



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

А. В. Малаев
И. Н. Лиходумова

ГЕОЭКОЛОГИЯ

ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Методические рекомендации
по выполнению лабораторных и практических работ

Челябинск
2021

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Методические рекомендации
по выполнению лабораторных и практических
работ по геоэкологии и основам природопользования

Составители:
А. В. Малаев, И. Н. Лиходумова

Челябинск
«Край Ра»
2021

УДК 502.3(076.1)
ББК 20.18я73
М54

*Методические рекомендации рассмотрены и рекомендованы к печати
на заседании кафедры географии и МОГ ЮУрГГПУ
протокол № 3 от 18 ноября 2021 г.
Заведующий кафедрой А. В. Малаев*

Рецензенты:

Захаров С. Г., к. г. н., доцент каф. географии и методики обучения географии ЮУрГГПУ

Панина М. В., к. г. н., доцент каф. географии и методики обучения географии ЮУрГГПУ

Составители:

Малаев А. В., к. г. н., доцент каф. географии и методики обучения географии ЮУрГГПУ

Лиходумова И. Н., к. б. н., доцент каф. географии и методики обучения географии ЮУрГГПУ

М54 **Методические рекомендации** по выполнению лабораторных и практических работ по геоэкологии и основам природопользования / сост.: А. В. Малаев, И. Н. Лиходумова. – Челябинск: Край Ра, 2021. – 32 с.

Методические рекомендации по геоэкологии и природопользованию разработаны для студентов направлений 05.03.06 Экология и природопользование, профиль «Природопользование», 44.03.05. Педагогическое образование профили «Экономика. География», «География. Биология» дневной и заочной форм обучения. Пособие содержит темы и задания лабораторных и практических занятий и методические указания к их выполнению.

УДК 502.3(076.1)
ББК 20.18я73

ВВЕДЕНИЕ

Геоэкология и природопользование являются интегральными учебными дисциплинами, которые формируют комплексные представления о неразрывном единстве всех компонентов географической среды, знания об образующих эту среду геосистемах. Курсы «Геоэкология» и «Основы природопользования» базируются на анализе геоэкологических проблем человечества, особенностях их регионального и локального проявления. В дисциплинах рассматриваются теоретические и методологические основы природопользования, различные подходы к изучению изменений географической среды, происходящих в ходе естественных тенденций ее развития и антропогенного воздействия, геоэкологические аспекты функционирования природно-техногенных геосистем, возможные пути решения геоэкологических проблем и т. д.

Цели данного издания заключаются в том, чтобы показать содержательную основу геоэкологии и природопользования – экологического аспекта в анализе территории; базовую основу науки: интересы и функции сложных систем, определяемые «вызовами» окружающей среды и характеризующие противоречия, и конфликты в геоэкологических системах.

Задачи пособия:

- развитие у студентов способностей обобщать и систематизировать изученный материал, объяснять закономерности и процессы, устанавливать причинно-следственные связи,

- формирование географического мышления студентов и их творческих способностей, грамотной устной речи.

- поддержка познавательного интереса к предмету, воспитание бережного отношения к природе, экологической культуры, выработка навыков и умений исследовательской работы.

Особое внимание при изучении курсов «Геоэкология» и «Основы природопользования» должно быть уделено изучению эволюционных процессов в живой и неживой материи, а также эволюции общества и его отношений с окружающей средой. У студентов должны сформироваться количественные знания того, как происходили, происходят изменения химического состава окружающей нас среды и режимов функционирования природных систем, а также деградация ландшафтов.

Выполнение лабораторных и практических работ по курсу «Геоэкология и природопользование» способствует глубокому усвоению теоретических основ предметов и закреплению практических навыков работы с пособиями, картами, атласами.

Изучение курса «Геоэкология и природопользование» предполагает самостоятельное освоение студентами учебной и специальной литературы, а также анализ картографического и статистического материала.

Тема: ГЕОЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ: ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ПОНЯТИЯ

Задание 1. Составить словарь терминов и понятий по геоэкология и природопользованию по следующему списку, используя литературу в конце методического пособия:

Геоэкология, природопользование, окружающая среда, природная среда, экосфера, географическая оболочка Земли, геологическая среда, геосфера, техносфера, антропосфера, ноосфера, стратосфера, природно-техническая среда, глобальные экологические изменения, анализ риска, антропогенное воздействие, антропогенные пустыни, антропогенные факторы, аридизация, аэрация, аэрозоль, безотходная технология, биосфера, биота, буферная емкость экосистемы, валеология, водозабор, водопотребление, водоснабжение, воспроизводство окружающей человека среды, восстановление природных ресурсов, вторичное засоление почв, выброс, генофонд, географическая среда, геосистема, гидросфера, глобальный экологический кризис, геоэкосоциосистема, деградация земель, дезактивация, допустимое антропогенное воздействие на окружающую природную среду, доступные природные ресурсы (реальные запасы природных ресурсов), емкость среды, естественные природные ресурсы, естественный (природный) ландшафт, загрязнение окружающей природной среды, заказник, залежные земли (залежь), заповедник, засоление вод, засоление почв, «Зеленая революция», зеленое удобрение, земельные ресурсы, земельный фонд, ирригация, кадастры природных ресурсов, качество окружающей среды, кислотные (кислые) осадки, классификация экологических ситуаций по остроте: катастрофическая, кризисная, критическая, напряженная, конфликтная, удовлетворительная. Комплексное природопользование, кумуляция, ландшафт, ландшафт антропогенный, ландшафт культурный ландшафт нарушенный, ландшафтное планирование, ландшафтный план, ландшафтный (геосистемный) мониторинг, лесные ресурсы, лесные территории, лесовозобновление, лесополосы, лесосека, лесосека расчетная, малоотходное производство, мелиорация, механическая очистка загрязненных сточных вод, минеральные ресурсы, молевой лесосплав, мониторинг, мониторинг земель (землересурсный мониторинг), нагрузка антропогенная, нагрузка рекреационная, национальные природные парки, национальный ландшафт, неистощительное лесопользование, нерудные полезные ископаемые, нетрадиционные энергоресурсы планеты, обезлесение, область аридная, озоновый слой, опустынивание, отбросы, организация территории, отгонно-пастбищное животноводство, открытые горные работы, отходы, охрана окружающей среды, охрана природы, оценка экологического риска, памятники природы, парниковый эффект, пестициды, пиролиз, плодородие почвы, поверхностный сток, полезные ископаемые, потенциальные ресурсы, почва, предельно-допустимая концентрация (ПДК), предельно-допустимый выброс (ПДВ), прикладная экология, приоритетная экологическая проблема, природа, природно-рекреационные ресурсы, природовозрождающая социальная система, природно-ресурсная емкость территории, природно-ресурсный потенциал территории, природно-техногенные системы, природные заказни-

ки, природные ресурсы, природные условия, природоохранные мероприятия, продуктивность экосистемы, продуценты (производители), равновесие экологическое, редкие и вымирающие виды животных и растений, редуценты (деструкторы), региональная экология, реконструкция лесных насаждений, рекреационные ресурсы, рекультивация, ресурсообеспеченность, рудные полезные ископаемые, самоочищение, саморегуляция, сбалансированное использование природно-ресурсного потенциала территории, сбросы, сельскохозяйственные угодья, смог, современные ландшафты, сомкнутость леса, среда, среда абиотическая, стабильность биосферы, сукцессия, термические методы, токсиканты, токсикология, транспорт, удобрения, уровень загрязнения, управление экологическим риском, управляемые экологические системы, устойчивое развитие, устойчивость экосистемы, фактор биогенный, фауна (животный мир), фитонциды, фитофаги, фитоценоз, флора (растительность, растительный мир), фотосинтез, хемосорбция, целинные земли (целина), экодиагностика, экологизация образования, экологизация производства, экологическая безопасность, экологическая (ландшафтно-экологическая) емкость территории, экологическая емкость экосистемы, экологическая инфраструктура, экологическая (геоэкологическая) карта, экологическая катастрофа, экологическая культура, экологическая нагрузка, экологическая ниша, экологическая норма, экологическая обстановка (ситуация), экологическая опасность, экологическая (геоэкологическая) оценка, экологическая проблема, экологическая ситуация, экологическая социология, экологическая техноёмкость территории, экологическая экспертиза, экологическая экспертиза в землеустройстве и землепользовании, экологически значимые факторы, экологические последствия, экологические сукцессии, экологические факторы, экологический аудит, экологический кризис, экологический паспорт территории, экологический риск (риск возникновения чрезвычайной экологической ситуации), экологический фонд территории, экологическое благополучие, экологическое воспитание, экологическое нормирование, экологическое образование, экологическое сознание, экология, эколого-географическое положение, эколого-хозяйственное устройство территории, эколого-хозяйственный баланс территории, эколого-экономическая зона, эколого-экономический подход, экореконструкция, экосистема, экоцид, экстенсивное хозяйство, энергетика, энергетические ресурсы, энтомофаги, эоловые процессы, эрозия, эрозия почвы, эталонный национальный ландшафт.

Тема: АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

Задание 1. На контурную карту России нанесите города с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха.

Таблица 1.

Ранжированный перечень городов и городских округов Российской Федерации, характеризующихся наибольшими значениями показателя «Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников» в 2019 г. (Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году»)

Город, городской округ	Всего выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. т	Город, городской округ	Всего выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. т
г. Норильск (Красноярский край)	1838,2	г. Уфа (Республика Башкортостан)	202,2
Новокузнецкий (Кемеровская область)	326,7	Воркута (Республика Коми)	178,3
г. Липецк (Липецкая область)	274,9	Челябинский (Челябинская область)	139,6
Рефтинский (Свердловская область)	257,5	г. Омск (Омская область)	132,8
Красноярск (Красноярский край)	216,8	г. Нижний Тагил (Свердловская область)	121,3
Междуреченский (Кемеровская область)	204,3	г. Магнитогорск (Челябинская область)	113,2

Задание 2. По данным табл. 2 рассчитайте среднюю нагрузку по площади и на душу населения выпадений соединений серы для экономических районов Европейской территории России и Урала. Используя полученные значения постройте картограммы данного процесса.

Таблица 2.

Масса выпадений (т/год) соединений серы, площадь (тыс. км²) и население (тыс. чел.) экономических районов Европейской территории России и Урала

Экономический район	Масса	Площадь	Население
Северный	390995	1466,3	6087
Северо-Западный	130466	196,5	8218
Центральный	317296	485,1	30277
Центрально-Черноземный	95580	167,7	7807
Волго-Вятский	125777	263,3	8485
Поволжский	190117	536,4	16736
Уральский	474223	824,0	20460

Задание 3. Используя табл. 3 постройте столбиковые диаграммы выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников выпадения для различных отраслей народного хозяйства России.

Таблица 3.

Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников выделения, тыс. т (Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году»)

Виды экономической деятельности	2010	2013	2016	2019
Обрабатывающие производства	6341,0	6218,8	5777,7	5758,0
Добыча полезных ископаемых	5200,3	5265,9	4911,9	4956,4
Обеспечение электрической энергией, газом, паром	4327,2	3868,7	3645,9	3004,2
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	136,6	164,7	218,2	326,0
Прочие	3020,5	2928,4	2795,6	3357,6

Задание 4. Проведите картографический анализ картосхемы распределения среднегодовой интенсивности выпадения сульфатной серы в России (рис. 1), помещенной в Государственном докладе о состоянии окружающей природной среды в Российской Федерации.

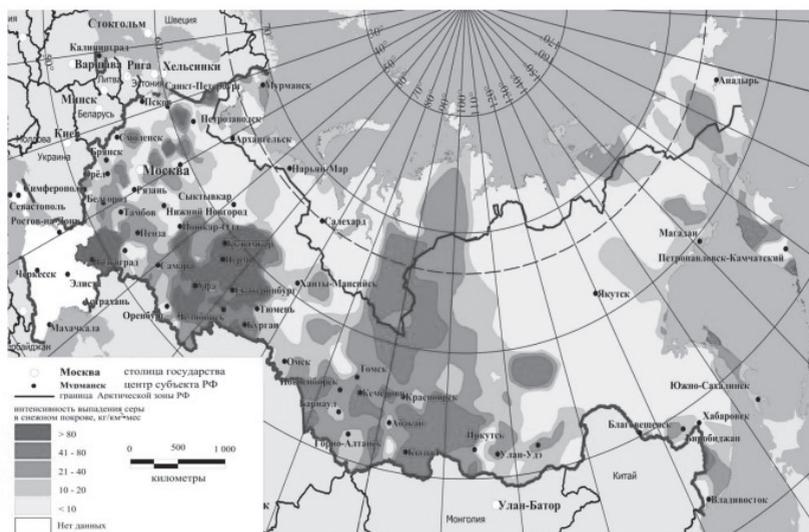


Рис. 1. Распределение интенсивности выпадения серы IS ($\text{кг}/\text{км}^2 \cdot \text{мес.}$) на территории России по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 2017 г.

Методические указания

Для выполнения первого задания используйте данные таблицы 1, где приводится список городов России с наибольшим уровнем загрязнения воздуха. Перечислите для каждого города загрязняющие вещества, определяющие высокий уровень загрязнения.

Средняя нагрузка загрязняющего вещества по площади рассчитывается по формуле $N_s = M / S$ [кг/км²], где M – масса выпадений загрязняющего вещества в районе, S – площадь района исследования. Для определения средней нагрузки загрязняющего вещества на душу населения используйте формулу $N_h = H / S$ [чел./км²], где H – численность населения в районе, S – площадь района исследования. Затем по вычисленным значениям постройте картограмму вышеназванных явлений. Для картографирования используйте способ картограммы. Картограмма характеризует относительные статистические показатели по административно-территориальным единицам или экономическим районам. Для картограмм обязательно наличие шкалы, причем насыщенность цвета или плотность штриховки должна наглядно передавать интенсивность отображаемого явления.

При построении столбиковых диаграмм по вертикали расположите название отраслей промышленности, по горизонтали покажите против каждой отрасли долю (в %) в общем объеме выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Визуальный анализ картосхем предполагает чтение и интерпретацию. Чтение карты предполагает визуальную оценку непосредственной экологической информации, которую предоставляет картосхема. Для этих целей подробно изучите название картосхемы и ее легенду. Проведите географический анализ расположения основных ореолов загрязнения сульфатной серой. Определите площади, занимаемые ореолами, с различными интервалами концентраций сульфатной серы в атмосферном воздухе.

При интерпретации картосхемы важным моментом является косвенная информация о размещении основных источников загрязнения атмосферы сульфатной серой, связях промышленного производства с объемами выбросов вредных веществ, влиянием выпадений сульфатной серы на биоту, на человека, на абиотические компоненты.

Тема: «ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА»

Комплексные показатели загрязнения атмосферы несколькими веществами

Показатели позволяют получить интегральную оценку состояния атмосферного воздуха, на основе которой возможны сопоставления уровня загрязненности нескольких населенных пунктов, оценка изменения состояния атмосферы для одного и того же населенного пункта в динамике.

При ранжировании городов и регионов по уровню загрязнения атмосферы для расчета комплексного ИЗА используют значения единичных индексов тех пяти веществ, у которых эти значения наибольшие. В большинстве регионов России к ним относятся оксиды азота, диоксид серы, бенз(а)пирен, озон, формальдегид, фенолы,

свинец, пыль и др. Особый вклад в загрязнение вносят взвешенные вещества, которые могут не только представлять собой токсичные соединения, но и адсорбировать на своей поверхности другие токсичные вещества, в т.ч. ксенобиотики, пыли биогенного происхождения, патогенные микроорганизмы, тем самым способствуя вторичному загрязнению атмосферного воздуха.

К комплексным показателям загрязнения атмосферы относятся:

1) **комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА)** – количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы, создаваемого n веществами, присутствующими в атмосфере города:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i$$

где i – примесь; n – количество рассматриваемых примесей; I_i – индекс загрязнения атмосферы отдельной примесью;

2) **комплексный показатель загрязнения атмосферы приоритетными l веществами**, определяющими состояние загрязнения атмосферы в городе:

$$I_l = \sum_{i=1}^l I_i$$

где l – совокупность приоритетных веществ-загрязнителей, типичных для характера загрязнения атмосферного воздуха города; I_i – индекс загрязнения атмосферы отдельной примесью.

При расчете комплексного показателя загрязнения атмосферы, как правило, используют данные по основным 5-ти веществам, которые вносят максимальный вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха на территории рассматриваемого города.

Таким образом, по значению Π (при $l=5$) устанавливаются следующие уровни загрязнения атмосферного воздуха города:

≤ 5 – ниже среднего;

5–8 – примерно равен среднему;

8–15 – выше среднего;

> 15 – значительно выше среднего.

3) в качестве комплексной характеристики состояния атмосферного воздуха используется **индекс загрязнения атмосферы**:

$$ИЗА = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{ПДК_i} \right) \cdot K_i$$

где C_i – содержание вещества; $ПДК_i$ – предельно допустимая среднесуточная концентрация i -го вещества; K_i – коэффициент, учитывающий класс опасности вещества.

При этом вещества-загрязнители, находящиеся в составе атмосферного воздуха подразделяются на 4 класса опасности:

1 – чрезвычайно опасные;

- II – высокоопасные;
- III – умеренно опасные;
- IV – малоопасные.

Степень опасности вещества, на основе которой выбирается показатель K_i , стандартизуется по «эталонному» классу опасности. В качестве эталона в методике выбран III класс. Для оценки стандартизированных уровней загрязнения по классам используются следующие уравнения:

$$(I) \quad K_i = 4 \cdot x_1 - 3$$

$$(II) \quad K_i = 1,5 \cdot x_2 - 0,5$$

$$(III) \quad K_i = x_3$$

$$(IV) \quad K_i = 0,75 \cdot x_4 + 0,25$$

где x_1, \dots, x_4 – значения концентраций загрязнителей (C_i).

Величина ИЗА показывает уровень загрязнения атмосферы:

- < 2,5 – чистая атмосфера;
- 2,5–7,5 – слабо загрязнённая;
- 7,5–12,5 – загрязнённая;
- 12,5–22,5 – сильно загрязнённая;
- 22,5–52,5 – высоко загрязнённая;
- > 52,5 – экстремально загрязнённая.

Задание. В атмосферном воздухе города А присутствуют загрязнители в концентрациях, представленных в таблице 1.

Определите:

- превышение концентраций загрязняющих веществ относительно установленных ПДК;
- индекс загрязнения атмосферного воздуха данного населенного пункта;
- уровень загрязнения атмосферы по величине ИЗА.

Таблица 1.

Средние концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города А

Вещество	ПДКс.с., мг/м ³	Класс опасности	Среднее значение концентрации вещества, мг/м ³
Азота диоксид	0,04	2	0,75
Серы диоксид	0,05	3	0,28
Сажа	0,05	3	0,15
Фенол	0,003	2	0,0025
Пыль неорганическая с кремнием до 20%	0,15	3	1

Методические указания

На основе изучения литературных материалов представьте характеристику основных источников загрязнения атмосферы на урбанизированных территориях. Укажите основные виды загрязняющих веществ, поступающих с выбросами от антропогенных источников.

Предоставьте результаты решения задач по определению уровня загрязнения атмосферного воздуха. Сформулируйте выводы после решения каждой задачи.

Тема: ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО СОДЕРЖАНИЮ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Задание 1. По данным табл. 1 определите суммарную пылевую нагрузку в снежном покрове территории, показанной на учебной топографической карте. Известно, что пробы снега были отобраны с 1 м², в високосный год, 15 марта. Время установления устойчивого снежного покрова – 2 декабря. Определите, сколько пыли в среднем выпадает за год на территорию, показанную на учебной топографической карте.

Таблица 1.

**Вес пыли, осаждаемый снегом на территории г. Снова
и его окрестностей, г**

№ точки опробования	Местоположение точки отбора пробы	Вес пыли, осаждаемой снегом		
		Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3
1	кв. 6511. Г. Голая	4,0	5,0	6,0
2	кв. 6413, у церкви	10,0	20,0	30,0
3	кв. 6411, г. Малиновская	2,0	3,0	4,0
4	кв. 6413, у электростанции	30,0	40,0	50,0
5	кв. 6613, г. Кирпичная	15,0	25,0	50,0
6	кв. 6612, центр с. Вороново	5,0	15,0	30,0
7	кв. 6414, центр с. Добрынино	3,0	10,0	20,0
8	кв. 6613, у моста	4,0	8,0	16,0

Задание 2. Определить коэффициенты концентрации химических элементов в пыли, осаждаемой снегом (табл. 2, 3). По полученным значениям постройте картосхему концентрации одного из микроэлементов в пыли снежного покрова.

Таблица 2.

**Содержание химических элементов в пыли, осажженной снегом в г. Снове
и его окрестностях, мг/кг**

№ точки опробования	Микроэлемент	Содержание химического элемента в снеге		
		1	2	3
1	Sr	0,7	0,8	0,6
	Ba	2,0	2,4	2,8
	Mn	1,0	1,4	1,2
	Cr	3,0	3,6	3,4
2	Sr	1,0	1,2	1,4
	Ba	2,6	2,8	3,0
	Mn	1,5	2,0	2,4
	Cr	4,0	4,5	5,5
3	Sr	0,5	0,4	0,6
	Ba	1,0	1,5	2,0
	Mn	1,0	0,5	1,5
	Cr	1,2	1,3	2,0
4	Sr	5,0	5,4	5,8
	Ba	6,2	6,0	6,4
	Mn	6,3	6,8	7,0
	Cr	6,5	6,8	7,2
5	Sr	1,2	1,4	1,8
	Ba	2,8	3,0	3,2
	Mn	1,6	1,9	2,0
	Cr	4,2	4,4	4,8
6	Sr	1,0	1,1	1,3
	Ba	2,2	2,3	2,1
	Mn	1,2	1,4	1,6
	Cr	4,0	3,5	3,3
7	Sr	1,0	1,2	1,2
	Ba	2,2	2,1	2,0
	Mn	1,1	1,0	0,9
	Cr	3,6	3,8	3,8
8	Sr	0,8	0,9	0,7
	Ba	2,2	2,3	2,9
	Mn	1,1	1,5	1,3
	Cr	3,2	3,4	3,6

Таблица 3.

**Фоновые значения микроэлементов в пыли, осаждаемой снегом
для территории г. Снов и его окрестностей, мг/кг**

№ п/п	Микроэлемент	Сф
1	Sr	0,5
2	Ba	1,5
3	Mn	1,0
4	Cr	1,5

Задание 3. Используя формулы геохимических ассоциаций (табл. 4) определите для каждой точки опробования антропогенную нагрузку – суммарный показатель загрязнения снежного покрова. По полученным данным постройте картосхему, на ней выделите группы порогов аномальности.

Таблица 4.

**Формулы геохимических ассоциаций для точек опробования
в районе г. Снов**

№ точки опробования	Формула геохимической ассоциации
1	Zn1,1 Pb1,0 W1,0 Hg0,9 Sn0,8 Cu0,8
2	Zn1,8 Pb1,6 W1,1 Hg0,9 Sn0,9 Cu0,7
3	Zn1,2 Pb1,0 W1,0 Hg0,8 Sn0,8 Cu0,7Ni 0,7
4	Zn10,5 Pb8,0 W5,0 Cu 4,5 Sn 2,1 Hg1,8 Ni 0,8
5	Pb3,2 Zn1,7 Cu 1,6 Sn 1,1 Hg1,0 Ni 0,9
6	Zn1,8 Pb1,7 W1,1 Hg0,9 Sn0,9 Cu0,8
7	Zn1,6 Pb1,0 W1,1 Hg0,8 Sn0,9 Cu0,7
8	Zn1,4 Pb1,3 W1,0 Hg0,9 Sn0,9 Cu0,9

Задание 4. Выделите на картосхеме техногенные аномалии, сформировавшиеся в снежном покрове. Охарактеризуйте их морфологию. Объясните географические закономерности загрязнения атмосферного воздуха исследованной территории по содержанию загрязняющих веществ в снежном покрове.

Методические указания.

Снежный покров, осаждающий и фиксируя воздушные взвеси и аэрозоли, позволяет выделить контуры загрязнения на период опробования. При изучении выпадений из атмосферы в первую очередь фиксируется пылевая нагрузка на окружающую природную среду, т. е. абсолютные массы, выпадающие на единицу площади за фиксированное время.

Суммарная пылевая нагрузка в снежном покрове определяется в каждой точке опробования по формуле: $P_n = P / S \cdot T$ [г/м² сут], где P_n – вес пыли, осаждаемой

снегом, S – проективная площадь осадения, T – временной интервал в сутках между датой установления устойчивого снежного покрова и датой отбора пробы снега на химический анализ. Для определения массы пыли, выпавшей за год необходимо полученное значение умножить на количество дней в году.

Прежде, чем определить коэффициент концентрации химического элемента определите его среднее содержание в снеге в каждой точке опробования. Коэффициент концентрации химического элемента вычисляется по формуле $K_c = C_{ср.} / C_{ф.}$, $C_{ср.}$ – среднее содержание микроэлемента в снеге, $C_{ф.}$ – фоновое значение микроэлемента в снеге.

Техногенные аномалии в снеговой пыли отражают загрязнение атмосферного воздуха. Для показа структуры загрязнения техногенной аномалии используется термин «геохимическая ассоциация». Она характеризует среднее содержание химических элементов в точке опробования. В состав формулы включите значения K_c , получившиеся для Sr, Ba, Mn, Cr после выполнения второго задания. Цифры при химических символах представляют их коэффициенты концентрации.

Для общей количественной характеристики уровня аномальности в каждой точке рассчитывается суммарный показатель загрязнения: $Z_c = K_c - (n - 1)$, где K_c – коэффициент концентрации i -го химического элемента, n – число элементов, включенных в формулу. В формулу включаются только те элементы у которых K_c более 1,5.

Для характеристики геохимических ассоциаций в точке опробования необходимо установить определенный «порог аномальности». За нижний прог аномальности приняты значения с коэффициентом концентрации, равным 1,5 (Сорокина, 1983). На картосхеме суммарного загрязнения снежного покрова микроэлементами в виде изолиний выделите следующие пороги аномальности : первый ($Z_c = 1,5 - 3,0$), второй ($Z_c = 3,0 - 10,0$), третий ($Z_c = 10,0 - 30,0$), четвертый ($Z_c = 30,0 - 100,0$), пятый ($Z_c = 100,0 - 500,0$).

Под морфологией техногенного ареала понимают вид его изображения на карто-схеме (круг, эллипс, и др. формы). Общий контур геохимической аномалии в зоне влияния источника загрязнения определяется по характеру воздушных потоков, рассеиванию выбросов. Поэтому морфология большинства аномалий сложная, неправильной формы.

Тема: ОЦЕНКА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Задание 1. По данным табл. 1, 2 определите удельную обеспеченность водными ресурсами экономических районов России на 1 км² территории и на душу населения. На контурной карте России, отметьте районы с минимальной и максимальной водной обеспеченностью на душу населения и 1 км² территории, а также районы по ресурсам речного стока.

Таблица 1.

Территория и население экономических районов России на 1 янв. 2013 г.

Экономический район	Площадь, тыс. км ²	Население, тыс. человек
Северный	1466,3	6087
Северо-Западный	196,5	8218
Центральный	485,1	30277
Центрально-Черноземный	167,7	7807
Волго-Вятский	263,3	8485
Поволжский	536,4	16736
Северо-Кавказский	355,1	17392
Уральский	824,0	20460
Северо-Западный	2427,2	15163
Восточно-Сибирский	4122,8	9242
Дальневосточный	6215,9	7900
Калининградская обл.	15,1	906
Российская Федерация	17075,4	148673

Таблица 2.

**Ресурсы речного стока и эксплуатационные запасы подземных вод
по экономическим районам России на 1988 г., м³/год
(Охрана окружающей среды, 1989)**

Экономический район	Среднеголетний объем стока	Утвержденные запасы подземных вод
Северный	512	0,5
Северо-Западный	89	0,3
Центральный	113	4,7
Центрально-Черноземный	21	1,7
Волго-Вятский	152	0,9
Поволжский	270	1,4
Северо-Кавказский	69	3,9
Уральский	129	2,6
Западно-Сибирский	585	2,3
Восточно-Сибирский	1132	1,5
Дальневосточный	1812	1,5
Российская Федерация	4270	1,4

Задание 2. Используя табл. 3 на круговой диаграмме покажите структуру использования водных ресурсов в России.

Таблица 3.

**Использование водных ресурсов в Российской Федерации в 2019 г., млн м³
(Государственный доклад ..., 2020)**

Российская Федерация, в т. ч.	68298,54
на промышленные нужды	26615,78
на хозяйственно-питьевые нужды	7540,17
орошение, обводнения пастбищ и сельхозводоснабжение	7182,63
Потери при транспортировке	6878,75

Задание 3. Используя табл. 4 проанализируйте динамику сбросов в поверхностные водные объекты России загрязненных сточных вод в 1991 – 2010 гг. Отрадите долю каждой отрасли в общем сбросе загрязненных сточных вод промышленностью РФ в виде столбиковой диаграммы.

Таблица 4.

**Динамика сбросов загрязняющих веществ отраслей промышленности
в поверхностные водные объекты Российской Федерации, млн м³
(Государственный доклад ..., 2011)**

Виды экономической деятельности	2010	2013	2016	2019
Российская Федерация, в т. ч.	49191,3	42895,5	42894,8	37666,2
водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений				9271,5
Обрабатывающие производства				2737,84
Добыча полезных ископаемых				1365,76
Обеспечение электрической энергией, газом, паром				19264,91
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство				4406,9
Прочие				

**Тема: РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧНОГО СТОКА**

Задание 1. Используя учебную топографическую карту (лист Y-34-37-B-в) и цифровые данные табл. 1, 2 определите для рек Каменка и Беличка следующие показатели: а) суточный расход воды в водотоках в паводок и в межень; б) суточный модуль стока с 1 км² бассейна в паводок и межень; в) минимальный объем стока за год; г) показатели ионного стока со всего бассейна для каждого макрокомпонента; д) общую сумму минеральных солей, выносимых с площади речного бассейна для каждого показателя.

Таблица 1.

Результаты промерных работ на гидрологических створах водотоков

Вариант работы	Название водотока	Паводок		Межень	
		W, м ²	V _{ср.} , м/мин	W	V _{ср.} , м/мин
1	Беличка Каменка	25,0 43,0	1,5 2,1	12,0 28,0	1,1 1,6
2	Беличка Каменка	20,0 40,0	1,4 1,9	10,0 20,0	0,9 1,6
3	Беличка Каменка	25,0 44,0	0,8 1,9	12,0 28,0	0,6 1,4
4	Беличка Каменка	25,0 50,0	1,8 2,2	13,0 26,0	0,9 1,4

Таблица 2

Средняя концентрация макрокомпонентов в воде водотоков, мг/л

Период опробования	Макрокомпоненты								
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺
Беличка, «фоновая» река									
Паводок	56,0	37,0	110,0	–	–	0,3	105,7	29,0	68,0
Межень	38,0	23,0	86,0	1,9	–	0,1	92,3	16,0	57,6
Каменка, «техногенная» река									
Паводок	256,0	186,0	457,0	12,0	0,1	0,6	480,5	250,0	180,0
Межень	220,0	158,0	335,5	5,0	0,1	0,4	380,7	202,5	135,0

Задание 2. Определите возможен ли ежесуточный отбор воды на орошение из фонового водотока в объеме 180 м³.

Задание 3. Сравните химический состав и минерализацию фонового и техногенного водотоков.

Задание 4. Возможно ли использование воды данных водотоков для питьевых, культурно-бытовых и рыбохозяйственных целей ?

Методические указания

Расходом воды называется количество воды, протекающее через поперечное сечение русла в единицу времени. Определяется он как произведение площади водного сечения потока на его среднюю скорость: $Q_{сут.} = W V_{ср.}$ [м³/сут., м³/год].

Среднесуточный модуль стока (M_{сут.}) – количество воды в литрах, стекающее в сутки с 1 км² площади речного бассейна. Площадь речного бассейна при этом вычисляется по топографической карте с помощью палетки.

Под объемом минимального стока за год понимается количество воды, стекающее с площади бассейна за год при условии, что его ежедневный расход будет равен

расходу воды в межень. Он вычисляется по формуле: $W_{\min.} = Q_{\text{сут.}} \cdot T$ [м^3 /год], где $T = 365$ суток.

Показатель ионного стока определяется отдельно для каждого макрокомпонента по формуле: $\Pi_i = K_{\text{ср.}} \cdot Q_{\text{сут.}}$ [мг/сут. ; мг/год], $K_{\text{ср.}}$ – средняя концентрация макрокомпонента (приведена в табл. 21).

Минерализацию воды (M) или общую минерализацию солей в воде водотока для каждого периода опробования вычисляют как сумму ионного стока всех макрокомпонентов: $M = \sum \Pi_i$ [кг/л], где n – число наблюдаемых макрокомпонентов.

Общую сумму минеральных солей в воде водотока можно представить как сумму средних концентраций макрокомпонентов в воде:

$M = K_{\text{ср.}} \cdot I$ [мг/л , кг/л], где n – число наблюдаемых макрокомпонентов. Для подсчета количества солей (KC), выносимых с 1 км^2 площади бассейна необходимо использовать формулу: $KC = M / S$ [кг/сут/км^2].

При сравнении химического состава воды фоновых и техногенных водотоков укажите какие макрокомпоненты преобладают, где выше их средние концентрации и общая минерализация воды. Объясните эти различия, в объяснительной записке покажите возможные причины такого различия.

Оценка возможности использования воды анализируемых водотоков для питьевых, культурно-бытовых и рыбохозяйственных целей проводится по показателям «Санитарных правил и норм ..., 1988» (табл. 1).

Таблица 1.

Предельно-допустимые концентрации некоторых вредных веществ в подземных источниках централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (по данным ГОСТ 2874-92 «Вода питьевая», 1992)

Наименование ингредиента	Норматив
Запах при 20 и 60°C, баллов	2,0
Общая жесткость, мг экв/дм ³	7,0
Азот аммиака и солей аммония, мг/дм ³	2,0
Нитраты, мг/дм ³	-
Нитриты, мг/дм ³	3,3
Сульфаты, мг/дм ³	500,0
Хлориды, мг/дм ³	350,0
Фосфаты, мг/дм ³	3,0 – 5,0
Фтор, мг/дм ³ для климатических районов I – II	1,5
	III
	1,2
	IV
	0,7
БПК полн., мг O ₂ /дм ³	3,0
Взвешенные вещества при t= 105°C, мг/дм ³	1,5
Сухой остаток, мг/дм ³	1000,0

Цинк, мг/дм ³	5,0
Свинец, мг/дм ³	0,03
Ртуть, мг/дм ³	0,0005
Мышьяк, мг/дм ³	0,05
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,1 – 0,3
Алюминий остаточный, мг/дм ³	0,5
Молибден, мг/дм ³	0,25

Тема: ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Понятие качества воды включает совокупность показателей ее состава и свойств, определяющих пригодность для конкретных видов водопользования. Оценка качества производится по таким параметрам, как содержание взвешенных веществ и плавающих примесей, температура, окраска, запахи и привкусы, величина рН, БПК, ХПК, содержание растворенного кислорода, содержание химических веществ и микроорганизмов. Чаще всего оценки качества воды основаны на сопоставлении фактических значений с нормативными и относятся к единичным. Однако отдельные данные не дают представлений о суммарном загрязнении водных объектов и не позволяют однозначно относить степень качества к той или иной категории. В этом случае используют числовые характеристики качества воды по ряду основных показателей и видам водопользования. Эти характеристики называются *индексами загрязнения воды (ИЗВ)* и широко применяются в практике оценки качества вод. Наибольшее распространение получил метод оценки качества вод, разработанный в Гидрохимическом институте (г. Ростова-на-Дону). Достоинство метода состоит в том, что наряду с возможностью проведения оценок по комплексу показателей загрязняющих веществ он позволяет учитывать частоты их нормативных превышений.

При использовании данного метода, сперва для каждого ингредиента на основе фактических концентраций рассчитывают баллы кратности превышений ПДК (K_i) и повторяемости случаев превышения N_i , а также общий оценочный балл B_i :

$$K_i = \frac{C_i}{ПДК_i}; \quad H_i = \frac{N_{ПДК_i}}{N_i} \times 100\%; \quad B_i = K_i \cdot H_i$$

где C_i – концентрация в воде i -го ингредиента;

ПДК $_i$ – нормативное значение концентрации ингредиента i -го ингредиента для водоемов рыбохозяйственного назначения;

НПДК $_i$ – число случаев превышения ПДК по i -му ингредиенту;

N_i – общее число измерений i -го ингредиента.

Вещества, для которых величина общего оценочного балла (V_i) больше или равна 11, выделяются как *лимитирующие показатели загрязненности (ЛПЗ)*.

К категории наиболее часто используемых показателей для оценки качества водных объектов относят комплексный гидрохимический *индекс загрязнения воды (ИЗВ)*.

Индекс загрязнения воды, как правило, рассчитывается по шести-семи показателям, которые можно считать гидрохимическими; часть из них (концентрация растворенного кислорода, водородный показатель рН, биологическое потребление кислорода – БПК₅) является обязательной.

$$ИЗВ = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{ПДК_i} \right) \cdot K_i$$

где C_i – концентрация i -го компонента (в ряде случаев – значение параметра);

$ПДК_i$ – установленная нормативная величина для i -го компонента соответствующего типа водного объекта;

N – число показателей, используемых для расчета индекса;

В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяют на классы (табл. 1). Индексы загрязнения воды сравнивают для водных объектов одной биогеохимической провинции и сходного типа, для одного и того же водотока (по течению, во времени, и т.д.).

Таблица 1.

Классы качества вод в зависимости от значения ИЗВ

Воды	Значения ИЗВ	Классы качества вод
Очень чистые	до 0,2	1
Чистые	0,2-1,0	2
Умеренно загрязненные	1,0-2,0	3
Загрязненные	2,0-4,0	4
Грязные	4,0-6,0	5
Очень грязные	6,0-10,0	6
Чрезвычайно грязные	>10,0	7

Задание 1. Используя оценки качества воды на основании таблицы 2 рассчитать лимитирующие показатели загрязненности и индекс загрязнения воды. С помощью полученных интегральных оценок отнести полученные результаты к одному из классов загрязненности (качества) воды. Для взвесей в знаменателе приведены значения в фоновом створе.

Таблица 2.

Характеристика загрязненности поверхностных вод в 1999 г. на территории Московской области (по данным Москомгидромета)

Река	Пункт наблюдения	Показатели, мг/л											
		O ₂	БПК ₅	Взвешенные вещества	Фенолы	Нефтепродукты	Азот аммонийный	Азот нитритный	Азот нитратный	Фосфаты	Cu	Fe	Минерализация
Лама	Егорье	7,33	7,12	88,5/ 47,0	0,007	0,44	4,4	0,14	0,41	0,15	0,023	0,83	446,9
Дубна	Вербилки	8,53	6,27	70,0	0,029	0,51	2,3	0,11	1,20	0,48	0,024	0,60	453,9
Кунья	Краснозаводск	8,96	4,39	91,0/ 49,4	0,005	0,56	1,4	0,206	1,00	0,295	0,020	0,81	410,9
Сестра	Трехсвятое	8,04	5,04	66,5/ 37,3	0,009	0,32	4,0	0,216	0,47	0,13	0,018	-	430
Ока	Серпухов	8,22	6,47	11/ 47,0	0,010	0,90	3,4	0,15	4,91	0,51	0,083	-	423,6
Ока	Кашира	7,84	6,20	96/ 46,4	0,008	0,41	2,6	0,087	0,47	-	0,028	-	422,1
Москва	д. Барсуки	8,46	11,8	102/ 52,5	0,012	0,41	3,7	0,039	1,09	0,18	0,027	-	620,8
Москва	г. Москва	6,43	9,61	291,5/ 46,5	0,021	0,95	3,5	0,165	2,01	0,432	0,039	3,50	517,8
ПДКр.х.		Не менее 4 зимой, не менее 6 летом	2,0 мг/л O ₂ /л	0,75	0,001	0,05	0,02	0,08	0,01	0,2	0,001	0,1	1000

Методические указания

На основе изучения литературных материалов представьте характеристику основных источников загрязнения водных объектов на урбанизированных территориях. Укажите основные виды загрязняющих веществ, поступающих со сбросами промышленных предприятий в поверхностные водные объекты.

Предоставьте результаты решения задач по определению уровня загрязнения поверхностных вод. Сформулируйте выводы после решения задачи.

Тема: ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД

Для грунтовых вод характерны два вида потоков: латеральные и вертикальные. К латеральным потокам относят передвижение вод в горизонтальном и субгоризонтальном направлении. Эти потоки направлены к зонам разгрузки грунтовых вод. К областям питания грунтовых вод относятся плакорные хорошо дренированные поверхности, сложенные водопроницаемыми горными породами. Зоны разгрузки грунтовых вод приурочены к выходам на земную поверхность водоупора (районы с резким перегибом земной поверхности, выходы источников на земную поверхность и заболоченные участки). Конфигурация эрозионно-балочной и гидрографической сети также является хорошим дешифровочным признаком направления латеральных потоков грунтовых вод.

Под дренированием территории понимается естественный сбор и отвод поверхностных и грунтовых вод овражно-балочной сетью, обычно сопровождается снижением уровня грунтовых вод и увеличением мощности зоны аэрации. Для квадратов километровой сетки с наибольшими значениями расчлененности рельефа характерна наивысшая степень дренированности.

При инфильтрации атмосферных осадков в почвогрунты ландшафтов вместе с водой в грунтовые воды могут поступать ядохимикаты и остатки минеральных удобрений. Участки потенциального загрязнения грунтовых вод соответствуют ландшафтам с наибольшей степенью дренированности.

Задание 1. По топографической карте выделите основные направления латеральных потоков грунтовых вод. Выделите на картосхеме области питания и разгрузки грунтовых вод.

Задание 2. На карте покажите возможные источники загрязнения грунтовых вод.

Задание 3. На основе показателей горизонтальной и вертикальной расчлененности рельефа определите степень дренированности территории исследования.

Задание 4. Покажите на карте участки потенциального загрязнения грунтовых вод ядохимикатами и минеральными удобрениями.

Задание 5. Используя ГОСТ «Вода питьевая» (1992) и ГОСТ «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» (1995) определите пригодность грунтовых вод для питьевого водоснабжения в населенных пунктах Дубровка и Добрынино (табл. 1).

Таблица 1.

Качество грунтовых вод в населенных пунктах

Показатели качества воды	Название населенного пункта			
	с. Дубровка		с. Добрынино	
	Скв. 1	Скв. 2	Скв. 3	Скв. 4
Водородный показатель (рН)	6,9	6,4	6,5	6,5
Общая жесткость, мг-экв/дм ³	8,0	10,0	16,5	185,0
Азот аммиака и солей аммония, мг/дм ³	0,1	0,4	0,6	0,8
Нитраты, мг/дм ³	2,7	9,0	10,0	10,3
Нитриты, мг/дм ³	0,01	0,01	0,04	0,01
Сульфаты, мг/дм ³	25,0	500,0	125,0	110,0
Хлориды, мг/дм ³	180,0	350,0	350,0	310,0
Фосфаты, мг/дм ³	0,1	0,1	0,2	0,1
Фтор, мг/дм ³	0,5	0,6	0,7	0,8
Окисляемость бихроматная мг O ₂ /дм ³	14,0	7,0	30,0	30,0
БПКполн., мг O ₂ /дм ³	1,5	1,8	3,5	1,0
Взвешенные вещества при t=105°C, мг/дм ³	15,0	16,0	21,0	22,0

Сухой остаток, мг/дм ³	800,0	1500,0	1600,0	1000,0
Цинк, мг/дм ³	-	-	0,01	-
Свинец, мг/дм ³	-	0,01	0,04	0,05
Ртуть, мг/дм ³	-	-	-	0,001
Мышьяк, мг/дм ³	-	0,04	-	0,07
Нефтепродукты, мг/дм ³	-	0,02	0,1	-
Алюминий остаточный, мг/дм ³	0,4	0,5	0,5	0,3
Молибден, мг/дм ³	0,1	0,1	0,26	0,1

Методические указания

Для территории каждого квадрата километровой сетки определите показатели расчлененности рельефа. Коэффициент горизонтальной расчлененности рельефа вычисляется по формуле $K_{гр} = L / S$ [км/км²], где L – длина гидрографической сети (овражно-балочной и речной сети) в км, S – площадь квадрата (км²). Коэффициент вертикальной расчлененности рельефа определяется по формуле $K_{вр} = H_{max} - H_{min} / S$ [м/км²], где H_{max} – наивысшая абсолютная отметка рельефа, а H_{min} – наименьшая абсолютная отметка рельефа в квадрате. По полученным значениям, которые выносятся в центр каждого квадрата, строится, способом изолиний, картосхема.

Задание 5 выполняется по вариантам. Номер варианта соответствует номеру скважины. Состав воды подземных источников водоснабжения должен соответствовать следующим требованиям: сухой остаток не более 1000 мг/дм³ (по согласованию с органами санитарно-эпидемиологического надзора допускается до 1500 мг/дм³), концентрация хлоридов и сульфатов не более 350 и 500 мг/дм³ соответственно, общая жесткость не более 7 мг экв/дм³ (по согласованию с органами санитарно-эпидемиологического надзора допускается до 10 мг экв/дм³, концентрации химических веществ (кроме указанных в табл. 2) не должны превышать ПДК для воды хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также норм радиационной безопасности. При обнаружении в воде источников водоснабжения химических веществ, относящихся к 1 и 2 классам опасности с одинаковым лимитирующим показателем вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из веществ в воде к их ПДК не должна быть более 1. Расчет ведется по формуле $C1/ПДК1 + C2/ПДК2 + C3/ПДК3 + Cn / ПДКn = 1$, где $C1, C2, C3, Cn$ – обнаруженные концентрации, мг/дм³.

Таблица 2.

Показатели качества воды подземных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (по данным ГОСТ 2761-94 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения», 1995)

Наименование показателя	Показатели качества воды источника по классам		
	1	2	3
Мутность, мг/дм ³ , не более	1,5	1,5	10,0
Цветность, градусы, не более	20,0	20,0	50,0
Водородный показатель (рН)	6 – 9	6 – 9	6 – 9
Железо, мг/дм ³ , не более	0,3	10,0	20,0
Марганец, мг/дм ³ , не более	0,1	1,0	2,0
Сероводород, мг/дм ³ , не более	отсутствие	3,0	10,0
Фтор, мг/дм ³ , не более	1,5 – 1,7	1,5 – 1,7	5,0
Окисляемость перманганатная, мг О ₂ /дм ³ , не более	2,0	5,0	15,0
Число бактерий группы кишечных палочек (БГКП) в 1 дм ³ , не более	3,0	100,0	1000,0

Таблица 3.

Предельно-допустимые концентрации некоторых вредных веществ в подземных источниках централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (по данным ГОСТ 2874-92 «Вода питьевая», 1992)

Наименование ингредиента	Норматив
Запах при 20 и 60°С, баллов	2,0
Общая жесткость, мг экв/дм ³	7,0
Азот аммиака и солей аммония, мг/дм ³	2,0
Нитраты, мг/дм ³	-
Нитриты, мг/дм ³	3,3
Сульфаты, мг/дм ³	500,0
Хлориды, мг/дм ³	350,0
Фосфаты, мг/дм ³	3,0 – 5,0
Фтор, мг/дм ³ для климатических районов I – II	1,5
III	1,2
IV	0,7
БПК полн., мг О ₂ /дм ³	3,0
Взвешенные вещества при t= 105°С, мг/дм ³	1,5
Сухой остаток, мг/дм ³	1000,0

Цинк, мг/дм ³	5,0
Свинец, мг/дм ³	0,03
Ртуть, мг/дм ³	0,0005
Мышьяк, мг/дм ³	0,05
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,1 – 0,3
Алюминий остаточный, мг/дм ³	0,5
Молибден, мг/дм ³	0,25

Тема: ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Задание 1. По данным табл. 1 и 2 определите коэффициент концентрации химических элементов в почве на территории учебной карты (лист У-34-37-В-в).

Таблица 1.
**Фоновое содержание химических элементов в почве г. Снов
и его окрестностей, мг/кг**

№ п/п	Химический элемент	Сф
1	Марганец	700,0
2	Никель	46,0
3	Кобальт	14,0
4	Хром	135,0
5	Молибден	1,8
6	Медь	68,0
7	Свинец	20,0
8	Цинк	45,0
9	Фосфор	300,00,1
10	Серебро	0,1
11	Олово	2,0
12	Стронций	150,0

Таблица 2.

**Среднее содержание химического элемента в почвах, мг/кг
(Обобщенные ..., 1990)**

Варианты	Ag	V	Cd	Co	Mn	Cu	Mo	Ni	Sn	Pb	Cr	Zn
1	0.2	73	-	-	440	22	-	31	2,5	-	55	-
2	0.3	72	-	-	650	23	1,5	51	-	19	140	49
3	0.1	120	-	25	800	28	1,7	58	6	30	120	70
	0.15	-	-	-	-	-	-	12	-	25	-	-
5	0.3	-	0,3	-	-	18	-	54	-	18	-	37
6	0.4	-	0,6	-	-	14	-	37	-	17	-	45
7	0.1	80	0,25	12	860	13	2	14	13	23	54	52
8	0.2	30	-	-	300	19	-	16	14	20	31	69
9	0,3	50	0,5	10	850	20	2	40	10	10	200	50

Задание 2. Для каждой точки опробования рассчитайте суммарный показатель загрязнения химическими элементами почв.

**Фактическое содержание химических элементов в почве г. Снов
и его окрестностей, мг/кг**

№ точки опробования	Местоположение точки отбора пробы	Фактическое содержание элемента в почве, мг/кг		
		Свинец	Стронций	Кадмий
1.	кв. 6511. Г. Голая	17	60	0,1
2.	кв. 6413, у церкви	35	120	0,4
3.	кв. 6411, г. Малиновская	15	100	0,1
4.	кв. 6413, у электростанции	45	150	0,6
5.	кв. 6613, г. Кирпичная	18	-	0,15
6.	кв. 6612, центр с. Вороново	20	0	0,3
7.	кв. 6414, центр с. Добрынино	25	70	0,25
8.	кв. 661313, у моста	14	85	0,5

Задание 3. Используя полученные значения постройте картосхему загрязнения территории одним из микроэлементов.

Задание 4. На составленной картосхеме загрязнения почвы микроэлементами выделите техногенные аномалии. Объясните причины их возникновения. Выделите районы, где концентрация микроэлемента в почве превышает ПДК.

Методические указания

Выполняя первое задание, коэффициент концентрации химических элементов в почве вычисляется только для горизонта А. $K_c = C_{ср.} / C_{ф.}$, где $C_{ср.}$ – среднее содержание химического элемента, а $C_{ф.}$ – фоновое содержание элемента в почве (Сает, Смирнова, 1993).

Суммарный показатель загрязнения почв, равный сумме коэффициентов концентрации накопившихся химических элементов вычисляется по формуле $Z_c = K_{ci} - (n - 1)$, K_{ci} – коэффициент концентрации i -го химического элемента в почве, n – число наблюдаемых аномальных ингредиентов (при учете химических элементов с концентрацией K_{ci} более 2 (Сает, Смирнова, 1983).

Таблица 3.

Критерии загрязнения

Категория загрязнения почв	Величина Z_c	Изменение показателей здоровья населения
Допустимая	менее 16	Низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16 – 32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32 – 128	Увеличение числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	более 128	Увеличение заболеваемости детей, нарушение репродуктивной функции женщин, увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости и др.

Для построения картосхемы загрязнения территории одним из микроэлементов используйте способ изолиний. При определении уровня загрязнения почв и разработке легенды вышеназванной картосхемы используйте шкалу уровня загрязнения почв (табл. 4, 5).

Таблица 4.

Шкала уровня загрязнения почв

Уровень	K_c
Слабый	2 – 3
Умеренный	3 – 4
Средний	4 – 5
Повышенный	5 – 6
Высокий	6 – 7
Очень высокий	Более 7

Таблица 5.

Уровень загрязнения почв микроэлементами (Ревич, Сает, Смирнова, 1990)

Уровень загрязнения	Краткая характеристика геохимической аномалии
Низкий	Геохимические аномалии не образуются, доля токсических элементов невелика
Средний	Небольшие по размеру геохимические аномалии в почвах. Характерны токсические эффекты при небольших концентрациях
Высокий	Обширные геохимические аномалии в почвах
Очень высокий	Обширные геохимические аномалии с экстремальными значениями токсических элементов

При выделении на картосхеме техногенных аномалий используйте критерий первого порога аномальности, равного $K_c = 1,5$.

Тема: ТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ

Антропогенное воздействие на воздушный бассейн включает выбросы вредных веществ в атмосферу и изъятие кислорода. Оценку воздействия предлагается проводить с помощью *индекса загрязнения воздуха*

$$ИЗ_{воз} = 0,001(P_0/B_0 + A/T),$$

где P_0 – энергетическое потребление кислорода в территории (тыс. т/год);

B_0 – биопродукция кислорода в территории (тыс. т/год);

A – годовая сумма вредных выбросов в атмосферу от стационарных источников (т/год); T – площадь территории ($км^2$).

ИЗ воз используется обычно для сравнения территорий.

Воздействие на водные объекты оценивается с помощью *индекса техногенной нагрузки на водные ресурсы* (ИНвод):

$$ИН_{вод} = 0,059 \cdot K \cdot M,$$

где K – доля изъятия при водозаборе годового дебита природных вод территории – речного стока и протока (в долях единицы); M – годовой объем загрязненных стоков (млн $м^3$).

Задание 1. Рассчитайте индекс загрязнения воздуха (ИЗвоз) для трех вариантов, представленных в табл. 1.

Создайте таблицу исходной информации и расчетных данных, постройте диаграммы, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

Задание 2. Рассчитайте индекс техногенной нагрузки на водные ресурсы (ИНвод) для трех вариантов, представленных в табл. 1.

Создайте таблицу исходной информации и расчетных данных, постройте диаграммы, проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы.

Таблица 1.

Варианты заданий

№	Параметры	Варианты					
		1	2	3	4	5	6
Структура территории							
1	Общая площадь, км ²	222,3	1670,8	781,4	2161,1	802,3	1726,3
2	Селитебные, транспортные и промзоны, км ²	49,6	188,8	248,5	248,5	123,6	110,5
3	Леса и насаждения, км ²	71,6	524,6	190,7	1004,9	273,6	944,4
4	Сельскохозяйственные земли, км ²	70,5	902,0	312,5	721,8	318,5	600,6
Население							
5	Население, тыс. чел.	342,67	55,91	159,13	157,17	124,54	106,08
6	Процент городского населения, %	95,2	48,6	77,0	65,2	70,8	73,7
7	Рождаемость, на 1000 чел.	9,4	11,1	11,8	10,5	9,8	1-1,4
8	Смертность, на 1000 чел.	10,8	13,7	11,7	12,7	11,2	15,7
9	Детская смертность, на 1000 чел.	14,9	16,0	15,9	18,8	11,1	14,0
10	Общая заболеваемость, на 1000 чел.	920	960	950	980	890	970
Энергетика							
11	Годовое потребление энергии, тыс. твт*	563	90	5238	616	251	257
Экосистемы							
12	Среднегодовая фитомасса (сухое в-во), тыс. т	933	6897	2656	12349	3606	13855
13	Продукция фитомассы, тыс. т/год	96	880	342	1221	374	1293
14	Поглощенная радиация, ПДж/год **	577	4177	2030	5402	2085	4660
Воздушная среда							
15	Биопродукция O ₂ , тыс. т/год	109	1000	388	1387	425	1469
16	Потребление O ₂ , тыс. т/год	1192	197	11360	1315	546	568
17	Выбросы аэрополлютантов, тыс. т/год	14,6	1,8	1507,2	38,6	3,7	6,3
Водная среда							
18	Речной сток и проток, млн. м ³ /год	40	624	2243	1477	212	275
19	Объем поверхностных вод, км ³	0,05	0,64	1,82	1,25	0,23	0,26
20	Водозабор, млн. м ³ /год	34	19	79	37	22	22
21	Загрязненные стоки, млн. м ³ /год	1	6	39	21	15	2
Климатические характеристики							
22	Суммарная солнечная радиация, ккал/см ² год	70	76	88	78	85	94
23	Радиационный баланс, ккал/см ² год	28	34	40	29	35	42
24	Годовое количество осадков, мм	500	630	680	650	540	570
25	Средняя скорость ветра, м/с	2,3	3,8	4,5	2,0	4,6	3,7

№	Параметры	Варианты					
		7	8	9	10	11	12
Структура территории							
1	Общая площадь, км ²	2000,1	954,7	1294,5	628,5	1985,2	1098,8
2	Селитонные, транспортные и промзоны, км ²	268,1	78,3	173,4	106,2	131,0	183,5
3	Леса и насаждения, км ²	870,0	103,1	639,5	52,1	823,8	287,9
4	Сельскохозяйственные земли, км ²	692,0	697,9	372,8	441,8	1015,2	536,2
Население							
5	Население, тыс. чел.	239,70	45,38	126,35	79,52	143,24	207,71
6	Процент городского населения, %	78,5	39,9	55,9	75,9	77,7	80,6
7	Рождаемость, на 1000 чел.	11,5	12,9	10,1	10,1	10,8	10,2
8	Смертность, на 1000 чел.	10,9	14,4	11,7	12,6	13,8	12,8
9	Детская смертность, на 1000 чел.	20,6	6,8	13,3	11,2	16,7	18,9
10	Общая заболеваемость, на 1000 чел.	1010	890	920	930	989	1008
Энергетика							
11	Годовое потребление энергии, тыс. туг*	933	79	255	3821	440	2814
Экосистемы							
12	Среднегодовая фитомасса (сухое в-во), тыс. т	11868	1758	7873	941	10263	3895
13	Продукция фитомассы, тыс. т/год	1127	497	734	304	1179	553
14	Поглощенная радиация, ПДж/год **	5000	2626	3237	1695	4764	2967
Воздушная среда							
15	Биопродукция O ₂ , тыс. т/год	1280	564	833	345	1339	628
16	Потребление O ₂ , тыс. т/год	2088	177	543	11920	985	6275
17	Выбросы аэропеллютантов, тыс. т/год	14,8	0,8	3,7	212,6	22,4	178,7
Водная среда							
18	Речной сток и проток, млн. м ³ /год	388	4800	574	3746	715	2440
19	Объем поверхностных вод, км ³	0,38	2,73	0,62	1,84	0,57	1,22
20	Водозабор, млн. м ³ /год	55	12	28	839	40	66
21	Загрязненные стоки, млн. м ³ /год	36	6	19	16	33	1
Климатические характеристики							
22	Суммарная солнечная радиация, ккал/см ² год	70	77	86	98	78	83
23	Радиационный баланс, ккал/см ² год	29	32	38	42	30	38
24	Годовое количество осадков, мм	600	500	700	630	550	640
25	Средняя скорость ветра, м/с	2,0	3,1	2,5	4,2	2,4	4,3

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите показатели, характеризующие загрязненность атмосферного воздуха.
2. Перечислите известные вам интегральные показатели оценки загрязненности воздуха.
3. Приведите нормативные документы по охране атмосферного воздуха и определению уровня его загрязненности.
4. Какие способы выражения концентраций примеси в атмосфере вы знаете?
5. Определение «загрязнение атмосферного воздуха».
6. Как вы понимаете определение «качество атмосферного воздуха».
7. Объясните, что понимается под предельно допустимой концентрацией загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест.
8. Поясните термины: «водный объект», «качество воды» и «критерий качества воды».
9. По каким параметрам производится оценка качества воды?
10. Какие интегральные показатели оценки качества воды вы знаете?
11. Как классифицируются водные объекты по показателям оценки их качества?
12. Что понимается под лимитирующим признаком вредности в воде?
13. Какие санитарно-гигиенические нормативы состояния водных объектов вы знаете?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об охране атмосферного воздуха: Федеральный закон от 04.05.1999, № 96-ФЗ (ред. от 23.07.2013).
2. Водный кодекс Российской Федерации (от 03.06.2006 № 74-ФЗ, в редакции от 01.01.2014 г.). – М., 2007.
3. Внуков, А. К. Защита атмосферы от выбросов энергообъектов: справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 176 с.
4. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Сает, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
5. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – СанПиН 2.1.6.983–00. – Москва, 2000.
6. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – СанПиН 2.1.5.980–00. – М., 2000.
7. Гигиенические требования к обеспечению качества охраны атмосферного воздуха населенных мест. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – СанПиН 2.1.6.1032–01. – М., 2001.
8. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения. Санитарные правила. – СП 2.1.5.1059–01. – М., 2001

9. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – СанПиН 2.1.4.1110–02. – М., 2002.

10. Методические рекомендации по определению реальной нагрузки на человека химических веществ, поступающих с атмосферным воздухом, водой и пищевыми продуктами. (Утв. нач. ГСЭУ Минздрава СССР, № 2983-84 от 30.03.84). – М., 1986. – 41 с.

11. Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ 19.12.2007. №90). Гигиенические нормативы. – ГН 2.1.5.2307-07. – М., 2007.

12. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (Утв. Главным государственным санитарным врачом 19.12.2007 г., ред. от 09.10.2013 г. Зарегистрировано в Минюсте РФ 21.01.2008 г. № 10996). – Гигиенические нормативы. – ГН 2.1.6.2309–07. – М., 2008.

13. Оценка воздействия на компоненты природной среды: лабораторный практикум / сост.: А. В. Таловская, Л. В. Жорняк, Е. Г. Языков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2014. – 88 с.

14. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – 304 с.

15. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы. – ГН 2.1.6.1338-03. – М., 2003. – 54 с.

16. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. (Утв. Главным государственным санитарным врачом 27.04.2003 г. Зарегистрировано в Минюсте РФ 19.05.2003 г. №4550). Гигиенические нормативы. – ГН 2.1.5.1315–03. – М., 2003.

17. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика: теория и практикум: учеб. пособие / под ред. А. П. Хаустова. – М.: РУДН, 2009. – 613 с.

18. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Госкомгидромет СССР, МЗ СССР. (Утв. зам. предс. Госкомгидромета СССР 01.06.1989, Главным гос. сан. врачом СССР 16.05.1989). – РД 52.04.186-89. – М., 1991. – 683 с.

19. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 22 с.