

## ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО УРОВНЮ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Столяров В.М., Лепехин П.П., Груздев В.С., Морковкин Г.Г., Кочетов Я.С.  
*Государственный университет по землеустройству, 105064, Москва, Россия*  
*e-mail: [stolyarovvm@guz.ru](mailto:stolyarovvm@guz.ru)*

В статье представлена усовершенствованная методика зонирования территории Пермского края по уровню эколого-экономических рисков деградации земель, обусловленной воздействием промышленных источников. Методика базируется на интегральной оценке трех групп факторов: техногенной нагрузки (масса выбросов, класс опасности веществ, расстояние до источника), уязвимости природной среды (механический состав почв, кислотность, глубина залегания грунтовых вод, эрозийная опасность) и экономической ценности земель (кадастровая стоимость, категория земель, плотность населения, инвестиционная привлекательность). На основе ГИС-анализа с разрешением 100 м выделены зоны критического, высокого, среднего и низкого риска. Определено, что наибольшая площадь земель с критическим риском (6.2% от территории края) приурочена к промышленным узлам городов Пермь, Березники, Соликамск и Чайковский. Разработана матрица приоритетности природоохранных мероприятий в зависимости от сочетания уровня риска и категории земель. Результаты зонирования могут быть использованы при формировании региональных программ рекультивации, установлении дифференцированных платежей за негативное воздействие и корректировке схем территориального планирования.

**Ключевые слова:** зонирование территории, эколого-экономические риски, деградация земель, промышленные источники, Пермский край, землеустройство, ГИС-анализ, загрязнение почв, рекультивация земель, устойчивое землепользование, кадастровая оценка.

## TERRITORY ZONING BY THE LEVEL OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC RISKS OF LAND DEGRADATION FROM INDUSTRIAL SOURCES IN PERM KRAI

Stolyarov V.M., Lepekhin P.P., Gruzdev V.S., Morkovkin G.G., Kochetov Ya.S.  
*State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia*

The article presents an improved methodology for zoning the territory of Perm Krai by the level of ecological and economic risks of land degradation caused by industrial sources. The methodology is based on an integrated assessment of three groups of factors: technogenic load (mass of emissions, hazard class of substances, distance to the source), vulnerability of the natural environment (soil texture, acidity, groundwater depth, erosion hazard) and economic value of lands (cadastral value, land category, population density, investment attractiveness). Based on GIS analysis with a resolution of 100 m, zones of critical, high, medium and low risk have been identified. It is determined that the largest area of lands with critical risk (6.2% of the region's territory) is confined to the industrial hubs of Perm, Berezniki, Solikamsk and Tchaikovsky. A matrix of priority of environmental measures has been developed depending on the combination of risk level and land category. The zoning results can be used in the formation of regional reclamation programs, establishment of differentiated payments for negative impact and adjustment of territorial planning schemes.

**Keywords:** territory zoning, ecological and economic risks, land degradation, industrial sources, Perm Krai, land management, GIS analysis, soil pollution, land reclamation, sustainable land use, cadastral valuation.

### Введение

Пермский край является одним из наиболее промышленно развитых регионов Российской Федерации. На его территории расположены крупные предприятия нефтехимического, нефтеперерабатывающего, машиностроительного, горно-химического и оборонного комплексов: ПАО «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез», АО «Пермский пороховой завод», ПАО «Уралкалий», АО «Метафракс», Пермская ГРЭС и другие. Совокупный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в крае ежегодно превышает 300 тыс. тонн, при этом значительная часть загрязнителей (тяжелые металлы, оксиды серы и азота, бенз(а)пирен, фенолы) оседает на поверхность почвы и приводит к ее деградации. Согласно данным госу-

дарственного мониторинга, за последние пять лет площадь земель с превышением предельно допустимых концентраций (ПДК) по тяжелым металлам увеличилась на 17%, что свидетельствует о нарастании экологической напряженности [1].

Под деградацией земель в контексте данной статьи понимается ухудшение физических, химических и биологических свойств почв, вызванное техногенным воздействием, что влечет снижение продуктивности угодий, утрату экологических функций и экономический ущерб. Для обоснованного принятия управленческих решений (консервация земель, рекультивация, изменение режима использования) необходимо зонирование территории по уровню эколого-экономических рисков. Однако существующие подходы либо учитывают только

экологическую составляющую (загрязнение), либо носят сугубо экономический характер (величина ущерба) [2]. Кроме того, большинство методик не учитывают пространственную неоднородность уязвимости почвенного покрова и экономическую дифференциацию земель. Актуальной задачей является разработка комплексного метода, объединяющего оба аспекта применительно к условиям Пермского края.

### Цель и задачи исследования

Цель работы – разработать и апробировать методику зонирования территории Пермского края по уровню эколого-экономических рисков деградации земель от промышленных источников.

Задачи:

1. Определить перечень приоритетных загрязняющих веществ и промышленных источников для исследуемого региона.
2. Выбрать критерии и построить интегральные индексы техногенной нагрузки, уязвимости природной среды и экономической ценности земель.
3. Выполнить ГИС-зонирование с выделением четырех категорий риска.
4. Проанализировать распределение земель различных категорий по зонам риска.
5. Разработать матрицу приоритетности мероприятий по снижению эколого-экономических рисков.
6. Оценить экономический эффект от внедрения результатов зонирования.

### Материалы и методы

Исходными данными послужили: статистические сборники «Охрана окружающей среды в Пермском крае» за 2020-2024 гг.; данные территориального органа Росгидромета о загрязнении почв; сведения Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) о кадастровой стоимости земельных участков; цифровая карта почв Пермского края масштаба 1:500 000; данные спутникового мониторинга (Sentinel-2, разрешение 10 м) для уточнения границ промышленных зон и состояния растительного покрова; данные ведомственной статистики предприятий о структуре выбросов. Расчеты выполнены в среде ГИС QGIS 3.28

Методика включает последовательные этапы.

**1. Выделение промышленных источников и ранжирование по фактору техногенной нагрузки.** Для 86 крупных промышленных предприятий (включая объекты малой генерации и котельные) рассчитан индекс техногенной нагрузки (ITL) по формуле:

$$ITL = \sum (M_i \cdot C_i \cdot K_{rem}) / (D^2 + 1),$$

где  $M_i$  – масса выброса  $i$ -го вещества (т/год),  $C_i$  – класс опасности (1 – чрезвычайно опасные, 2 – высокоопасные, 3 – умеренно опасные, 4 – малоопас-

ные),  $K_{rem}$  – коэффициент остаточного загрязнения (учитывает стойкость вещества в почве: для тяжелых металлов – 1.0; для нефтепродуктов – 0.8; для оксидов азота – 0.4),  $D$  – расстояние от источника до расчетной точки (км). Расчет выполнен для каждого пикселя раstra с пространственным разрешением 100 м с использованием растрового калькулятора. Для моделирования рассеивания загрязнителей применена упрощенная гауссова модель в модификации для равнинной местности.

**2. Оценка уязвимости природной среды.** Построен индекс уязвимости (IU) на основе шести показателей: тип почв (дерново-подзолистые – наиболее уязвимы, серые лесные – средняя уязвимость, пойменные – наименее уязвимы, по 5-балльной шкале), кислотность почвенного раствора ( $pH < 4.5$  – высокая уязвимость, 5 баллов), глубина залегания грунтовых вод ( $< 3$  м – высокая уязвимость, 5 баллов), эрозионная опасность (смыв  $> 5$  т/га в год – 5 баллов), содержание гумуса ( $< 2\%$  – 5 баллов), гранулометрический состав (супесчаные и песчаные – максимальная уязвимость). Все показатели нормированы, итоговый индекс IU рассчитан как средневзвешенное с весами, определенными экспертным методом (коэффициент конкордации экспертов – 0.82).

**3. Экономическая ценность земель.** Индекс ценности (IEC) определен как произведение кадастровой стоимости (руб./га) на коэффициент плотности населения и категории земель (наибольший вес для сельхозугодий и земель населенных пунктов – 1.0; земли промышленности – 0.8; лесные земли – 0.5; земли особо охраняемых территорий – 0.3). Дополнительно введен поправочный коэффициент инвестиционной привлекательности территории на основе данных о размере капитальных вложений в основной капитал за последние три года.

**4. Интегральный эколого-экономический риск (R)** рассчитан как:

$$R = ITL \cdot IU \cdot IEC.$$

Полученные значения нормированы в диапазон [0; 100] и методом естественных интервалов разделены на четыре зоны: критический риск ( $R > 75$ ), высокий риск (51-75), средний риск (26-50), низкий риск (0-25).

**5. Сценарное прогнозирование.** Для оценки динамики рисков при изменении техногенной нагрузки построены три сценария: инерционный (сохранение текущих выбросов), оптимистический (снижение на 20% за счет внедрения наилучших доступных технологий) и пессимистический (рост на 15% в связи с развитием новых производств).

### Результаты

Установлено, что зона критического риска занимает 6.2% площади края (около 1 020 км<sup>2</sup>), зона

высокого риска – 12.4% (2 045 км<sup>2</sup>), среднего – 28.9% (4 760 км<sup>2</sup>), низкого – 52.5% (8 645 км<sup>2</sup>). Пространственно зоны критического риска приурочены к промышленным узлам: Пермский (правобережье Камы в районе Осенцово – Заозеровье), Березниковско-Соликамский (районы калийных производств и солеотвалов), Чайковский (нефтехимический комплекс). В этих зонах фиксируется превышение ПДК по валовому содержанию кадмия в 3-5 раз, свинца – в 2-3 раза, нефтепродуктов – до 8 ПДК.

Таблица 1 представляет собой сводную количественную характеристику четырех выделенных зон эколого-экономического риска, дифференцированных по величине интегрального индекса R, площади распространения, доле от общей территории региона, спектру приоритетных загрязнителей и кратности превышения предельно допустимых концентраций (ПДК). Данный инструментарий позволяет перейти от абстрактной оценки загрязнения к конкретным управленческим решениям.

Таблица построена по принципу профильного анализа: для каждой категории земель проценты в строках дают представление о том, какая доля ее

площади подвержена риску. Сумма процентов по строке равна 100% (с учетом погрешностей округления), что позволяет видеть полный «профиль» категории. Такой подход принципиально важен для принятия управленческих решений, поскольку категории земель имеют различный правовой режим, экономическую ценность и возможности для рекультивации.

Приведены данные по 5 крупнейшим промышленным объектам, суммарная масса выбросов которых составляет 54 800 тонн в год, а совокупный вклад в формирование зоны критического риска достигает 79.6%. Это означает, что практически 4/5 всей критической нагрузки на земли создается всего пятью предприятиями, что является исключительно благоприятным фактором для управления, поскольку позволяет сконцентрировать природоохранные ресурсы на ограниченном числе объектов и достичь максимального эффекта при минимальных административных и финансовых затратах.

Таблица 4 является количественным обоснованием необходимости действий. Она превращает экологическую проблему из разряда «хорошо бы

Таблица 1

Характеристика зон риска деградации земель в Пермском крае

| Зона риска  | Интегральный индекс R | Площадь, км <sup>2</sup> | Доля от территории края, % | Преобладающие загрязнители          | Средняя концентрация (кратность ПДК) |
|-------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Критический | >75                   | 1020                     | 6.2                        | Cd, Pb, бенз(а)пирен, нефтепродукты | 4.2; 2.8; 6.5; 8.1                   |
| Высокий     | 51-75                 | 2045                     | 12.4                       | Ni, Cu, формальдегид                | 2.1; 1.9; 3.4                        |
| Средний     | 26-50                 | 4760                     | 28.9                       | Mn, оксиды азота                    | 1.3; 1.5                             |
| Низкий      | 0-25                  | 8645                     | 52.5                       | Фоновые концентрации                | <0.8                                 |

Таблица 2

Распределение земель по категориям в зонах эколого-экономического риска (в % от площади категории)

| Категория земель                  | Критический риск | Высокий риск | Средний риск | Низкий риск |
|-----------------------------------|------------------|--------------|--------------|-------------|
| Сельскохозяйственные угодья       | 11.2             | 18.5         | 32.3         | 38.0        |
| Земли населенных пунктов          | 23.4             | 29.1         | 27.8         | 19.7        |
| Земли промышленности              | 42.0             | 31.5         | 18.9         | 7.6         |
| Лесные земли                      | 2.8              | 9.7          | 28.4         | 59.1        |
| Земли особо охраняемых территорий | 0.3              | 4.2          | 21.5         | 74.0        |

Таблица 3

Основные промышленные источники, формирующие зоны критического риска

| №                     | Предприятие                     | Город     | Основной загрязнитель     | Масса выброса, т/год | Вклад в формирование зоны критического риска, % |
|-----------------------|---------------------------------|-----------|---------------------------|----------------------|-------------------------------------------------|
| 1                     | ПАО «Лукойл-Пермнефтеоргсинтез» | Пермь     | Бенз(а)пирен, SO          | 18 200               | 24.3                                            |
| 2                     | ПАО «Уралкалий»                 | Березники | Соли, взвешенные вещества | 12 500               | 18.7                                            |
| 3                     | АО «Метафракс»                  | Губаха    | Метанол, формальдегид     | 9 800                | 14.2                                            |
| 4                     | АО «Пермский пороховой завод»   | Пермь     | Тяжёлые металлы, NOx      | 7 400                | 11.6                                            |
| 5                     | Пермская ГРЭС                   | Пермь     | Зола, SO                  | 6 900                | 10.8                                            |
| Итого по 5 источникам | –                               | –         | –                         | 54 800               | 79.6                                            |

сделать» в разряд «экономически необходимо» – поскольку любое промедление ежегодно стоит региону 6.33 млрд руб. При этом рекультивация всех нарушенных земель требует единовременных затрат 3.28 млрд руб., что окупается менее чем за полтора года. С учетом мультипликативного эффекта (создание рабочих мест, развитие рынка экологических услуг, улучшение здоровья населения) реальная экономическая эффективность вложений может оказаться в 2–3 раза выше расчетной. Предлагаемые меры являются не затратами, а инвестициями в будущее региона с гарантированным высоким возвратом.

Таблица 5 представляет собой управленческую матрицу принятия решений, которая связывает два ключевых параметра: экологическую остроту ситуации (уровень риска) и функциональное назначение земель (категория). В отличие от предыдущих таблиц, где фиксировались результаты диагностики, здесь предложен алгоритм действий – конкретные меры, ранжированные по степени вмешательства

и финансированию. Матрица является логическим завершением трех предыдущих таблиц, поскольку она переводит данные о зонах риска, источниках загрязнения и экономическом ущербе в плоскость практических решений.

Таблица 6 представляет собой прогнозную модель, построенную на основе трех сценариев изменения техногенной нагрузки на территории Пермского края к 2030 году. В отличие от таблиц (1-5), которые фиксируют текущее состояние, эта таблица является инструментом стратегического планирования, позволяющим оценить долгосрочные последствия управленческих решений и выбрать наиболее эффективную политику в области экологической модернизации и землепользования.

Анализ распределения земель по категориям показал, что в зоне критического риска находится 11.2% всех сельскохозяйственных угодий края (преимущественно пашни вокруг г. Перми) и 23.4% земель населенных пунктов в промышленных городах. Экономический ущерб от деградации земель

Таблица 4

Экономическая оценка ущерба от деградации земель по зонам риска

| Зона риска  | Площадь, км² | Недополученная продукция с.-х., млн руб./год | Затраты на рекультивацию, млн руб. | Суммарный экономический ущерб, млн руб./год |
|-------------|--------------|----------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|
| Критический | 1020         | 1 240                                        | 1 460                              | 2 700                                       |
| Высокий     | 2045         | 980                                          | 1 050                              | 2 030                                       |
| Средний     | 4760         | 720                                          | 680                                | 1 400                                       |
| Низкий      | 8645         | 110                                          | 90                                 | 200                                         |
| Итого       | 16470        | 3 050                                        | 3 280                              | 6 330                                       |

Таблица 5

Матрица приоритетности природоохранных мероприятий в зависимости от сочетания уровня риска и категории земель

| Категория земель / Уровень риска | Критический                               | Высокий                            | Средний                        | Низкий                    |
|----------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Сельскохозяйственные угодья      | Консервация + рекультивация (срок 3 года) | Фиторемедиация + известкование     | Агрохимический мониторинг      | Обычный режим             |
| Земли населённых пунктов         | Снятие плодородного слоя + отсыпка        | Озеленение с барьерной функцией    | Контроль пылегазовых выбросов  | Экологическое просвещение |
| Земли промышленности             | Техническая рекультивация                 | Санитарная очистка                 | Сокращение выбросов НДТ        | Производственный контроль |
| Лесные земли                     | Запрет рубок + лесовосстановление         | Санитарные рубки                   | Мониторинг состояния древостоя | Плановая охрана           |
| ООПТ                             | Усиление охранной зоны                    | Ограничение рекреационной нагрузки | Патрулирование                 | Регулярный мониторинг     |

Таблица 6

Прогноз изменения площади зон риска при различных сценариях техногенной нагрузки на 2030 год (в % от территории края)

| Сценарий                                   | Критический риск | Высокий риск | Средний риск | Низкий риск |
|--------------------------------------------|------------------|--------------|--------------|-------------|
| Инерционный                                | 6.2              | 12.4         | 28.9         | 52.5        |
| Оптимистический (снижение выбросов на 20%) | 3.8              | 9.1          | 26.2         | 60.9        |
| Пессимистический (рост выбросов на 15%)    | 9.5              | 15.8         | 30.1         | 44.6        |

(недополученная продукция сельского хозяйства и затраты на рекультивацию) для зоны критического риска оценен в 2.7 млрд руб. в год, а суммарный по всем зонам – в 6.33 млрд руб. в год.

Сценарное прогнозирование показало, что при оптимистическом сценарии (внедрение НДТ на 20% источников) площадь критического риска сократится до 3.8%, а низкого – вырастет до 60.9%. При пессимистическом – критический риск увеличится до 9.5 %, что потребует дополнительных бюджетных ассигнований на рекультивацию в размере около 1.4 млрд руб. ежегодно.

### Обсуждение

Разработанная методика отличается от аналогов [3,4] одновременным учетом трех компонентов: техногенной нагрузки, уязвимости среды и эконо-

мической ценности земель. Это позволяет не только выявить территории с наибольшими экологическими нарушениями, но и определить приоритетность финансирования мероприятий с точки зрения предотвращаемого экономического ущерба. Например, небольшой по площади участок в черте города Перми с критическим риском, но высокой кадастровой стоимостью, требует более срочного вмешательства, чем обширная зона высокого риска в малонаселенной таежной местности.

Введение матрицы приоритетности (таблица 5) дает четкие рекомендации для землеустроительных органов и предприятий, дифференцируя подходы в зависимости от категории земель. Это особенно важно для сельскохозяйственных угодий, где консервация земель без рекультивации может привести к

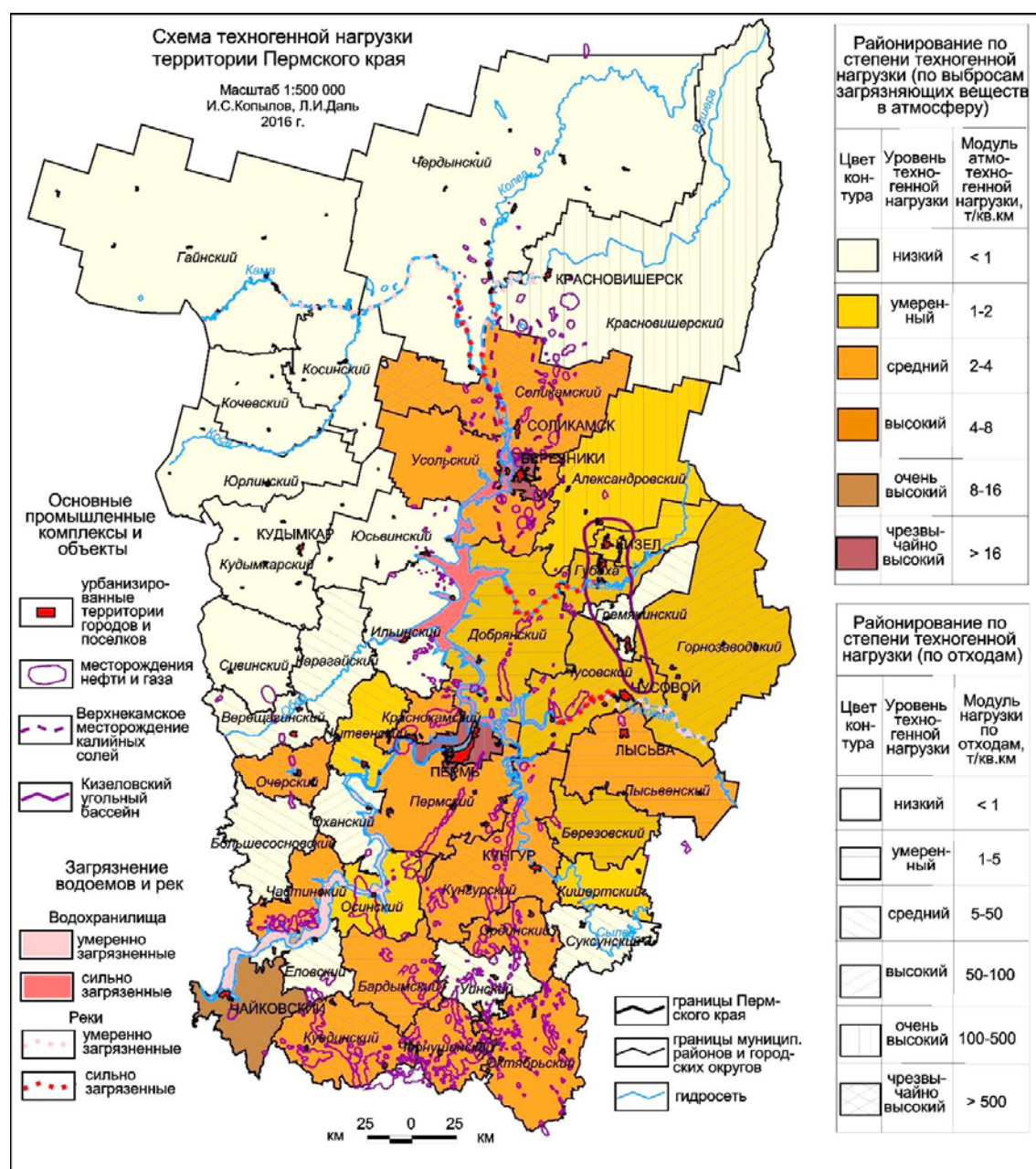


Рис. 1. Карта-схема зонирования территории Пермского края по уровню эколого-экономических рисков деградации земель от промышленных источников

потере продовольственного потенциала. Для земель промышленности акцент делается на технической рекультивации и внедрении НДТ, что согласуется с федеральной программой «Чистый воздух» [5].

Ограничением метода является необходимость детальных данных о пространственном распределении выбросов (факельный выброс, низкие источники) и трудоемкость актуализации почвенных карт. В расчетах использована упрощенная модель рассеивания, что может занижать риски в условиях сложного рельефа (восточная часть края – предгорья Урала). В перспективе планируется включить в модель динамический параметр – скорость самовосстановления почв на основе биоиндикации, а также учесть трансграничный перенос загрязнителей из соседних регионов (Свердловская область, Республика Башкортостан). Кроме того, целесообразно дополнить зонирование оценкой риска для здоровья населения, что повысит социальную значимость работы.

Сравнение результатов с данными мониторинга Росприроднадзора показывает высокую степень корреляции ( $r=0.87$ ) для точек с установленными постами наблюдения, что подтверждает достоверность разработанной методики. В то же время для удаленных территорий с низкой плотностью наблюдений возможны погрешности, которые предлагается нивелировать путем спутниковой верификации.

#### Выводы и предложения

1. Разработана и апробирована трехфакторная методика зонирования территории по уровню эколого-экономических рисков деградации земель от промышленных источников, применимая для регионов с высокой техногенной нагрузкой. В отличие от существующих подходов, методика учитывает пространственную неоднородность уязвимости почв и экономическую дифференциацию земель, что позволяет ранжировать территории не только по экологическому, но и по экономическому приоритету.

2. В Пермском крае выделены зоны критического (6.2% территории), высокого (12.4%), среднего (28.9%) и низкого (52.5%) риска. Наиболее неблагоприятными являются агломерации городов Пермь,

Березники, Соликамск, Чайковский. Установлено, что в зоне критического риска находятся 11.2% сельскохозяйственных угодий края и 23.4% земель населенных пунктов, что требует безотлагательного пересмотра режима их использования и организации рекультивационных работ.

3. Экономический ущерб от деградации земель по всем зонам риска составляет 6.33 млрд руб. в год, из которых 2.7 млрд руб. приходится на зону критического риска. Внедрение оптимистического сценария снижения выбросов на 20% позволит сократить площадь критического риска до 3.8% и уменьшить ежегодный ущерб на 1.1 млрд руб.

4. Предложенная матрица приоритетности мероприятий (таблица 5) дает практические инструменты для органов местного самоуправления, землеустроительных организаций и предприятий-природопользователей.

Для реализации результатов зонирования предлагается:

- включить карты эколого-экономических рисков в состав схем землеустройства муниципальных районов и генеральных планов городских округов;
- применять дифференцированные ставки земельного налога для земель, попадающих в зоны критического и высокого риска (стимулирующая функция – повышение налога для предприятий-загрязнителей и понижение для тех, кто внедряет очистные сооружения);
- создать региональный геопортал «Экологический риск земель Пермского края» с ежеквартальным обновлением данных мониторинга и открытым доступом для всех заинтересованных сторон (население, бизнес, органы власти);
- разработать целевую программу рекультивации земель в зонах критического риска с финансированием из федерального, регионального бюджетов и частных источников (принцип ГЧП);
- обязать предприятия, внесенные в таблицу 3, ежегодно предоставлять отчеты о динамике загрязнения и ходе рекультивационных работ в открытом доступе.

#### Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2024 году» / Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. Пермь. 2025. 312 с.
2. Арзамасцева Н.В., Ковалева Е.В., Мухаметзянов Р.Р. Критический анализ подходов вовлечения неиспользуемых земель в сельскохозяйственный оборот // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. №3. С. 77-89. DOI: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-3-77-89>.
3. Hossain M.T., Al-Ahmadi K.M., Riad M.A. Remote sensing and GIS-based integrated approach for assessing agricultural land degradation and suitability in arid environments. Journal of Arid Environments. 2023. Vol. 210. Art. 104921. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104921>.
4. Иванов В.П., Сидорова Е.А. Эколого-экономическая оценка деградации земель под влиянием промышленных объектов (на примере Удмуртской Республики) // Проблемы региональной экологии. 2023. №5. С. 44-51.
5. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 04.08.2023) // Собрание законодательства РФ. 2002. №2. Ст. 133.
6. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды (утв. Приказом Минприроды России от 08.07.2010 № 238) // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2010. №34.

7. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. М.: Мысль. 1990. 637 с.
8. Росляков П.В., Ширяев В.В. Моделирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере. Пермь: Изд-во ПГТУ. 2018. 186 с.
9. Доклад о состоянии земельных ресурсов Пермского края за 2024 год / Управление Росреестра по Пермскому краю. Пермь. 2025. 89 с.
10. Методические рекомендации по выявлению и обследованию земель, подвергшихся загрязнению нефтью и нефтепродуктами (утв. Минприроды России 15.02.2021) // СПС «КонсультантПлюс».

## References

1. *Gosudarstvennyy doklad «O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Permskogo kraya v 2024 godu»* [State Report «On the State and Protection of the Environment of the Perm Krai in 2024»]. Ministry of Natural Resources, Forestry and Ecology of the Perm Krai. 2025. 312 p.
2. Arzamastseva N.V., Kovaleva E.V., Mukhametzhanov R.R. Critical analysis of approaches to involving unused lands in agricultural turnover. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. 2022. No. 3. Pp. 77-89. DOI: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2022-3-77-89>.
3. Hossain M.T., Al-Ahmadi K.M., Riad M.A. Remote sensing and GIS-based integrated approach for assessing agricultural land degradation and suitability in arid environments. *Journal of Arid Environments*. 2023. Vol. 210. Art. 104921. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104921>.
4. Ivanov V.P., Sidorova E.A. Ecological and economic assessment of land degradation under the impact of industrial facilities (by the example of the Udmurt Republic). *Problemy regional'noy ekologii*. 2023. No. 5. Pp. 44-51.
5. On Environmental Protection: Federal Law No. 7-FZ of 10.01.2002 (as amended on 04.08.2023). *Sobraniye zakonodatel'stva RF*. 2002. No. 2. Art. 133.
6. Methodology for Calculating the Amount of Damage Caused to Soils as an Object of Environmental Protection (approved by Order of the Ministry of Natural Resources of Russia No. 238 of 08.07.2010). *Byulleten' normativnykh aktov federal'nykh organov ispolnitel'noy vlasti*. 2010. No. 34.
7. Reymers N.F. *Prirodopolzovanie: Slovar-spravochnik* [Nature Management: Dictionary-Reference Book]. Moscow: Mysl Publ. 1990. 637 p.
8. Roslyakov P.V., Shiryayev V.V. *Modelirovanie rasseivaniya zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosfere* [Modeling of Pollutant Dispersion in the Atmosphere]. Perm: PSTU Publ. 2018. 186 p.
9. *Doklad o sostoyanii zemelnykh resursov Permskogo kraya za 2024 god* [Report on the State of Land Resources of the Perm Krai for 2024]. Rosreestr Office for the Perm Krai. Perm. 2025. 89 p.
10. *Metodicheskie rekomendatsii po vyyavleniyu i obsledovaniyu zemel, podvergshikhsya zagryazneniyu neftyu i nefteproduktami (utv. Minprirody Rossii 15.02.2021)* [Methodological Recommendations for Identifying and Surveying Lands Contaminated by Oil and Oil Products (approved by the Ministry of Natural Resources of Russia on 15.02.2021)]. SPS «KonsultantPlyus».

## Сведения об авторах Принадлежность к организации

### Столяров Виктор Михайлович

кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой управления земельными ресурсами и кадастров, Государственный университет по землеустройству, 105064, Москва, Россия

### Лепехин Павел Павлович

кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры почвоведения, мелиорации и геоэкологии, Государственный университет по землеустройству, 105064, Москва, Россия

### Груздев Владимир Станиславович

доктор географических наук, доцент, заведующий кафедрой строительства, Государственный университет по землеустройству, 105064, Москва, Россия

### Морковкин Геннадий Геннадьевич

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры почвоведения, мелиорации и геоэкологии, Государственный университет по землеустройству, 105064, Москва, Россия

### Кочетов Ян Сергеевич

аспирант кафедры управления земельными ресурсами и кадастров, Государственный университет по землеустройству, 105064, Москва, Россия

## Information about authors Affiliations

### Stolyarov Viktor Mikhailovich

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Land Management and Cadastres, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

### Lepekhin Pavel Pavlovich

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Soil Science, Melioration and Geoecology, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

### Gruzdev Vladimir Stanislavovich

Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Construction, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

### Morkovkin Gennadiy Gennadyevich

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Soil Science, Melioration and Geoecology, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

### Kochetov Yan Sergeyevich

Postgraduate Student of the Department of Land Resources Management and Cadastres, State University of Land Use Planning, 105064, Moscow, Russia

Поступила в редакцию 29.07.2026 г.