

## **К вопросу образования трансграничных зон накопления экологического вреда**

*А. В. Дубровский<sup>1</sup>\**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация  
\* e-mail: avd5@ssga.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрено новое в современном кадастре понятие зоны накопления экологического вреда. Рассмотрены особенности системы геоинформационного мониторинга зон накопления экологического вреда на трансграничных территориях. Приведены примеры образования трансграничных зон накопления экологического вреда. Составлена карта зон накопления экологического вреда в результате распространения радиоактивных выбросов с Семипалатинского ядерного испытательного полигона. Показаны фактические данные о площади и характере загрязнения в зонах накопления экологического вреда. Практические примеры демонстрируют, что экологическое загрязнение может иметь накопительный характер, а также распространяться на трансграничные территории. Рассмотрены задачи, которые позволяет решать система геоинформационного мониторинга зон накопления экологического вреда на трансграничных территориях.

**Ключевые слова:** зоны накопления экологического вреда, трансграничные территории, геоинформационный анализ, мониторинг, рекультивация, чрезвычайные ситуации, земельные ресурсы, геопространство

## **On the issue of the formation of transboundary zones of accumulation of environmental harm**

*A. V. Dubrovsky<sup>1</sup>\**

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: avd5@ssga.ru

**Abstract.** The article considers a new concept in the modern cadastre of the zone of accumulation of environmental damage. The features of the geoinformation monitoring system of zones of accumulation of environmental harm in transboundary territories are considered. Examples of the formation of transboundary zones of accumulation of environmental harm are given. A map of zones of accumulation of environmental damage as a result of the spread of radioactive emissions from the Semipalatinsk nuclear test site has been compiled. The actual data on the area and nature of pollution in the zones of accumulation of environmental damage are shown. Practical examples demonstrate that environmental pollution can be cumulative in nature, as well as spread to transboundary territories. The problems that the system of geoinformation monitoring of zones of accumulation of environmental harm in transboundary territories allows to solve are considered.

**Keywords:** zones of accumulation of environmental damage, transboundary territories, geoinformation analysis, monitoring, reclamation, emergencies, land resources, geospatial

## *Введение*

Трансграничные территории – это пограничные зоны соприкосновения соседних государств, как правило, являются достаточно обжитыми, особенно на участках прохождения автомобильных трасс и железных дорог. Часто на трансграничных землях возникает интенсивная экономическая деятельность, активно осуществляется как экспорт и импорт товаров, так и миграция населения, в том числе трудовая. Трансграничные земли являются востребованными как для хозяйственной деятельности, так и для проживания населения. При этом они весьма уязвимыми с позиции экологического благополучия, высокой вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, проявления негативных экологических процессов и явлений, как природного, так и антропогенного характера. Не достаточная защищенность таких земель может проявляться даже в различных норм природоохранного законодательства сопредельных государств [1, 2].

Типичными примерами трансграничного влияния являются перемещение поверхностных вод, например, загрязненных в результате промышленных сбросов на территории одного государства и их перенос на территорию другого государства [3–5]. Такая же ситуация может произойти и с вредными выбросами в атмосферу, например, при возникновении чрезвычайной ситуации или даже обычного для территории зарубежного государства режима работы промышленных предприятий, по параметрам экологической безопасности, уступающему, нормам сопредельного государства. Такие события нередки и, как правило, они заканчиваются серьезными экологическими последствиями, прежде всего для жителей трансграничных территорий и существенного ухудшения качества и стоимости земельных ресурсов.

Оценка необходимости организации системы мониторинга трансграничных территорий является важным и актуальным вопросом. В условиях нарастающей геополитической напряженности, любое негативное воздействие на территорию сопредельного государства может расцениваться как нарушение его экономической, политической и экологической стабильности, что приведет к ответному применению различных санкций. Подобного рода события отрицательно скажутся на экономике регионов и по возможности они должны быть предотвращены, в том числе и с помощью применения методов мониторинга, геоанализа и прогнозного геомоделирования [6]. Государственным органам власти, также целесообразно проведение различных мероприятий, направленных на выработку единых экологических норм и требований к поддержанию экологического благополучия на трансграничных землях [7]. Актуальным является вопрос поддержания эпидемиологического благополучия на трансграничных территориях.

В связи с этим важно разработать общие подходы к организации системы геоинформационного мониторинга земельных ресурсов трансграничных территорий, а также анализа и моделирования геопространства зон накопления экологического вреда. Для этого необходимо выполнить анализ примеров негативного трансграничного влияния различных природных и техногенных объектов и предложить применение различных технических и программных средств для обеспечения мониторинговых мероприятий.

## Методы и материалы

При выполнении исследовательской части работы были использованы методы геоинформационного анализа и моделирования, кадастрового деления территории, градостроительные регламенты, строительные правила, санитарно-эпидемиологические правила и нормы.

## Результаты

Зоны накопления экологического вреда – это сформировавшиеся с течением времени устойчивые к внешним воздействиям антропогенные загрязнители окружающей природной среды, локализованные в пределах обособленного участка местности, отличающегося определенным набором природных и техногенных признаков. Для пространственной локализации зоны накопления экологического вреда можно воспользоваться предложенной ранее технологией определения границ геопространства чрезвычайной ситуации (ГЧС) [6]. Например, это может быть земельный участок, на котором захоронены промышленные отходы, расположены золошлакоотвалы теплоэлектростанций, отстойники предприятий химической промышленности или обогатительных фабрик, хвостохранилища, рис. 1 [8, 9].



Рис. 1. Пример земельных участков с накопленным экологическим вредом

Зоны накопления экологического вреда представляют собой опаснейшее явление, так как экологическая емкость территории, где они располагаются, может быть, в любой момент превышена и произойдут необратимые экологические изменения. Особый контроль должен быть организован в зонах накопления экологического вреда, где по показателям вредных выбросов нет превышений ПДК, однако эти выбросы происходят ежедневно. При этом концентрация в почве вредных химических веществ постоянно увеличивается. Примером могут служить территории жилых зон, прилегающие к дорожно-транспортным развязкам, на которых наблюдается постоянный повышенный дорожный трафик или автодорога, где возникают постоянные автомобильные пробки. Также подобные зоны образуются в результате выбросов ТЭЦ и их выпадения далеко за преде-

лами ТЭЦ. Преобладающее направление ветра приводит к тому, что происходит перенос загрязняющих веществ постоянно на одну и ту же территорию [10]. Подобного рода экологические проблемы, вызванные высокой концентрацией вредных, загрязняющих веществ в пределах ограниченной территории моделируются, а также картографируются с использованием геотехнологий и геоинформационных систем, входят в состав геоинформационной основы (ГИО) территории [11]. Геоинформационный мониторинг (ГИМ) проводится с применением автоматизированных средств сбора информации и обработки данных в геоинформационных системах. На рис. 2 представлены особенности системы ГИМ по учету трансграничного влияния зон накопления экологического вреда.

<p>Организация мониторинга в границах зоны геопространства чрезвычайной ситуации</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• подсистема контроля экологической обстановки трансграничной территории разворачивается с учетом границ ГЧО, входит в состав единой государственной системы экологического мониторинга</li> </ul>
<p>Комплексный характер мониторинга</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• многосредовость загрязнения обуславливает комплексное применение средств мониторинга, включая дистанционные методы</li> </ul>
<p>Динамические границы зон накопления экологического вреда</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• границы мониторинговой зоны совпадают с границами ГЧС, являются динамически изменяющимися, в зависимости от проявления негативных факторов</li> </ul>
<p>Учет влияние на здоровье населения</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• влияние на жизнь и здоровье населения, проживающего не только на исследуемой территории, но и людей, пользующихся продуктами питания, с данной территории</li> </ul>
<p>Систематизация данных о зонах накопления экологического вреда в виде единой геоинформационной основы территории</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ГИО мониторинга должна содержать систематизированный комплекс данных по различным группам пространственных объектов, процессов и явлений</li> </ul>
<p>Информационный обмен данными мониторинга</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• результативность ГИМ будет зависеть от полноты информационного обмена между государственными системами мониторинга трансграничных территорий</li> </ul>

Рис. 2. Особенности системы геоинформационного мониторинга зон накопления экологического вреда на трансграничных территориях

В качестве примера территории, на которой длительное время образовывались зоны накопления экологического вреда, оказывающие трансграничное влияние, можно рассмотреть Семипалатинский ядерный испытательный полигон (СЯИП). По результатам работы системы геоинформационного мониторинга

территории, загрязненной в результате выбросов с СЯИП составлена карта зон накопления экологического вреда на трансграничных территориях, рис. 3. Радиоактивные выбросы распространялись и аккумулировались в течение 40 лет на территории Казахстана, а также нескольких регионов России: Алтайского края, Республики Алтай и Кемеровской и Новосибирской области. Особую опасность представляет собой тот факт, что радиационное загрязнение увеличивалось на протяжении всего времени эксплуатации полигона. На полигоне было произведено около 500 ядерных взрывов. В результате такого продолжительного воздействия более 1,3 млн. человек получило радиационное облучение, а огромные по площади территории были загрязнены, причем можно говорить о накопительном характере экологического загрязнения [12].

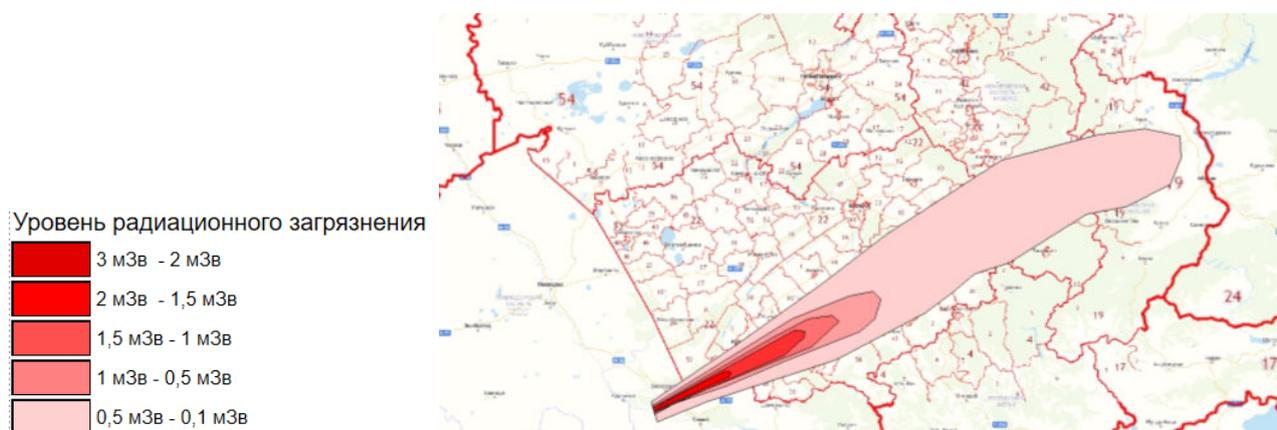


Рис. 3. Карта зон накопления экологического вреда в результате распространения радиоактивных выбросов с Семипалатинского ядерного испытательного полигона

Полученные данные могут быть использованы для проведения мониторинговых исследований, уточнения уровня радиационного загрязнения территории, разработки планов рекультивационных мероприятий. Кроме того, цифровые модели зон накопления экологического вреда могут быть использованы для корректировки кадастровой стоимости земельных участков, а именно ее снижения из-за экологического загрязнения [13].

Еще одним ярким примером трансграничного характера экологического загрязнения является авария на Чернобыльской атомной станции. Эта авария является крупнейшей техногенной катастрофой в истории человечества. Самым опасным последствием аварии явилось радиационное загрязнение земель. Огромные территории как Украины, так и смежных государств были загрязнены выбросами с аварийной атомной станции. В радиусе 30 км от атомной станции была установлена зона отчуждения, где полностью запрещено проживание населения. Однако, как в зоне отчуждения, так и сразу за ее пределами продолжает проживать население. Как и в примере с территорией загрязненной радиацией с Семипалатинского ядерного испытательного полигона, для территорий в зоне

отчуждения Чернобыльской АЭС и прилегающих к ним землям применим термин вынужденное проживание населения [12]. По данным радиационных измерений при оценке последствий Чернобыльской аварии были установлены следующие площади загрязнения: на территории Украины было загрязнено 7% территории (42 000 км. кв.), на территории Белоруссии 24% (47 000 км. кв.), на территории России 0,3 %, что составило более 60 000 км. кв. В результате аварии только на территории России пострадало 3 млн. чел. [14].

Система геоинформационного мониторинга трансграничных территорий, направленная на установление зон накопления экологического вреда должна стать инструментом информационной поддержке мероприятий по обеспечению безопасности населения, которое вынуждено проживать на техногенно-загрязненных землях [15–17]. При этом система геоинформационного мониторинга позволяет решить следующие задачи:

- создать точные модели границ зон накопления экологического вреда и произвести ранжирование уровня загрязнения;
- на основании комплексного анализ и исследования территории построить прогнозную модель миграции загрязнения в результате многосредового обмена;
- определить план перспективного вовлечения земельных ресурсов в хозяйственный оборот после снижения уровня загрязнения и проведения рекультивационных мероприятий.

### *Обсуждение*

Избежать воздействий на трансграничные территории природных и антропогенных факторов невозможно. Сложившаяся в определенной местности на каком-либо участке земной поверхности или же территории водных объектов неблагоприятная экологическая обстановка при всех усилиях со стороны человека не может быть полностью локализована и ограничена административными или государственными границами [18]. Планета Земля является единым пространством обитания всего человечества. В этой связи необходимо предпринять меры по объединению мирового сообщества для решения как общепланетарных задач, так и частных вопросов, касающихся экологического состояния окружающей среды на конкретных, локальных участках. В этом направлении за всю историю формирования экологического права сделано многое. Одним из примеров является Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, открытый для подписания 24 сентября 1996 года. Однако этот договор до сих пор не ратифицирован США, Китаем и Израилем. Несомненно, что, несмотря на отказ некоторых стран в сотрудничестве, Россия должна и дальше развивать и поддерживать международное взаимодействие в отношении охраны окружающей природной среды и недопущения появления новых зон накопления экологического вреда, оказывающих трансграничное воздействие.

Угроза радиационного загрязнения является очень актуальной для территорий сопредельных государств. Например, в настоящее время весь мир существенно обеспокоен заявлениями Японии по сбросу загрязненной радионуклидами воды в мировой океан, которая была использована для охлаждения реакто-

ров ядерной станции Фукусима. При этом оценки специалистов разнятся. По некоторым данным сброс такого объема радиационной воды приведет к существенному загрязнению мирового океана, а также попадания радионуклидов в пищевые цепочки [19].

### *Заключение*

Трансграничное влияние зон накопления экологического вреда постоянно усиливается. С одной стороны этому способствует антропогенное влияние, заключающееся в возрастающем экологическом загрязнении, с другой стороны, накопительный характер загрязнения приводит к экспоненциальному ухудшению экологии и глобальному переносу загрязняющих веществ. Геоинформационный мониторинг является инструментом не только выявления, но и прогнозного моделирования экологических проблем. Учитывая глобальный характер большинства мониторинговых систем, появления «больших данных» и технологий искусственного интеллекта, задачи предотвращения дальнейшего роста экологического загрязнения могут быть решены. Для этого, в настоящее время, необходима консолидация сил и средств всего мирового сообщества, на равноценных условиях взаимного партнерства.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабурин, С. Н. Территориальные режимы и территориальные споры: государственно-правовые проблемы [Текст] / Бабурин С. Н. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 175 с.
2. Безопасность и международное сотрудничество в поясе новых границ России [Текст] / Под ред. Л. Б. Вардомский, С. В. Голунов. – Волгоград: НОФМО, 2002. – 572 с.
3. Приставка Е. Япония выльет в Тихий океан загрязненную воду с АЭС Фукусимы. Что происходит? Электронный журнал «Хайтек» [Электронный ресурс] – Режим доступа – <https://hightech.fm/2020/10/16/fukushima-water-japan>. – Загл. с экрана.
4. Промышленный Усть-Каменогорск - зона настоящего экологического бедствия [Электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://www.zakon.kz/4567980-promyshlennyjj-ust-kamenogorsk-zona.html>. – Загл. с экрана.
5. Из-за технологического сбоя на «Казцинке» Усть-Каменогорск снова накрыло смогом. OSKEMEN.INFO: официальный сайт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://oskemen.info/12763-iz-za-tehnologicheskogo-sboya-na-kazcinke-ust-kamenogorsk-snova-nakrylo-smogom.html>. – Загл. с экрана.
6. Дубровский, А.В. Анализ природных и техногенных особенностей геопространства чрезвычайной ситуации [Текст] / А.В. Дубровский, А.П. Карпик, Э.Л. Ким. – Итерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр., 10-20 апреля 2012 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 3 т. Т.3. – Новосибирск: СГГА, 2012 – С. 171-177.
7. Наназашвили И.Х., Литовченко В.А., Наназашвили В.И. Кадастр, экспертиза и оценка объектов недвижимости»: справ. Пособие. – М.: Высш. шк., 2009. – 430 с.
8. Рустамов Б. Р., Головин В. Н. Угроза экологического загрязнения земель города Худжанд радиоактивными отходами [Текст] / Б. Р. Рустамов, В. Н. Головин. – Геотехнологии-2019. II Науч.-практ. конф., 17-28 июня 2019 г., Новосибирск : сб. материалов. – Новосибирск : СГиКСУ, 2019. – С. 10 – 16.
9. Богданова А. Как НЗХК хранит радиоактивные отходы — смотрим на озеро с чайками и новый комплекс за миллиард. NGS.RU. Новости [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ngs.ru/text/ecology/2022/07/21/71500217/>. – Загл. с экрана.

10. Волченкова Е. А. Геоинформационный анализ расположения объектов недвижимости в неблагоприятных экологических зонах на территории города Новосибирска [Текст] / Е. А. Волченкова, А. В. Дубровский, Б. Аннакулов. – Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сб. материалов третьей национальной научно-практической конференции, 27–29 ноября 2019 г., Новосибирск. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – с. 56–60. DOI 10.33764/2687-041X-2020-1-56-60.
11. Environmental aspects of designing urban infrastructure for smart cities. A. Dubrovsky, A. Plinykh, G. Yurina, T. Mezhueva. – International Conference “Ecological Paradigms of Sustainable Development: Political, Economic and Technological Dimension of Biosphere Problems” (EPSD 2021) DOI: doi.org/10.1051/e3sconf/202131107006.
12. Ахметов Б.Ж., Уставич Г.А., Дубровский А.В. Земельно-информационный подход к обеспечению техносферной безопасности хозяйственного использования территории ядерных испытательных полигонов. Сборник трудов конференции FarEastCon-2019 в журнале «IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (EES)» (издательство IOP Publishing Ltd.). <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/459/4/042077/pdf> – doi:10.1088/1755-1315/459/4/042077.
13. Дубровский, А.В. Учет экологических факторов при кадастровой оценке земель населенных пунктов [Электронный ресурс] / А.В. Дубровский, О.И. Малыгина. – Тезисы национальной научно-практической конференции “Регулирование земельно-имущественных отношений: технологические решения, кадастровая оценка, нормативно-правовое обеспечение” 20–22 июня 2018 года, Томск. – Томск: ТГАСУ, 2018. – С. 19. – Режим доступа: [http://www.tsuab.ru/upload/files/additional/SBORNIK\\_konferencii\\_file\\_6478\\_5585\\_4145.pdf](http://www.tsuab.ru/upload/files/additional/SBORNIK_konferencii_file_6478_5585_4145.pdf). – Загл. с экрана.
14. Емельяненко, А. Чернобыль до востребования. Российская газета: официальный сайт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rg.ru/2016/04/25/tridcat-let-nazad-proizoshla-avariia-na-chernobylskoj-aes.html> (дата обращения 12.11.2020). – Загл. с экрана.
15. Анненков, Б. Н. Радиационные аварии и ликвидация их последствий в агрофере / Б. Н. Анненков, А. В. Егоров, Р. Г. Ильязов. – Текст: непосредственный // Казань, Академия наук РТ, 2004 – 407 с.
16. Руководство по ведению сельского хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения части территории РСФСР, Украинской ССР и Белорусской ССР на период 1988-1990 гг. – Текст: непосредственный. – М.: Госагропром СССР, 1998. – 41 с.
17. Фокин, А.Д., Сельскохозяйственная радиология / А. А. Лурье, А. Д. Фокин, С. П. Торшин – М.: Дрофа, 2011 – 415 с. – ISBN 978-5-392-24909-1. – Текст: непосредственный.
18. В российских соснах нашли углерод от ядерных испытаний США. Мир 24: официальный сайт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://mir24.tv/news/16280822/v-rossiiskih-sosnah-nashli-uglerod-ot-yadernyh-izpytanii-ssha> (дата обращения 25.01.2021). – Загл. с экрана.
19. Гудбай, Калифорния. – Текст электронный // ОКО планеты: официальный сайт. – 2019. – URL: <https://oko-planet.su/phenomen/phenomenday/303903-gudbay-kaliforniya.html>. – Загл. с экрана.

© А. В. Дубровский, 2022