

УДК 502.57+504.064.37:528.8

**Геоэкологическая оценка влияния строительства объекта уничтожения химического оружия на природный комплекс в районе его расположения**

© 2010. Е. А. Новикова<sup>1</sup>, инженер, Т. Я. Ашихмина<sup>2</sup>, д.т.н., зав. лабораторией,

<sup>1</sup>Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Кировской области,

<sup>2</sup>Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми научного центра УрО РАН и ВятГГУ, e-mail: ecolab2@gmail.com

В статье представлена геоморфологическая и геологическая характеристика района строительства объекта уничтожения химического оружия «Марадиковский» в Кировской области, дана геоэкологическая оценка влияния строительства объекта на природный комплекс. Показано, что риск загрязнения природного комплекса в результате поэтапного уничтожения отравляющих веществ ниже, чем при одновременной их детоксикации. С помощью аэрокосмических методов установлено, что постепенно углубляется техногенная трансформация ландшафтного комплекса. Внесены предложения по оптимизации программы экологического мониторинга окружающей среды в зоне влияния объекта и информационного сопровождения мониторинга.

The article presents geomorphological and geocological characteristics of the construction area of the chemical weapon decommission plant 'Maradikovski' in Kirov region. Geoecological evaluation of its impact on the natural complex is given. Risk of natural complex pollution as a result of gradual poison substances decommission is lower than in case of immediate detoxicity. With the help of aerocosmic methods it is shown that technogenic transformation of the natural complex still increases. It is suggested to improve the ecological environmental monitoring program within the plant and to increase the informational support of the monitoring.

**Ключевые слова:** геолого-геоморфологическая и геоэкологическая оценка, риск, инженерно-строительные сооружения, химическое оружие

**Key words:** geological-geomorphological evaluation, risk, engineering constructions, chemical weapon

При проведении оценки изменения состояния окружающей среды под воздействием инженерно-строительных работ в районе расположения объекта уничтожения химического оружия (УХО) необходимо использовать комплексный подход, который предполагает изучение динамики структуры ландшафтного комплекса исследуемой территории под воздействием совокупности инженерно-строительных сооружений с точки зрения геологии, геоморфологии и геоэкологии. В ходе поэтапного строительства объекта уничтожения химического оружия «Марадиковский» в Оричевском районе Кировской области крайне актуальными становятся исследования, направленные на определение влияния строительных работ на грунты, развитие экзогенных процессов, изменение гидрологической обстановки, рельефа, почв, а также изучение воздействия на растительный и животный мир.

В геоморфологическом отношении территория строительства и функционирования объекта УХО «Марадиковский» расположе-

на в левобережной части современной долины р. Вятки на стыке со Средневятской низменностью и представляет собой равнину, имеющую общий наклон к западу и северо-западу. Преобладающие абсолютные высоты в долине р. Вятки – 100–110 м. Склады хранения химического оружия и объект УХО находятся в основном на второй надпойменной террасе. Рельеф долины в этом районе представляет пологосклонную котловину, дно которой опущено по отношению к водоразделам до 80–100 метров. Слабая расчленённость рельефа местности, где расположен объект УХО, затрудняет дренаж на большей части данной территории. В условиях влажного климата в концентраторах стока развивается заболачивание. Эти морфометрические особенности исследуемого района придают ему в целом высокую способность к самоосаждению и местной аккумуляции различного рода загрязняющих веществ. Климат района умеренно-континентальный. Большая часть осадков выпадает в тёплое время года [1, 2].

В структурно-геологическом отношении участок находится в тектонически нестабильной зоне. На район расположения объекта уничтожения химического оружия приходится сложное пересечение разноориентированных глубинных тектонических разломов и ослабленных зон фундамента [1]. На данной территории преимущественно распространены верхнетатарские отложения с маломощным чехлом четвертичных отложений и неглубоким залеганием уровня грунтовых вод, что может способствовать их загрязнению [2].

Арсенал хранения химического оружия «Марадыковский» располагается на территории Оричевского района Кировской области в 80 км западнее областного центра и в 20 км восточнее г. Котельнич, в 1,5 км от пгт. Мирный. Площадка под объект УХО находится рядом с объектом хранения химического оружия.

На космических снимках со спутника Landsat 7 (рис. 1) до начала строительства объекта и после возведения промышленной площадки (2000 и 2005 гг.) видно, что участок, занимаемый объектом УХО, представляет собой прямоугольник (длины сторон 710 355 м), вытянутый с юга на север, вдоль восточного периметра арсенала хранения химического оружия. В 200 м от района расположения объекта хранения и уничтожения химического оружия проходит железная дорога, связывающая г. Киров с г. Нижним Новгородом, Москвой, Екатеринбургом. Проложенная от объекта УХО дорожная сеть (рис. 1, 2005 г.)

соединяет его с населёнными пунктами в зоне защитных мероприятий. С юго-западной стороны от объекта УХО расположен посёлок городского типа Мирный с численностью населения около 4 тыс. человек, а в 3,5 км севернее протекает р. Вятка.

Строительство объекта вызвало значительные изменения в использовании земель лесного и сельскохозяйственного назначения. Для сокращения изымаемых земель по технико-экономическому обоснованию проекта строительства объекта УХО «Марадыковский» [1] основные подъездные автомобильные и железные дороги проложены на одном землеполотне. Ширина полос отвода в этом случае составила 34 м. В этой полосе также проложены основные инженерные коммуникации. На участках раздельного трассирования транспортных путей ширина полосы отвода для автомобильных дорог принята 20 м, для железных дорог 24 м. Для создания промышленной площадки выделено 28 га земли. Под первоначальное строительство объекта УХО изъято 26 га земли (помимо участков, отчуждённых под дорожное полотно и др. технические сооружения).

Одной из особенностей действующего объекта УХО «Марадыковский» является то, что данное высоко опасное химическое предприятие строится поэтапно, и уничтожение химического оружия проводится параллельно со строительством объекта. Под каждое отравляющее вещество (ОВ) строится своя специфич-

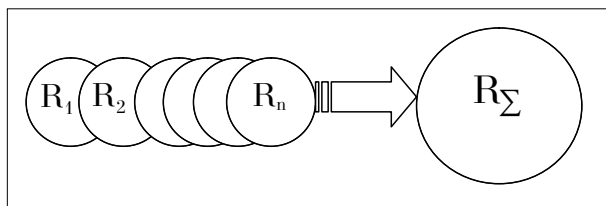


2000 г.



2005 г.

Рис. 1. Синтезированное изображение по 6-ти спектральным каналам (Landsat 7, разрешение 30 м). Район объекта УХО «Марадыковский»



**Рис. 2.** Возрастание суммарного риска ( $R_{\Sigma}$ ) загрязнения природного комплекса и ухудшения состояния здоровья людей в результате увеличения количества рисков ( $R_1 \dots R_n$ ) с расширением перечня выбрасываемых ЗВ и объемов выбросов

ческая линия уничтожения с учётом технологических особенностей, расширяются складские помещения для хранения образующихся продуктов детоксикации. После завершения строительства первой очереди объекта, вводится технологическая линия уничтожения одного отравляющего вещества, и одновременно начинается возведение следующей очереди строительства под другое ОВ. До начала уничтожения отравляющих веществ на объекте хранения химического оружия в Кировской области находились боеприпасы с фосфорорганическими ОВ типа Vх (простой и сложной конструкции), зарин, зоманом; а также мышьяк содержащими органическими веществами – двойными ипритно-люизитными смесями.

Однако первоначально возведение данного объекта в утвержденном ТЭО на строительство от 1999 г. [1] было запланировано в одну очередь. Соответственно планировалось параллельное уничтожение различных отравляющих веществ. Так в первый год началось бы уничтожение зарина, зомана, вещества типа Vх и двойных смесей. Во второй год планировалась одновременная детоксикация зарина, зомана, вещества типа Vх, а в последующие три года – зарина и вещества типа Vх.

Однако из-за недостатка финансирования Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» в ТЭО от 2004 г. [3] было решено разбить строительство объекта УХО «Марадыковский» на две очереди, включающих несколько этапов. В результате началось постепенное уничтожение отравляющих веществ, характеризующееся одновременной промышленной и строительной деятельностью на объекте. В сентябре 2006 года на объекте «Марадыковский» построена первая очередь и введена линия уничтожения отравляющего вещества типа Vх. Параллельно проходило строительство сооружений под

термическую обработку реакционных масс и боеприпасов, а также строительство линии для детоксикации зарина. По итогам 2009 года на данном объекте уничтожены ОВ типа Vх, зарин. В 2010 году построен и уже отработал отдельный цех для нейтрализации ипритно-люизитной смеси, образовавшиеся реакционные массы после нейтрализации смеси будут в дальнейшем подвергнуты битумированию и захоронению. Начало уничтожение зомана, ещё предстоит уничтожить боеприпасы сложной конструкции с веществом типа Vх.

В результате поэтапного уничтожения ОВ сокращается перечень загрязняющих веществ (ЗВ), выбрасываемых в атмосферу. Так, например, по данным Проекта нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 2008 год [4] был запланирован выброс 33 загрязняющих веществ, в то время как при одновременном уничтожении ОВ перечень ЗВ составил бы в первый год 48 наименований [4, 5].

Так же при поэтапном уничтожении ОВ в целом сокращаются объёмы выбросов ЗВ. Например, выбросы углерода оксида в 2008 г. при уничтожении только вещества типа Vх составили 358,26 т, азота диоксида – 91,32 т [4]; а при одновременном уничтожении были запланированы выбросы 422,1 т углерода оксида, 159,51 т азота диоксида [1].

При увеличении объёмов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при одновременном уничтожении нескольких ОВ возрастает химическая нагрузка на окружающую среду. С увеличением химической нагрузки в свою очередь увеличивается риск загрязнения природного комплекса и ухудшения здоровья рабочего персонала и населения, проживающего в районе расположения объекта УХО (рис. 2).

Одной из характеристик риска является индекс опасности (И), который можно представить как сумму коэффициентов опасности для отдельных компонентов смеси веществ, загрязняющей атмосферу ( $HQ_i$ ) [6]:

$$И = \sum HQ_i \quad (1)$$

Коэффициенты опасности для отдельных ЗВ в свою очередь можно рассчитать как отношение воздействующей дозы (или концентрации) химического вещества к его безопасному (референтному) уровню воздействия [6]:

$$HQ = C / RfC, \quad (2)$$

где  $C$  – концентрация загрязняющего вещества, мг/м<sup>3</sup>,  $RfC$  – референтная (безопасная) концентрация (ПДК, ОБУВ), мг/м<sup>3</sup>.

Индекс опасности (ИИ) с учётом всех не канцерогенных ЗВ, выбрасываемых в атмосферу, в результате производственной деятельности объекта УХО «Марадыковский» при одновременном уничтожении ОВ в первый год работы объекта составил бы 3,63, а при уничтожении только одного ОВ типа Vx в 2008 году ИИ равен 2,27. Исходные данные для расчёта взяты из ТЭО строительства объекта уничтожения химического оружия на территории Кировской области от 1999 г. [1] и Проекта нормативов предельно-допустимых выбросов для объекта УХО «Марадыковский» на 2008 г. [4].

Поэтапная технология уничтожения ОВ снижает риски загрязнения окружающей среды и, как результат, ухудшения здоровья населения, поскольку вследствие уничтожения лишь одного вида отравляющего вещества уменьшается перечень загрязняющих веществ и объёмы их выбросов в окружающую среду. Кроме того, данный подход в эксплуатации объекта позволяет уменьшить площади земель при создании технологических сооружений, мощности которых одновременно используются для уничтожения разных ОВ. В то же время, нельзя не учитывать тот факт, что при одновременном возведении инженерно-строительных сооружений и уничтожении отравляющих веществ на объекте увеличивается количество рабочего персонала с различным профилем деятельности (строители, электрики, слесари, технологи, инженеры, контролеры и др.). При этом накладываются и строительные, и производственные риски неблагоприятного воздействия на природный комплекс, возрастает роль человеческого фактора, увеличивается психогенная нагрузка, как на работающий персонал, так и на население, проживающее в зоне защитных мероприятий объекта. Всё это требует особого подхода в информационном сопровождении экологического мониторинга окружающей среды в районе строящегося и функционирующего объекта УХО, как в плане постоянного обновления данных о ходе работ на объекте «Марадыковский», так и оперативного анализа динамики состояния природного комплекса в районе эксплуатируемого объекта и своевременного информационного обеспечения контролируемых организаций и населения.

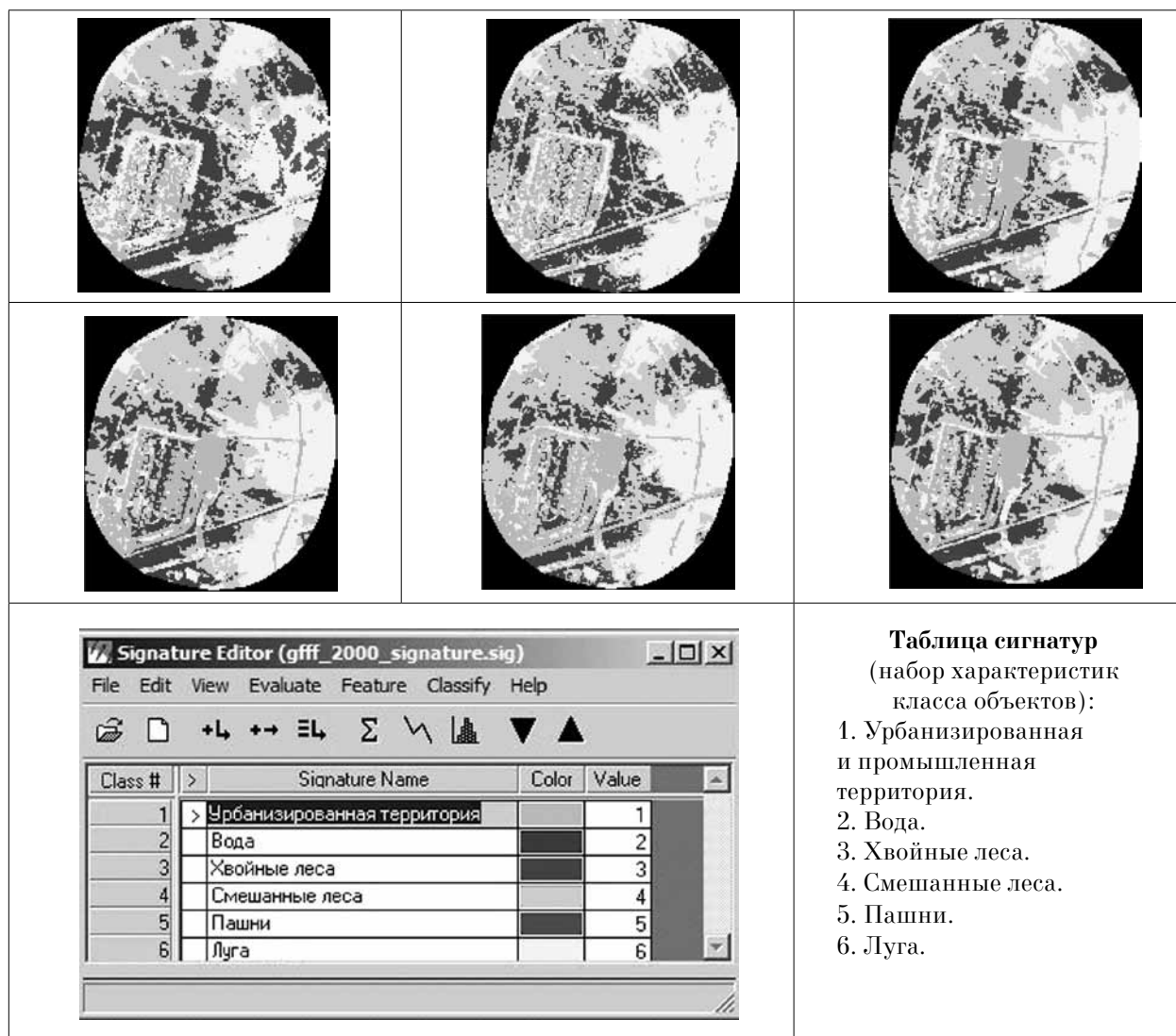
Для оценки изменения площадей промышленной и урбанизированной территории

в санитарно-защитной зоне объекта УХО «Марадыковский» нами проведен сравнительный анализ результатов автоматизированного дешифрирования космических снимков со спутника Landsat 5 (1992 г.) и Landsat 7 (2000, 2005, 2007, 2008, 2009 г.г.) СЗЗ объекта УХО (рис. 3, табл. 1).

Дешифрирование осуществлялось с помощью программного продукта Erdas Imagine 8.4, по результатам которого выявлена динамика площадей, занятых инженерно-строительными сооружениями на данной территории и установлено их постоянное увеличение с 1992-го по 2009 г. В ходе строительства и эксплуатации объекта УХО под отчужденные земли попадают как промышленные площади, так и сеть автомобильных дорог, связывающая объекты строительства, хранения, уничтожения химоружия с населёнными пунктами. За период с начала строительства и эксплуатации объекта произошло увеличение отчуждённых земель в 1,58 раз, что свидетельствует о нарастающей техногенной нагрузке на ландшафтный комплекс района размещения объекта УХО.

По данным ТЭО строительства объекта УХО «Марадыковский» [1, 3] в процессе возведения промышленной площадки объекта произошло существенное изменение геологической среды: привнесено на площадь строительства 387000 м<sup>3</sup> насыпного грунта; пробурено 13 инженерно-геологических скважин для обеспечения контроля за уровнем стояния грунтовых вод, их физико-химическим и бактериологическим составом в районе расположения складов с отходами I и II классов опасности; поднят уровень строительной площадки и подъездных путей на 1,5 м из-за высокого уровня стояния грунтовых вод и заболоченности местности. Также произошло изменение рельефа местности при отборе грунта для строительства, возведении промышленной площадки и автодорог.

По анализу данных дистанционного зондирования территории СЗЗ объекта УХО «Марадыковский» установлено, что в результате строительства объекта и дорожного полотна, связывающего его с населёнными пунктами, вырублено 46 га прилегающих лесов (под промышленную площадку, дополнительные инженерные сооружения и дороги), уничтожен почвенно-растительный покров на застраиваемой площади. Возведение дорожного полотна может привести к сокращению ареалов обитания различных видов животного мира, вследствие пересечения магистраля-



**Рис. 3.** Результаты тематической обработки (дешифрирования) космических снимков территории СЗЗ объекта УХО «Марадыковский» с 1992-го по 2009 г. Метод максимального правдоподобия. М:1:100 000

ми биокоридоров ограничивается или становится невозможным свободное перемещение животных [7]. Так, например, чёрные медведи в Северной Каролине меняют свой ареал обитания, уходя из районов с высокой плотностью дорог; лось предпочитает места весеннего питания в стороне от видимых дорог. Ограни-

**Таблица 1**  
Площадь урбанизированной и промышленной территории в СЗЗ объекта УХО «Марадыковский»

Год	Площадь, км <sup>2</sup>
1992	1,45
2000	1,79
2005	2,38
2007	2,77
2008	2,81
2009	2,82

чение жизненного пространства, нарушение естественных миграционных путей, сокращение кормовых угодий, загрязнение окружающей среды – факторы, которые могут способствовать вырождению многих видов. При эксплуатации дорожной сети происходит загрязнение прилегающих компонентов ландшафта, изменение микроклимата, повышение уровня шума [8].

В ходе поэтапного строительства объекта УХО «Марадыковский» и постепенного возрастания площадей инженерно-строительных сооружений происходит увеличение воздействия на природный комплекс, включающего вырубку деревьев, уничтожение почв, также можно предположить рост механической нагрузки зданий и сооружений на горные породы, уплотнение насыпного грунта, загрязнение окружающей среды в ходе строитель-

го производства (смыв загрязнений со строительной площадки, образование свалок строительного мусора, шумовая нагрузка, выбросы автотранспорта и других механизмов, действующих в зоне строительства). Изменение поверхностного стока вследствие поднятия уровня до 1,5 м при строительстве объекта и подъездных путей может способствовать развитию экзогенных процессов.

Выявлено, что в природном комплексе в районе расположения объекта УХО «Марадыковский» наблюдается тенденция увеличения загрязнения в связи с его производственной деятельностью с течением времени и по мере приближения к объекту. По результатам исследования создана карта-схема устойчивости лесного массива санитарно-защитной зоны данного техногенного объекта к регулярному техногенному загрязнению в зависимости от соотношения хвойных и лиственных пород. По данному критерию установлено, что более 20% лесов СЗЗ можно отнести к неустойчивым. Определена динамика площадей пахотных земель, лугов, лесов, промышленных территорий в районе расположения объекта. Установлено, что наибольшее влияние процесса строительства объекта УХО «Марадыковский» на динамику структуры природного комплекса на территории СЗЗ проявилось в период с 2000-го по 2005 г. за счёт строительства вблизи арсенала хранения химического оружия объекта уничтожения химического оружия, в результате чего были вырублены значительные площади хвойных лесов. Влияние строительных работ на изменение природного комплекса в результате поэтапного строительства можно описать как синусоидальную кривую с уменьшающейся амплитудой воздействия, но нарастающую в пространственно-временном масштабе. Влияние производственного процесса на изменение состояния природно-техногенной системы можно охарактеризовать как поступательно нарастающее вследствие накопления загрязняющих веществ в природных средах и увеличение ареалов техногенного загрязнения окружающей среды. Отмечено, что воздействие инженерно-строительных

работ носит преимущественно локальный характер.

Всё это свидетельствует о необходимости оптимизации программы государственного экологического мониторинга окружающей среды в зоне влияния объекта и его информационного сопровождения с включением особого раздела по оценке влияния инженерно-строительных работ и сооружений на динамику состояния природного комплекса исследуемой территории.

### Литература

1. Корольков Ю. Б., Трегубов В. М., Канзюба В. Н. Техничко-экономическое обоснование строительства объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) на территории Оричевского района Кировской области: Отчет Т. 1–41. М.: «СОЮЗПРОМНИИПРОЕКТ», 1999.
2. Ашихмина Т. Я. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. Киров: Вятка, 2002. 544 с.
3. Проект строительства цеха уничтожения химического оружия методом детоксикации Vx в корпусах боеприпасов с выделением первой очереди строительства промзоны объекта уничтожения химического оружия в Оричевском районе Кировской области (объект 1726), Т. 03. М.: «СОЮЗПРОМНИИПРОЕКТ», 2004.
4. Проект нормативов предельно-допустимых выбросов для 1205 объекта хранения и уничтожения химического оружия. Саратов: ФГУ «ГосНИИЭНП», 2008. 193 с.
5. Корольков Ю. Б., Канзюба В. Н. Техничко-экономическое обоснование строительства объекта уничтожения химического оружия (ОУХО) на территории Кировской области: Отчет Т. 01.5. М.: «СОЮЗПРОМНИИПРОЕКТ», 2001.
6. Кайдакова Н. Н. Сравнительная характеристика методик оценки влияния производственной деятельности на здоровье населения // *Фундаментальные исследования*. 2008. № 8. С. 114–116.
7. Stephen C. Trombulak, Christopher A. Frissell. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities // *Conservation Biology*. 2000. V. 14. № 1. С. 18-30.
8. Винокурова Н. Ф., Колосова Н. И., Смирнова В. М. *Геоэкология: Учебное пособие*. Н. Новгород: Изд-во Волго-Вятской академии гос. службы, 2002. 197 с.