью почв и донных отложений в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты: Матер. междунар. симпозиума. Москва. 2010. С. 203–207.

25. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.

26. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009: Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09 // Собрание законодательства Российской Федерации, 1996, № 3, ст. 141; 2004, № 35, ст. 3607; 2008, № 30 (ч. 2), ст. 3616.

Работа выполнена в рамках конкурсного проекта на получение гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных – кандидатов наук (МК-7588.2010.5).