

*А. В. Дубровский¹**

Элементы геоинформационного моделирования трансграничных зон экологического вреда

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

Аннотация. В статье рассматривается определение понятия «зона экологического вреда». Обосновывается актуальность исследования зон накопления экологического вреда на трансграничных территориях, так как они могут оказывать негативное влияние на экологическое состояние территории соседнего государства. Для исследования трансграничных зон накопления экологического вреда выполнена систематизация и дана характеристика воздействий техногенно-индуцированных процессов на земельные ресурсы, а также составлена классификация и характеристика факторов, влияющих на увеличение площади зоны накопления экологического вреда. Приведен перечень элементов системы геоинформационного моделирования трансграничных зон экологического вреда. Сделан вывод о необходимости создания экспертной системы комплексного мониторинга состояния земельных ресурсов трансграничных территорий.

Ключевые слова: геоинформационное моделирование, трансграничные территории, экологический вред, техногенно-индуцированные процессы, земельные ресурсы

*A. V. Dubrovsky¹**

Elements of geoinformation modeling of transboundary environmental harm zones

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

Abstract: The article defines the concept of "environmental harm zone". The relevance of the study of zones of accumulation of environmental harm in transboundary territories is substantiated. Zones of accumulation of environmental damage can have a negative impact on the ecological condition of the territory of a neighboring state. To study the transboundary zones of accumulation of environmental harm, the systematization of the effects of technogenically induced processes on land resources was carried out. The article presents a classification of factors affecting the increase in the area of the zone of accumulation of environmental damage. The characteristics of the elements of the geoinformation modeling system of transboundary environmental harm zones are given. It is concluded that it is necessary to create an expert system for integrated monitoring of the state of land resources of transboundary territories.

Keywords: geoinformation modeling, transboundary territories, environmental damage, technogenically induced processes, land resources

Введение

Зоны экологического вреда – это территории, где в результате хозяйственной деятельности или иных техногенно-индуцированных процессов произошло

значительное загрязнение окружающей среды [1]. Эти зоны представляют серьезную угрозу для здоровья людей и состояния экосистем.

Основными источниками накопленного вреда являются промышленные предприятия, энергетические объекты, горнодобывающие производства, свалки отходов и военные объекты. Характерными признаками таких зон являются превышение концентрации вредных веществ в почве, воде и воздухе, деградация земель, водных объектов и растительности. В этих зонах часто можно обнаружить стойкие органические загрязнители, тяжелые металлы, радиоактивные вещества и другие токсичные вещества [2].

Загрязнение может быть связано как с функционированием промышленного объекта, так и с деятельностью, которая привела к накоплению вреда в прошлом. Существуют зоны локального и регионального масштаба в зависимости от площади воздействия. Наибольшую опасность представляют зоны, расположенные вблизи населенных пунктов, а также на трансграничных территориях. Выявление, инвентаризация и оценка риска таких зон являются важными задачами для государства [3].

Методы и материалы

Для исследования элементов геоинформационного моделирования трансграничных зон экологического вреда используются методы анализа и синтеза информации из различных источников; методы сбора, систематизации и обработки пространственных данных, геоинформационное картографирование и пространственное моделирование, геоэкологический анализ и оценка воздействия на окружающую среду, математическое и статистическое моделирование природных и техногенных процессов, методы дистанционного зондирования Земли и геоаналитики, экспертные оценки и сценарное прогнозирование.

Также могут быть применены следующие базы данных: данные Единого государственного реестра недвижимости, данные государственного экологического мониторинга, материалы геологических, гидрометеорологических и иных профильных служб, отчеты и аналитика международных организаций и исследовательских центров, публикации в научной литературе по тематике трансграничной экологии, нормативно-правовые акты и стратегические документы в сфере природопользования, открытые данные информационно-справочных геосервисов и социальных сетей, картографические материалы, космические и аэрофотоснимки. Отдельно могут быть использованы категории объектов по накопленному экологическому вреду окружающей среде, а также данные государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде [4, 5],

Результаты

Техногенно-индуцированные процессы (ТИП) – это изменения в окружающей среде, вызванные деятельностью человека и созданными им техническими системами. ТИП могут оказывать различное влияние на состояние экосистем. Это влияние может ранжироваться от слабо положительного (или отрицательного), до критически негативного (катастрофического). В некоторых случаях

возможен и сильно положительный эффект, например, когда наблюдается значительное улучшение экосистем при применении биологических методов рекультивации загрязненных земель [6, 7].

Основные характеристики техногенно-индуцированных процессов, на примере их воздействия на земельные ресурсы, систематизировано, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики воздействия техногенно-индуцированных процессов на земельные ресурсы

№	Характеристика техногенного воздействия	Спецификация характеристики техногенного воздействия
1	Источник	Промышленная, строительная, сельскохозяйственная и другие виды хозяйственной деятельности
		Строительство, производство и эксплуатация технических сооружений, машин, оборудования
2	Вид	Загрязнение воздуха, воды, почв вредными веществами
		Изъятие и перераспределение природных ресурсов
		Трансформация и нарушение естественных ландшафтов
		Нарушение геологических процессов и равновесия экосистем
3	Признак	Загрязнение земель
		Подтопление и заболачивание территорий
		Деградация и эрозия почв
		Засоление и опустынивание земель
		Загрязнение подземных вод и их истощение
		Локальное изменение климата
4	Последствия	Ухудшение качества окружающей среды
		Снижение продуктивности природных ресурсов
		Угроза здоровью и благосостоянию населения
		Нарушение устойчивости экосистем

Зоны накопления экологического вреда образуются в результате воздействия техногенно-индуцированных процессов на земельные ресурсы. В пределах таких зон происходит аккумуляция токсичных элементов, снижение плодородия и утрата способности почв к самовосстановлению. Зоны накопления экологического вреда формируются, как правило, вокруг крупных промышленных центров, добывающих производств, полигонов отходов. Они характеризуются ухудшением качества почв, водных объектов, атмосферного воздуха и, в целом, снижением экологической комфортности территорий. Для предотвращения дальнейшего развития зон накопления экологического вреда необходимы комплексные мероприятия по рекультивации нарушенных земель, снижению техногенной нагрузки, повышению экологической ответственности землепользователей. Особое внимание должно быть уделено мониторингу состояния почв и земельных

ресурсов в потенциально опасных зонах, своевременному выявлению и устранению очагов загрязнения и деградации [8].

Увеличение площади зоны накопления экологического вреда может быть вызвано различными факторами, как естественными, так и антропогенными. Классификация факторов и их характеристика представлены в табл. 2.

Таблица 2

Классификация и характеристика факторов, влияющих на увеличение площади зоны накопления экологического вреда

Факторы	Характеристика	Спецификация характеристики фактора
Антропогенные факторы	Загрязнение окружающей среды	Выбросы промышленных предприятий
		Увеличение площади складирования и объемов загрязняющих веществ
		Неправильная утилизация или хранение отходов
	Хозяйственная деятельность	Вырубка лесов
		Изменение водного режима территории
		Строительство новых объектов
Природные факторы	Стихийные бедствия	Разработка месторождений полезных ископаемых
		Землетрясения, вулканические извержения, цунами, наводнения, ураганы, пожары
		Повышение температуры, изменение количества осадков, увеличение частоты экстремальных погодных явлений
	Геологические процессы	Геодинамические события, просадки, деформации земной поверхности, оползни

Увеличение площади зоны накопления экологического вреда часто является результатом нескольких взаимосвязанных факторов, как естественных, так и антропогенных. Для решения этой проблемы необходимо применять комплексный подход, включающий в себя разработку и внедрение экологических стандартов, установление экологических лимитов, создание систем мониторинга и контроля за окружающей средой, проведение экологического просвещения населения, а также поощрение экологически ответственного поведения. Все перечисленные мероприятия выполняются с применением информационного обеспечения, в том числе полученного в результате проведения геоанализа и геомоделирования [9].

Геоинформационное моделирование трансграничных зон экологического вреда включает следующие элементы.

Пространственные базы данных:

- цифровые карты и цифровые модели местности;
- данные дистанционного зондирования Земли;

– тематические базы данных организаций и ведомств (Росреестр, Минприроды, Минсельхоз, Роспотребнадзор и т.д.), статистические показатели социально-экономического развития регионов;

– информация о состоянии компонентов окружающей среды (система государственного экологического мониторинга), данные о трансграничном перемещении загрязняющих веществ и отходов;

– «большие» данные, данные информационно-справочных геосервисов, сведения из открытых источников (СМИ, социальные сети, открытые базы данных).

Геопространственный анализ:

– оценка пространственной структуры и конфигурации зон загрязнения;

– моделирование распространения загрязняющих веществ в различных природных средах;

– прогнозирование изменений состояния окружающей среды под влиянием трансграничных факторов.

Картографическое моделирование:

– создание тематических карт уровней загрязнения, зон экологического риска;

– визуализация пространственных взаимосвязей между источниками, путями миграции и реципиентами экологического загрязнения;

– разработка сценариев оптимизации природопользования в приграничных районах (включая генеральные планы населенных пунктов и мастер-планы развития трансграничных зон и территорий);

Пространственно-временной анализ:

– мониторинг динамики изменения состояния окружающей среды во времени;

– выявление тенденций, циклических и сезонных закономерностей в загрязнении;

– оценка эффективности природоохранных мероприятий в трансграничном контексте на различные временные периоды.

Поддержка принятия решений:

– создание геоинформационных систем для комплексного экологического менеджмента;

– разработка пространственно-распределенных моделей управления рисками;

– оптимизация природоохранных мероприятий с учетом трансграничного характера проблем;

– информация о нормативно-правовом регулировании в природоохранной сфере.

Использование возможностей геоинформационного моделирования позволяет повысить обоснованность и эффективность природоохранных решений в трансграничных зонах экологического вреда.

Обсуждение

Важнейшая задача государственной политики в области охраны окружающей среды и экологической безопасности – ликвидация зон накопленного экологического ущерба. Для этого необходимо разработать и реализовать комплексную программу, которая будет включать в себя выявление, оценку риска и постепенную ликвидацию всех опасных территорий на территории страны.

Первым шагом должно стать проведение инвентаризации зон с привлечением специалистов разных направлений – экологов, геологов, почвоведов, токсикологов и других. Это позволит определить масштабы загрязнения, источники опасных веществ, виды загрязнений и степень риска для населения и окружающей среды.

На основе полученных данных необходимо провести ранжирование выявленных зон по приоритетности работ. В первую очередь внимание следует уделить территориям вблизи населённых пунктов, источников питьевого водоснабжения и особо охраняемых природных территорий.

Для каждого объекта необходимо разработать детальный проект ликвидации накопленного вреда с применением современных научно-обоснованных технологий очистки и рекультивации земель. Важно предусмотреть меры по предотвращению дальнейшего загрязнения на этапе проведения работ.

Финансирование программы ликвидации зон должно осуществляться из разных источников – федерального и региональных бюджетов, внебюджетных экологических фондов, средств компаний-природопользователей. Необходимо также привлекать частных инвесторов с помощью налоговых и иных льгот.

После ликвидации накопленного вреда на территории должен быть организован мониторинг окружающей среды для контроля остаточных концентраций вредных веществ. Восстановленные земли можно вовлекать в лесное или сельскохозяйственное использование [10].

Заключение

Описание технологии применения элементов геоинформационного моделирования зон экологического вреда для цели мониторинга трансграничных пространственных структур является высоко актуальной задачей, как с позиции экологического благополучия территории, так и с учетом минимизации политических рисков и конфликтов между соседними государствами. Приведенные в статье характеристики воздействия техногенно-индуцированных процессов на земельные ресурсы, а также классификация и характеристика факторов, влияющих на увеличение площади зоны накопления экологического вреда являются структурными элементами базы геоданных для построения экспертной системы комплексного мониторинга состояния земельных ресурсов трансграничных территорий, отслеживания динамики развития негативных техногенно-индуцированных процессов, выявления источников и путей распространения загрязняющих веществ, оценки уровней экологического риска и ущерба для различных компонентов окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Дубровский А.В. К вопросу образования трансграничных зон накопления экологического вреда. Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVIII Междунар. науч. конгр., 18–20 мая 022 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3 : Междунар. науч.конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – 209 с. – ISSN 2618-981X. –Текст : непосредственный. – DOI 10.33764/2618-981X-2022-3. DOI 10.33764/2618-981X-2022-3-116-123.

2 Кодолова, А. В. Правовое регулирование рационального использования и охраны трансграничных вод в СНГ: международный и внутригосударственный аспекты / А. В. Кодолова // Евразийский юридический журнал. – 2014. – № 4(71). – С. 60–64. – Текст : непосредственный.

3 Дубровский А.В. Оценочные признаки эффективности землепользования трансграничных территорий // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 3 : Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. – 81–87 с. 0 – Текст : непосредственный. – DOI 10.33764/2618-981X-2023-3-81-87.

4 Об утверждении критериев и срока категорирования объектов, накопленный вред окружающей среде на которых подлежит ликвидации в первоочередном порядке. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 августа 2017 г. № 435. – Текст: электронный // Гарант: официальный сайт. – 2024. – URL: <https://base.garant.ru/71760040/> (дата обращения 06.02.2024).

5 Об утверждении Правил ведения государственного реестра объектов накопленного вреда окружающей среде. Постановление правительства РФ от 13 апреля 2017 г. № 445. – Текст: электронный // Правительство России: официальный сайт. – 2024. – URL: <http://government.ru/docs/all/111178/> (дата обращения 27.01.2024).

6 Концепция обращения с твердыми бытовыми отходами в Российской Федерации, утвержденная постановлением коллегии Госстроя России от 22 декабря 1999 года №17. – Текст: электронный // Консультант плюс: официальный сайт. – 2024. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=345232#2flGdqSyKLQTnFjP> (дата обращения 25.01.2024).

7 Методические рекомендации о порядке разработки генеральных схем очистки территорий населенных пунктов Российской Федерации: МДК 7-01.2003: утв. Постановлением Госстроя России 21 авг. 2003 г. № 152: ввод в действие с 2003 г. – Текст: электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: официальный сайт. – 2023. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200034046> (дата обращения 23.11.2023).

8 Об утверждении Правил организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде. Постановление Правительства РФ от 4 мая 2018 г. N 542. – Текст: электронный // Гарант: официальный сайт. – 2024. – URL: <https://base.garant.ru/71936836/> (дата обращения 06.02.2024).

9 Дубровский А. В. К вопросу о разработке параметров эффективности кадастровой системы // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Вып. 6 (26). – С. 129-139. – DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-6-129-139. – Текст : непосредственный.

10 О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию. Указ Президента РФ от 1 апреля 1996 г. № 440. – Текст: электронный// Консультант плюс: официальный сайт. – 2024. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=233558#O4HLdqS0WkzobNZC1> (дата обращения 16.01.2024).

© А. В. Дубровский, 2024