

# Техногенные минеральные образования как источник влияния на экологическую ситуацию и экономический ущерб

Моор И. А., Логвиненко О. А., Французов Б. В.

Оценка состояния экологического потенциала территории имеет важное значение при прогнозе стратегии социально-экономического развития территорий, решения вопросов размещения промышленных предприятий, обеспечения благоприятных условий среды для жизнедеятельности населения. Цель исследования – анализ и систематизация методического обеспечения оценочных процедур по выявлению территорий с кризисной и критической экологической ситуацией. Методы исследования сводятся к обобщениям, логическому анализу, сопоставлениям. В результате исследования все анализируемые методы оценки объединены в четыре группы: оценка по показателям воздействия, по показателям последствий, смешанный метод, объединяющий те и другие показатели, и расширенный метод, который предусматривает привлечение дополнительных показателей.

Выявлены наиболее приемлемые критериальные показатели в каждой из оценочных групп, которые входят в число отчетных статистических показателей. Использование различных методов представлено примерами из практической деятельности промышленных предприятий, как и взаимосвязь между ухудшением эоловой ситуации и ростом экономического ущерба.

для цитирования

Моор И. А., Логвиненко О. А., Французов Б. В. Техногенные минеральные образования как источник влияния на экологическую ситуацию и экономический ущерб // Дискуссия. – 2025. – № 9(142). – С. 132–141.

ГОСТ 7.1-2003

ключевые слова

Экологическая ситуация, методы оценки, критерии, показатели, последствия, экономический ущерб.

DOI 10.46320/2077-7639-2025-9-142-132-141

# Technogenic mineral formations as a source of influence on the ecological situation and economic damage

**Moor I.A., Logvinenko O.A., Frantsuzov B.V.**

The assessment of the state of the ecological potential of a territory has a great importance in forecasting the strategy for socio-economic development of the territories, solving the issues of the placement of industrial enterprises, and ensuring favorable conditions for the population's living environment. The aim of the research is to analyze and systematize the methodological support for assessment procedures aimed to identify areas with a crisis and critical ecological situation. The research methods boil down to generalizations, logical analysis, and comparisons. As a result of the research, all analyzed assessment methods were grouped into four categories: assessment based on impact indicators, assessment based on consequence indicators, a mixed method that combines both types of indicators, and an extended method that involves additional indicators.

The most acceptable criteria indicators in each assessment group, which are included in the set of reporting statistical indicators, have been identified. The use of various methods is demonstrated through the examples from the practical activities of industrial enterprises, as well as the relationship between the deterioration of the ecological situation and the increase in economic damage.

## FOR CITATION

Moor I.A., Logvinenko O.A., Frantsuzov B.V. Technogenic mineral formations as a source of influence on the ecological situation and economic damage. *Diskussiya [Discussion]*, 9(142), 132–141.

## APA

## KEYWORDS

*Ecological situation, assessment methods, criteria, indicators, consequences, economic damage.*

## ВВЕДЕНИЕ

О наличии экологических зон, формирующихся вокруг источников отрицательного воздействия на окружающую среду, исследователи знали давно и этот факт не подвергался сомнениям. В этой роли выступали и выступают в настоящее время техногенные минеральные образования (ТМО) – отходы горно-добычающего и связанных с ним перерабатывающих производств (отвалы, хвосты и шламохранилища). ТМО всегда

являются источниками загрязнения окружающей среды, меняется лишь степень этого воздействия. Под влиянием атмогенных потоков загрязняется воздух, а гидрогенные потоки загрязняют почву и водные системы (поверхностные и подземные воды). Основными загрязнителями являются тяжелые металлы (ТМ), содержащиеся в ТМО, которые накапливаются в организмах растений, животных и человека. ТМ представляет собой металлы с большим атомным весом, чрезвычайно

токсичные и ядовитые. К ТМ, в наибольшей степени загрязняющим атмосферу, относятся Pb, Mg, V, мышьяк. Распределение ТМ по классам опасности приведено в таблице 1.

Наличие ТМ в отвалах и хвостохранилищах обуславливает тип промышленных месторождений (таблица 2).

Чем выше содержание особо опасных ТМ в ТМО, тем больше уровень их экологической опасности. Воздействие на окружающую среду усиливается к тому же при приближении к источнику воздействия, то есть к ТМО. Реципиенты, в числе которых могут быть лесные массивы, пастбища, сенокосы и др., находящиеся в импактной зоне, испытывают наибольшую техногенную нагрузку и могут не просто изменяться, но и погибнуть (примером могут служить околоотвальные площади Карабашского месторождения). Отмечается падение продуктивности, упрощение структуры насаждений, снижение биоразнообразия по мере приближения к источникам воздействия и соответствующая смена фаз трансформации экосистем [1]. Данную закономерность подтверждают работы таких авторов как: Т. Г. Исмаилов, Д. С. Коренский, Е. П. Воробейчик, О. Ф. Садыков, М. Г. Фарафонов и др.

Чаще всего выделению подлежат 4 – 5 экологических зон: удовлетворительный уровень экологической напряженности, условно удовлетворительный (средний), неудовлетворительный, критический, катастрофический. Каждую из зон ха-

рактеризует примерно одинаковые уровни оценки воздействия, степень устойчивости ландшафтов, коэффициенты изменения экологической ценности реципиентов (при возможности ее оценки), соответственно – экономический ущерб.

Критериями выделения экологических зон служит: уровень экологической опасности воздействия, величина формирующихся последствий у реципиентов или их комплексная оценка. На основе информации о концентрации тяжелых металлов в почве или снежном покрове устанавливается экологическая опасность воздействий оцениваемых объектов для окружающей среды. Интенсивность воздействий во многом определяет величину загрязнения площади. Так, для среднего размера отвалов радиус воздействия составляет около 1 – 1,5 км, для металлургических заводов 50 – 60 км. В то же время соотношение экологических зон обычно сохраняется, и согласно исследованиям А. Н. Иванова [3], определяется как 0,1 : 0,25 : 0,5 : 1,0. В рамках территорий при наличии нескольких источников воздействия происходит перемешивание формирующихся экологических зон, в результате складывается структура земли с разной степенью нарушенности (загрязненности), что требует их дифференциации и ранжирования по степени экологической напряженности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Следует отметить, что проблеме ранжирования территории по степени экологической на-

Класс опасности ТМ

Таблица 1

Класс опасности	Химические элементы
I	Мышьяк, кадмий, селен, ртуть, свинец, цинк
II	Кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
III	Ванадий, вольфрам, марганец, стронций

Наличие тяжелых металлов

Таблица 2

Полезные ископаемые	Основные ТМ	Сопутствующие ТМ
Марганцевые	Mn	Fe
Хромовые	Cr	Pt
Сульфатные руды	Cu, Ni	Fe, Se, Au
Медно-колчеданные	Cu	Zn, Fe, Au
Медно-свинцово-цинковые	Cu, Pb, Zn	Au, Bi

Источник: составлено авторами по данным: [5].

пряженности посвящены многочисленные исследования, ряд которых относится еще к 60 – 70 гг. [5]. Более того еще в 1989 г. были разработаны комплексные методики оценки экологической ситуации в Институте географии РАН, отраженные в работах [9], которые получили широкое распространение и использование. Ранжирование территории страны по степени экологической напряженности представлено в таблице 3.

Выделение экологических зон на территории городов, сел, районов регионов относительно степени нарушенности (загрязненности), обеспечивает в дальнейшем детализацию программ социаль-

но-экономического развития территорий за счет фактического учета составления экологической ситуации. Анализ и обобщение методов оценки уровня экологической напряженности позволили объединить их в четыре группы (таблица 4):

Традиционно для ранжирования территорий используются показатели воздействия (таблица 5).

Суммарный показатель загрязнения рассчитывается по формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_i - (n - 1), \quad (1)$$

где  $Z$  – суммарный показатель содержания химических элементов;

Таблица 3

*Характеристика районов по экологической ситуации*

Характеристика экологической ситуации	Площадь (% от всей территории)
Очень низкая	17,0
Низкая	20,0
Относительно низкая	15,0
Средняя	14,0
Относительно высокая	17,0
Высокая	7,0
Очень высокая	10,0

**Источник:** составлено авторами по данным: [10].

Таблица 4

*Методы оценки уровня экологической напряженности территории*

№ группы	Группа методов оценки	Критерий ранжирования
I	Методы оценки по воздействию	Степени опасности воздействия – показателя загрязнения атмосферы водных ресурсов, почвы (индивидуальные или суммарные)
II	Методы оценки по последствиям	Величина последствий: показатели заболеваемости, инвалидности, смертности, продуктивности фауны, флоры, степень биоразнообразия и др.
III	Смешанные методы	Одновременное истолкование критериев воздействия и последствий
IV	Расширенные методы	Расширенный перечень показателей

Таблица 5

*Критерии зонирования территории*

Показатель почвы	Характер ранжирования территории
< 8	Удовлетворительное
8-32	Условно-удовлетворительное
32-128	Неудовлетворительное
>128	Кризисное

**Источник:** составлено авторами по данным: [13], [19].

$K_i$  – коэффициент концентрации загрязнения  $i$ -го химического элемента.

$$K_i = \frac{C_i}{C_{\Phi_i}}, \quad (2)$$

где  $C_i$  – содержание  $i$ -го химического элемента в оцениваемом объекте;

$C_{\Phi_i}$  – фоновое содержание  $i$ -го химического элемента;

$i$  – химический элемент ( $i = 1 \dots n$ ).

Критериями могут выступать и показатели, характеризующие отношение фактических величин загрязнения к ПДК (таблица 6).

Критериальные показатели установлены и для водных источников, питьевой воды [12], в частности информация, касающаяся химических веществ отражена в таблице 7.

Примером ранжирование территорий по степени экологической напряженности с использованием показателей загрязнения геосфер могут служить [6], [8]. Выделение территорий чрезвычайных экологических ситуаций и экологического бедствия требует обращения к последствиям, формируемым у животного мира и растительности, что имеет место в работах исследователей [2], [23]. Извлечение из таблицы 5.1 [12] приведенное в та-

блице 8, характеризует изменения в растительном сообществе на территориях с разной экологической ситуацией.

В целом этапы трансформации экосистем в условиях изменения экологической ситуации имеют вид:

- угнетение видов;
- выделение чувственных видов;
- структурная перестройка экосистем;
- разрушение экосистем.

Встречается и иное определение этапов трансформации: начальное разрушение экосистем, частичное разрушение, сильное разрушение и полное разрушение [15]. С ухудшением экологической ситуации снижается биоразнообразие, падает продуктивность, происходит усыхание хвои, меняется цвет хвои и листьев. Критериальными показателями могут выступать также: почвенный состав лесных насаждений, урожайность сельскохозяйственных культур, стерильность пыльцы и др. Основой ранжирования территории по степени экологической напряженности могут служить и последствия отрицательного воздействия на здоровье населения. Наиболее информативной группой при этом выступают дети, беременные женщины и люди с хроническими

Таблица 6  
Характеристика загрязненных территорий в зависимости от превышения ПДК

Степень экологической напряженности	Класс опасности химических веществ	
	I (Pb, Zn)	II (Cu, Ni, Fe)
удовлетворительная	до 1	до 1
условно-удовлетворительная	1 - 2	1 - 5
неудовлетворительная	2-3	5-10
критическая	>3	>10

Таблица 7

Критериальные показатели загрязнения водных источников и питьевой воды химическими веществами (превышение ПДК)

Показатели	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Относительно удовлетворённая
Основные показатели – содержание ТМ I класс опасности	>3	2-3	В пределах ПДК
– содержание ТМ II класс опасности	>10	5-10	В пределах ПДК
Дополнительные показатели – содержание ТМ III-IV класс опасности	>15	10-15	В пределах ПДК

Примечание. Учету подлежат также дополнительные показатели, которые отражают физико-химические и органо-липтические характеристики.

Источник: составлено авторами по данным: [12].

*Изменения в растительном сообществе*

*Таблица 8*

Показатели	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Относительно удовлетворительная
Уменьшение биоразнообразия (в% от нормы)	>50	25-50	менее 10
Площадь коренных насаждений (в % от общей площади)	менее 5	менее 30	более 80
Лесистость (в % от оптимальной)	менее 10	менее 30	более 90
Поражение хвойных пород, поражение хвои в %	более 50	30-50	менее 5
Гибель посевов (в % от общей площади)	более 30	15-30	менее 5

**Источник:** составлено авторами по данным: [12].

заболеваниями. Характеристика болезней определяется токсичными веществами, повышенными в организме человека. Например, железо вызывает заболевание печени и кровеносной системы, медь – анемию, гепатиты, хром – бронхиальный рак [15]. Характеристика изменения состояния здоровья при разном качестве состояния окружающей среды (экологическая ситуация) отражена в таблице 9.

В последнее время при оценке здоровья используется достаточно успешно теория рисков [17], [20], более того разработаны критериальные

показатели, характеризующие состояние экологической напряженности территории (таблица 10).

Затруднения со сбором информации предполагают использование показателей здоровья населения в качестве дополнительных показателей воздействия (смешанный методический подход к оценке экологической напряженности). Расширенный метод предполагает подключение к оценке косвенных показателей, таких как: плотность населения, устойчивость ландшафтов и др. [14], [21]. Натуральные ущербы и масса сбросов/выбросов могут быть переведены в разряд эконо-

*Изменение состояния здоровья населения*

*Таблица 9*

Характеристика напряженности экологической ситуации	Изменения в состоянии здоровья
Умеренный уровень загрязнения, относительно напряженная ситуация (удовлетворительная ситуация)	Увеличение частоты нарушения репродуктивной функции женщин (до 1,2 раза); врожденные пороки развития у детей (до 1,2 раза); изменения иммунного статуса в отдельных группах популяций (до 20 %); возможный рост детской заболеваемости (до 1,5 раз); незначительный рост младенческой и перинатальной смертности (до 1,2 раза)
Существенно напряженная ситуация (условно-удовлетворительная ситуация)	30-50 % популяции находятся в состоянии напряжения и перинатальной адаптации; рост общей и детской заболеваемости (до 2,5 и 2,0 раз), особенно по новозологическим формам; увеличение младенческой и перинатальной смертности в 1,3-1,5 раза; снижение продолжительности жизни; в биосубстратах человека токсические вещества выше фоновых до 5,0 раз
Критическая ситуация	Более 25% популяций в состоянии срыва адаптации и развития патологии; увеличение заболеваемости детей до 2,1-2,5 раза; увеличение общей смертности до 2,5 раза; рост числа лиц (до 40%) со сдвигами в иммунограммах; увеличение числа врожденных пороков развития и отклонений в физическом развитии (в 1,6-2,0 раза); рост осложнений беременности и родов; снижение продолжительности жизни; в биосубстратах человека токсические вещества выше фоновых в 5,1-10 раз
Катастрофическая ситуация	Срыв адаптации в большинстве групп; рост детской заболеваемости более чем в 2,5 раза, общей – в 3,5 раза; увеличение детской смертности более чем в 2,0 раза, младенческой, общей – более чем в 2,5 раза; снижение продолжительности жизни; рост врожденных пороков развития более чем в 2,0 раза

**Источник:** составлено авторами по данным: [7].

Таблица 10  
Характеристика состояния здоровья

Оценка риска	Риск не медленного действия	Риск длительного действия
приемлемый	до 0,02	до 0,05
условно-приемлемый	0,02-0,05	0,05-0,16
неудовлетворительный	0,16-0,5	0,16-0,5
опасный	>5	0,5-0,8
чрезвычайно-опасный	ближе в 1,0	>0,8

Источник: составлено авторами по данным: [7].

мических ущербов. Так, при оценке экологической ситуации в Кемеровской области автором был рассчитан экономический ущерб, обусловленный загрязнением атмосферы, водных объектов, земли [18]. Оценка экономического ущерба осуществляется и при прогнозировании сценариев развития территорий с выявлением экологической

ситуации и зонированием Сургутского района ХМАО [8].

Выделение загрязненных территорий – это процесс учета экологического фактора и решение проблемы размещения горнопромышленных комплексов в рамках программы социально-экономического развития региона [4], [11]. На рисунке



Рисунок 1. Ранжирование территории при разработке сценариев ее освоения

отражен порядок выделения зон приемлемых для хозяйственного освоения, что предполагает их ранжирование по степени загрязнения, то есть степени экологической напряженности.

Зоны бедствий предполагают запрещение на этих территориях какой-либо хозяйственной деятельности и постановку реабилитационных мероприятий. На территориях, частично открытых для хозяйственной деятельности (территориях риска), освоение долго осуществляется с учетом жестких экологических ограничений и лишь на территориях, открытых для хозяйственного использования с удовлетворительной экологической ситуацией, освоение может осуществляться без ограничений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ранжирование территорий по степени экологической напряженности дает возможность

разрабатывать наиболее достоверные прогнозы социально-экологического развития территории, реализовывать комплекс профилактических мер, снижающих риск ухудшения здоровья, решать проблемы размещения промышленных объектов и др.

Обобщенный анализ методического обеспечения по оценке экологической напряженности территории позволил объединить их в 4 группы: по показателям воздействия; по показателям последствий; по совокупности показателей воздействий и последствий, по использованию расширенного перечня показателей. Выявленные критериальные показатели для каждого из методов могут быть использованы одновременно в целях повышения достоверности оценки.

## Список литературы

1. Биоиндикация воздействия горнодобывающей промышленности на наземные экосистемы Севера. Морфогенетический подход / Е. Г. Шадрина, Я. Л. Вольперт, В. А. Данилов. – Новосибирск: Наука, 2003. – 109 с.
2. Воробейчик, Е. Л. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень) / Е. Л. Воробейчик, О. Ф. Садыков, М. Г. Фарафонов; Рос. АН. Урал. отд-ние. Ин-т экологии растений и животных, Концерн «Промэкология». – Екатеринбург: Наука. Урал. изд. фирма, 1994. – 279, [1] с. ил.; 22.
3. Иванов, А. Н. Методический инструментарий экономической оценки экологических последствий при освоении ресурсов недр: диссертация ... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Иванов Андрей Николаевич; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе】. – Екатеринбург, 2020. – 202 с.: ил.
4. Игнатьева, М. Н. Концепция учета экологического фактора при прогнозировании социально-экономического развития региона: Науч. докл. / М. Н. Игнатьева, А. А. Литвинова, Н. В. Хильченко; [Отв. ред. В. П. Пахомов]; Ин-т экономики. Урал. отд-ние. – Екатеринбург, 1994.
5. Исаченко, А. Г. Основы ландшафтования и физико-географическое районирование: [Учеб. пособие для ун-тов]. – Москва: Высш. школа, 1965. – 327 с.
6. Каманина, И. З., Макаров, О. А., Савватеева, О. А. Оценка экологических рисков малых городов Московской области (на примере г. Дубны) // Поволжский экологический журнал, издаательство Общество с ограниченной ответственностью Товарищество научных изданий КМК (Москва). 2005. – № 2. – С. 128-136.
7. Комплексная гигиеническая оценка степени напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения. Методические рекомендации» (утв. Минздравом России 30.07.1997 № 2510/5716-97-32) // Официальный сайт информационно-правовой системы «Гарант» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru>.
8. Комплексная экономическая оценка экологической ситуации и последствий освоения минеральных ресурсов / В. Н. Беляев, М. Н. Игнатьева и др. – Екатеринбург, 1997. – 72 с.
9. Кочуров, Б. И. На пути к созданию экологической карты ССС // Издательство «Наука», журнал Природа. – 1989. – № 8. – С. 10-17.
10. Кочуров, Б. И., Антипова, А. В., Назаревский, Н. В., Быкова, О. Ю., Митяева, Г. Т., Мокрушина, Л. С., Аксенова, А. И. Районирование территории России по степени экологической напряженности // Известия РАН. Серия Географическая – 1994. – № 1. – С. 119-125.
11. Литвинова, А. А., Игнатьева, М. Н. Методические основы учета экологического фактора при освоении природных ресурсов северных территорий / А. А. Литвинова, М. Н. Игнатьева; Ин-т экономики. Урал. отд-ние. – Екатеринбург, 2010. – 48 с.
12. Методика «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия» (утв. Минприроды РФ 30.11.1992) // Официальный сайт информационно-правовой системы «Гарант». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru>.
13. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Утверждено: Заместитель Главного Государственного санитарного врача СССР В. И. Чибураев 15 мая 1990 г. № 5174-90 // Официальный сайт информационно-правовой системы «Гарант». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru>.
14. Островский, В. Н., Ипполитова, С. П., Мурзина, Т. А. Основные положения методики составления карты оценки техногенного воздействия на инженерно-геологические условия территории РФ // Разведка и охрана недр, 2011. – № 9. – С. 19-24.
15. Протасов, В. Ф. Экология здоровья и охрана окружающей среды в России / В. Ф. Протасов. – 2-е изд. – Москва: Финансы и статистика, 2000. – 671 с.
16. Родомон, Б. Б. Логические и картографические формы районирования и задачи их изучения // Известия АН СССР, серия географическая, 1965. – № 4. – С. 113-126.
17. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Руководство 2.1.10.1920-04) утв. Главным

- государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004) // Официальный сайт информационно-правовой системы «Гарант». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru>.
18. Трапезникова, И. С. Эколого-экономическая оценка территории (на примере Кемеровской области) // Журнал «Проблемы региональной экологии», 2010. – № 4. – С. 74-78.
19. Требования к производству и результатам многоцелевого геохимического картирования масштаба 1: 1 000 000 / А. А. Головин, А. И Ачкасов, К. Л. Волочкович и др. – Москва: ИМГРЭ, 1999. – 104 с. // Официальный сайт Геологической библиотеки GeoKniga. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geokniga.org/books/11232>.
20. Управление риском для здоровья в регионе и финансирование природоохранных проектов (на примере Великого Новгорода) / С. Л. Авалиани, Д. А. Шапошников, В. А. Савин, А. А. Голуб и др. – Москва: Центр эколого-экономических исследований, 1999. – 57 с.
21. Шишикина, Д. Ю., Kochurov, B. I. Региональный прогноз экологической ситуации на основе стратегической матрицы // Проблемы региональной экологии. – Издательство: ООО Издательский дом «Камертон» 2010. – № 2. – С. 13-19.
22. Экологические основы природопользования: учебное пособие для образовательных учреждений среднего профессионального образования / В. В. Денисов, Е. С. Кулакова, И. А. Денисова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. – 458, [1] с.: ил., табл. – (Серия «Среднее профессиональное образование»).
23. Экологические проблемы освоения недр при устойчивом развитии природы и общества / К. Н. Трубецкой, Ю. П. Галченко, Л. И. Бурцев; Рос. Акад. наук. Ин-т проблем комплекс. освоения недр. – Москва: Научтехлитиздат, 2003. – 261 с. ил.; табл.

## References

1. Bioindication of the impact of the mining industry on the terrestrial ecosystems of the North. Morphogenetic approach / E. G. Shadrina, Ya. L. Volpert, V. A. Danilov. – Novosibirsk: Nauka Publ., 2003. – 109 p.
2. Vorobeychik, E. L. Ecological rationing of technogenic pollution of terrestrial ecosystems (local level) / E. L. Vorobeychik, O. F. Sadykov, M. G. Farafontov; Russian Academy of Sciences, Ural Branch. Institute of Plant and Animal Ecology, Promekologiya Concern. – Yekaterinburg: Nauka Publ. Ural publishing company, 1994. – 279, [1] p. ill.; 22.
3. Ivanov, A. N. Methodological Tools for Economic Assessment of Environmental Consequences in the Development of Subsoil Resources: Dissertation ... Candidate of Economic Sciences: 08.00.05 / Andrey Nikolaevich Ivanov; [Place of Defense: Sergo Ordzhonikidze Russian State University of Geological Prospecting]. – Yekaterinburg, 2020. – 202 p.: ill.
4. Ignatieva, M. N. The concept of taking into account the environmental factor in forecasting the socio-economic development of the region: Scientific report / M. N. Ignatieva, A. A. Litvinova, N. V. Khilchenko; [Ed. by V. P. Pakhomov]; Institute of Economics. Ural. department. – Yekaterinburg, 1994.
5. Isachenko, A. G. Fundamentals of Landscape Science and Physical and Geographical Zoning: [Textbook for Universities]. – Moscow: Higher School, 1965. – 327 p.
6. Kamanina, I. Z., Makarov, O. A., and Savateeva, O. A. Assessment of Environmental Risks in Small Cities of the Moscow Region (on the Example of Dubna) // Povolzhsky Ecological Journal, published by the Society with Limited Liability Partnership of Scientific Publications KMK (Moscow). 2005. – № 2. – Pp. 128-136.
7. Comprehensive hygienic assessment of the severity of the medical and environmental situation in various territories caused by the contamination of the population's living environment with toxicants. Methodological recommendations" (approved by the Ministry of Health of the Russian Federation on July 30, 1997, № 2510/5716-97-32) // Official website of the legal information system "Garant". – [Electronic resource]. Access mode: <https://base.garant.ru>.
8. Comprehensive Economic Assessment of the Environmental Situation and Consequences of Mineral Resource Development / V. N. Belyaev, M. N. Ignatieva, et al. – Yekaterinburg, 1997. – 72 p.
9. Kochurov, B. I. On the way to creating an ecological map of the USSR // Nauka Publishing House, Nature magazine. – 1989. – № 8. – Pp. 10-17.
10. Kochurov, B. I., Antipova, A. V., Nazarevsky, N. V., Bykova, O. Yu., Mityaeva, G. T., Mokrushina, L. S., Aksenova, A. I. Zoning of the Russian territory by the degree of ecological tension // Izvestiya of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series – 1994. – № 1. – Pp. 119-125.
11. Litvinova, A. A., Ignatieva, M. N. Methodological Foundations of Accounting for the Environmental Factor in the Development of Natural Resources in the Northern Territories / A. A. Litvinova, M. N. Ignatieva; Institute of Economics. Ural Branch. – Yekaterinburg, 2010. – 48 p.
12. Methodology "Criteria for assessing the environmental situation of territories for identifying areas of emergency environmental situation and areas of ecological disaster" (approved by the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation on November 30, 1992) // Official website of the legal information system "Garant". – [Electronic resource]. – Access mode: <https://base.garant.ru>.
13. Guidelines for assessing the degree of atmospheric air pollution in populated areas by metals based on their content in snow cover and soil. Approved by: Deputy Chief State Sanitary Doctor of the USSR V. I. Chiburaev on May 15, 1990. № 5174-90 // Official website of the legal information system "Garant". – [Electronic resource]. – Access mode: <https://base.garant.ru>.
14. Ostrovsky, V. N., Ippolitova, S. P., Murzina, T. A. The main provisions of the methodology for compiling a map of the assessment of technogenic impact on the engineering-geological conditions of the territory of the Russian Federation // Exploration and Protection of Subsoils, 2011. – № 9. – Pp. 19-24.
15. Protasov, V. F. Ecology of health and environmental protection Environment in Russia / V. F. Protasov. – 2nd ed. – Moscow: Finance and Statistics, 2000. – 671 p.
16. Rodomon, B. B. Logical and cartographic forms of zoning and the tasks of their study // Izvestiya of the USSR Academy of Sciences, Geographical Series, 1965. – № 4. – Pp. 113-126.
17. Guidelines for assessing the risk to public health when exposed to chemicals that pollute the environment (Guideline 2.1.10.1920-04) approved by Chief State Sanitary doctor of the Russian Federation 05.03.2004) // The official website of the information and legal system "Garant". – [Electronic resource]. – Access mode: <https://base.garant.ru>.
18. Trapeznikova, I. S. Ecological and Economic Assessment of Territories (on the Example of the Kemerovo Region) // Journal "Problems of Regional Ecology", 2010. – № 4. – Pp. 74-78.
19. Requirements for the production and results of multi-purpose geochemical mapping at a scale of 1:1,000,000 / A. A. Golovin, A. I. Achkasov, K. L. Volochkovich, et al. – Moscow: IMGRE, 1999. – 104 p. // Official website of the GeoKniga Geological Library. – [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.geokniga.org/books/11232>.
20. Health Risk Management in the Region and Financing of Environmental Protection Projects (on the Example of Veliky Novgorod) / S. L. Avaliani, D. A. Shaposhnikov, V. A. Savin, A. A. Golub, et al. – Moscow: Center for Environmental and Economic Research, 1999. – 57 p.

21. Shishkina, D. Yu., Kochurov, B. I. Regional forecast of the environmental situation based on the strategic matrix // Problems of regional ecology, Publishing house: Publishing house "Kamerton" LLC 2010. – № 2. – Pp. 13-19.
22. Ecological foundations of environmental management [Text]: a textbook for educational institutions of secondary vocational education / V. V. Denisov, E. S. Kulakova, I. A. Denisova. – Rostov-on-Don: Phoenix, 2014. – 458, [1] p.: ill., table. (Series "Secondary vocational education").
23. Environmental problems of subsurface development in the sustainable development of nature and society / K. N. Trubetskoy, Yu. P. Galchenko, L. I. Burtsev; Russian Academy of Sciences. Information technology complex. Subsoil Development. – Moscow: Nauchtekhlitizdat, 2003. – 261 p. ill.; table.

## Информация об авторах

**Французов Б.В.**, Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (г. Москва, Российская Федерация).

**Моор И.А.**, кандидат экономических наук, доцент кафедры Экономики и менеджмента Уральского государственного горного университета (г. Екатеринбург, Российская Федерация).

**Логвиненко О.А.**, кандидат экономических наук, доцент кафедры Экономики и менеджмента Уральского государственного горного университета (г. Екатеринбург, Российская Федерация).

© Моор И. А., Логвиненко О. А., Французов Б. В., 2025.

## Information about the authors

**Frantsuzov B.V.**, Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation (Moscow, Russian Federation).

**Moor I.A.**, Ph.D. in Economics, Associate Professor at the Department of Economics and Management of the Ural State Mining University (Yekaterinburg, Russian Federation).

**Logvinenko O.A.**, Ph.D. in Economics, Associate Professor at the Department of Economics and Management of the Ural State Mining University (Yekaterinburg, Russian Federation).

© Moor I.A., Logvinenko O.A., Frantsuzov B.V., 2025.