

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

«Севастопольский государственный университет»

Институт ядерной энергии и промышленности

Дербасова Н.М., Гавриш О.П., Кучерик Г.В.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Учебное пособие

для студентов очной и заочной формы обучения

по специальности 05.03.06 – Экология и природопользование

Севастополь

2017

Учебное пособие по дисциплине «Экологический мониторинг» для студентов дневной и заочной форм обучения по специальности 05.03.06 – Экология и природопользование / СевГУ; сост. Н.М. Дербасова, О.П. Гавриш, Г.В. Кучерик. – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2017. – 117с.

Целью учебного пособия является оказание помощи студентам дневной и заочной форм обучения в выполнении практических заданий по дисциплине «Экологический мониторинг» (разделы – мониторинг состояния атмосферного воздуха, поверхностных вод, почв, литомониторинг). Представлены методики оценки и анализа степени загрязнённости окружающей среды.

Учебное пособие утверждено на заседании кафедры «Радиоэкология и экологическая безопасность» от 12.05.2017 года, протокол № 11.

Рецензенты: и.о. зав. кафедрой РЭБ, к.х.н., доцент **Омельчук Ю.А.**, к.х.н., доцент кафедры РЭБ **Лукина Л.И.**

Ответственный за выпуск:

к.т.н., доцент кафедры РЭБ **Дербасова Н.М.**

Издательский номер _____

Учебное пособие по курсу “Экологический мониторинг” предназначено для студентов экологов IV курса. Программа курса предусматривает цикл практических занятий, цель которых – овладение современными методами анализа данных, полученных в ходе мониторинговых наблюдений.

Выполняемые на занятиях практические работы тематически объединены в 4 блока (раздела).

Первый блок посвящен *мониторингу атмосферного воздуха* (Ивлиева, 2003), и направлен на изучение студентами методов получения и обработки данных о состоянии атмосферного воздуха, его оценки.

Во втором блоке, посвященном *мониторингу загрязнения поверхностных вод*, рассматриваются основные способы оценки качества вод водных объектов, получившие в последнее десятилетие в системе Росгидромета и других службах широкое практическое применение.

Третий блок посвящен *мониторингу состояния почв*. При выполнении данных практических работ студенты знакомятся с методикой расчета суммарного показателя загрязнения металлами почвенного и снегового покрова и районирования территории по его величине; принципами оценки загрязнённости почв фтористыми соединениями и пестицидами.

В четвертом блоке, посвященном *мониторингу состояния геологической среды – литомониторингу*, основное внимание уделено принципам составления геологических карт и разрезов. Владение навыками их построения является важнейшим элементом для выявления закономерностей естественно-техногенной эволюции геологической среды.

Выполнение практических работ является необходимым условием допуска к теоретическому зачету. Студент выполняет практическую работу, используя вариант задания данный ему преподавателем.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ	6
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ	11
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. АНАЛИЗ ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	15
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД	25
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. РАСЧЕТ ПДС ДЛЯ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН МОРЕЙ	34
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6. ПЕРВИЧНЫЙ АНАЛИЗ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ УРОВНЯ И ПОВЕДЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	40
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОДЫ ПО УДЕЛЬНОМУ КОМБИНАТОРНОМУ ИНДЕКСУ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОДЫ	45
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. МЕТОД ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ	52
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПОЧВ И СНЕГОВОГО ПОКРОВА МЕТАЛЛАМИ. ВРЕМЕННОЙ ХАРАКТЕР ЗАГРЯЗНЕНИЯ	57
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10 ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПОЧВ ФТОРИСТЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ	63

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПОЧВ ПЕСТИЦИДАМИ	67
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12. ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ И РАЗРЕЗОВ	70
ВОПРОСЫ К СЕМИНАРУ:.....	81
ВОПРОСЫ , ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЧЕТ	83
ВОПРОСЫ , ВЫНОСИМЫЕ НА ЭКЗАМЕН	86
ПРИЛОЖЕНИЕ А	88
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	89
ПРИЛОЖЕНИЕ В	94
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Е	115
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:	116

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Цель работы: освоить методику расчета индекса загрязнения атмосферы – комплексного показателя загрязнения атмосферы.

Общие сведения

Значение чистоты воздушного бассейна для человека трудно переоценить. Атмосфера является одной из систем, в которой протекает жизнедеятельность человека. Наблюдение за состоянием атмосферы, присутствием природных и антропогенных ЗВ осуществляется многими службами на станциях государственной сети Росгидромета.

Ведущим научным учреждением России в области мониторинга загрязнения атмосферы, моделирование климата, разработки и развития расчетных методов контроля загрязнения атмосферы и является Главная геофизическая обсерватория (ГГО) им. А.И. Воейкова.

В последние годы информация о качестве воздуха городов в целом по России представляется в ежегодных отчетах, аналитических обзорах, книгах на сайте ГУ ГГО. Эти материалы использованы при составлении аннотированной практической работы.

Загрязнение воздуха определяется по значениям средних и максимальных разовых концентраций примесей. Степень загрязнения оценивается при сравнении фактических концентраций с ПДК.

Средние концентрации примесей сравниваются с ПДК среднесуточными, максимальные из разовых концентраций – с ПДК максимально разовыми.

В качестве обязательных статистических характеристик загрязнения воздуха также используется:

- повторяемость (%) разовых концентраций примеси в воздухе выше предельно допустимой концентрации (ПДК) данной примеси;
- повторяемость (%) разовых концентраций примеси в воздухе выше 5 ПДК;
- количество случаев концентраций примесей в воздухе, превышающих 10 ПДК.

Установлено три показателя качества воздуха – стандартный индекс (СИ), наибольшая повторяемость превышения ПДК (НП) индекс загрязнения атмосферы (ИЗА);

СИ (стандартный индекс) – наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. Он определяется из данных наблюдений на постах рассматриваемой территории за одной или всеми примесями за месяц или за год. Показатель характеризует степень кратковременного загрязнения. Обычно оценивается количество городов, в которых $СИ > 5$ или $СИ > 10$;

НП – наибольшая повторяемость (%) превышения максимально разовой ПДК по данным наблюдений за одной примесью на всех постах рассматриваемой территории за месяц или за год.

ИЗА – комплексный (интегральный) индекс загрязнения атмосферы. Это основной показатель степени загрязнения воздуха города, учитывающий *несколько* примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций (РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы»), поэтому этот показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха.

Комплексные показатели уровня загрязнения атмосферы позволяют выделить экологически наиболее опасные объекты, проследить взаимосвязь изменения состояния атмосферного воздуха и состояния здоровья населения на определенной территории, а также зависимость между динамикой производства и состоянием атмосферы. На основе комплексных показателей возможно сопоставление уровня загрязненности различных населенных пунктов, оценка изменения состояния атмосферы для одного и того же населенного пункта.

Чтобы значения ИЗА были сопоставимы для разных городов или за разные интервалы времени в одном городе, необходимо рассчитывать их для одинакового количества (числа) веществ.

С этой целью сначала рассчитываются парциальные значения ИЗА для каждого ЗВ, которые ранжируют по величине. Для каждого города выбирают не менее пяти веществ с наибольшими значениями индексов (приоритетные загрязнители), по которым рассчитывается суммарный индекс загрязнения атмосферы ИЗА.

Таким образом, используемый в России индекс суммарного загрязнения атмосферы позволяет представить интегральный уровень загрязнения воздуха в городе за год одним числом.

Установлены четыре категории качества воздуха в зависимости от уровня загрязнения. Уровень загрязнения считается:

- низким при значениях ИЗА менее 5;
- повышенным при ИЗА от 5 до 6, СИ < 5;
- высоким при ИЗА от 7 до 13, СИ от 5 до 10;
- очень высоким при ИЗА, равном или более 14, СИ > 10.

Методика расчета

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) чаще всего используется на практике. Это количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы, учитывающая различие в скорости возрастания степени вредности веществ, приведенной к вредности диоксида серы, по мере увеличения превышения ПДК, рассчитывается по формуле:

$$I_i = \left(\frac{Q_{\Gamma}}{ПДК_{с.с.}}\right)_i^{c_i} \quad \text{или} \quad I_i = \left(\frac{q_{\Gamma}}{ПДК_{с.с.}}\right)^{c_i} \quad (1.1)$$

где: I_i индекс загрязнения атмосферы;

i — примесь (ЗВ);

Q_{Γ} — среднегодовая (среднеарифметическая по постам) концентрация примеси для города (района);

q_{Γ} — среднегодовая (среднеарифметическая разовых или среднесуточных концентраций в течение года) концентрация примеси;

c_i — константа, принимающая значения 1,7; 1,3; 1,0; 0,9, соответственно, для 1-го, 2-го, 3-го, 4-го классов опасности веществ, позволяющая привести степень вредности i -го вещества к степени вредности диоксида серы.

Комплексный показатель загрязнения атмосферы I приоритетными веществами, определяющими состояние загрязнения атмосферы в определенном пункте, рассчитывают по формуле

$$I_l = \sum I_i \quad (1.2)$$

где I_i — сумма приоритетных ЗВ для данного района.

Пример 1.1. *Условия задачи.* Используя данные табл. 1, определить уровень загрязнения атмосферного воздуха населенного пункта А.

Решение

1. Рассчитаем парциальные значения ИЗА(I) для каждого ЗВ по формуле (1.1).

Таблица 1.1 - Содержание ЗВ в атмосфере населенного пункта А

Загрязняющие вещества	q_{Γ} В долях ПДК	Максимальная разовая концентрация в долях ПДК (СИ)	Повторяемость разовых концентраций выше ПДК, %(НП)	Класс опасности
Взвешенные	1,2	2,2	5,3	3-4
Диоксид серы	2,0	4,4	15,1	3
Бенз(а)пирен	2,6	7,2	-	1
Диоксид азота	2,2	3,3	8,8	2
Фторид водорода	1,2	3,8	6,9	2
Формальдегид	7	4,6	19,9	2

Согласно условию задачи, мы уже имеем отношение концентрации ЗВ к его ПДК_{с.с}(доли ПДК), поэтому в зависимости от класса опасности ЗВ, индекс загрязнения веществ будет равен:

$$I_{\text{взвешенные}} = 1,2^{0,9} = 1,18;$$

$$I_{\text{бензапирен}} = 2,6^{1,7} = 5,08;$$

$$I_{\text{диоксид азота}} = 2,2^{1,3} = 2,79;$$

$$I_{\text{фторид водорода}} = 1,2^{1,3} = 1,27;$$

$$I_{\text{формальдегид}} = 7^{1,3} = 12,55.$$

2. Далее ранжируем по степени возрастания показатели ИЗА ЗВ:

$I_{\text{взвешенные}}(1,18) < I_{\text{фторид водорода}}(1,27) < I_{\text{диоксид серы}}(2,0) < I_{\text{диоксид азота}}(2,79) < I_{\text{бензапирен}}(5,08) < I_{\text{формальдегид}}(12,55)$.

3. Комплексный ИЗА рассчитываем по формуле (1.2), для расчета выбираем пять ЗВ с наибольшими показателями индексов:

$$\text{ИЗА} = 12,55 + 5,08 + 2,79 + 2,00 + 1,27 = 23,69.$$

Ответ: ИЗА воздуха населенного пункта А равен 23,69. Величина ИЗА (больше 14) свидетельствует об очень высоком уровне загрязнения воздуха в пункте А.

Задание 1.1. Определить ИЗА атмосферного воздуха г. Иркутска, если в его атмосфере присутствуют загрязнители в концентрациях, представленных в табл. 1.2. Для решения использовать пример 1.1.

Таблица 1.2. - Средний уровень загрязнения атмосферного воздуха (q_{Γ} , мг/м³)

Загрязняющие вещества	q_{Γ} , мг/м ³	ПДК _{с.с}	ПДК _{м.р}	Класс опасности
Взвешенные	0,03	0,15	0,50	3-4
Серы диоксид	0,01	0,05	0,50	3
Оксид углерода	3,00	3,00	5,00	4
Азота диоксид	0,06	0,04	0,085	3
Сероводород	0,02	0,06	0,40	3
Фенол	0,001	-	0,008	2
Сажа	0,005	0,003	0,010	2
Углеводороды	0,1	0,05	0,15	3
Формальдегид	6,0	1,50	-	4
Аммиак	0,002	0,003	0,035	2
Бензол	0,13	0,04	0,20	4
Ксилол	0,09	0,20	0,20	3
Толуол	0,4	0,60	0,60	3
Бенз(а)пирен, 10^{-6}	0,9	1,00	-	1

Задание 1.2. Рассчитать ИЗА, сопоставить уровень загрязненности атмосферного воздуха в городах Иркутской области и выделить приоритетные загрязнители, используя данные табл. 4.3, пример 4,1.

Таблица 1.3 - Концентрации загрязняющих веществ (доли ПДК_{с.с}) в атмосферном воздухе промышленных центров

Загрязняющие вещества	Братск	Иркутск	Саянск	Усолье Сибирское	Шелихов
Пыль неорганическая	1,0	1,5	1,0	1,0	1,3
Оксиды серы	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Оксиды азота	1,4	1,5	1,0	1,0	1,0
БП	4,1	3,4	2,0	2,5	3,2
Формальдегид	6,0	4,3	2,0	1,7	3,0

Контрольные вопросы:

1. С какой целью рассчитываются комплексные показатели уровня загрязнения атмосферы?
2. Что показывает индекс загрязнения атмосферы?
3. Как используется индекс загрязнения атмосферы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Цель работы: освоить методику расчета потенциала загрязнения атмосферы — комплексного показателя загрязнения атмосферы.

Общие сведения

Для оценки загрязнения воздушной среды рекомендуется проводить оценку состояния атмосферы воздуха либо по устойчивости ландшафта к техногенным воздействиям через воздушный бассейн, либо по градации состояния воздушного бассейна на основании сравнения концентраций с санитарно-гигиеническими нормами. Потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) — это комплексная характеристика, которая дает возможность оценить потенциальную способность к рассеиванию примесей в атмосфере в зависимости от географического положения местности и метеофакторов. Регламентом РД 52.04.186—89 (Руководство по контролю загрязнения атмосферы) рекомендуется расчет среднего за много лет ПЗА, поскольку он базируется на комплексе важнейших метрологических параметров (табл. 2.1.).

К критериям оценки устойчивости ландшафтов к техногенным воздействиям через воздушный бассейн могут быть отнесены следующие показатели:

- аккумуляция ЗВ (характеристика инверсий, штилей, туманов);
- разложение ЗВ в атмосфере, зависящее от общей и удельной УФ-радиации, температурного режима, числа дней с грозами;
- вынос ЗВ (ветровой режим);
- разбавление ЗВ за счет воспроизводства кислорода (процент относительной лесистости).

Методика расчета.

Высокое значение ПЗА, которое реализуется при частой повторяемости неблагоприятных природных условий, характеризует уровень загрязнения атмосферы.

Таблица 2.1 - Определение ПЗА по среднегодовым значениям метеорологических параметров*
*СанПиН 2.1.6.1032-01.

ПЗА	Приземные инверсии			Повторяемость, %		Высота слоя перемещения км	Продолжительность тумана, %
	Повторяемость, %	Мощность, км	Интенсивность, °С	Скорость ветра, 0-1 м/с	Застой воздуха, дни		
Низкий	20-30	0,3-0,4	2-3	10-20	5-10	0,7-0,8	80-350
Умеренный	30-40	0,4-0,5	3-5	20-30	7-12	0,8-1,0	100-500
Повышенный континентальный приморский	30-45	0,3-0,6	2-6	20-40	3-18	0,7-1,0	100-600
	30-45	0,3-0,7	2-6	10-30	10-25	0,4-1,1	100-600
Высокий	40-60	0,3-0,7	3-6	30-60	10-30	0,7-1,6	50-200
Очень высокий	40-60	0,3-0,9	3-10	50-70	20-45	0,8-1,6	10-600

Величина ПЗА рассчитывается по формуле

$$\text{ПЗА} = 2,3 \exp\left[\frac{0,04}{(z_2 - z_1)^2} - \frac{0,4z_1}{z_2 - z_1}\right] \quad (2.1)$$

Где z_2 и z_1 – аргументы интеграла вероятности $\Phi(z)$, при которых Φ связано с P_1 и P_2 соотношениями:

$$\begin{aligned} \Phi(z_1) &= 1 - 2P_1; \quad \Phi(z_2) = 1 - 2P_2; \\ P_1(q > 1,5q_n) &= P_{\text{инв}} + P_{\text{св}} - P_3 - P_{\text{т}}; \\ P_2(q > 1,5q_n) &= P_3 + P_{\text{т}}; \end{aligned} \quad (2.2)$$

Где P_1 и P_2 – вероятности реализации некоторых метеорологических условий;

q_n – выброс вещества в условном районе;

q – выброс вещества в конкретном районе, различающихся по климатическим условиям распространения примеси;

$P_{\text{инв}}$ – повторяемость приземных инверсий;

$P_{\text{св}}$ – повторяемость скорости ветра 0-1 м/с;

P_3 – повторяемость застоев;

$P_{\text{т}}$ – повторяемость туманов

Используются средние за год значения повторяемости P в долях от единицы.

Значения z_2 и z_1 определяются по $\Phi(z_1)$ и $\Phi(z_2)$.

Пример 2.1. Рассчитать ПЗА атмосферного воздуха населенного пункта I, используя данные табл. 2.1.

Таблица 2.2 - Повторяемость среднегодовых значений метеорологических параметров населенных пунктов

Населенные пункты	Повторяемость. %			
	Приземные инверсии	Скорость ветра 0-1 м/с	Застой воздуха	Туман
1	30	30	10	15
2	10	70	5	8
1	25	10	20	10
4	60	40	15	20
5	70	60	5	3

Расчет

Согласно заданию 1 (табл. 2.1) по формулам (2.2) для расчета величины Φ определяем значения P_1 и P_2 .

$$P_1 = 30 + 30 - 10 - 15 = 35;$$

$$P_2 = P_3 + P_{\text{т}} = 10 + 15 = 25.$$

Рассчитываем величину Φ , предварительно значения величин P пересчитываем из % в доли от единицы:

$$\Phi(z_1) = 1 - 2P_1 = 1 - 2 \cdot 0,35 = 0,3;$$

$$\Phi(z_2) = 1 - 2P_2 = 1 - 2 \cdot 0,25 = 0,5.$$

Значения Φ , равные z , вводим в уравнение (1) и рассчитываем ПЗА населенного пункта:

$$\begin{aligned} \text{ПЗА} &= 2,3 \exp\left[\frac{0,04}{(z_2 - z_1)^2} - \frac{0,4z_1}{z_2 - z_1}\right] = 2,3 \exp\left[\frac{0,04}{(0,5 - 0,3)^2} - \frac{0,4 \cdot 0,3}{(0,5 - 0,3)}\right] = \\ &= 2,3 \exp 0,76 = 2,3 \cdot 2,14 = 4,9 \end{aligned}$$

Ответ: потенциал загрязнения атмосферы с учетом климатических факторов равен 4,9. Для того чтобы оценить величину ПЗА, ее надо сравнивать со значениями ПЗА других городов или этого города для другого периода времени, учитывая, что чем больше значение ПЗА, тем выше уровень загрязнения атмосферы.

Задание 2.1. Рассчитать ПЗА атмосферного воздуха населенных пунктов, используя данные табл. 2, выявить наиболее загрязненные населенные пункты.

Задание 2.2. Рассчитать климатический потенциал способ атмосферы к самоочищению в городах Иркутской области в холодные и теплые периоды, используя данные табл. 3 и формулу 3. Выявить наиболее чистые населенные пункты.

Таблица 2.3 - Климатические характеристики Иркутской области

Населенные пункты	ВЛ		Т		Ш		О		В	
	хол.	тепл.	хол.	тепл.	хол.	тепл.	хол.	тепл.	хол.	тепл.
Усть-Илимск	35	17	13	64	26	24	37	51	26	
Зима	43	15	38	20	376	20	24	43	58	
Иркутск	55	19	76	22	16	9	25	47	37	
Слюдянка	14	40	3	6	14	16	16	36	6	
Нижне-Удинск	28	35	2	20	42	41	25	42	63	

Примечание. В и О — нормируемое число дней со скоростью ветра менее 6 м/с и атмосферными осадками меньше 1 мм, соответственно, благоприятствующие очищению атмосферы факторы, Т, Ш, ВЛ — нормируемое число дней с туманами, штилем и относительной влажностью меньше 80 %, соответственно, препятствующие очищению атмосферы факторы.

Климатический потенциал способности атмосферы к самоочищению (КПСА) рассчитывается по формуле

$$\text{КПСА} = (В+О) / (Т + Ш + ВЛ)$$

Контрольные вопросы и задание

1. В каких случаях рекомендуется использовать ПЗА?
2. Какие исходные данные используются для определения ПЗА?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. АНАЛИЗ ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Цель работы:

Научится определять класс ПЗА в заданном регионе и давать рекомендации по размещению объектов промышленности.

Основные положения:

Природный потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) — совокупность метеорологических и климатических факторов, определяющих условия рассеивания выбросов в атмосфере и ее самоочищение.

При районировании территории по ПЗА учитываются:

- Характеристики воздушного переноса (направление, абсолютные значения, интенсивность).
- Факторы, способствующие загрязнению атмосферы (штили, туманы, изотермические инверсии, опасные скорости ветра).
- Факторы, способствующие самоочищению атмосферы (осадки, грады, суммарная радиация, доза ультрафиолетовой радиации, безморозный период и т.д.).

На территории России выделяется *шесть классов ПЗА* (рис. 3.1). Высокую экологическую опасность при промышленном освоении территории определяет не только высокий потенциал загрязнения атмосферы, но и другие климатические параметры, в частности степень экстремальности природных условий. Кроме того, высокая вероятность экологической опасности появляется при занятости ПЗА уже существующими или прогнозируемыми техногенными нагрузками. При выборе районов с заданной степенью экологичности при размещении промышленного объекта предпочтение отдается территориям с низким потенциалом загрязнения атмосферы при отсутствии факторов, увеличивающих его.

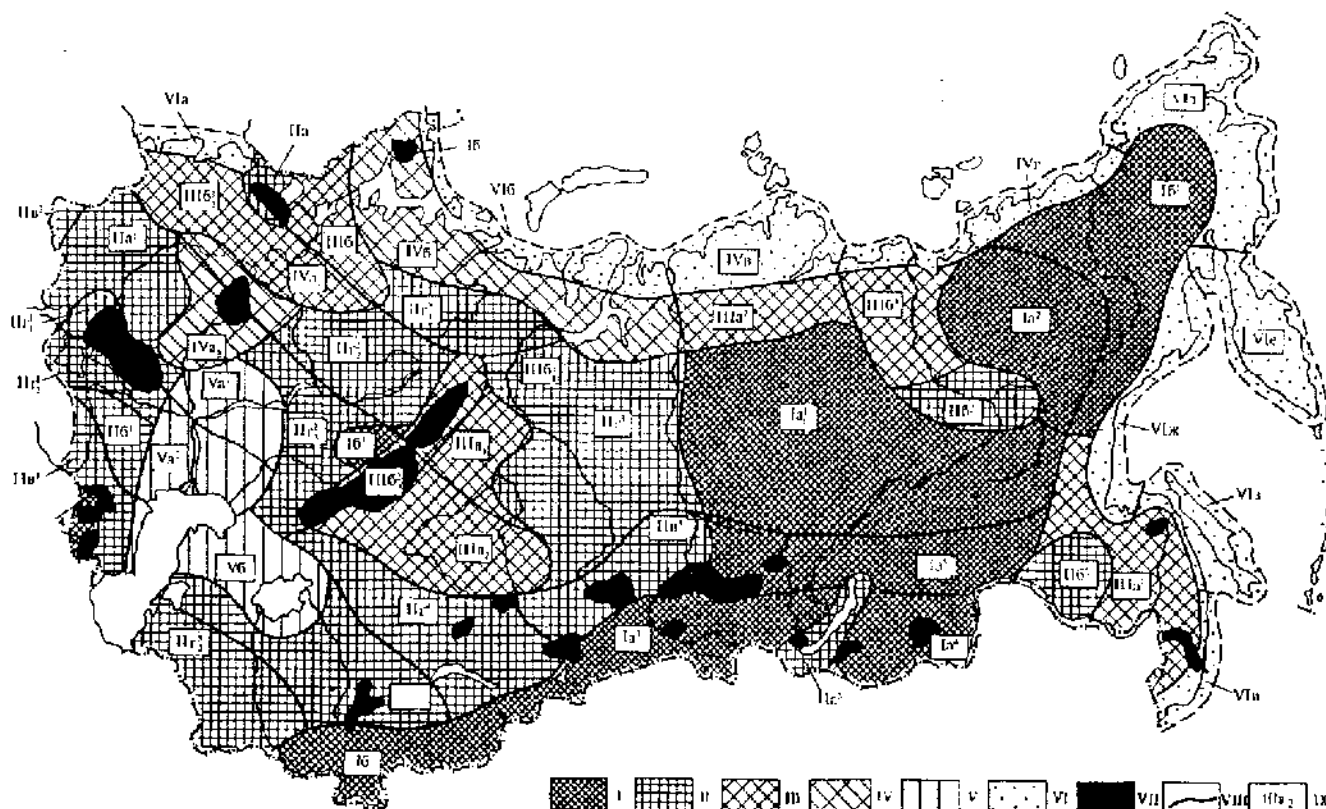


Рис. 3.1 - Карта-схема «Районирование территории по природному потенциалу загрязнения атмосферы»

Классы потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА):

- I — высокий опасный (ПЗА-I);
- II — повышенный (ПЗА-II);
- III — умеренный (ПЗА-III);
- IV — пониженный (ПЗА-IV);
- V — низкий (ПЗА-V);
- VI — очень низкий (ПЗА-VI);
- VII - территории с высокой занятостью ПЗА промышленностью;
- VIII - границы районов и подрайонов;
- IX - индексы районов и подрайонов

В целом высокой экологической опасностью обладают территории с высоким потенциалом загрязнения атмосферы (ПЗА-I), особенно в районах сильной промышленной освоенности.

Следующая градация — территории с повышенным потенциалом загрязнения атмосферы (ПЗА-II), которым присуща повышенная экологическая опасность, резко возрастающая в промышленно освоенных и урбанизированных районах и в районах действия экстремальных и стихийных процессов.

Для территорий с умеренным потенциалом загрязнения атмосферы (ПЗА-III) характерна низкая экологическая опасность промышленного освоения, за исключением промышленных районов Среднего и Южного Урала и высокоширотных районов с экстремальными природными условиями.

Четвертая градация — пониженный потенциал загрязнения атмосферы

(ПЗА-IV) — характеризуется низкой степенью экологической опасности.

Для следующих градаций (ПЗА-V и ПЗА-VI) с *низкими значениями потенциала загрязнения атмосферы* возрастание экологической опасности происходит в районах действия пыльных бурь и в районах побережий морей с высокой встречаемостью стихийных бедствий и экстремальным климатом.

На территориях с высоким потенциалом загрязнения атмосферы и интенсивной промышленной освоенностью возможно размещать лишь экологически безопасные производства с высокой степенью очистки. На территориях, обладающих резервом ПЗА, возможно размещение с меньшими ограничениями.

Метеорологический потенциал загрязнения атмосферы (МПА) определяется конкретными метеоусловиями и постоянно изменяется. Для определения МПА используются параметры, определяемые на большом числе метеостанций. Для определения МПА используют формулу, предложенную Т.Г. Селегей:

$$\text{МПА} = (P_{\text{сл}} + P_{\text{т}}) / (P_{\text{о}} + P_{\text{в}}) \quad (3.1)$$

где $P_{\text{сл}}$ — повторяемость слабых ветров (0-1 м/с), $P_{\text{т}}$ — повторяемость дней с туманом, $P_{\text{о}}$ — повторяемость дней с осадками 0,5 мм и более, $P_{\text{в}}$ — повторяемость скорости ветра более 6 м/с и более.

ОПИСАНИЕ КЛАССОВ ПЗА

Высокий опасный потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА-I) и худшие условия рассеивания на территории бывшего СССР характерны почти для всей Восточной Сибири, Саян, Алтая, гор Средней Азии, Казахстана и Кольского полуострова (классы 1а и 1б). Эти территории обладают высокой экологической опасностью нового промышленного освоения.

Класс 1а характеризуется однородным по всем направлениям переносом, наименьшим на территории. Его объем не превышает 10—12 млн м³/год при минимуме 5—6 млн м³, что определяет предельно малую интенсивность переноса $K_{\text{ип}} = 1-2$. Он наблюдается в Восточной Сибири (1а¹, 1а², 1а⁴, 1а⁵), в Саянах и на Алтае (1а³) (см. рис. 1). Факторы, способствующие загрязнению атмосферы, характеризуются высокими значениями: повторяемость инверсий (изотермий) зимой — 95—100%, летом — 70—80%. Вследствие большой меридиональной протяженности района приходящая суммарная радиация варьирует в широких пределах. По радиации, осадкам и расчлененности рельефа выделяются: центральный (1а¹), северо-восточный (1а²), юго-западный (1а³) и юго-восточный подрайоны (1а⁴, 1а⁵). В подрайонах 1а⁴ и 1а⁵ высокая степень экологической опасности загрязнения атмосферы возможна не только за счет высокого ПЗА, но также за счет будущего промышленного освоения, в частности в зоне тяготения к трассе БАМа (1а⁴).

Класс 1б — слабый воздушный перенос по большинству направлений в сочетании с умеренным переносом в одном каком-либо направлении. Такие условия наблюдаются на северо-востоке Сибири (1б¹), в горах Средней Азии и Казахстана (1б²), Предуралье (1б³), Закавказье (1б⁴) и на Кольском полуострове

(Iб⁵). Повторяемость штилей велика — на северо-востоке Сибири она составляет 40—50%, а менее всего (около 20%) — в Предуралье и горных тундрах Кольского полуострова. Опасные скорости ветра в подрайонах Iб³ и Iб⁵ достигают 20%. Повторяемость инверсий и изотермий также велика.

Территории обладают высокой степенью экологической опасности за счет высокого ПЗА, а также сильной промышленной освоенности территории подрайона Iб⁵; средней, местами сильной промышленной освоенностью подрайона Ia⁴ и средней степенью промышленной освоенности территории подрайона Iб³. В этих подрайонах возможно размещение лишь малоотходных производств с высокой степенью очистки выбросов.

Повышенный потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА-II) с плохими условиями рассеивания выбросов в атмосфере характеризуется воздушным переносом, в 4—5 раз превосходящим худшие условия разноса на территории при преобладании умеренного переноса (Кип = 3-5) в сочетании со слабым или значительным переносом (Кип = 6-8) в какой-либо одной четверти горизонта (классы IIa, IIб, IIв, IIг).

Класс IIa характерен для юго-запада, юга (IIa¹), а также запада ЕТС (IIa²) и Прибайкалья (IIa³). Объем годового переноса составляет 20-30 млн м³/год (Кип = 4-5). Годовая повторяемость штилей невелика. Инверсий, изотермий в Прибайкалье — до 90%, летом — около 60—70%. Часты туманы (до 40-60 дней в году). Для подрайонов IIa¹ и IIa³ характерна повышенная степень экологической опасности за счет повышенного ПЗА и промышленной освоенности средней степени. В подрайоне IIa² наблюдается высокая степень экологической опасности за счет сильной промышленной освоенности.

Класс IIб характерен для Северного Кавказа (IIб¹), Центральной Якутии (IIб²) и Буреинской низменности (IIб³). На Северном Кавказе воздушный перенос составляет 20-30 млн м³/год (Кип = 5), повторяемость штилей — 10-20%; в прочих подрайонах более значительная — 20-30%, а в подрайоне IIб³ до 40%. Высока повторяемость инверсий в Центральной Якутии: зимой — 95-100%, летом — 80-85%. На Северном Кавказе высока повторяемость дней с туманом до 40-60% в год. Район Буреинской низменности, сильно подверженный влиянию муссонов, характеризуется сезонными колебаниями количества осадков: от 500-600 мм летом до 75 мм зимой. Центральная Якутия отличается засушливым климатом: летом осадки составляют 175-200 мм, зимой — 30-50 мм. Все подрайоны отличаются высокой степенью экологической опасности за счет повышенного ПЗА.

Класс IIв — слабый, умеренный и значительный перенос воздуха при преобладании умеренного наблюдается на Кавказе (IIв¹), в Карпатах (IIв²) и на юге Западной Сибири (IIв³). Повсеместно зимой наблюдается высокая повторяемость инверсий, особенно в Западной Сибири (90-95%), значительна повторяемость штилей. Первые два подрайона (IIв¹, IIв²) характеризуются повышенной степенью экологической опасности за счет высокого ПЗА, а третий (IIв³) — высокой ее степенью за счет сильной промышленной освоенности.

Класс IIг занимает обширную территорию, на которой выделяется девять подрайонов: юго-восточная часть ЕТС (IIг^{1/2}), Приазовье (IIг^{1/2}), северо-восток ЕТС (IIг^{2/1}), восток ЕТС (IIг^{2/2}), Заволжье (IIг^{2/3}), северо-восточная половина Западной Сибири (IIг³), равнинный Казахстан (IIг⁴), равнины Средней Азии (IIг^{5/1}) и юг Средней Азии (IIг^{5/2}). Для юго-востока ЕТС, Приазовья и Средней Азии характерен умеренный и значительный северо-восточный перенос (Кип = 7-8). В остальных районах преобладает юго-западный перенос. Повторяемость штилей, как правило, незначительна, но повторяемость инверсий высока. Подрайоны Приазовья, Казахстана и особенно Средней Азии подвержены сильным пыльным бурям. В Средней Азии — самом запыленном районе — число дней с пыльными бурями превышает 40-60 в год. Для подрайонов Средней Азии характерны и самые высокие суммы солнечной радиации - до 140-160 ккал/см²•год - при самых малых в бывшем СССР осадках - 100-200мм/год. В Казахстане осадков также мало — около 300 мм.

Таким образом, территориям с повышенным потенциалом загрязнения атмосферы присуща повышенная степень экологической опасности, которая резко возрастает в районах старого промышленного освоения за счет уже существующей занятости природного фона. Усложнение экологической обстановки в регионе происходит при наложении на условия воздушного переноса экстремальных и стихийных явлений — пыльных бурь, сильных местных ветров, повышенной влажности, экстремальных температур и др.

Умеренный потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА-III) со средними условиями распространения выбросов на территории.

Класс IIIа¹ характеризуется умеренным и значительным с преобладанием умеренного, но местами сильным переносом на Дальнем Востоке (IIIа¹). Перенос в юго-восточную четверть при продолжительном зимнем муссоне может достигать 40 - 50 млн м³год (Кип = 8), для остальных четвертей Кип = 4-5. Повторяемость опасных скоростей ветра невелика — более 10%, а штилей значительна — до 30-50%. Инверсии часты во все времена года. Осадков выпадает до 700-800, мм, в теплое полугодие — 500-600 мм. Приток солнечной радиации велик - до 110-120 ккал/см²•год, ультрафиолетовой - 60-65кВт •ч/см²•год. **Подкласс IIIа²** при такой же интенсивности переноса отличается от предыдущего (IIIа¹) направлением переноса — наиболее значительный перенос направлен в северо-восточную четверть. Наблюдается на севере Сибири и отличается от класса IIIа¹ существенно меньшей суммой осадков (350- 400 мм), равномерно распределенных в течение года, а также значительно меньшей суммарной (около 75 ккал/см² • год) и ультрафиолетовой (около 50 кВт- ч/см² • год) радиацией.

Класс IIIб. Характерно распространение умеренного и значительного переноса, который наблюдается на северо-западе ЕТС (IIIб'^{1/1} и IIIб'^{1/2}), на Урале (IIIб^{2/1} и IIIб^{2/2}) и в северной Якутии по нижнему течению Лены (IIIб³). Во всех трех районах наибольший перенос направлен в северо-восточную

четверть (Кип = 9-10). Повторяемость штилей - 10% на северо-западе ЕТС, наибольшая (около 30%) — в северной Якутии. Северные части районов получают существенно меньшие количества суммарной и ультрафиолетовой радиации. На северо-западе ЕТС эти величины составляют 80-90 ккал/см² • год и 50 и 60 кВт•ч/см² •год соответственно, а на Урале 75-90 и 90-105 ккал/см² • год и около 55 и 65 кВт•ч/см² •год соответственно.

Класс IIIв характеризуется умеренным, значительным и по крайней мере в одной четверти сильным переносом, преимущественно в северо-восточном направлении (Кип = 9-10). Повторяемость инверсий и опасных скоростей ветра - 25%, осадков выпадает до 500мм/год, зимой часты инверсии, штили. По притоку солнечной радиации класс подразделяется на два подкласса: северный (IIIв₁) и южный (IIIв₂).

Таким образом, в целом для территорий с умеренным потенциалом загрязнения атмосферы характерна низкая экологическая опасность за счет существующего резерва ПЗА. Исключение составляют сильно промышленно освоенные территории Среднего и Южного Урала и высокоширотные районы с экстремальными природными условиями, в которых отмечается высокая экологическая опасность при размещении промышленных объектов.

Пониженный потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА-IV)

Класс IVa — умеренный значительный перенос с преобладанием значительного наблюдается в центре ЕТС и подразделяется на два подкласса по величине приходящей радиации — северный (IVa¹) и южный (IVa²) (в северном подрайоне до 85, а в южном — до 95 ккал/см²•год). Наиболее значителен перенос в северо-восточном направлении (Кип = 7-8). Инверсии круглый год. Осадков выпадает 500-600 мм/год.

Класс IVб — умеренный, значительный и сильный перенос с преобладанием значительного наблюдается на севере ЕТС и прилегающих к нему районах Западной Сибири. Наибольший перенос происходит в северо-восточном направлении (Кип = 7-8). Повторяемость штилей невелика — около 10%, а опасных скоростей ветра — 25%. Осадков до 400 мм.

Для районов с пониженным потенциалом загрязнения атмосферы (ПЗА-IV) характерна низкая степень экологической опасности, которая возрастает при сильной урбанизированности территории, например в районе IVa².

Низкий потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА-V)

Класс Va - значительный и сильный перенос (Кип = 10-12) в равной степени охватывает районы нижней Волги (Va¹) и Прикаспийской низменности (Va²). Наибольший перенос происходит в двух противоположных направлениях — с северо-востока и с юго-запада. Повторяемость штилей около 10%, опасных скоростей ветра — около 25%, инверсий зимой около 90%, летом — около 70%. Различаются подрайоны по степени засушливости: в северном осадков выпадает 300-400, в южном — 150-200 мм/год; по величине приходящей радиации — 110 и 120 ккал/см²•год соответственно; по числу дней с пыльными бурями, которых больше в

Прикаспийской низменности, что повышает потенциал загрязненности атмосферы.

Класс Vб — значительный и сильный перенос, превосходящий минимальный на порядок, наблюдается в Арало-Каспийском районе. Отмечается большая засушливость климата — осадков 100—150 мм/год; большое поступление радиации (до 130—140 ккал/см²•год) и высокая повторяемость пыльных бурь. Характерна низкая степень экологической опасности за счет имеющегося резерва ПЗА, увеличивающаяся в безлесных и подверженных действию пыльных бурь территориях.

Очень низкий потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА-VI) характерен для северных и восточных побережий с сильным и очень сильным переносом (Кип = 11-14), на которых выделяется девять районов: балтийский (VIa), восточноевропейский (VIб), западносибирский (VIв), восточносибирский (VIг), чукотский (VIд), камчатский (VIе), охотский (VIж), сахалинский (VIз) и приморский (VIи). Каждый из районов отличается особенностями воздушного переноса, который во всех случаях велик. Общим для этих районов различного климата — от умеренного морского до субарктического и муссонного — являются частые штормы, малый приток радиации, избыточное увлажнение, обилие туманов. Хорошо проветриваемые побережья Северного Ледовитого и Тихого океанов обладают очень низким потенциалом загрязнения атмосферы, лучшими условиями воздушного переноса на территории России с большим резервом ПЗА, но крайне экстремальные природные условия и явления стихийного характера создают здесь высокую степень экологической опасности при промышленном освоении.

Таблица 3.1 - Регионы для описания ПЗА по вариантам

№ вар.	Регион	№ вар.	Регион
1	Север Европейской части России	9	Центральная Россия
2	Центральная часть Сибири	10	Восточная Сибирь
3	Юг Европейской части России	11	Урал
4	Север Западной Сибири	12	Южная часть Сибири
5	Поволжье	13	Центральная Якутия
6	Дальневосточное Приморье	14	Саяны и Алтай
7	Север Сибири	15	Томская область
8	Прибайкалье	16	Арал-Каспийский район

Таблица 3.2 - Исходные данные для описания МПА по вариантам.
Январь

Вар.	Метеостанции	P _ш	P _т	P _о	P _в	МПА
1	Владивосток	4,1	1,6	7,7	66,9	

2	Родниковая	65,6	0,1	19,0	3,5	
3	Посъет	18,0	0,6	5,2	41,7	
4	Азгу	69,1	0,0	8,4	4,1	
5	Преображение	15,9	0,3	7,4	21,4	
6	Самарга	14,6	0,0	5,8	42,9	
7	Партизанск	19,3	0,3	8,1	46,0	
8	Красный Яр	80,6	0,1	7,4	11,4	
9	Горноводное	44,8	0,1	7,4	11,4	
10	Глубинное	83,3	1,3	20,0	6,4	
11	Березняки	55,9	0,1	9,4	6,5	
12	Дальнереченск	24,8	1,3	10,0	5,6	
13	Уссурийск	50,2	2,9	5,5	9,2	
14	Дерсу	58,0	1,0	8,7	10,7	
15	Анучино	33,2	0,1	11,9	3,6	
16	Ариадное	53,2	0,3	11,6	3,0	

Таблица 3.3 - Исходные данные для описания МПА по вариантам.
Апрель

Вар.	Метеостанции	$P_{ш}$	P_T	P_o	P_B	МПА
1	Владивосток	4,4	29,0	18,3	60,3	
2	Родниковая	58,8	6,5	25,3	5,6	
3	Посъет	19,4	20,0	17,3	22,8	
4	Азгу	55,2	2,8	21,0	6,6	
5	Преображение	27,3	26,7	19,3	17,8	
6	Самарга	20,8	25,8	21,7	32,7	
7	Партизанск	31,7	10,0	20,3	29,7	
8	Красный Яр	62,0	6,7	28,3	6,6	
9	Горноводное	53,2	13,3	17,4	9,3	
10	Глубинное	61,5	10,0	30,3	5,8	
11	Березняки	57,3	3,3	25,3	4,7	
12	Дальнереченск	16,8	3,3	21,3	21,4	
13	Уссурийск	20,8	6,7	16,7	38,1	
14	Дерсу	47,6	10,0	25,0	10,2	
15	Анучино	34,6	3,0	22,0	7,7	
16	Ариадное	33,4	3,3	22,7	10,2	

Таблица 3.4 - Исходные данные для описания МПА по вариантам.
Июль

Вар.		Метеостанции	$P_{ш}$	P_T	P_o	P_B	МПА
1		Владивосток	6,3	64,5	33,9	46,4	

2		Родниковая	67,2	16,1	42,3	1,8	
3		Посъет	28,0	32,2	33,9	7,8	
4		Азгу	62,5	16,1	36,1	3,9	
5		Преображение	39,4	51,7	25,2	9,2	
6		Самарга	25,6	60,0	32,3	32,8	
7		Партизанск	40,1	38,7	28,1	13,2	
8		Красный Яр	75,2	25,8	40,3	7,1	
9		Горноводное	66,3	45,2	27,1	1,4	
10		Глубинное	73,4	32,3	41,6	6,2	
11		Березняки	65,8	32,3	32,3	2,1	
12		Дальнереченск	31,2	12,9	32,3	6,9	
13		Уссурийск	20,9	9,7	29,0	31,0	
14		Дерсу	62,1	38,7	38,7	8,7	
15		Анучино	49,0	16,1	32,3	1,8	
16		Ариадное	50,3	16,1	36,8	0,8	

Таблица 3.4 - Исходные данные для описания МПА по вариантам.
Октябрь

Вар.	Метеостанции	$P_{ш}$	$P_{т}$	$P_{о}$	$P_{в}$	МПА
1	Владивосток	4,5	9,7	18,1	59,5	
2	Родниковая	67,5	9,7	31,3	4,0	
3	Посъет	25,2	6,5	16,1	18,7	
4	Азгу	69,9	3,2	19,7	3,5	
5	Преображение	23,1	6,4	18,1	15,0	
6	Самарга	15,9	1,9	19,7	31,2	
7	Партизанск	32,9	10,0	18,7	24,5	
8	Красный Яр	70,9	9,7	28,7	3,4	
9	Горноводное	55,0	3,2	17,7	5,5	
10	Глубинное	70,9	16,2	30,3	3,9	
11	Березняки	65,6	12,9	21,9	4,1	
12	Дальнереченск	20,8	3,3	20,6	13,1	
13	Уссурийск	38,4	6,4	18,4	17,6	
14	Дерсу	54,9	19,4	23,9	7,7	
15	Анучино	39,2	9,7	22,9	4,1	
16	Ариадное	39,8	6,4	22,6	4,7	

Задание к работе:

1. Оценить природный потенциал загрязнения атмосферы в регионе размещения, используя карту (рис. 3.1) по вариантам (табл. 3.1).
2. Используя картосхему районирования территории по ПЗА и текстовую характеристику к ней, дать характеристику ПЗА в регионе

размещения.

3. Сравнить условия рассеивания выбросов в атмосфере региона с худшими условиями распространения загрязнителей на территории России.

4. Построить диаграмму годового хода значений метеорологического потенциала загрязнения атмосферы (МПА) для населенного пункта, используя климатические данные по вариантам (табл. 3.2 – 3.4).

Контрольные вопросы:

1. Как Вы понимаете термин природный потенциал загрязнения атмосферы? От чего зависит ПЗА?

2. Где лучше размещать промышленный объект – на территории с низким или высоким ПЗА?

3. Рационально ли размещать в России промышленные объекты на территориях с очень низким потенциалом загрязнения атмосферы и почему?

Что такое метеорологический потенциал загрязнения атмосферы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

1. Определение общесанитарного индекса качества воды (ИКВ)

В соответствии ГОСТ 27065-86 «Качество вод. Термины и определения» для характеристики воды используется комплексный показатель **индекс качества воды (ИКВ)** – обобщенная числовая оценка качества воды по совокупности основных показателей и видам водопользования. **Общесанитарный** индекс качества воды рассчитывается по формуле:

$$ИКВ = \sum_{i=1}^p \gamma_i \cdot \omega_i \quad \text{при условии } \sum \gamma_i = 1 \quad (4.1)$$

где γ_i – вес показателя, входящего в общесанитарный ИКВ; ω_i – баллы (от 1 до 5), присваиваемые каждому показателю, входящему в общесанитарный ИКВ; p – показатели, входящие в общесанитарный ИКВ.

Для определения общесанитарного ИКВ сначала проводится анализ проб воды, в котором устанавливаются величины показателей, затем проводится их балльная оценка с помощью табл. 4.1, после чего определяется величина ИКВ по формуле (4.1).

Таблица 4.1 - Общесанитарный индекс качества воды

Качественное состояние воды водных объектов в зависимости от величины ИКВ определяют по табл. 4.2.

Показатели	Вес (γ)	Балл (ω)				
		5	4	3	2	1
Коли-индекс	0,18	0 – 100	101 – 1000	$10^3 – 10^5$	$10^5 – 10^7$	$> 10^7$
Запах, баллы	0,13	0	1 – 2	3	4	5
БПК ₅ , мг О ₂ /л	0,12	< 1	1,0 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 10,0	> 10
pH	0,10	$6,5 < \text{pH} \leq 8,0$	$6,0 < \text{pH} \leq 6,5$ $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$	$5,0 < \text{pH} \leq 6,0$ $8,5 < \text{pH} \leq 9,5$	$4,0 \leq \text{pH} \leq 5,0$ $9,5 < \text{pH} \leq 10$	$\text{pH} < 4,0$ $\text{pH} > 10$
Растворенный кислород, мг О ₂ /л	0,09	> 8	8 – 6	6 – 4	4 – 2	< 2
Цветность, град	0,09	< 20	21 – 30	31 – 40	41 – 50	> 50
Взвешенные вещества, мг/л	0,08	< 10	10 – 20	21 – 50	51 – 100	> 100
Общая минерализация, мг/л	0,08	< 500	500 – 1000	1001 – 1500	1501 – 2000	> 2000
Хлориды, мг/л	0,07	< 200	200 – 350	351 – 500	501 – 700	> 700
Сульфаты, мг/л	0,06	< 250	250 – 500	501 – 700	701 – 1000	> 1000

Таблица 4.2 - Классификация качества воды водоемов в зависимости от общесанитарного ИКВ

Качественное состояние воды	Значения ИКВ	Класс качества воды
Очень чистые	5,0	1
Чистые	4,1...4,9	2
Умеренно загрязненные	2,6...4,0	3
Загрязненные	1,6...2,5	4
Грязные	≤ 1,5	5

Классификация качества, состояние водных ресурсов и возможности использования воды отражены в табл. 4.3.

Таблица 4.3 - Классификация качества и возможности использования воды в водоемах различного вида водопользования

Классы качества вод	Качественное состояние воды	Водопользование	
		Хозяйственно-питьевое	Культурно-бытовое
1	Очень чистые	Пригодна с обеззараживанием	Вполне пригодна
2	Чистые	Пригодна с хлорированием	Вполне пригодна
3	Умеренно загрязненные	Пригодна со стандартной очисткой	Пригодна
4	Загрязненные	Пригодна только со специальной очисткой в случае технико-экономической целесообразности	Использование сомнительно
5	Грязные	Непригодна	Непригодна
6	Очень грязные	Непригодна	Непригодна
7	Чрезвычайно грязные	Непригодна	Непригодна

2. Определение гидрохимического индекса загрязнения воды (ИЗВ)

Гидрохимический ИЗВ является аддитивным показателем и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов и вычисляется по формуле:

$$ИЗВ = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} = \frac{1}{6} \cdot \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_{\epsilon_i}} \quad (4.2)$$

где n – число показателей, используемых для расчета индекса; C_i – концентрация химического вещества в воде, мг/л; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация вещества в воде, мг/л.

При определении $ИЗВ$ для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового видов водопользования расчет ведут по величине $ПДК_{\epsilon}$

для шести компонентов, имеющих наибольшую кратность превышения ($C/ПДК_6$), т.е. $n = 6$. В число шести основных, так называемых «лимитируемых» показателей, входят в обязательном порядке концентрация растворенного кислорода и значение $БПК_5$.

Учитывая, что показатель биохимического потребления кислорода ($БПК_5$) является интегральным показателем наличия легкоокисляемых органических веществ ($ПДК$ для $БПК_{полн} - 3 \text{ мг } O_2/л$), а также то, что с увеличением содержания легкоокисляемых органических веществ (уменьшением содержания растворенного кислорода) качество вод снижается более резко, $ПДК$ для этих показателей принимается по табл. 4.14.

Внимание! Для кислорода находится отношение $ПДК_i$ к C_i .

В зависимости от величины ИЗВ участки водных объектов подразделяются по качеству на 7 классов, представленных в табл. 4.4.

Таблица 4.4 - Классификация качества воды водоемов в зависимости от комплексного ИЗВ

Качественное состояние воды	Значения ИЗВ	Класс качества воды
Очень чистые	$< 0,2$	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	$\geq 10,0$	7

3. Определение интегрального индекса экологического состояния (ИИЭС)

В настоящее время отсутствует единая, достаточно полная и сбалансированная комплексная методика оценки качества водного объекта. Однако некоторые из них позволяют учесть большое количество аспектов экологического состояния водоемов. К таким показателям относится интегральный индекс экологического состояния (ИИЭС), вычисляемый по формуле:

$$ИИЭС = \frac{1}{n_b} \cdot \sum_{i=1}^{n_b} b_i \quad (4.3)$$

где n_b – количество показателей, используемых для расчета индекса; в данной работе используется четыре показателя, $n_b = 4$; b_i – баллы (от 1 до 4), присвоенные каждому показателю в соответствии с табл. 4.5.

В табл. 4.5 приведены границы диапазонов для определения оценочных баллов по каждому отдельному показателю, в которые входят как значения $ПДК$ и класса опасности вещества, так и комплексные показатели. Классификация водных объектов на зоны экологического состояния по величине ИИЭС осуществляется по табл. 4.6.

Таблица 4.5 - Градации показателей для вычисления балльной оценки

№	Показатель	Балл (b)			
		1	2	3	4
1.	ПДК _в , мг/л	< 0,01	0,01...0,1	0,11...1	> 1
2.	Класс опасности в воде	1	2	3	4
3.	ИКВ, баллы	< 1,6	1,6...2,5	2,6...4	> 4
4.	ИЗВ, баллы	> 4,0	2,1...4,0	1,0...2,0	< 1

Таблица 4.6 Классификация водных объектов в зависимости от значения индекса ИИЭС

Класс качества водного объекта	Уровни нарушения	Экологическое состояние	Диапазон ИИЭС
I	Б	Экологическое бедствие	≤ 1,69
II	К	Экологический кризис	1,70...2,39
III	Р	Напряженная экологическая ситуация	2,40...2,99
IV	Н	Относительное экологическое благополучие	≥ 3,0

Граница между III-м и IV-м классами (табл. 4.5) соответствует *допустимой экологической нагрузке (ДЭН)*, под которой понимают антропогенную нагрузку (складывающуюся из отдельных однородных или разнородных воздействий), которая не меняет качества окружающей природной среды или меняет ее в допустимых пределах, обеспечивая сохранение или повышение продуктивности сообщества (его структурно-функциональной целостности). Имеет характер перспективного норматива, который может быть достигнут к определенному сроку, т.е. через заранее обусловленное время перейти в категорию текущих нормативов.

Граница между II-м и III-м классами соответствует *предельно допустимой экологической нагрузке (ПДЭН)* – максимальной интенсивности комплексного и комбинированного воздействия всей совокупности антропогенных факторов на сообщество, не приводящей к выходу экосистемы за пределы экологического резерва. Имеет характер текущего норматива, допустимого для оценки воздействия на сообщество в данном регионе в течение заранее оговоренного времени. Соответствует напряженной экологической обстановке.

Граница между I-м и II-м классами соответствует *критической экологической нагрузке*, т.е. интенсивности антропогенных факторов в окружающей среде, вызывающих статистически достоверные изменения в показателях структурно-функциональной организации популяции или сообщества, выходящие за пределы адаптационных возможностей биосистемы исторически сформировавшейся в конкретных изменяющихся условиях окружающей среды.

Катастрофической экологической обстановке (экологическому бедствию) соответствует антропогенная нагрузка, вызывающая устойчивое, необратимое отрицательное воздействие на природные популяции, сопровождающиеся их гибелью.

Полученные данные (ИИЭС) являются основой для принятия решения в области природоохранной деятельности и выработки первоочередных мер по ликвидации экологического неблагополучия.

Задание к работе

Река Т. используется по многоцелевому назначению. На различных участках реки вода используется для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых нужд населения. Загрязнение воды может быть от недостаточно очищенных сбросов сточных вод различных предприятий, а также от смыва с полей части почвы, содержащей различные агрохимикаты. Необходимо определить экологическое состояние и пригодность водоема для указанных видов водопользования, а также предложить способы решения возникающих проблем.

В табл. 4.7 приведены значения показателей для определения величины ИКВ. В табл. 4.8 и 4.9 приведены данные химического анализа воды по содержанию в ней токсичных металлов и справочные данные для определения величины ИЗВ.

Порядок выполнения расчетов

1. Определить общесанитарный индекс качества воды (ИКВ):
 - 1.1. Определить баллы ω_i , присваиваемые каждому показателю, входящему в общесанитарный индекс качества воды, используя данные таблиц 4.7 и 4.1.
 - 1.2. Рассчитать общесанитарный ИКВ по формуле (4.1).
 - 1.3. Результаты расчетов представить в виде таблицы 4.10.
 - 1.4. Указать качественное состояние воды и степень ее пригодности для представленных видов водопользования, используя данные таблиц 4.2 и 4.3.
2. Определить индекс загрязнения воды (ИЗВ):
 - 2.1. Рассчитать кратность превышения ($C/ПДК_v$) для указанных веществ, используя данные таблиц 4.7, 4.8, 4.9.
 - 2.2. Выбрать шесть компонентов для расчета: концентрация растворенного кислорода, значение $БПК_5$, а также значения 4 показателей, имеющих наибольшую кратность превышения.
 - 2.3. Рассчитать ИЗВ для выбранных компонентов по формуле (4.2).
 - 2.4. Результаты расчетов представить в виде таблицы 4.11.
 - 2.5. Указать качественное состояние воды и степень ее пригодности для представленных видов водопользования, используя данные таблиц 4.4 и 4.3.
3. Определить интегральный индекс экологического состояния (ИИЭС):

3.1. Провести балльную оценку величин ПДК_в и класса опасности токсичных веществ, используя данные таблиц 4.9 и 4.5. Рассчитать среднеарифметические значения баллов. Результаты оформить в виде таблицы 4.12. Средние значения баллов внести в таблицу 4.13.

3.2. Провести балльную оценку рассчитанных ранее ИКВ и ИЗВ с помощью табл. 4.5. Результаты внести в таблицу 4.13.

3.3. Рассчитать интегральный индекс экологического состояния (ИИЭС) по формуле (4.3).

3.4. Сделать вывод об экологическом состоянии водоема (табл. 4.6) при многоцелевом использовании.

4. По результатам выполнения работы предложить меры по защите природы и при необходимости описать методы очистки воды в промышленных и домашних условиях до состояния питьевой воды.

Таблица 4.7 - Данные для расчета общесанитарного индекса качества воды

№ вар	Показатели									
	Коли-индекс	Запах, баллы	БПК ₅ , мг О ₂ /л	pH	Растворенный кислород, мг/л	Цветность, град	Взвешенные вещества, мг/л	Общая минерализация, мг/л	Хлориды, мг/л	Сульфаты, мг/л
1	10 ⁸	1,5	6	7	7,2	25	5	2100	600	400
2	10 ⁷	5	8	8	9,4	25	15	1700	650	500
3	500	4	10	9	8,3	25	25	2900	700	600
4	900	2	12	10	3,5	25	35	3000	750	700
5	10	3	14	11	5,2	25	45	2300	800	800
6	10	4	4	12	7,1	25	55	2500	550	900
7	10 ⁶	5	3	6	9,8	35	65	2400	500	1000
8	10 ⁶	1,5	2	5	1,5	35	75	2300	450	1100
9	100	0	1,5	4	3,4	35	85	2200	400	1200
10	10	1	0,5	3	5,5	35	95	2100	350	1300
11	1	2	6	2	7,6	35	105	600	300	100
12	10 ⁵	3	8	7	9,1	35	110	900	250	200
13	10 ⁸	4	10	8	1,8	45	115	800	200	300
14	90	5	12	9	3,6	45	3	700	150	400
15	1	1,5	14	10	5,4	45	7	900	100	500

Таблица 4.8 - Результаты химического анализа воды по содержанию в ней катионов токсичных металлов

№ вар	Концентрация С, мг/л								
	Al ³⁺	As ³⁺	Cu ²⁺	Fe ³⁺	Hg ²⁺	Mn ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺
1	0,15	0,03	2,0	0,1	0,001	0,05	0,35	0,05	0,2
2	0,03	0,02	1,0	0,2	0,001	0,07	0,16	0,70	0,1
3	0,02	0,01	0,5	0,1	0,001	0,20	0,25	0,05	1,0

4	0,02	0,07	0,5	0,2	0,001	0,30	0,46	0,02	2,0
5	0,30	0,01	2,0	0,5	0,001	0,05	0,34	0,02	0,05
6	0,02	0,10	0,2	0,1	0,001	0,05	0,33	0,02	0,5
7	0,01	0,02	0,1	0,2	0,001	0,07	0,08	0,05	7,0
8	0,002	0,01	0,5	0,1	0,003	0,03	0,37	0,03	2,0
9	0,01	0,03	2,0	2,0	0,001	0,50	0,03	0,05	0,5
10	0,02	0,02	0,1	0,1	0,001	0,05	0,05	0,02	0,5
11	0,03	0,05	1,5	0,6	0,001	0,30	0,31	0,05	1,5
12	0,01	0,10	1,8	0,2	0,002	0,05	0,25	0,03	1,0
13	0,02	0,05	0,5	0,15	0,001	0,10	0,10	0,07	0,5
14	0,01	0,02	0,1	0,3	0,001	0,03	0,48	0,02	1,0
15	0,30	0,03	0,3	1,6	0,001	0,25	0,36	0,03	0,5

Таблица 4.9 - Предельно допустимые концентрации и класс опасности катионов металлов в воде

Показатель	Металлы								
	Al ³⁺	As ³⁺	Cu ²⁺	Fe ³⁺	Hg ²⁺	Mn ²⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺	Zn ²⁺
ПДК _в , мг/л	0,5	0,05	1	0,3	0,0005	0,1	0,1	0,3	5
Класс опасности	2	2	3	3	1	3	3	2	3

Таблица 4.10 - Общесанитарный индекс качества воды

Показатели	Вес (γ)	Величина показателя	Балл (ω)	$\gamma \cdot \omega$
Коли-индекс	0,18			
Запах, баллы	0,13			
БПК ₅ , мг O ₂ /л	0,12			
pH	0,10			
Растворенный кислород, мг O ₂ /л	0,09			
Цветность, град	0,09			
Взвешенные вещества, мг/л	0,08			
Общая минерализация, мг/л	0,08			
Хлориды, мг/л	0,07			
Сульфаты, мг/л	0,06			
-				ИКВ

Таблица 4.11 - Индекс загрязнения воды

Металлы	Концентрация С, мг/л	ПДК _в , мг/л	С/ПДК _в	Участвуют в расчете ИЗВ
БПК ₅ , мг О ₂ /л				
Растворенный кислород, мг/л				
Al ³⁺		0,5		
As ³⁺		0,05		
Cu ²⁺		1		
Fe ³⁺		0,3		
Hg ²⁺		0,0005		
Mn ²⁺		0,1		
Ni ²⁺		0,1		
Pb ²⁺		0,3		
Zn ²⁺		1		
-				ИЗВ

Таблица 4.12 - Балльная оценка ПДК_в и класса опасности токсичных веществ

Металлы	ПДК _в , мг/л	Баллы (b)	Класс опасности	Баллы (b)
Al ³⁺	0,5		2	
As ³⁺	0,05		2	
Cu ²⁺	1		3	
Fe ³⁺	0,3		3	
Hg ²⁺	0,0005		1	
Mn ²⁺	0,1		3	
Ni ²⁺	0,1		3	
Pb ²⁺	0,3		2	
Zn ²⁺	1		3	
-		Ср.	-	Ср.

Таблица 4.13 - Интегральный индекс экологического состояния

Показатели	Величина показателя	Баллы (b)
ПДК _в , мг/л	-	
Класс опасности	-	
ИКВ, баллы		
ИЗВ, баллы		
-		ИИЭС

Таблица 4.14 - Нормативные величины БПК₅ и растворенного кислорода

Потребление кислорода (БПК ₅)	Величина мг О ₂ /л принимается за ПДК
До 3 мг О ₂ /л включительно	3
Более 3 до 15мг О ₂ /л	2
Свыше 15 мг О ₂ /л	1
Для растворенного кислорода при содержании, мг/л	Величина мг О ₂ /л, принимается за норматив
Свыше 6	6
Менее 6 до 5	12
Менее 5 до 4	20
Менее 4 до 3	30
Менее 3 до 2	40
Менее 2 до 1	50
Менее 1 до 0	60

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. РАСЧЕТ ПДС ДЛЯ ПРИБРЕЖНЫХ ЗОН МОРЕЙ

Все основные источники загрязнения гидросферы г. Севастополя сбрасывают сточные воды в прибрежную зону Черного моря. Исключением является сброс стоков на реках Черная (источники село Озерное и поселок Сахарная головка) и Бельбек (источники село Фронтное, поселок Верхнесадовое и поселок ВИР). На реке Кача сбросы отсутствуют. Учитывая это в дальнейшем, целесообразно, прежде всего, рассматривать загрязнение прибрежной зоны в районе г. Севастополя.

Расчет ПДС веществ для выпусков сточных вод в море производится в тех случаях, когда Правилами охраны поверхностных вод допускается отведение сточных вод в морскую среду, при этом величины ПДС определяются в соответствии :

$$ПДС = q' \cdot C_{ПДС} \quad (5.1)$$

q' ($м^3/ч$) - максимальный часовой расход сточных вод-

$C_{ПДС}$ ($г/м^3$). - допустимая концентрация загрязняющего вещества.

Для удаленного выпуска от других на расстоянии более 5 км вдоль линии берега, с учетом разбавления сточных вод в морских водах концентрация вещества в сточных водах $C_{ПДС}$, определяется по формуле:

$$C_{ПДС} = n \cdot (C_{ПДК} - C_{\phi}) + C_{\phi} \quad (5.2)$$

где: $C_{ПДК}$ - предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в морской воде, отвечающая лимитируемому виду водопользования, $г/м^3$;

n - кратность общего разбавления сточных вод в море при их переносе течением от места выпуска до ближайшей границы морских районов водопользования, определяемых [1]

$$n = n_n \cdot n_o \quad (5.3)$$

Где n_n кратности начального разбавления

n_o кратность основного разбавления;

C_{ϕ} - фоновая концентрация вещества, характеризующая степень загрязнения морской воды данным веществом вне зоны влияния выпуска сточных вод (на расстоянии более 5 км от выпуска), $г/м^3$.

Кратность общего разбавления n определяется по формуле (5.3) и зависит от гидрологических условий района размещения выпуска сточных вод и его конструктивных характеристик. Поэтому при установлении ПДС следует учитывать возможность оптимизации конструкции оголовка и места выпуска сточных вод для уменьшения затрат на очистку сточных вод.

Известные методики определения кратности начального разбавления позволяют производить расчет ее значения независимо от типа выпуска (сосредоточенный или рассеивающий), так как конструкции выпусков

обеспечивают отсутствие взаимного влияния струй сточных вод в зоне начального разбавления.

На процесс перемешивания сточных вод в этой зоне существенное влияние оказывают силы плавучести, если плотность сточных вод существенно отличается от плотности морской воды. По этой причине применяют разные методы расчета кратности начального разбавления в зависимости от величины числа Фруда:

$$Fr = \frac{g_{cm}}{\sqrt{\frac{g \cdot d_0}{\rho_m} |\rho_m - \rho_{cm}|}} \quad (5.4)$$

где: d_0 - диаметр выпускного отверстия, м;

g - ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с²;

ρ_m - плотность морской воды в месте сброса сточных вод, т/м³;

ρ_{cm} - плотность сточной воды, т/м³;

g_{cm} - скорость истечения сточной воды из выпускного отверстия, м/с, вычисляемая по расходу сточных вод:

$$g_{cm} = \frac{4 \cdot q}{N_0 \cdot \pi \cdot d_0^2} \quad (5.5)$$

q - расход сточных вод, м³/с;

N_0 - число выпускных отверстий оголовка выпуска.

Если сточная вода легче морской ($\rho_{cm} < \rho_m$) и расчетная величина Fr удовлетворяет условию:

$$Fr \leq 1,12 \frac{H_B}{d_0} \quad (5.6)$$

где: H_B - расстояние (по вертикали) от выпуска до поверхности моря, м, то кратность начального разбавления, можно определить по формуле Рама-Цедервала:

$$n_u = 0,54 \cdot Fr \cdot \left(\frac{0,38 \cdot H_B}{d_0 \cdot Fr} + 0,66 \right)^{1,67} \quad (5.7)$$

Если сточная вода тяжелее морской ($\rho_{cm} > \rho_m$) и расчетная величина Fr удовлетворяет условию:

$$Fr \leq \frac{0,434 \cdot H_B}{d_0 \cdot (\sin \varphi)^{1,5}} \quad (5.8)$$

где: φ - угол истечения струй сточных вод из выпускного отверстия относительно горизонта, расчет кратности начального разбавления выполняется по методике Н. Н. Лапшева [2]:

$$n_u = 0,524 \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{\sin \varphi \cdot Fr \cdot F} \quad (5.9)$$

Здесь F - параметр, зависящий от угла φ и определяемый по табл. 5.1.

Таблица 5.1. Значение функции F при различных углах наклона φ
оголовка выпуска

φ	F	φ	F	φ	F
5°	1,00	35°	1,17	65°	2,01
10°	1,01	40°	1,23	70°	2,42
15°	1,03	45°	1,31	75°	3,12
20°	1,05	50°	1,42	80°	4,55
25°	1,08	55°	1,55	85°	8,91
30°	1,12	60°	1,74		

Если сточная вода легче морской, но не выполняется условие (5.6), или сточная вода тяжелее морской, но не выполняется условие (5.8), или же плотность сточной воды равна плотности морской воды в месте сброса, расчет кратности начального разбавления выполняем методом Н. Н. Лапшева:

$$n_n = \frac{0,425 \cdot \mathcal{G}_{cm} \cdot f}{0,051 + \mathcal{G}_m} \quad (5.10)$$

где: $\mathcal{G}_m$ - характерная минимальная скорость течения морских вод в месте сброса, м/с;

f - параметр, учитывающий стеснение струи сточных вод при их сбросе на мелководье.

Параметр f определяется следующим способом. Вычисляется сначала диаметр струи сточных вод d в конце зоны начального разбавления по формуле:

$$d = \mathcal{G}_{cm} \cdot d_0 \cdot \sqrt{\frac{38,6 \cdot \left(1 - \frac{\mathcal{G}_m}{\mathcal{G}_{cm}}\right)}{0,051 + \mathcal{G}_m}} \quad (5.11)$$

Если значение d не превышает глубины моря в месте сброса H , то $f = 1$, в противном случае:

$$f = 1,825 \frac{H}{d} - 0,781 \frac{H^2}{d^2} - 0,0038 \quad (5.12)$$

В любом случае, если расчетная кратность начального разбавления n_n окажется меньше 1, то для дальнейших вычислений следует принять $n_n = 1$.

Расчеты кратности основного разбавления основаны на решении уравнения турбулентной диффузии и могут выполняться численным или аналитическим методами.

Численный метод решения уравнения турбулентной диффузии подробно рассмотрен в работе А.Б. Караушева [3,4]. Расчет кратности основного разбавления может также быть проведен с использованием

аналитического решения уравнения турбулентной диффузии для сосредоточенного выпуска сточных вод в море [5].

$$n_0 = \frac{\varphi(Z_1)}{\gamma_0 \cdot Z_2} \quad (5.13)$$

$$\text{где: } Z_1 = \frac{l + x_0}{x^* + x_0} \quad (5.14)$$

$$Z_2 = \frac{q \cdot n_n \sqrt{D_B}}{U_m \cdot H_{cp}^2 \sqrt{D_z}} \quad (5.15)$$

$$\varphi(Z_1) = \begin{cases} Z_1, & \text{если } Z_1 \leq 1 \\ \sqrt{Z_1}, & \text{если } Z_1 > 1 \end{cases} \quad (5.16)$$

$$x^* = \frac{U_m \cdot H_{cp}^2}{4 \cdot \pi \cdot D_B} - x_0 \quad (5.17)$$

$$x_0 = \begin{cases} \frac{q^2 \cdot n_n^2}{4 \cdot \pi \cdot D_z \cdot U_m \cdot H_{cp}^2} - l_n, & \text{если } Z_2 \leq 1 \\ \frac{q \cdot n_n}{4 \cdot \pi \cdot \sqrt{D_z D_B}}, & \text{если } Z_2 > 1 \end{cases} \quad (5.18)$$

где: l - расстояние от выпуска до ближайшей границы района водопользования (контрольного створа), м;

U_m - скорость морского течения, соответствующая неблагоприятной гидрологической ситуации, м/с; $U_m = 0,015 V$,

V - характерная минимальная скорость ветра в поверхностном слое атмосферы 95% обеспеченности (определяется по данным гидрометеослужбы), м/с.

x^* - параметр сопряжения участка двумерной диффузии с участком трехмерной диффузии, м;

D_B и D_z - соответственно коэффициенты вертикальной и горизонтальной турбулентной диффузии, м²/с;

H_{cp} - средняя глубина моря в месте выпуска, м;

l_n - длина начального участка разбавления, м;

γ_0 - параметр, учитывающий влияние ближайшего берега на кратность основного разбавления

$$\gamma_0 = 1 + e^{-\frac{u_m \cdot l_0^2}{D \cdot (l + x_0)}} \quad (5.20)$$

l_0 - расстояние выпуска от берега, м

l - Расстояние от места выпуска до ближайшего берега, м.

В расчетах кратности основного разбавления при отсутствии данных о коэффициентах диффузии для конкретного района расположения выпуска следует использовать значение коэффициента горизонтальной турбулентной диффузии D_z , определяемое по формуле Л.Д. Пухтыря и Ю.С. Осипова [6]:

$$D_z = 0,032 + 21,8 \cdot U_m^2 \quad (5.21)$$

Значение коэффициента вертикальной турбулентной диффузии определяется зависимостью

$$D_v = C_0 + C_1 V + C_2 H + C_3 V^2 + C_4 H + C_5 V H + C_6 V^2 H + C_7 V H^2 \quad (5.22)$$

Где V – характерная минимальная скорость ветра в поверхностном слое атмосферы 95% обеспеченности (определяется по данным гидрометеослужбы), м/с.

H – средняя глубина моря в районе выпуска, причем от 1,5 до 50 м.

C_0 - C_7 – коэффициенты, определяемые по табл.5.1

Таблица 5.2 - Значение коэффициентов для уравнения 5.22.

Индекс i	Коэффициенты			
	Скорость ветра ≤ 6 м/сек		Скорость ветра > 6 м/сек	
	a_i	C_i	a_i	C_i
0	$3,613 \times 10^{-2}$	$5,994 \times 10^{-4}$	$- 2,909 \times 10^{-2}$	$4,430 \times 10^{-2}$
1	$- 2,751 \times 10^{-3}$	$5,347 \times 10^{-4}$	$2,661 \times 10^{-2}$	$- 1,029 \times 10^{-2}$
2	$1,108 \times 10^{-2}$	$- 3,681 \times 10^{-4}$	$2,913 \times 10^{-3}$	$1,296 \times 10^{-4}$
3	$1,461 \times 10^{-3}$	$- 1,469 \times 10^{-4}$	$3,408 \times 10^{-4}$	$5,905 \times 10^{-4}$
4	$9,729 \times 10^{-6}$	$5,669 \times 10^{-6}$	$1,235 \times 10^{-4}$	$- 3,024 \times 10^{-4}$
5	$- 7,189 \times 10^{-3}$	$1,426 \times 10^{-4}$	$- 5,896 \times 10^{-4}$	$1,608 \times 10^{-4}$
6	$9,925 \times 10^{-4}$	$2,276 \times 10^{-6}$	$2,949 \times 10^{-6}$	$- 1,160 \times 10^{-6}$
7	$- 3,875 \times 10^{-6}$	$- 2,401 \times 10^{-6}$	$4,070 \times 10^{-7}$	$3,057 \times 10^{-6}$

Значение l_n в зависимости от условий определяется как:

$$l_n = \begin{cases} H_{\sigma}, & \text{для условий (6)} \\ 5,36 \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{\sin \varphi \cdot Fr \cdot d_0}, & \text{для условий (8)} \\ \frac{d - d_0}{0,48 \cdot \left(1 - 3,12 \frac{U_m}{g_{cm}}\right)}, & \text{для условий (10)} \end{cases} \quad (5.23)$$

Формулы (14-22) применяются, когда перенос сточных вод течением от места сброса до границы района водопользования происходит вдоль берега.

Для расчета кратности основного разбавления при произвольном направлении течения используются формулы (5.13 – 5.22), в которых полагается $\gamma_0 = 1$.

В отличие от водотоков и водоемов для прибрежной зоны моря эффект самоочищения эквивалентен дополнительному разбавлению сточных вод. Поэтому при расчете неконсервативного вещества самоочищение учитывается непосредственно в формуле (5.13) для основного разбавления, в правую часть которой добавляется множитель:

$$e^{\frac{K \cdot (l + x_0)}{K_c \cdot U_m}} \quad (5.24)$$

где: K - коэффициент неконсервативности вещества, $l/\text{сут}$;

K_c - коэффициент перевода секунд в сутки, $K_c = 86400$;

x_0 - параметр, определяемый по формуле (5.18).

В расчетах кратности основного разбавления сточных вод для рассеивающих выпусков необходимо учитывать, что при рассеивающем выпуске соседние струи влияют друг на друга в зоне основного разбавления, ослабляя эффект перемешивания [6]. Согласно исследованиям Н.Н. Лапшева [2], кратность основного разбавления при сбросе сточных вод через линейный рассеивающий выпуск в море при направлении течения перпендикулярно к оси оголовка выпуска можно вычислить по формуле:

$$n_0 = \frac{7,28}{l_B} \sqrt{\frac{D_z \cdot l}{U_m}} \quad (5.25)$$

где: l_B - длина рассеивающего оголовка выпуска, m .

Если значение n_0 , полученное из формулы (5.25), окажется меньше 2, кратность основного разбавления при рассеивающем выпуске сточных вод для определения ПДС можно не учитывать, полагая $n_0 = 1$.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6. ПЕРВИЧНЫЙ АНАЛИЗ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ УРОВНЯ И ПОВЕДЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Состав и объём контролируемых показателей качества воды при гидрохимических исследованиях определяются характером использования водного объекта, видом загрязнения и требованиями потребителей информации. Помимо визуальных наблюдений (фиксируются наличие и характер плёнки на поверхности воды, посторонняя окраска, “цветение”, пена, выделение пузырьков донных газов, гибель рыбы и др.) и измерения расхода воды на водотоках или уровня на водоёмах, в программу наблюдения за качеством воды включаются измерение температуры, цветности, прозрачности, запаха, рН и Eh, концентрации O_2 и CO_2 , взвешенных веществ, главных ионов и их суммы, органических веществ (по ХПК и БПК), биогенных веществ и основных загрязняющих веществ (нефтепродукты, СПАВ, фенолы, пестициды, тяжёлые металлы).

Температура. Температура воды – важный фактор, влияющий на протекающие в водоёме физические, химические, биохимические и биологические процессы, от которого в значительной мере зависит кислородный режим, интенсивность процессов самоочищения и т.д.

Кислород. Кислород является одним из важнейших растворённых газов, постоянно присутствующих в поверхностных водах, режим, которого в значительной степени определяет химико-биологическое состояние водоёмов. Главными источниками поступления кислорода в поверхностные воды являются процессы абсорбции его из атмосферы и продуцирование в результате фотосинтетической деятельности водных организмов. Обогащение глубинных слоёв воды кислородом (азрация) происходит в результате перемешивания, в том числе ветрового, водных масс, вертикальной температурной циркуляции. Потребление кислорода в воде связано с химическими и биохимическими процессами окисления органических и некоторых неорганических веществ (Fe^{2+} , Mn^{2+} , NH_4^+ , H_2S , CH_4 , H_2 и др.), а также с дыханием водных организмов. Скорость потребления кислорода увеличивается с повышением температуры, количества бактерий и других водных организмов и веществ, подвергающихся химическому и биохимическому окислению.

В поверхностных водах содержание кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным и суточным колебаниям.

Ионы водорода (рН). рН воды – один из важнейших показателей качества вод. Величина концентрации ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в водных объектах. От величины рН зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, агрессивное действие воды на металлы и бетон.

Содержание водородных ионов в природных водах в основном определяется количественным и качественным соотношением концентраций угольной кислоты и её ионов. Воды, содержащие большое количество растворённой двуокиси углерода, имеют кислую реакцию ($\text{pH} < 6,5$). Для поверхностных вод, содержащих небольшие количества двуокиси углерода, характерна щелочная реакция ($\text{pH} > 7,5$). Изменения pH тесно связаны с процессами фотосинтеза (из-за потребления CO_2 водной растительностью) и распада органических веществ. Источником ионов водорода являются также гумусовые кислоты, присутствующие в кислых почвах, перегное и болотных водах.

Величина концентрации ионов водорода (pH) в речных водах обычно колеблется в пределах 6,5-8,5, в атмосферных осадках – 4,6-6,1, болотах – 5,5-6,0, океане – 7,9-8,3. pH воды шахт и рудников достигает иногда единицы, а содовых озёр и термальных источников – десяти.

Органический углерод ($C_{\text{орг}}$). Органический углерод является наиболее надёжным показателем суммарного содержания органических веществ (ОВ) в природных водах. По этому показателю и его вариациям можно судить об интенсивности биохимических процессов, об уровне загрязнения и процессах самоочищения природных вод.

Состав и содержание ОВ в поверхностных водах определяются совокупностью многих различных по своей природе и скорости процессов. Важнейшие из них: посмертные и прижизненные выделения гидробионтами; поступление с атмосферными осадками, с поверхностным стоком в результате взаимодействия атмосферных вод с почвами и растительным покровом на поверхности водосбора; поступление из других водоёмов, из болот, торфяников; поступление с промышленными и хозяйственно-бытовыми водами.

Содержание $C_{\text{орг}}$ выражают в мг С/л. Наименьшая концентрация углерода растворённых ОВ в незагрязнённых водах составляет около 1 мг С/л, наибольшая – обычно не превышает 10-20 мг С/л. Содержание $C_{\text{орг}}$ в загрязнённых водах обычно не ниже 10 мг С/л, а в водах сильно загрязнённых органическими соединениями, может достигать 100 мг С/л.

Биохимическое и химическое потребление кислорода. Важным индикатором загрязнения воды является такой показатель, как *биохимическое потребление кислорода* (БПК), показывающий то количество кислорода, которое затрачивается в процессе жизнедеятельности микроорганизмов на окисление имеющегося в воде ОВ и в первую очередь нестойкого (легкоусвояемого). Последнее в природных водах представлено прижизненными выделениями обитающих в воде организмов и их посмертными остатками. Стойкое (трудноусвояемое) ОВ представлено водорастворимым гумусом почвенного и планктонного происхождения и образуется при распаде отмерших организмов. Значительным источником нестойкого ОВ могут быть и попадающие в водоёмы сточные воды.

Обычно инкубация (хранение) отобранной в склянки воды проводится в течение 5 суток, в темноте, при 20 °С и обозначается через БПК₅. В поверхностных водах величины БПК₅ колеблются обычно в пределах от 0,5 до 4,0 мг О₂/л. По БПК₅ водоёмы с различной степенью загрязнённости классифицируются следующим образом: БПК₅ равное 0,5-1,0 – очень чистые; 1,1-1,9 – чистые; 2,0-2,9 – умеренно загрязнённые; 3,0-3,9 – загрязнённые; 4,0-10,0 – грязные; более 10,0 – очень грязные.

Для более быстрого измерения концентрации ОВ применяется такой показатель как *химическое потребление кислорода* (ХПК) или бихроматная окисляемость. В этом случае вместо микроорганизмов для окисления ОВ используется бихромат калия и серная кислота. Эта смесь окисляет практически все ОВ, содержащиеся в загрязненной воде, даже те, которые микроорганизмы окислять не могут или окисляют очень медленно. Поэтому величина бихроматной окисляемости является косвенным показателем суммарного содержания органических веществ.

Единицы в которых выражается ХПК, те же, что и единицы БПК, а именно мг О₂/л.

Азот и фосфор. Азот и фосфор относятся к числу важнейших биогенных элементов, концентрация которых в значительной степени определяет продуктивность водных объектов. Поэтому их содержание может служить одним из главных показателей настоящей и потенциальной эвтрофикации водоёмов и водотоков.

Значительная часть азотсодержащих органических соединений поступает в воду в процессе лизиса и автолиза клеток отмерших организмов, главным образом фитопланктона. Их количество определяется величинами биомассы гидробионтов и скоростью их отмирания и распада. Другим важным источником азотсодержащих соединений являются прижизненные их выделения водными организмами (водоросли, зоопланктон и другие гидробионты). К числу существенных источников азотсодержащих соединений относятся атмосферные осадки. Значительные повышения содержания азотистых соединений нередко связаны с загрязнением их сельскохозяйственными, промышленными и бытовыми стоками. Главными факторами понижения содержания азотистых соединений являются потребление их водными организмами, в основном фитопланктоном и бактериями, и процессы денитрификации.

Азот в поверхностных водах содержится в виде ряда неорганических и разнообразных органических соединений: растворённый молекулярный азот; минеральные формы азота – нитратные (NO₃), нитритные (NO₂) и аммонийные ионы (NH₄); органические соединения азота (протеины, протеиды, полипептиды, аминокислоты, амины, амиды, мочевины и др.).

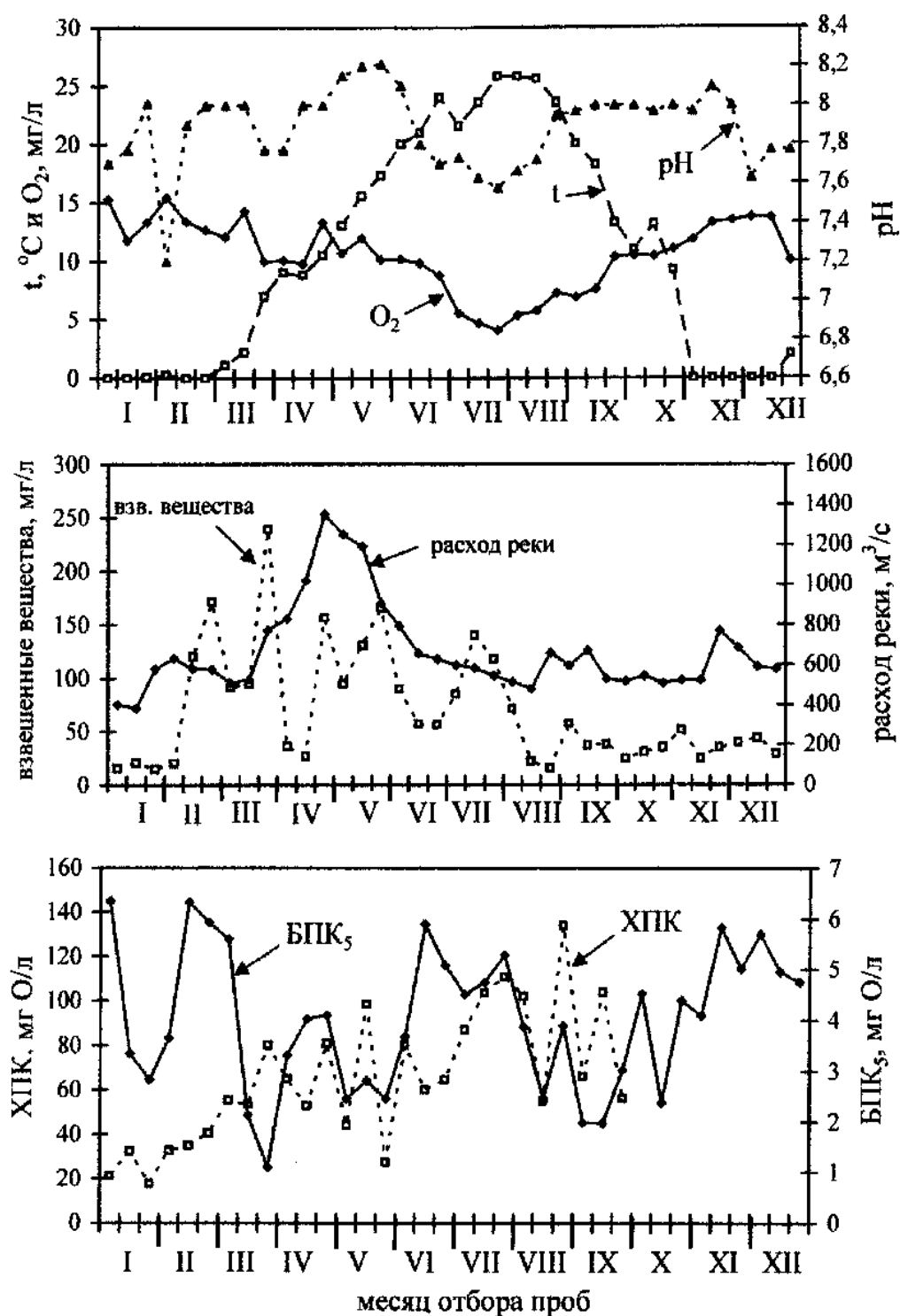


Рис. 6.1. - Сезонный ход гидрохимических параметров в воде реки Дон.

Соединения фосфора поступают в поверхностные воды в результате процессов жизнедеятельности и посмертного распада организмов, выветривания и растворения пород, содержащих ортофосфаты, обмена с донными отложениями, поступления с поверхности водосбора. Важным фактором повышения содержания соединений фосфора в поверхностных водах, нередко приводящим к значительной эвтрофикации водоёмов, является

хозяйственная деятельность человека (применение фосфорных удобрений, полифосфатов – моющие средства, при биологической переработке бытовых сточных вод и пищевых остатков и др.).

В природных водах соединения фосфора находятся в растворённом, коллоидном и взвешенном состоянии. Концентрация фосфатов в поверхностных водах составляет сотые и тысячные доли мг Р/л, в загрязнённых водах она может достигать нескольких мг Р/л.

Задание к практической работе № 6

Проанализировать сезонный ход гидрохимических параметров в воде р. Дон, водозабор г. Ростов-Н/Д:

- 1) Описать особенности и закономерности сезонных изменений гидрохимических параметров в воде р. Дон.
- 2) Дать объяснение установленным особенностям и закономерностям сезонных изменений гидрохимических параметров.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОДЫ ПО УДЕЛЬНОМУ КОМБИНАТОРНОМУ ИНДЕКСУ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОДЫ

В последнее десятилетие в системе Росгидромета и других службах, наряду с индексом загрязнённости воды (ИЗВ), широкое практическое применение получил удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды (УКИЗВ). Последний представляет собой комплексный относительный показатель степени загрязнённости поверхностных вод. Он условно оценивает долю загрязняющего эффекта, вносимую в среднем одним из показателей качества воды, в общую загрязнённость воды, обусловленную одновременно присутствием ряда загрязняющих веществ. Данный метод комплексной оценки позволяет однозначно оценить загрязнённость воды одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества воды, классифицировать воду по степени загрязнённости.

В расчете УКИЗВ используют только нормируемые ингредиенты и показатели состава и свойств воды водного объекта. В качестве норматива используют ПДК вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоёмов, а также водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (Приложение Б).

Пример расчета

Исходная информация. По результатам химического анализа воды реки *P* в створе *A* за 1997 г. необходимо дать комплексную оценку степени ее загрязненности. Для этого составляют выборочную таблицу исходных данных, в которую заносят результаты анализа за весь рассматриваемый период (таблица 3). Выборку делают только по тем ингредиентам, которые должны учитываться в комплексной оценке. В данном случае $N_A = 16$.

1. *Предварительная оценка степени загрязнённости воды водных объектов с помощью коэффициента комплексности загрязнённости воды.* Коэффициент комплексности загрязненности воды *K* рассчитывается по результатам химического анализа каждой пробы воды. Полученный при этом вариационный ряд значений *K* характеризует исследуемый период наблюдений за состоянием загрязненности воды водного объекта в конкретном пункте наблюдений.

Для каждого результата анализа (для каждой пробы воды) определяют число ингредиентов из суммы всех учитываемых, по которым есть данные. В 1997 г. в пробах воды за 14 января было определено содержание 16 веществ, за 12 августа – 15 веществ, за 18 ноября – 13 веществ и т. д. Опытным путем установлено, что для сопоставимости результатов анализа различие по количеству учитываемых при расчете *K* ингредиентов не должно превышать 30 %. В нашем примере разность между количеством учитываемых и определенных ингредиентов во всех пробах воды не превышает 30 %, что позволяет перейти непосредственно к расчету коэффициента комплексности *K*.

Расчёт значения коэффициента комплексности загрязнённости воды K проводится сначала для каждого результата анализа по формуле

$$K_{fj} = (N'_{fj} / N_{fj}) \cdot 100 \%,$$

где K_{fj} – коэффициент загрязнённости воды в f -м результате анализа для j -го створа; N'_{fj} – количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, содержание или значение которых превышает соответствующие им ПДК в f -м результате анализа для j -го створа; N_{fj} – общее количество нормируемых ингредиентов и показателей качества воды, определённых в f -м результате анализа для j -го створа.

В нашем примере, в результате химического анализа, сделанного 14 января, определено 16 ингредиентов ($N_{fi} = 16$). По 10-ти из них наблюдались превышения ПДК ($N'_{fi} = 10$). Следовательно, $K_{fi} = 10/16 \cdot 100 \% = 62,5 \%$.

В результате химического анализа, проведенного 13 февраля, 11 марта, 15 апреля, $N_{fi} = 16$, $N'_{fi} = 10$ и аналогично $K_{fi} = 62,5 \%$.

В результате химического анализа проб воды от 12 мая определены 15 ингредиентов ($N_{fi} = 15$). По 8 из них наблюдались превышения ПДК ($N'_{fi} = 8$). Тогда $K_{fi} = 8/15 \cdot 100 \% = 53,3 \%$.

Таблица 7.1. – Гидрохимическая информация о загрязненности воды реки *P* в створе *A* за 1997 г.

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³																Общее количество нормируемых ингредиентов, по которым имеются данные (N_{Σ})	Количество ингредиентов, содержание которых выше ПДК (N'_{Σ})	Коэффициент комплексности загрязненности воды, K_{Σ} %
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	NNO ₃ -	NNO ₂ -	NNH ₄ ⁺	Фенолы	Нефтепродукты	СПАВ	Медь	Цинк	Хром	Никель	Свинец			
14.I	3,22	8,05	74,0	74,9	0,16	0,32	0,300	10,0	0,010	0,90	0,25	0,040	0,034	0,000	0,012	0,001	16	10	62,5
13.II	2,64	9,43	80,3	91,3	0,18	0,36	0,310	8,00	0,009	0,80	0,26	0,044	0,024	0,000	0,017	0,001	16	10	62,5
11.III	3,47	8,56	87,5	96,3	0,24	0,40	0,370	8,50	0,009	0,95	0,29	0,025	0,025	0,000	0,015	0,001	16	10	62,5
15.IV	3,26	8,91	30,1	52,3	0,45	0,30	0,320	8,00	0,009	0,88	0,12	0,017	0,017	0,000	0,016	0,001	16	10	62,5
12.V	3,57	7,71	78,3	-	0,10	0,16	0,380	9,00	0,009	0,85	0,14	0,014	0,015	0,000	0,009	0,001	15	8	53,3
09.VI	5,24	8,44	53,7	96,9	0,27	0,24	0,160	8,00	0,008	0,80	0,14	0,018	0,009	0,000	0,012	0,001	16	9	56,2
13.VII	4,66	7,26	55,2	96,3	0,34	0,71	0,690	8,50	0,008	0,85	0,18	0,012	0,019	0,001	0,016	0,001	16	10	62,5
12.VIII	-	7,71	56,1	98,8	0,13	0,09	0,019	8,50	0,008	0,90	0,17	0,038	0,002	0,000	0,016	0,001	15	7	46,7
10.IX	7,69	10,3	65,1	95,1	0,10	0,42	0,060	9,20	0,008	0,85	0,12	0,023	0,030	0,000	0,011	0,001	16	9	56,2
14.X	1,90	8,96	77,5	129	0,20	-	0,660	9,20	0,008	0,85	0,21	0,029	0,017	0,000	0,023	-	14	9	64,3
18.XI	2,09	7,40	66,0	-	0,30	-	0,160	9,20	0,007	0,90	0,21	0,008	-	0,000	0,015	0,001	13	9	69,2
16.XII	1,10	11,6	67,8	-	0,28	0,13	0,180	9,00	0,007	0,97	0,21	0,009	0,012	0,001	0,015	0,001	15	9	60,0

Таблица 7.2. – Расчет комбинаторного индекса загрязненности воды реки *P* в створе *A* за 1997 г.

Ингредиенты и показатели загрязненности	n_i	n'_i	$\alpha_i = n'_i / n_i \cdot 100\%$	$S\alpha_i$	$\Sigma \beta_i = \Sigma C_i / \text{ПДК}_i$	$\beta'_i = \Sigma \beta_i / n'_i$	$S\beta_i$	$S_i = S\alpha_i \cdot S\beta_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
O ₂	12	-	-	-	-	-	-	-
БПК ₅	11	9	81,8	4,0	1,6 + 1,3 + 1,7 + 1,6 + 1,8 + 2,6 + 2,3 + 3,8 + 1,0 = 17,7	1,97	1,97	7,88
Cl ⁻	12	-	-	-	-	-	-	-
SO ₄ ²⁻	9	-	-	-	-	-	-	-
Fe _{общ}	12	10	83,3	4,0	1,6 + 1,8 + 2,4 + 4,5 + 2,7 + 3,4 + 1,3 + 2,0 + 3,0 + 2,8 = 25,5	2,55	2,07	8,28
NNO ₃ -	10	-	-	-	-	-	-	-
NNO ₂ -	12	11	91,7	4,0	15,0 + 15,5 + 18,5 + 16,0 + 19,0 + 8,0 + 34,5 + 3,0 + 33,0 + 8,0 + 9,0 = 180	16,3	3,16	12,6
Фенолы	12	12	100	4,0	10 + 9 + 9 + 9 + 9 + 8 + 8 + 8 + 8 + 7 + 7 = 100	8,33	2,79	11,2
Нефтепродукты	12	12	100	4,0	18 + 16 + 19 + 17,6 + 17 + 16 + 17 + 18 + 17 + 17 + 18 + 19,4 = 210	17,5	3,19	12,8
NNH ₄ ⁺	12	12	100	4,0	25,6 + 20,5 + 21,8 + 20,5 + 23,1 + 20,5 + 21,8 + 21,8 + 23,6 + 23,6 = 270	22,5	3,31	13,2
СПАВ	12	12	100	4,0	2,5 + 2,6 + 2,9 + 1,2 + 1,4 + 1,4 + 1,8 + 1,7 + 1,2 + 2,1 + 2,1 + 2,1 = 23,0	1,92	1,92	7,68
Медь	12	12	100	4,0	40 + 44 + 25 + 17 + 14 + 18 + 12 + 38 + 23 + 29 + 8 + 9 = 277	23,1	3,33	13,3
Цинк	11	9	81,8	4,0	3,4 + 2,4 + 2,5 + 1,7 + 1,5 + 1,9 + 3,0 + 1,7 + 1,2 = 19,3	2,14	2,02	8,08
Хром	12	-	-	-	-	-	-	-
Никель	12	11	91,7	4,0	1,2 + 1,7 + 1,5 + 1,6 + 1,2 + 1,6 + 1,6 + 1,1 + 2,3 + 1,5 + 1,5 = 16,8	1,53	1,53	6,12
Свинец	11	-	-	-	-	-	-	-

Аналогично проводят расчет по результатам анализа за все остальные даты отбора проб воды. В итоге для 1997 г. получают вариационный ряд значений K : 62,5; 62,5; 62,5; 62,5; 53,3; 56,2; 62,5; 46,7; 56,2; 64,3; 69,2; 60 %. Ранжированный ряд при этом выглядит следующим образом: 46,7; 53,3; 56,2; 56,2; 60,0; 62,5; 62,5; 62,5; 62,5; 64,3; 69,2 %.

Для полученного ряда определяют следующие статистические показатели: $K_{min} = 46,7$ %; $K_{max} = 69,2$ %; $R_K = 22,5$ %; $K_{cp} = 59,9$ %.

Полученные расчётные характеристики позволяют сделать следующие выводы.

Вода реки P в створе A обладала в течение всего анализируемого периода высокой комплексностью загрязнённости. Большое число определенных ингредиентов являлось загрязняющими. Как правило, это были легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), аммонийный и нитритный азот, нефтепродукты, фенолы, СПАВ, соединения железа, меди, цинка, никеля. Химический состав воды подвержен существенным изменениям в течение года – размах варьирования коэффициента комплексности (R_K) составил 22,5 %. Анализ загрязнённости воды с помощью K показал, что для оценки степени загрязнённости воды реки в этом створе целесообразно использовать комплексный метод ($K \geq 10$), учитывающий одновременно всю совокупность загрязняющих воду веществ.

2. *Пример расчета комбинаторного индекса загрязнённости воды.* Наблюдения за химическим составом воды реки P в створе A проводили в 1997 г. по 16 ингредиентам (см. табл. 3). Предварительным обследованием была выявлена высокая комплексность загрязнённости воды ($K_{cp} = 59,9$ %). Необходимо дать комплексную оценку качества воды реки P в створе A за 1997 г.

По каждому ингредиенту проводят следующие вычисления.

В графу 2 таблицы 7.2 заносят данные по числу определений. По растворенному в воде кислороду их 12, по БПК₅ воды – 11 и т. д.

В графу 3 таблицы 7.2 помещают данные по числу определений, превышающих ПДК. По растворенному в воде кислороду превышений ПДК нет, по БПК₅ воды – 9 и т. д.

На основании данных второй и третьей граф определяется повторяемость случаев превышения ПДК: $\alpha_{O_2} = 0$ %; $\alpha_{БПК_5} = 9/11 \cdot 100$ % = 81,8 % и т. д.

Результаты помещают в графу 4. По значениям повторяемости на основании табл. 7.3 определяют частный оценочный балл S_{ai} : $S_{\alpha_{БПК_5}} = 4,0$; $S_{\alpha_{фен}} = 4,0$ и т. д.

Рассчитывают кратность превышения ПДК в тех результатах анализа, где оно имеет место (графа 6). Затем определяют среднее значение кратности превышения ПДК только по тем пробам, где есть нарушение нормативов (графа 7). Например:

$$\beta_{БПК_5} = (1,6 + 1,3 + 1,7 + 1,6 + 1,8 + 2,6 + 2,3 + 3,8 + 1,0) / 9 = 1,97 \text{ мг } O_2/\text{дм}^3;$$

$$\beta_{NO_2} = (15,0 + 15,5 + 18,5 + 16,0 + 19,0 + 8,0 + 34,5 + 3,0 + 33,0 + 8,0 + 9,0) / 11 = 16,3 \text{ мг N}/\text{дм}^3.$$

Таблица 7.3. – Классификация водных объектов по повторяемости случаев загрязнённости

Повторяемость, %	Характеристика загрязнённости воды	Частный оценочный балл по повторяемости S_{ai}	Доля частного оценочного балла, приходящаяся на 1% повторяемости
$[1^2; 10)^1$	Единичная	[1; 2)	0,11
[10; 30)	Неустойчивая	[2; 3)	0,05
[30; 50)	Характерная	[3; 4)	0,05
[50; 100)	Характерная	4	-
Примечания 1. Здесь и далее интервалы обозначают следующим образом: число слева – начало интервала; число справа – конец интервала; круглая скобка показывает, что стоящее при ней значение в интервал не входит; квадратная скобка – значение входит. 2. При значениях повторяемости меньше единицы принимаем $S_{ai} = 0$			

По значениям средней кратности превышения ПДК на основании табл. 6 определяют частный оценочный балл, который помещают в графу 8: $S_{\beta\text{БПК}_5} = 1,97$; $S_{\beta\text{NO}_2} = 3,16$ и т. д. Определение $S_{\beta i}$, как и определение S_{ai} , проводят с учетом линейной интерполяции. Например: $\beta_{\text{NO}_2} = 16,3$. Согласно табл. 7.4, соответствующий этому значению балл находится между тремя и четырьмя. Доля частного оценочного балла, приходящаяся на единицу β_i , в этих пределах составляет 0,025. Чтобы получить значение балла по β_{NO_2} необходимо к трём прибавить число, полученное в результате действия

$$6,3 \cdot 0,025 = 0,16, \text{ тогда } S_{\beta\text{NO}_2} = 3 + 0,16 = 3,16.$$

Таблица 7.4. – Классификация воды водных объектов по кратности превышения ПДК

Кратность превышения ПДК	Характеристика уровня загрязнённости воды	Частный оценочный балл по кратности превышения ПДК $S_{\beta i}$,	Доля оценочного балла, приходящаяся на единицу кратности превышения ПДК
(1; 2)	Низкий	[1; 2)	1,00
[2; 10)	Средний	[2; 3)	0,125
[10; 50)	Высокий	[3; 4)	0,025
[50; ∞)	экстремально высокий	4	0,025
Примечание Для растворённого в воде кислорода используют следующие условные градации кратности уровня загрязнённости: (1; 1,5] – низкий; (1,5; 2] – средний; (2; 3] – высокий; (3; ∞] – экстремально высокий. Если концентрация растворённого кислорода в воде равна 0, для расчёта условно принимаем её равной 0,01 мг/дм ³ .			

Далее определяют обобщённые оценочные баллы по каждому ингредиенту (графа 9). Например:

$$S_{\text{БПК}_5} = S_{\alpha\text{БПК}_5} \cdot S_{\beta\text{БПК}_5} = 4 \cdot 1,97 = 7,88; S_{\text{NO}_2} = S_{\alpha\text{NO}_2} \cdot S_{\beta\text{NO}_2} = 4 \cdot 3,16 = 12,6 \text{ и т.д.}$$

Значения обобщённого оценочного балла помещают в графу 9 таблицы 7.2.

Значения комбинаторного индекса загрязнённости воды S_A в створе A определяют как сумму обобщенных оценочных баллов ($S_A = \sum S_i$) по каждому ингредиенту:

$$S_A = 7,88 + 8,28 + 12,6 + 11,2 + 12,8 + 13,2 + 7,68 + 13,3 + 8,08 + 6,12 = 101,1.$$

Вычисляют удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды S'_A :

$$S'_A = S_A / N_A = 101,1 / 16 = 6,32$$

По значениям обобщенных оценочных баллов и условию $S_i \geq 9$ находят число критического показателя загрязнённости F (КПЗ) воды: $F = 5$ (нитритный азот, фенолы, нефтепродукты, аммонийный азот, соединения меди).

Вычисляют коэффициент запаса k (k рассчитывается только при $F \leq 5$):

$$k = 1 - 0,1 \cdot 5 = 0,5.$$

По значению УКИЗВ (6,32) и числу КПЗ (5) согласно таблице 7.5 определяют класс загрязнённости воды. Для этого в графе, соответствующей значению КПЗ 5, находим градацию значений УКИЗВ, в которую входит его значение 6,32, и соответствующие им класс (5-й) и качественную характеристику – “экстремально грязная”.

Таблица 7.5. – Классификация качества воды водотоков по значению удельного комбинаторного индекса загрязнённости воды

Класс	Характеристика состояния загрязнённости воды	Удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды					
		без учёта числа КПЗ	в зависимости от числа учитываемых КПЗ				
			1 ($k=0,9$)	2 ($k=0,8$)	3 ($k=0,7$)	4 ($k=0,6$)	5 ($k=0,5$)
1-й	условно чистая	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
2-й	слабозагрязнённая	(1; 2]	(0,9; 1,8]	(0,8; 1,6]	(0,7; 1,4]	(0,6; 1,2]	(0,5; 1,0]
3-й	загрязнённая	(2; 4]	(1,8; 3,6]	(1,6; 3,2]	(1,4; 2,8]	(1,2; 2,4]	(1,0; 2,0]
разряд “а”	загрязнённая	(2; 3]	(1,8; 2,7]	(1,6; 2,4]	(1,4; 2,1]	(1,2; 1,8]	(1,0; 1,5]
разряд “б”	очень загрязнённая	(3; 4]	(2,7; 3,6]	(2,4; 3,2]	(2,1; 2,8]	(1,8; 2,4]	(1,5; 2,0]
4-й	грязная	(4; 11]	(3,6; 9,9]	(3,2; 8,8]	(2,8; 7,7]	(2,4; 6,6]	(2,0; 5,5]
разряд “а”	грязная	(4; 6]	(3,6; 5,4]	(3,2; 4,8]	(2,8; 4,2]	(2,4; 3,6]	(2,0; 3,0]
разряд “б”	грязная	(6; 8]	(5,4; 7,2]	(4,8; 6,4]	(4,2; 5,6]	(3,6; 4,8]	(3,0; 4,0]
разряд “в”	очень грязная	(8; 10]	(7,2; 9,0]	(6,4; 8,0]	(5,6; 7,0]	(4,8; 6,0]	(4,0; 5,0]
разряд “г”	очень грязная	(8; 11]	(9,0; 9,9]	(8,0; 8,8]	(7,0; 7,7]	(6,0; 6,6]	(5,0; 5,5]
5-й	экстремально грязная	(11; ∞]	(9,9; ∞]	(8,8; ∞]	(7,7; ∞]	(6,6; ∞]	(5,5; ∞]

Пример краткой интерпретации полученных комплексных показателей

1. Превышение ПДК в воде реки P в створе A наблюдалось по 10 ингредиентам химического состава воды из 16 определяемых показателей. Значение коэффициента комплексности загрязнённости воды по отдельным результатам анализа колебалось от 46,7 до 69,2 %, в среднем составляя 59,9%, что свидетельствовало о высокой комплексности загрязнения воды реки P в створе A в течение всего года.

2. Для всех загрязняющих ингредиентов (табл. 4) в течение года характерна устойчивая загрязненность, что подтверждается наибольшими значениями частных оценочных баллов по повторяемости ($S_\alpha = 4$). Согласно классификации воды по повторяемости случаев загрязненности, загрязненность воды по всем рассматриваемым ингредиентам определяется как „характерная”. Уровень загрязненности воды этими ингредиентами различен. По биохимическому потреблению кислорода, СПАВ, соединениям никеля наблюдался низкий уровень загрязненности воды. Значения частных оценочных баллов для этих ингредиентов не превышали 2,00: 1,97; 1,92; 1,53 соответственно. По фенолам, соединениям железа, цинка имел место средний уровень загрязненности. Частные оценочные баллы для них составляли соответственно 2,79; 2,07 и 2,02. Для нитритного и аммонийного азота, соединений меди и нефтепродуктов характерен высокий уровень загрязненности. Частные оценочные баллы по этим ингредиентам составляли соответственно 3,16; 3,31; 3,33 и 3,19.

3. Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносят соединения меди, аммонийный и нитритный азот, нефтепродукты и фенолы. Общие оценочные баллы этих ингредиентов составляют 13,3; 13,2; 12,6; 12,8 и 11,2 соответственно, что относит их к критическим показателям загрязненности воды этого водного объекта, на которые нужно обратить особое внимание при планировании и осуществлении водоохранных мероприятий.

4. Таким образом, степень загрязненности воды реки P в створе A в течение 1997 г. характеризовалась как экстремально высокая, что обусловлено нарушением существующих нормативов по девяти ингредиентам. Из числа последних особо выделяются своим высоким загрязняющим эффектом пять показателей химического состава воды: соединения меди, аммонийный и нитритный азот, нефтепродукты и фенолы. По каждому из них в 1997 г. наблюдалась характерная загрязненность высокого уровня.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8. МЕТОД ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ РАЗВИТИЯ ЗООПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ

Настоящий метод оценки загрязнённости водоёмов основан на графическом способе обобщения информации по показателям развития зоопланктона.

Общие положения. Загрязнение водного объекта, вызывая изменение физико-химического состояния водной среды, приводит к нарушению экологического баланса экосистемы, степень нарушения которого, а, следовательно, и уровень загрязнённости, можно оценить используя различные способы оценки изменений в развитии отдельных сообществ водных организмов. Ответные реакции биоценозов на антропогенное воздействие являются прямым откликом водных сообществ на весь комплекс загрязняющих веществ и их комбинаторное воздействие.

Наиболее существенным системным показателем изменения состояния пресноводных экосистем под воздействием антропогенного фактора является перестройка структуры сообществ водных организмов, специфика которой характеризуется в первую очередь определенным соотношением числа видов и общей численности. Это соотношение представляет собой своеобразный рычаг механизма адаптации сообщества, позволяющий удерживать равновесие между биотой и средой ее обитания. Следствием и внешним проявлением адаптационных возможностей отдельных сообществ являются изменения структурной организации, свидетельствующие о развитии системы в направлении эволюции (прогресс) или инволюции (регресс).

Зоопланктон – типичный представитель толщи воды. Он образует верхнее гетеротрофное звено трофической цепи всей планктонной фауны (фитопланктон, бактериопланктон, простейшие). Выбор зоопланктона в качестве индикатора загрязнённости позволяет оценить конечный результат воздействия водной среды на планктонную составляющую водной экосистемы.

Графический метод обобщения исходной информации. Графики строят по результатам анализа проб, отобранных в период с июня по август. В южных районах, где вегетационный период более продолжителен, используют результаты анализа проб, отобранных в мае – сентябре. Для характеристики состояния водоема вполне достаточно двадцати проб (общие закономерности проявляются уже при анализе десяти проб, отобранных за одну съемку).

Построение графиков необходимо проводить следующим образом. По оси абсцисс последовательно откладывают количество видов (от одного до n), обнаруженных в пробе, по оси ординат – численность зоопланктона (тыс. экз./м³).

Примеры построения графиков по результатам анализа проб зоопланктона Волгоградского, Шерубайнуринского водохранилищ и озера Валдай показаны на рисунке 8.1. б-г. Соединяя каждую точку с точкой „0” (на пересечении осей координат), получаем веер, или пучок векторов, ориентированный определенным образом. Графики строят в масштабе: по оси абсцисс одно деление соответствует

10 видам, по оси ординат одно деление соответствует 50 тыс. экз./м³. Это позволяет вмещать варианты состояний, характеризующихся как очень высокой, так и низкой численностью.

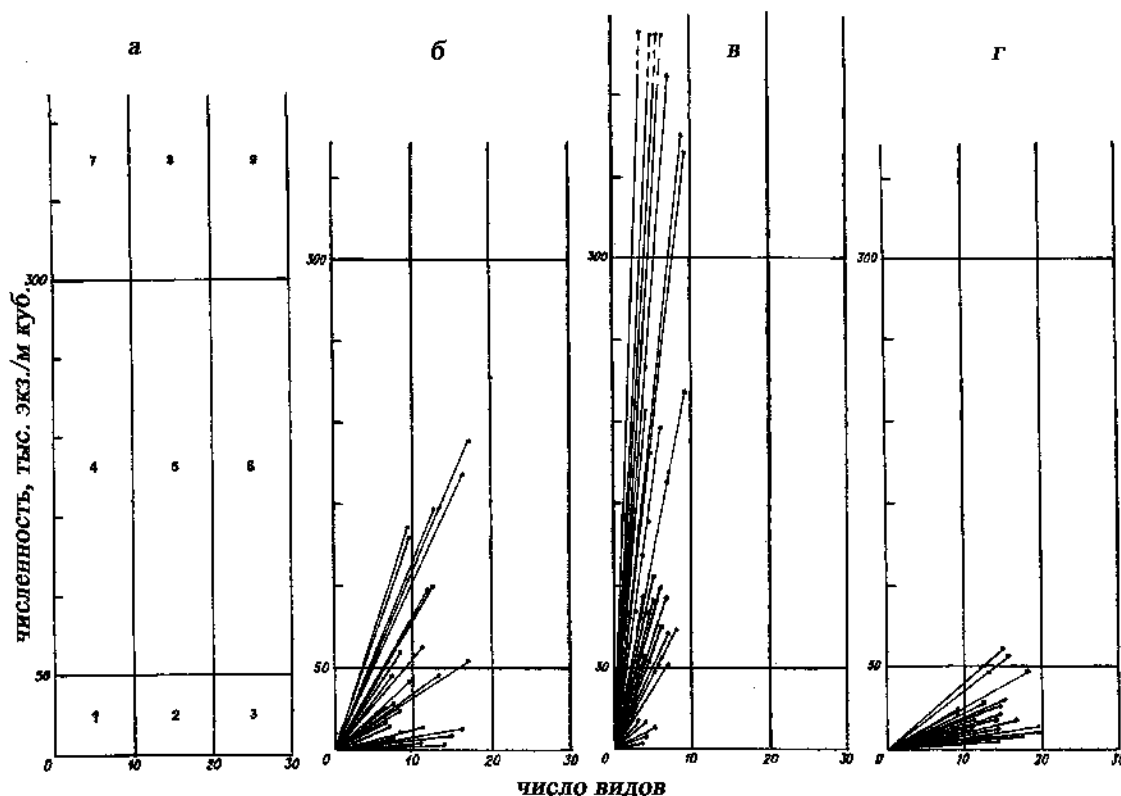


Рис. 8.1. Расположение зон в плоскости координат (а) и вееров векторов для Волгоградского (б), Шерубайнуринского (в) водохранилищ и озера Валдай (г).

С целью упрощения дальнейшей работы декартову плоскость условно делят на девять зон, имеющих строго определенное место в прямоугольной декартовой системе координат и отождествляющих определенное состояние экосистемы (рисунок 8.1.а). Так, оптимальной, символизирующей „коридор эволюции”, является зона 5. Если большинство точек сосредоточено в ней, это указывает на эволюционирующую систему. Зоны 7 или 1 символизируют приближение системы к экологическому кризису, тупику развития, т.е. регресс. Основная причина этого для зоны 7 – нагрузка органического вещества, а в случае подогретых вод – температурный фактор; для зоны 1 – нагрузка токсичных веществ.

Оценка состояния экосистемы. Оценку состояния экосистемы проводят следующим образом.

1. Векторы, расположенные в центральной части графика между 30 и 60°, характеризуют оптимальное для развития экосистемы состояние, когда сохраняются средняя численность и среднее число видов. Кратковременный сдвиг в одну или другую сторону вполне допустим. Это выход сообщества из варианта оптимального развития с целью сохранения равновесия с окружающей средой за счет адаптационных возможностей сообщества. Суть в том, что в целом экосистема работает как рычаг: мало видов – высокая численность, и наоборот.

2. Длинные векторы, приближающиеся к оси ординат, характеризуют высокую степень эвтрофирования (чем длиннее вектор, тем выше степень эвтрофирования), когда высокой численности соответствует низкое видовое разнообразие. Развиваются несколько доминант, наблюдается стремление к одному доминирующему виду, захватившему полностью трофическую нишу. Другие виды, с более низким уровнем толерантности, не выдерживают конкуренции с высокой численностью доминирующего вида.

3. Длинные векторы, приближающиеся к оси абсцисс, характеризуют низкий трофический потенциал экосистемы и богатство экологических ниш – залог высокого видового разнообразия. Выживание обеспечивается узкой специализацией отдельных видов в добывании пищевых ресурсов. При низкой численности сообщества видовое разнообразие становится гарантом выживания.

4. Короткие векторы, прижатые к оси абсцисс, характеризуют отклик экосистемы на токсическое воздействие. Чем короче вектор, тем выше нагрузка на компенсационный механизм, проводящая экосистему к экологическому регрессу.

Экологическая интерпретация результатов анализа информации. В ходе анализа информации может быть получено шесть наиболее часто встречающихся вариантов формирования веера векторов (рис. 8.2.).

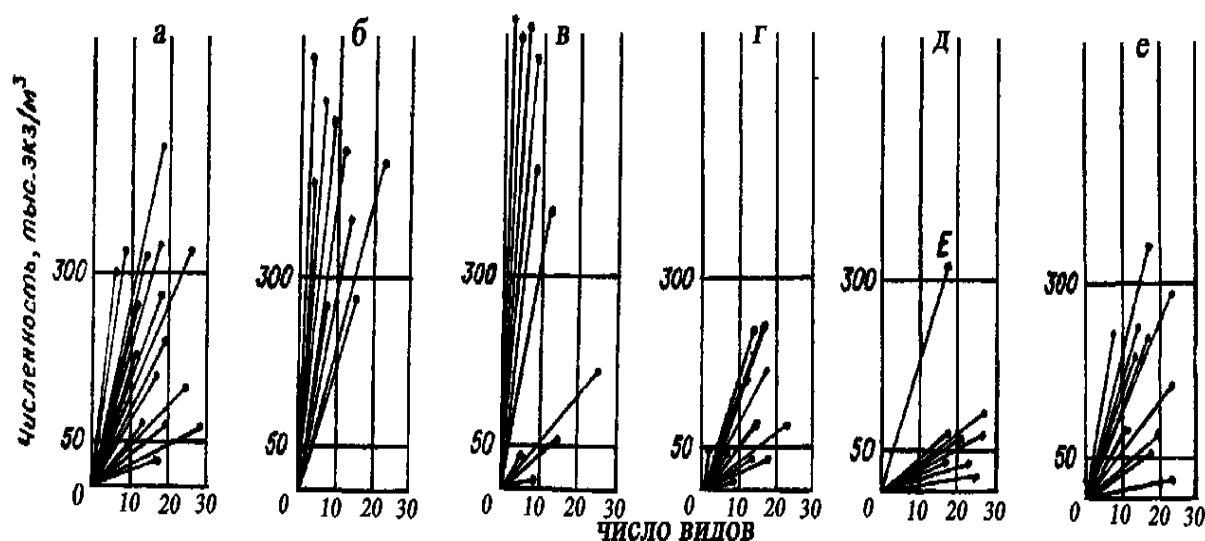


Рис. 8.2. -. Варианты формирования веера векторов

а – неоднородность трофического потенциала, разнообразие биотопов; б – равномерное эвтрофирование; в – жесткое эвтрофирование с токсическим эффектом; г – токсическое воздействие; д – начальные стадии развития водоёма (или макрофитное эвтрофирование); е – оптимальный вариант развития системы.

1. Веер векторов, занимающий практически всю декартову плоскость графика (рис. 8.2.*а*), прежде всего, свидетельствует о неоднородности трофического потенциала по акватории водоема, о разнообразии биотопов. Векторы, расположенные ближе к оси ординат, отождествляют состояние активного эвтрофирования. Однако процесс эвтрофирования не достиг своей угрожающей стадии; длина векторов у оси ординат не перешагивает границу средней численности 300 тыс. экз./м³. Яркое выраженное токсическое воздействие

отсутствует. Об этом свидетельствует максимально возможная длина векторов у оси абсцисс, обусловленная высоким видовым разнообразием. Такой тип разброса векторов свидетельствует о зрелой стабильной экосистеме, сопротивляющейся антропогенному воздействию.

2. Узкий пучок векторов (разброс невелик), геометрически расположенный между центром декартовой плоскости и осью ординат, отождествляет равномерное эвтрофирование водоема, приближающееся к жесткому случаю. Система находится на грани тупикового развития. Антропогенное воздействие – один из ведущих факторов развития системы (рис. 8.2.б).

3. Короткие, прижатые к оси абсцисс векторы, которые характеризуют соотношение низкой численности и одного – пяти видов, можно рассматривать как состояние жесткого эвтрофирования, которое является одним из вариантов случая токсического загрязнения. Очевидна предельная нагрузка для зоопланктона, резерв адаптационных возможностей которого исчерпывается (рис. 8.2.в). Напряжение системы высокое, стремящееся к пределу компенсационных возможностей.

4. Веер с короткими векторами с тенденцией приближения к оси абсцисс (рис. 8.2. г и д) характерен для экосистем с богатыми компенсационными возможностями. Это подтверждается количественными показателями развития, что проявляется в достаточно широком и равномерном веере пучка. Нет признаков усиления процесса антропогенного эвтрофирования. В отдельные периоды или на отдельных участках может проявляться токсический эффект загрязнения, что на графике отражается короткими лучами, приближающимися к оси абсцисс (тенденция снижения численности и видового разнообразия, рис. 8.2.г).

5. Характер геометрического расположения векторов на рисунке 8.2.д отождествляется с состоянием высокого запаса прочности системы, прошедшей только начальные сукцессионные стадии своего развития. Весь фонд толерантности еще не использован. Под воздействием нагрузки и при преобладании органических веществ развитие системы может пойти по пути увеличения численности и резкого сокращения видового разнообразия, что наблюдается при антропогенном эвтрофировании (вектор *E*).

6. Геометрическое расположение веера в декартовой плоскости на рис. 3е (средняя численность и среднее число видов) отождествляется с состоянием при оптимальной нагрузке трофического фактора. До крайних пределов толерантности, графически выражаемых приближением вектора к оси ординат или абсцисс, далеко. Это обусловлено оптимальным соотношением численности и видового разнообразия.

В соответствии с выше изложенным методом студентам предлагается оценить экологическое состояние экосистем Волгоградского (рис. 8.1б) и Шерубайнуринского (рис. 8.1в) водохранилищ и озера Валдай (рис. 8.1г), интерпретировать результаты исследований.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9 ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПОЧВ И СНЕГОВОГО ПОКРОВА МЕТАЛЛАМИ. ВРЕМЕННОЙ ХАРАКТЕР ЗАГРЯЗНЕНИЯ*

Для оценки степени загрязнения почв металлами используется суммарный показатель загрязнения, характеризующий эффект воздействия группы элементов:

$$Z_c = \sum K_{ci} - (n - 1); K_{ci} = C_i / C_{\phi i},$$

где K_{ci} – коэффициент концентрации i -го элемента, равный отношению фактической концентрации (C_i) к фоновой ($C_{\phi i}$); n – число элементов, характеризующих загрязнение почв, т.е. для которых $K_{ci} > 1$.

Оценка опасности загрязнения почв комплексом элементов по показателю Z_c проводится по оценочной шкале, данные которой увязаны с показателями здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв (табл. 9.1).

Таблица 9.1 – Оценочная шкала загрязнения почв по суммарному показателю (Методические указания..., 1987)

Категория загрязнения почв	Величина Z_c	Изменение показателей здоровья населения
Допустимая	< 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	> 128	Увеличение заболеваемости детей, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости и др.)

Например. В городе N содержание химических элементов в почве паркового участка составляет (мг/кг почвы): As - 10; Cd - 0,5; Hg - 0,08; Pb - 40; Cu - 90; Zn - 180; Cr - 500; V

- 400. Фоновое содержание элементов следующее (мг/ кг почвы): As - 5; Cd - 0,1; Hg - 0,02; Pb - 20; Cu - 30; Zn - 60; Cr - 100; V - 100.

Используя суммарный показатель загрязнения почв, определите, к какой зоне следует отнести парковый участок.

В начале рассчитаем коэффициент концентрации каждого вещества, затем подсчитаем суммарный показатель загрязнения: $Z_c = (2 + 5 + 4 + 2 + 3 + 3 + 5 + 4) - (8-1) = 28 - 7 = 21$. Сопоставим полученное значение со шкалой загрязнения почв (табл. 1). В данном случае она умеренно-опасная.

В целом суммарный показатель загрязнения может рассчитываться для различных компонентов ландшафта – почв, снега, донных отложений. Этот показатель может определяться как в отдельной пробе, так и для участка территории. В последнем случае исследование ведется по геохимическим выборкам.

Каждая выборка может быть представлена в виде набора относительных характеристик аномальности химических элементов. Такой набор позволяет дать качественную и количественную оценку геохимической ассоциации исследуемого объекта. Например, городская ассоциация может быть представлена следующей формулой накапливающихся элементов: $Pb_{14} - Cu_{12} - Zn_9 - Hg_6 - Cr_3 - Cd_2$. Цифры около символов элементов представляют собой коэффициенты концентрации K_{ci} .

Аэрогенное загрязнение принято характеризовать суммарным показателем загрязнения не только почвы, но и снегового покрова. Обычно выделяют 3 уровня загрязнения снегового покрова (табл. 9.2).

Таблица 9. 2 – Ориентировочная шкала оценки аэрогенных очагов загрязнения по Z_c снегового покрова (Сает и др., 1990)

Уровень загрязнения		
средний	высокий	очень высокий
64-128	128-256	>256

При анализе карт суммарных показателей загрязнения почвы и снегового покрова возможно выделение на территории участков с устойчивым, реликтовым

и современным загрязнением. *Устойчивое* загрязнение характеризуется одинаковой интенсивностью накопления металлов в почве и снеговом покрове. Как правило, площади с этим типом загрязнения располагаются вблизи его источников, действующих до настоящего времени. *Реликтовое* загрязнение фиксируется по большей загрязненности почвенного покрова по сравнению со снеговым. Для этого типа загрязнения источник поступления химических элементов либо уже прекратил существование, либо в настоящее время не вносит существенного вклада в загрязнение воздушного бассейна. Являясь остаточным, реликтовое загрязнение может представлять опасность как источник вторичного загрязнения приземных слоев атмосферного воздуха. *Современное* загрязнение, сопровождаемое более интенсивным накоплением металлов в снеговом покрове по сравнению с почвой, носит прогрессирующий характер. Очевидно, что оно связано с ныне действующими источниками загрязнения.

Задание к практической работе № 9

Задание I. В таблице 9.3 представлены данные о содержании и распределении по территории крупного промышленного города 10-ти химических элементов в поверхностном горизонте почв. Схема расположения точек опробования приведена на рис. 9.1.

1. Рассчитать суммарный показатель загрязнения с учётом следующих фоновых содержаний элементов: V – 90, Cr – 80, Zn – 60, Ni – 30, Pb – 30, Cu – 25, As – 5, Mo – 2, Cd – 0.1, Hg – 0.03.

2. Построить схему районирования территории по величине Z_c и выделить зоны с различными категориями загрязнения на основе рис. 9.1 с использованием изолиний 16, 32, 128.

3. Описать полученную схему: размещение зон различного уровня загрязнения; их морфология (изометрическая, вытянутая); площадь (в % от общей площади территории).

4. Составить геохимическую формулу для каждой точки опробования.

Задание II. В таблице 9.4 представлены данные о площадном распределении суммарного показателя загрязнения снега по территории крупного промышленного города.

1. Построить схемы районирования территории по величине Z_c , на основе таблицы 9.4 и рис.9.1 и выделить зоны с различными категориями загрязнения с использованием изолиний 64, 128, 256.

2. Сравнить полученные схемы загрязнения почвенного и снежного покрова и выделить зоны различные по временному характеру загрязнения.

Таблица 9.3 – Содержание металлов в верхнем почвенном горизонте, мг/кг

№ профиля	№ точки	Zn	Cr	V	Cd	Cu	Ni	Pb	Hg	As	Mo
I	1	200	100	130	0,40	50	30	30	0,01	4	1
	2	300	150	150	0,50	60	20	40	0,02	5	1
	3	650	400	100	0,45	160	10	180	0,07	11	4
	4	550	500	150	0,60	220	10	250	0,08	7	1,9
	5	850	100	100	0,50	280	30	280	0,09	9	2,2
II	1	250	50	100	0,40	60	15	40	0,02	5	1,7
	2	500	200	100	0,30	330	20	160	0,05	12	1
	3	2000	300	100	0,15	550	10	170	0,04	12	1,5
	4	700	50	100	0,35	340	40	520	0,15	12	1,9
	5	650	600	200	0,50	420	10	530	0,17	5	11
III	1	1500	100	50	0,20	70	20	90	0,03	12	1
	2	1500	50	150	0,40	150	30	420	0,05	17	1
	3	2000	500	200	0,60	220	40	170	0,09	12	3
	4	2500	700	100	0,20	300	15	550	0,14	22	4,5
	5	2300	700	150	0,40	750	15	720	0,20	22	5

IV	1	350	200	100	0,15	200	30	540	0,08	5	5
	2	400	400	200	0,60	300	20	360	0,11	33	3,5
	3	1500	900	250	0,70	450	50	610	0,22	15	6
	4	2000	1900	250	0,70	1100	80	700	0,27	35	7
	5	2500	1400	350	0,70	1300	60	810	0,29	14	9
V	1	400	50	100	0,15	55	20	50	0,02	7	2,5
	2	500	200	150	0,40	130	30	200	0,10	16	4,4
	3	600	400	50	0,30	370	20	400	0,17	14	3
	4	700	900	350	0,60	990	40	600	0,19	32	15
	5	800	1900	150	0,50	300	80	350	0,05	27	12

Таблица 9. 4 – Величины суммарного показателя загрязнения снега (Z_c) в точках опробования

№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c
I-1	40	II-1	28	III-1	70	IV-1	90	V-1	150
I-2	20	II-2	26	III-2	55	IV-2	95	V-2	155
I-3	35	II-3	45	III-3	75	IV-3	110	V-3	184
I-4	30	II-4	43	III-4	85	IV-4	135	V-4	246
I-5	45	II-5	50	III-5	90	IV-5	148	V-5	282

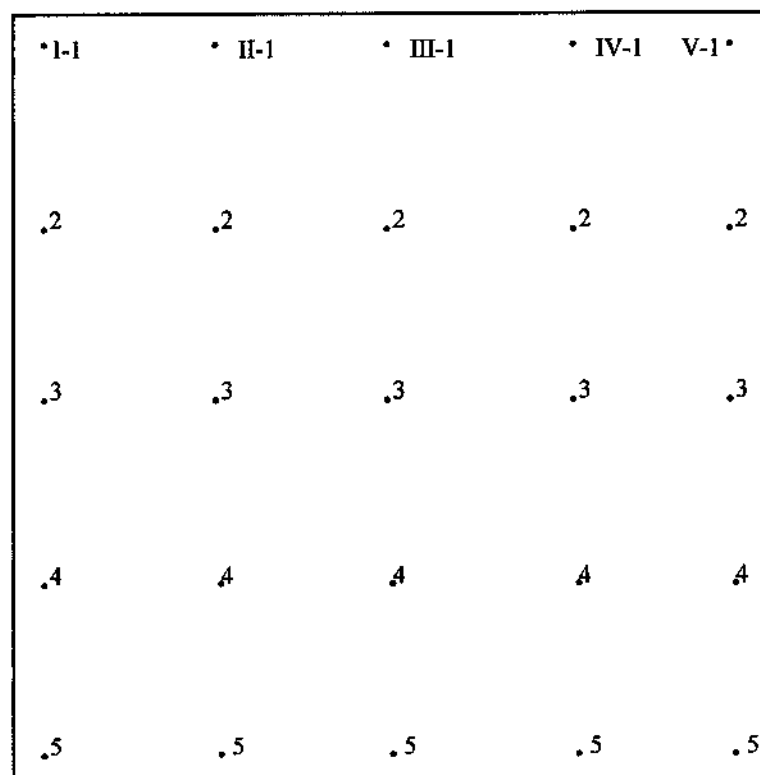


Рис. 9.1 Схема расположения точек опробования поверхностного горизонта почв

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПОЧВ ФТОРИСТЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Содержание фтора в земной коре невелико – $2,7 \cdot 10^{-2} \%$. Он встречается в природе чаще всего в виде плавикового шпата и селлаита, содержится в фосфорите и апатите. Его источником также являются атмосферные осадки, в которые он попадает с почвенной пылью, продуктами горения топлива и из кислых вулканических дымов. Повышенное содержание фтора может быть связано с переносом от предприятий стекольной и химической промышленности, рудообогатительных фабрик.

Повышенные количества фтора в пище и воде у людей могут привести к нарушению функции щитовидной железы, заболеваниям зубов – флюорозу. Недостаток фтора приводит к развитию кариеса. У некоторых организмов наблюдается деформация костей, их хрупкость и переломы.

Содержание водорастворимого фтора в почвах лимитируется. Его предельно допустимая концентрация равна 2,8 мг/кг почвы.

Задание к практической работе № 10

В табл. 10.1 представлены данные о распределении по территории г. Ростов-н/Д содержания фтора в верхнем горизонте почв, в корнях и стеблях растений.

Таблица 10.1 – Содержание фторидов в почве и растениях в районе стекольного завода г. Ростова-на-Дону

Расстояние от источника, км	Направление от источника	Содержание фтора в почвах, мг/кг		Содержание валового фтора в растениях, мг/кг	
		водорастворимого	валового	в корнях	в стеблях
0,5	юг	15,0	155	450	160
1,0		8,0	151	280	120
2,0		5,2	130	260	100
5,0		2,2	83	118	70

10,0		2,0	19	103	40
20,0		1,9	14	104	35
0,5	восток	17,0	210	670	210
1,0		15,0	196	430	180
2,0		5,1	101	250	100
5,0		4,0	70	165	81
10,0		2,5	70	124	55
20,0		2,0	40	110	40
0,5	запад	14,0	136	500	220
1,0		13,0	121	450	187
2,0		11,0	110	256	130
5,0		10,0	100	240	121
10,0		9,0	80	200	116
20,0		8,0	60	160	89
30,0		4,0	40	130	87
0,5	север	16,0	175	560	150
1,0		11,0	151	520	130
2,0		8,0	105	408	125
5,0		5,0	103	400	120
10,0		4,0	100	300	110
20,0		3,0	70	250	100
30,0		1,5	70	126	80
0,5	северо-восток	8,0	98	350	110
1,0		4,0	80	186	80
2,0		3,5	70	160	71
5,0		3,0	70	100	60
10,0		2,0	60	50	30
20,0		1,0	20	н/об	10
0,5	юго-запад	18,0	240	700	200
1,0		16,0	210	660	200

2,0		12,0	182	560	180
5,0		7,0	135	450	135
10,0		6,0	130	300	130
20,0		2,5	129	280	125
30,0		2,0	120	250	100

1. Отдельно построить карты загрязнения от условно выбранной точки по содержанию водорастворимого и валового фтора в почвах, в корнях и стеблях растений. Для этого провести основные стороны горизонта, как показано на рис. 10. 2, и по этим направлениям в масштабе 1 см – 2 км, обозначить точки отбора и нанести соответствующие концентрации из таблицы 10.1. Провести изолинии с интервалом для водорастворимого фтора 2,8 мг/кг, валового фтора в почвах и стеблях растений – 100 мг/кг, в корнях – 200 мг/кг.

2. Ответить на вопросы:

На какое расстояние прослеживается влияние завода, в каком направлении и как это согласуется с розой ветров? Как коррелирует загрязнение почв с загрязнением растительности? Где отмечается наибольшее накопление – в корнях, или в стеблях? Как это соотношение меняется с расстоянием?

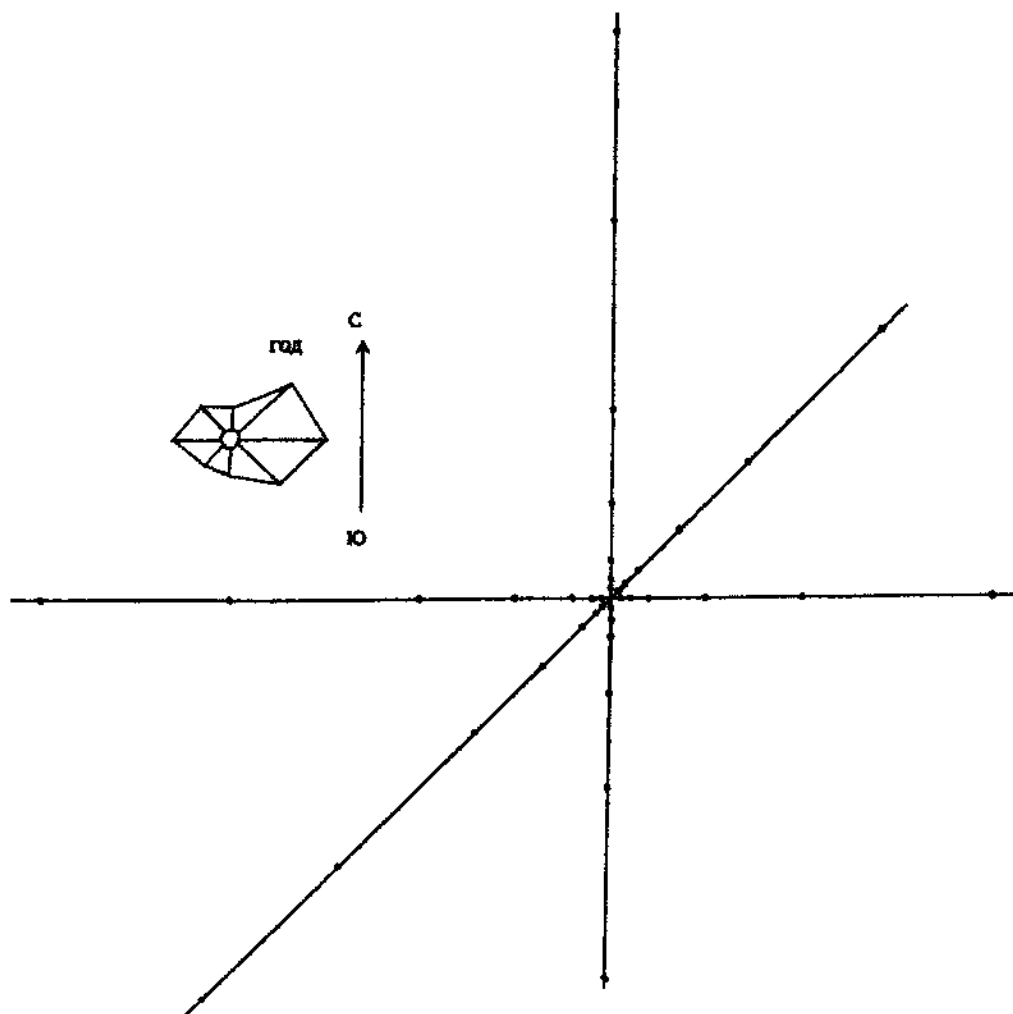


Рис. 10.2 Схема расположения точек опробования верхнего горизонта почв, стеблей и корней растений

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПОЧВ ПЕСТИЦИДАМИ

Пестициды – общепринятое в мировой практике собирательное название химических средств защиты растений. Они используются для борьбы с вредными насекомыми (инсектициды), с сорными растениями (гербициды), с грибными болезнями растений (фунгициды), для удаления листьев (дефолианты), для уничтожения нежелательной древесной и кустарниковой растительности (арборициды), для борьбы с бактериями и бактериальными болезнями (бактерициды), для борьбы с грызунами (зооциды) и др.

При применении пестицидов, особенно в завышенных дозах, наблюдается загрязнение ими окружающей среды, что приводит в конечном результате к уничтожению полезных насекомых, птиц, рыб, зверей, а также к отравлению людей как непосредственно пестицидами, так и продуктами, в которых они накапливаются.

Пестициды могут попадать в почву при прямом внесении и высеве протравленных семян, с атмосферными осадками, остатками погибших растений, насекомых, смыве с растений при поливе. Обладая высокой миграционной способностью, пестициды и их метаболиты могут быть обнаружены в местах, где они никогда не применялись.

Одним из важных нормативов, позволяющих оценить степень загрязнения почвы пестицидами, является ПДК. В настоящее время обоснованы и утверждены 30 ПДК для пестицидов. Отличительной особенностью пестицидов является их стойкость к воздействию различных факторов внешней среды (особенно хлорорганических пестицидов), что приводит к накоплению их в последующих звеньях биологической цепи: почва – корнеплоды; вода – донные отложения. В результате различных процессов (фотолиза, химических и биологических реакций) некоторые

пестициды (например, гептахлор, пропанид) превращаются в соединения более токсичные, чем исходные вещества.

Для оценки степени загрязнения почв пестицидами подсчитывается кратность превышения концентраций над ПДК.

Задание к практической работе № 11

На основании таблицы 11.1:

1. Дайте характеристику загрязнения почв пестицидами Северокавказского региона, рассчитав кратность превышения концентраций над ПДК. ПДК хлорорганических пестицидов в почвах составляют для ДДТ и ГХЦГ 0,1 нг/кг.
2. Какой край, область наиболее загрязнены в пределах Северного Кавказа?
3. Под какими культурами чаще наблюдается превышение ПДК в почвах?
4. Какой вид пестицидов является ведущим загрязнителем почв Северокавказского региона?
5. В какой сезон отмечаются наибольшие концентрации (весна, осень)?

Таблица 11.1 – Загрязнение хлорорганическими пестицидами почв Северокавказского региона

Виды угодий	Ростовская область		Краснодарский край		Ставропольский край		Калмыкия	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
зерновые	<u>0,29</u>	<u>0,013</u>	<u>0,119</u>	<u>0,013</u>	<u>0,011</u>	<u>0,005</u>	<u>0,023</u>	<u>0,023</u>
	-	0,001	0,003	0,002	-	-	-	-
кукуруза	<u>0,017</u>	<u>0,014</u>	<u>0,097</u>	<u>0,022</u>	<u>0,011</u>	<u>0,002</u>	<u>0,013</u>	<u>0,012</u>
	0,002	-	0,002	0,001	-	-	-	-
масленичные	<u>0,030</u>	<u>0,003</u>	<u>0,113</u>	<u>0,055</u>	<u>0,009</u>	<u>0,005</u>	-	-
	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	-	-	-
корнеплоды	<u>0,014</u>	<u>0,002</u>	<u>0,096</u>	<u>0,017</u>	<u>0,362</u>	<u>0,045</u>	-	-
	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	-	-	-

[illegible]

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ И РАЗРЕЗОВ*

Для выявления основных закономерностей естественно-техногенной эволюции геологической среды важно владеть навыками, позволяющими составлять карты геологического содержания. Это умение необходимо и для составления геолого-экологических карт.

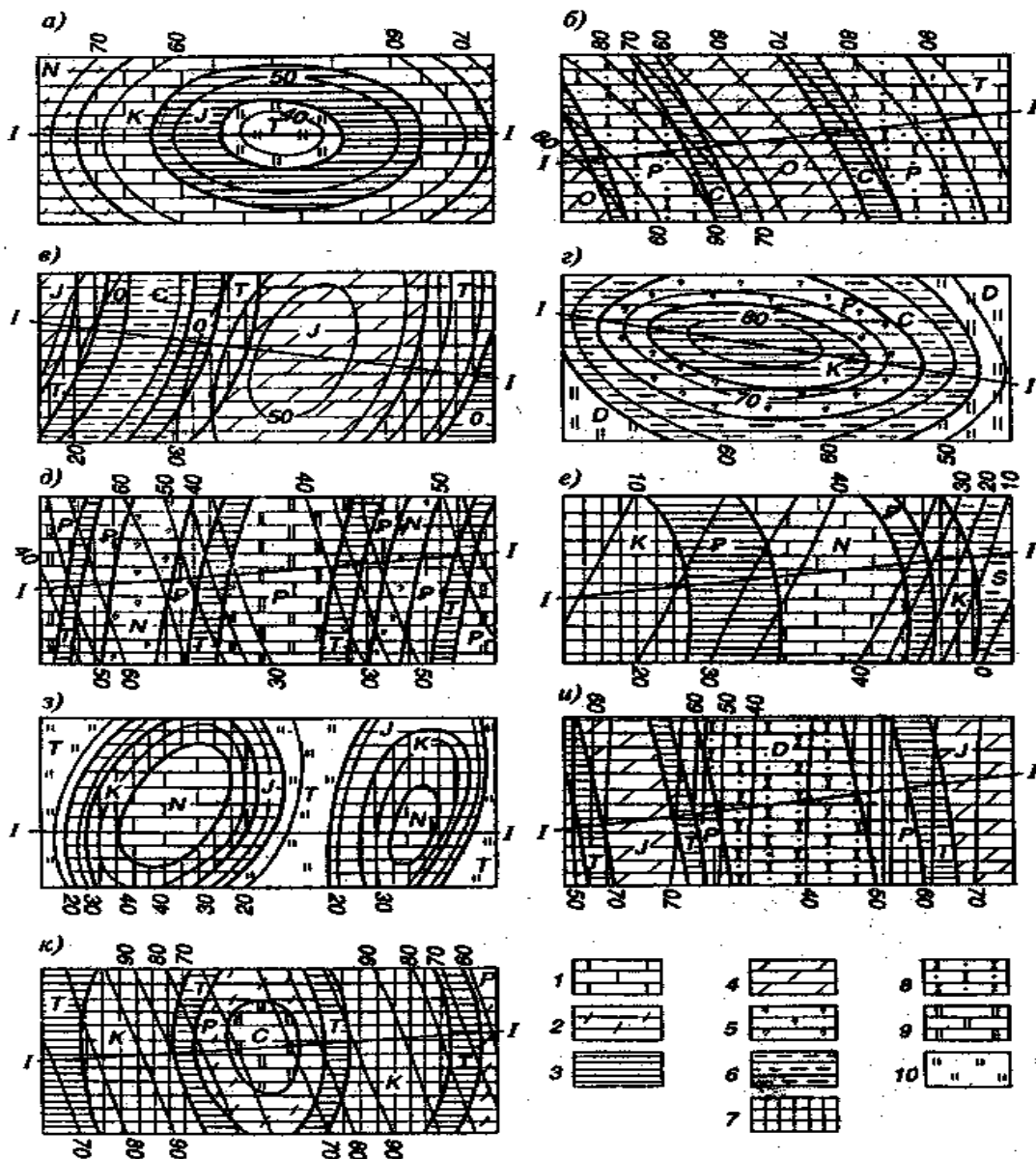
Задание 1. На рис. 12.1 изображены фрагменты геологических карт на топографической основе масштаба 1:2000 и условные обозначения к ним. Постройте геологический разрез по линии *I–I* карты, указанной в соответствующем варианте (табл. 12.1), приняв вертикальный масштаб 1:1000, горизонтальный 1:2000. Какая форма залегания осадочных горных пород представлена в разрезе? Между какими слоями наблюдается стратиграфический перерыв? На какие периоды пришелся стратиграфический перерыв?

Таблица 12.1 – Варианты к заданию 1

Варианты	№ рисунка	Варианты	№ рисунка	Варианты	№ рисунка
1	а	4	г	7	з
2	б	5	д	8	и
3	в	6	е	9	к

Пример построения разреза *I–I* по варианту 9 приведён на рис. 12.2. Разрез строят на миллиметровой бумаге в следующем порядке. На горизонтальной линии отмечают начало и конец разреза в принятом масштабе. У начала разреза строят вертикальную шкалу абсолютных отметок в пределах, встречающихся на карте. Далее строят топографический профиль. Учитывая, что горизонтальные масштабы карты и разреза по условию задачи совпадают, можно, повернув карту (рис. 12.2*а*) так, чтобы линия разреза на карте была параллельна горизонтальной линии на разрезе, построить топографический профиль путем переноса точек пересечения горизонталей с линией разреза с рис. 12.2*а* на рис. 12.2*б* (линии с длинными

пунктирными штрихами). На полученный топографический профиль проектируют стратиграфические границы слоев, попадающих в разрез (линии с короткими пунктирными штрихами), и карандашом справа и слева от стратиграфических границ отмечают индексами возраст пород. Теперь рассматривают состав и возраст пород, попавших на разрез.



1- известняк; 2- аргиллит; 3- глина; 4- мергель; 5- алевролит; 6- сланец; 7- мел; 8- песчаник; 9- доломит; 10- опока

Рис. 12.1 Фрагменты геологических карт. Тонкими линиями показаны горизонталы. Толстыми – возрастные геологические границы

Наиболее древними из них являются доломиты каменноугольного возраста (С). За ними следуют пермские аргиллиты (Р) и глины триаса (Т). Между триасом (Т) и мелом (К) наблюдается стратиграфический перерыв: отсутствуют юрские отложения. Проведение границ слоев начинают с линий, имеющих максимальное количество точек на топографическом профиле (граница между пермью и триасом, мелом и триасом). Размытую часть границы показывают пунктиром; границы остальных слоев проводят также, то есть параллельно построенной, через точки стратиграфических границ на топографическом профиле. В заключение штриховкой обозначают литологический состав пород, индексами – возраст; карандашные записи стирают. В разрезе видна антиклинальная складка с размытым ядром.

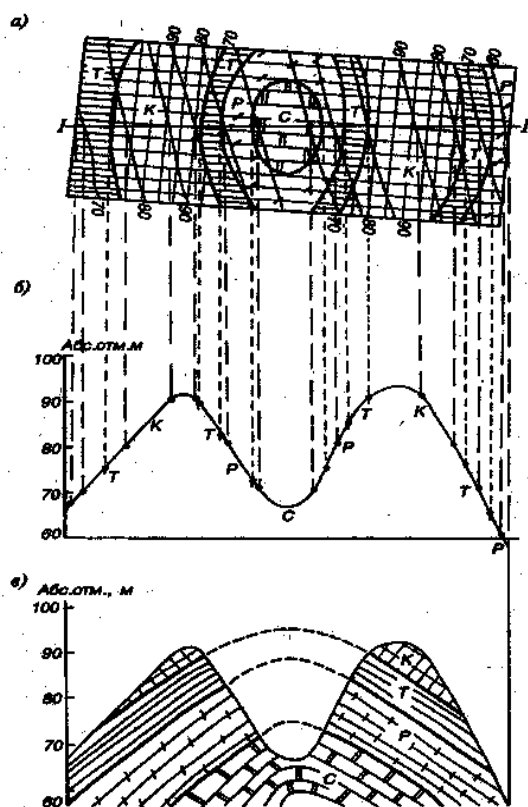
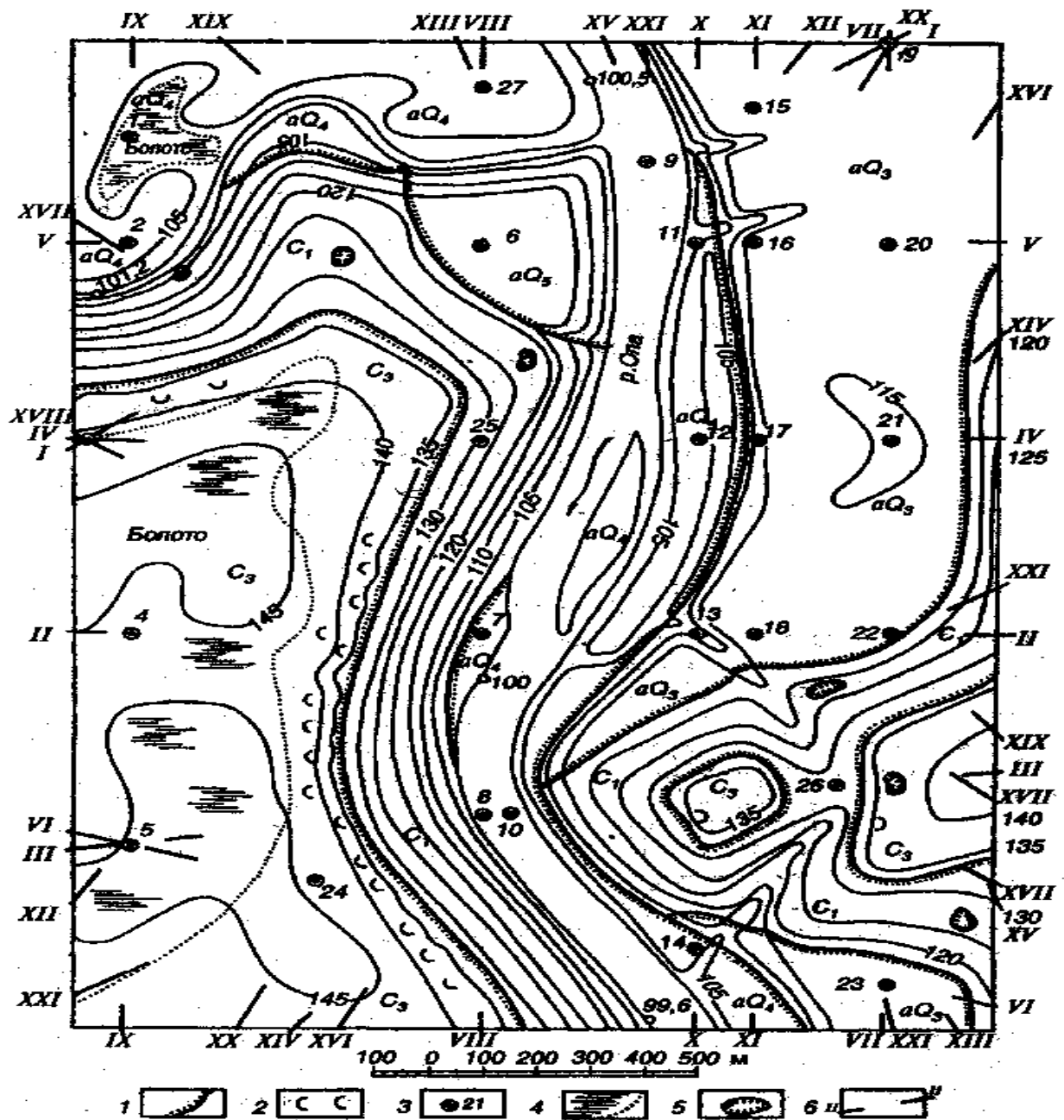


Рис. 12.2 Пример построения геологического разреза по карте при отсутствии скважин

Задание 2. Используя геологическую карту масштаба 1:10000 (рис. 12.3) и стратиграфическую колонку (рис. 12.4), постройте геологический разрез по линии,

указанной преподавателем. Для построения разреза принимают горизонтальный масштаб 1:5000, вертикальный 1:500.



1- граница стратиграфического несогласия; 2- оползни; 3- буровая скважина и её номер; 4- болото; 5- карстовая воронка; 6- линия разреза и её номер

Рис. 12.3 Геологическая карта

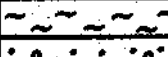
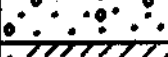
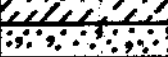
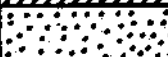
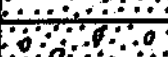
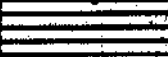
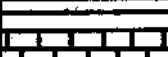
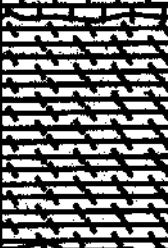
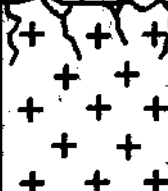
Геологический возраст				Колонка	Мощность, м	Краткое описание горных пород
Эра	Период	Эпоха	Стратиграфический индекс			
Кайнозойская (KZ)	Четвертичный (Q)	Современная	aQ_4		2-15	Супесь: серая заторфованная, бурая, пылая;
					2-15	ил серый с органическими остатками;
					2-15	песок кварцевый крупный с гравием
			dQ_4		1-6	Супесь серая заторфованная;
					1-6	пылеватый песок
			pQ_4		2-4	Песок мелкий с глыбами и дресвой;
					2-4	щебень с сутинистым заполнителем
		Поздняя	aQ_3		6-19	Сутиную бурый плотный;
					3-10	сутесь желтая
					1-22	Песок средней крупности
Палеозойская (PZ)	Каменноугольный (C)	Ранняя	lgQ_1		1-16	Песок крупный кварцевый с гравием и галькой
		Поздняя	C_3		6-10	Глина черная плотная
		Ранняя	C_1		2-62	Известняк трещиноватый, в отдельных местах закарстованный
	Девонский (D)	Поздняя	D_3		4-46	Аргиллит серый, в отдельных местах трещиноватый
Протерозойская (PR)			γPR		>10	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, выветрелый в кровле массива

Рис. 12.4 Стратиграфическая колонка к геологической карте

Пример построения. Разрез, построенный по линии V-V, с использованием данных таблицы 12.2 в уменьшенном масштабе, приведен на рис. 12.5. Строить

разрез рекомендуется на миллиметровой бумаге в следующем порядке. В нижней части листа делают три строки для характеристики скважин и указания расстояний между ними. Намечают начало и откладывают вправо длину разреза в принятом масштабе. У начала разреза (а иногда и в конце его) строят шкалу абсолютных отметок с таким расчетом, чтобы максимальная отметка была несколько выше верхней точки рельефа, а минимальная ниже забоя самой глубокой скважины.

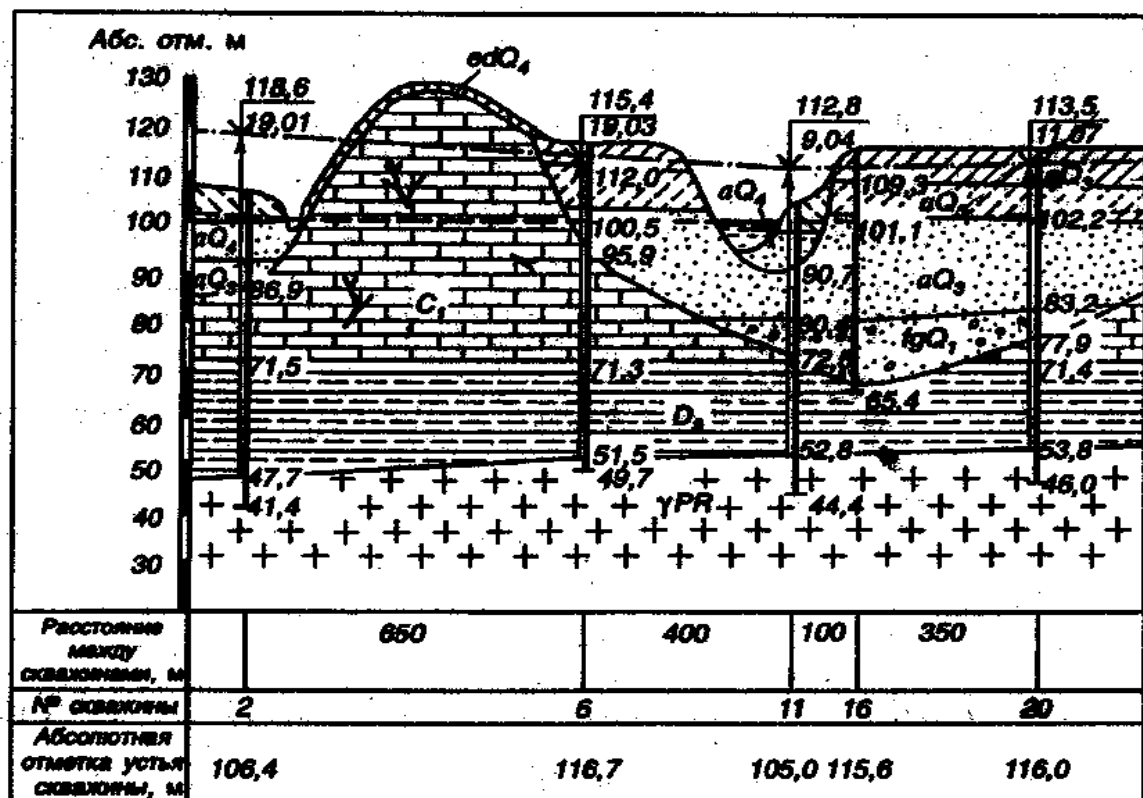


Рис. 12.5 Пример построения разреза

Далее приступают к построению топографического профиля. От левой шкалы по горизонтальному направлению откладывают в заданном масштабе расстояния от начала разреза до его пересечения с каждой горизонталью и точками отмечают абсолютные отметки соответствующих горизонталей. После этого также откладывают от начала разреза расстояния до каждой скважины и проводят вертикальный штрих в верхней из трех строк. Под штрихами указывают номера скважин, а ниже – абсолютные отметки их устьев, которые дают дополнительные

точки для построения профиля. Соединив все точки плавными линиями, получают топографический профиль поверхности земли по заданному направлению.

Таблица 12.2 – Описание буровых скважин к геологической карте

№ скважины и абсолютная отметка устья	№ слоя	Возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м (дата замера 1983 г.)	
					появившегося	установившегося
<u>2</u> 106,4	1	aQ ₄	Супесь серая, текучая	6,0	5,0 (10.01)	5,0 (18.09)
	2	aQ ₄	Песок мелкий, иловатый, средней плотности	14,0		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности, плотный	19,0		
	4	C ₁	Известняк трещиноватый, закарстованный	34,9		
	5	D ₃	Аргиллит серый	58,7	58,7 (18.01)	12,2 над устьем(19.01)
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, до 2 м выветрелый	65,0		
<u>6</u> 116,7	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	4,7	15,8 (13.03)	16,2 (18.09)
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	13,9		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	20,8		
	4	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	45,4		
	5	D ₃	Аргиллит серый слаботрещинноватый	65,2	65,2 (18.03)	1,3 (19.03)
	6	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до забоя скважины	67,0		
<u>11</u> 105,0	1	aQ ₄	Супесь бурая текучая	5,8	4,1 (02.04)	4,6 (18.09)
	2	aQ ₄	Песок мелкий кварцевый, рыхлый	14,3		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности, плотный	24,6		
	4	fgQ ₁	Песок крупный, средней плотности	32,5		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый	33,9		

	6	D ₃	Аргиллит серый	52,2		
	7	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до 54,6 м	61,0	52,2 (08.04)	7,8 над устьем (09.04)
<u>16</u> 115,6	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	6,3		
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	13,5		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	35,7	14,1 (24.05)	14,5 (18.09)
	4	fgQ ₁	Песок крупный с гравием средней плотности	48,0		
	5	D ₃	Аргиллит серый	52,0		
<u>20</u> 116,0	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	8,1		
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	14,9	13,2 (02.07)	13,8 (18.09)
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	32,8		
	4	fgQ ₁	Песок крупный средней плотности	38,1		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	44,6		
	6	D ₃	Аргиллит серый	62,2		
	7	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристал-кий, выветрелый до 62,5 м	70,0	62,2 (10.07)	2,5 (11.07)

На построенный профиль наносят колонки буровых скважин. При крупном масштабе разреза ствол скважины обозначают двумя вертикальными отрезками, в остальных случаях – одним. На нижнем конце отрезка, соответствующем абсолютной отметке низшей точки пробуренной скважины (забою), ставят короткий поперечный штрих. Справа от штриха записывают абсолютную отметку забоя, вычисляемую как разность между абсолютной отметкой устья и глубиной скважины. Например, для скважины 2 абсолютная отметка забоя равна $106,4 - 65,0 = 41,4$ м.

Вдоль линии скважины размечают границы слоев и проставляют их абсолютные отметки, которые вычисляют как разность абсолютной отметки устья скважины и глубин залегания соответствующих слоев. Например, в скважине 2 абсолютная отметка границы между четвертым и пятым слоями равна: $106,4 - 34,9 = 71,5$ м. В интервале каждого слоя (на полосе шириной 1... 2 см) условными обозначениями, взятыми из стратиграфической колонки, отмечают карандашом состав и относительный возраст пород. Далее на топографический профиль переносят с карты точки пересечения разреза со стратиграфическими границами и карандашом справа и слева от точек отмечают относительный возраст пород. Например, левее скважины 6 на профиле отмечают границу между нижнекаменноугольными, известняками (C_1) и верхнечетвертичными отложениями (Q_3).

Прежде, чем проводить границы слоев на разрезе, восстанавливают в общих чертах доступную нам историю геологического развития изучаемого участка. Рассматривая стратиграфическую колонку и колонки скважин на разрезе, видим, что наиболее древними породами, вскрытыми скважинами, являются протерозойские граниты. Между ними и залегающими выше верхнедевонскими аргиллитами имеется стратиграфический перерыв, во время которого происходило разрушение гранитов и формировался рельеф, поверхность которого могла иметь сложную форму. Это подтверждается тем, что кровля гранитов в скважинах 2, 6, 11, 20, попавших в разрез, вскрыта на разных абсолютных отметках (47,7; 51,5;

52,8; 53,8 м). На верхнедевонских аргиллитах без стратиграфического перерыва залегают нижнекаменноугольные известняки. Граница между ними почти горизонтальна. В послеканноугольное время вплоть до начала четвертичного периода осадконакопления на данном участке не происходило. В нижнечетвертичное время по пониженным частям рассматриваемой территории проходил поток, частично размывший нижнекаменноугольные известняки и даже верхнедевонские аргиллиты. Он выработал долину реки и оставил свои отложения в виде крупных песков с гравием и галькой (fgQ_1). В верхнечетвертичное время река размывала водноледниковые отложения (частично), а затем оставила свои (Q_3). Позже уровень реки несколько раз менялся, в результате чего были частично размывы верхнечетвертичные осадки, затем отложены современные (aQ_4).

Сделав этот анализ, на разрезе проводят возрастные границы, то есть выделяют площади с одноименными индексами. Проще всего ограничить слой D_3 , сложнее оконтурить линзу Q_3 . В последнем случае пользуемся точками на профиле, снесенными с карты и точками на колонках скважин. Только после проведения возрастных границ проводят границы между слоями различных пород строго внутри возрастного комплекса.

После этого вычисляют абсолютные отметки уровней подземных вод как разность между абсолютной отметкой устья скважины и глубиной залегания соответствующего уровня. Если напорный уровень выше устья, то берется не разность, а сумма. Например, для скважины 2 абсолютная отметка уровня грунтовых вод равна $106,4 - 5,0 = 101,4$ м, а абсолютная отметка напорного уровня равна $106,4 + 12,2 = 118,6$ м. Вычисленные отметки записывают справа от линии скважины и проводят уровни грунтовых вод пунктирной, а напорных – штрихпунктирной линиями (рис. 12.5).

ВОПРОСЫ К СЕМИНАРУ:

Тема 1. Научные основы экологического мониторинга.

1. Экологический мониторинг и его задачи.
 2. Приоритетные контролируемые параметры природной среды и рекомендуемые методы.
 3. Методы мониторинга окружающей среды: физические, химические, математические (статистические).
 4. Организация и структура мониторинга окружающей среды.
 5. Классификация экологического мониторинга.
 6. Виды экологического мониторинга: глобальный, региональный, национальный, локальный, медико-биологический, радиационный, ингредиентный.
 7. Фоновый мониторинг, его роль в оценке и прогнозировании глобального состояния биосферы.
 8. Глобальная система мониторинга ОПС.
 9. Климатический мониторинг и его задачи.
 10. Мониторинг ОПС на территории РФ.
 11. Международное сотрудничество в решении проблем оценки глобальных и региональных трансграничных воздействий на окружающую среду.
 12. Всемирная метеорологическая организация и международный мониторинг.
 13. Мониторинг загрязнения биосферы.
 14. Концептуальные основы комплексного экологического мониторинга.
 15. Функциональные задачи, принципы организации и осуществление экологического мониторинга.
 16. Принципы комплексной организации, выделение приоритетов и иерархической организации мониторинга.
 17. Структурно функциональное построение системы комплексного ЭМ.
 18. Современные взгляды на структуру и построения Единой государственной системы комплексного ЭМ и возлагающиеся на него задачи.
- Структура и основы построения ЕГСМ.

Тема2. Мониторинг природных сред

1. Критерии санитарно-гигиенической оценки состояния воздуха.
2. Общие требования к организации наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха.
3. Способы отбора проб для лабораторного анализа.
4. Учет метеорологических особенностей при отборе проб воздуха.
5. Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды.
6. Виды постов наблюдения программ наблюдений.
7. Оптимизация сети наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха.

8. Методы оценки состояния атмосферного воздуха по результатам наблюдения.

9. Математическое моделирование процессов рассеяния вредных веществ в атмосферном воздухе.

10. Прогноз загрязнения атмосферы.

11. Экологический мониторинг поверхностных водных объектов.

12. Основные задачи и структура государственного экологического мониторинга поверхностных вод.

13. Принципы организации наблюдения и контролирования качества за поверхностными водными объектами.

14. Виды программ наблюдений за качеством поверхностных вод.

15. Автоматизированный контроль качества природных и сточных вод.

16. Гидробиологические исследования.

17. Гидробиологические исследования за качеством воды и донными отложениями.

18. Виды программ наблюдений правил отбора проб.

19. Примеры и системы контролирования водного бассейна.

20. Оценка и прогнозирование качества воды.

21. Мониторинг мирового океана.

22. Задачи и основные виды комплексного глобального мониторинга океана.

23. Организация наблюдения за состоянием вод и морей океана.

24. Задачи и программы исследования за загрязнением морской среды.

25. Оценка и контроль нефтяных загрязнений.

26. Особенности экологического состояния Черного и Азовских морей.

27. Краткая характеристика глобальных и национальных систем контроля состояния морской среды.

28. Основные принципы организации автоматического распределения информации в системе Argos

29. Программная система обработки и доставки оперативной океанографической информации конечным пользователям в рамках черноморского дрейферного эксперимента "Black Sea 1999-2006".

30. Концепция построения подсистемы морского и речного базирования Государственной экологической информационной системы.

31. Мониторинг земельных ресурсов. Понятие, задачи, уровни организации.

32. Научные и организационные способы организации мониторинга.

33. Критерии оценки и виды почвенного экологического мониторинга.

34. Основные принципы наблюдения за уровнем химического загрязнения грунта, загрязнения пестицидами и тяжелыми металлами.

35. Мониторинг мелиорированных земель.

36. Мониторинг ОС на основе наблюдений за биологическими объектами.

37. Мониторинг биоразнообразия: понятие, цели, задачи.

38. Компоненты мониторинга биоразнообразия.

39. Уровни организации мониторинга биоразнообразия в соответствии с биосистемами.

40. Методические подходы к реализации мониторинга биологических ресурсов.

41. Мониторинг растительности: понятие, задачи.

Мониторинг объектов животного мира: понятие, структура программы.

Тема3. Радиоэкологический мониторинг

1. Понятие, цели, объекты, уровни организации.

2. Радиационный и санитарно-гигиенический мониторинг объектов природной среды и продуктов питания, мониторинг доз облучения населения.

3. Методы радиационного контроля.

4. Организация мониторинга на АЭС.

5. Особенности организации мониторинга в аварийных ситуациях.

6. План аварийного мониторинга и программы отбора проб.

7. Полевой мониторинг уровней радиации и загрязнения.

8. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСКРО) АЭС.

9. Цель и структура программы мониторинга лесных экосистем.

10. Проектирование биоиндикаторной сети лесных экосистем.

11. Приоритетные исследуемые параметры и объекты исследования в лесных экосистемах.

Мониторинг неблагоприятных явлений.

Тема4. Основы экологического картографирования

1. Картографические произведения, их классификация.

2. Элементы карт и способы отображения тематического содержания.

3. Этапы создания тематических карт.

4. Картографические методы в мониторинговых исследованиях.

5. Особенности экологических исследований по картам.

Представление о геоинформационном картографировании.

1. Что такое водные ресурсы и какова их роль в природе и жизни человека? Проанализируйте современное состояние поверхностных вод РФ.

2. Охарактеризуйте основные источники загрязнения поверхностных вод.

3. Выясните сущность и основные задачи мониторинга поверхностных вод.

4. Основная цель создания системы наблюдений и контроля за уровнем загрязнения водных объектов.

5. Какими нормативным документами регулируется работа основных субъектов мониторинга природных вод?

6. Какие требования выдвигаются к сети мониторинга качества поверхностных вод?

7. Обозначить отличия между пунктами наблюдений различных категорий и правилами размещения контрольных створов. От чего зависит выбор программы наблюдений и сроков отбора проб?

8. По каким показателям проводят гидрологические, гидрохимические наблюдения?

9. Проанализируйте общие и отличительные признаки обязательной, сокращенной - 1, сокращенной – 2, сокращенной – 3 программ наблюдений за гидрологическими и гидрохимическими показателями.

10. Что такое зообентос, перифитон, зоопланктон и фитопланктон?

11. Охарактеризуйте полную и сокращенную программы наблюдений за гидробиологическими показателями.

12. Какие методы и технические средства используют для оперативного контроля качества поверхностных вод?

13. Какие показатели оценки качества воды используются при определении состояния водного объекта, который находится под влиянием антропогенного воздействия?

14. Охарактеризуйте источники и виды загрязнений мирового океана.

15. Что такое дампинг? Какие основные требования к организации дампинга?

16. Приведите примеры негативных явлений, которые сопровождают дампинг.

17. При каких условиях возможно самоочищение морской среды?

18. Что такое ассимиляционная емкость морской среды?

19. Какие задачи решает комплексный глобальный мониторинг мирового океана?

20. Чем обуславливается количество вертикалей и горизонталей в пункте наблюдения?

21. Охарактеризуйте систему показателей биологического и геохимического мониторинга морской среды.

22. Оцените экологическое состояние Черного и Азовского морей.

Примерные вопросы, выносимые на зачет

1. Экологический мониторинг и его задачи.

2. Приоритетные контролируемые параметры природной среды и рекомендуемые методы.

3. Методы мониторинга окружающей среды: физические, химические, математические (статистические).

4. Организация и структура мониторинга окружающей среды.

5. Классификация экологического мониторинга.

6. Виды экологического мониторинга: глобальный, региональный, национальный, локальный, медико-биологический, радиационный, ингредиентный.

7. Фоновый мониторинг, его роль в оценке и прогнозировании глобального состояния биосферы.

8. Глобальная система мониторинга ОПС.

9. Климатический мониторинг и его задачи.

10. Мониторинг ОПС на территории РФ.

11. Функциональные задачи, принципы организации и осуществление экологического мониторинга.

12. Принципы комплексной организации, выделение приоритетов и иерархической организации мониторинга.

13. Структура и основы построения ЕГСМ.

14. Критерии санитарно-гигиенической оценки состояния воздуха.

15. Общие требования к организации наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха.

16. Способы отбора проб для лабораторного анализа.

17. Учет метеорологических особенностей при отборе проб воздуха.

18. Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды.

19. Виды постов наблюдения программ наблюдений.

20. Оптимизация сети наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха.

21. Методы оценки состояния атмосферного воздуха по результатам наблюдения. Прогноз загрязнения атмосферы.

22. Основные задачи и структура государственного экологического мониторинга поверхностных вод.

23. Принципы организации наблюдения и контролирования качества за поверхностными водными объектами.

24. Виды программ наблюдений за качеством поверхностных вод.

25. Автоматизированный контроль качества природных и сточных вод. Гидробиологические исследования.

26. Оценка и прогнозирование качества воды.

27. Задачи и основные виды комплексного глобального мониторинга океана.

28. Задачи и программы исследования за загрязнением морской среды.

29. Оценка и контроль нефтяных загрязнений.

30. Научные и организационные способы организации грунтового мониторинга.

31. Критерии оценки и виды почвенного экологического мониторинга.

32. Основные принципы наблюдения за уровнем химического загрязнения грунта, загрязнения пестицидами и тяжелыми металлами.

33. Мониторинг мелиорированных земель.

Примерные вопросы, выносимые на экзамен

1. Экологический мониторинг и его задачи.
 2. Методы мониторинга окружающей среды: физические, химические, математические (статистические).
 3. Организация и структура мониторинга окружающей среды.
 4. Классификация систем экологического мониторинга.
 5. Виды экологического мониторинга: глобальный, региональный, национальный, локальный, медико-биологический, радиационный, ингредиентный.
 6. Глобальная система мониторинга ОПС.
 7. Климатический мониторинг и его задачи.
 8. Принципы комплексной организации, выделение приоритетов и иерархической организации мониторинга.
 9. Структура и основы построения ЕГСМ.
 10. Общие требования к организации наблюдений и контроля загрязнения атмосферного воздуха.
 11. Способы отбора проб для лабораторного анализа.
 12. Учет метеорологических особенностей при отборе проб воздуха.
 13. Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды.
 14. Виды постов наблюдения программ наблюдений.
 15. Методы оценки состояния атмосферного воздуха по результатам наблюдения. Прогноз загрязнения атмосферы.
 16. Основные задачи и структура государственного экологического мониторинга поверхностных вод.
 17. Принципы организации наблюдения и контролирования качества за поверхностными водными объектами.
 18. Виды программ наблюдений за качеством поверхностных вод.
 19. Автоматизированный контроль качества природных и сточных вод.
- Гидробиологические исследования.
20. Оценка и прогнозирование качества воды.
 21. Задачи и программы исследования за загрязнением морской среды.
 22. Научные и организационные способы организации грунтового мониторинга.
 23. Критерии оценки и виды почвенного экологического мониторинга.
 24. Основные принципы наблюдения за уровнем химического загрязнения грунта, загрязнения пестицидами и тяжелыми металлами.
 25. Мониторинг мелиорированных земель.
 26. Мониторинг биоразнообразия: понятие, цели, задачи.
 27. Компоненты мониторинга биоразнообразия.

28. Уровни организации мониторинга биоразнообразия в соответствии с биосистемами.
29. Методические подходы к реализации мониторинга биологических ресурсов.
30. Мониторинг растительности: понятие, задачи.
31. Мониторинг объектов животного мира: понятие, структура программы.
32. Приоритетные исследуемые параметры и объекты исследования в лесных экосистемах.
33. Радиационный и санитарно-гигиенический мониторинг объектов природной среды и продуктов питания, мониторинг доз облучения населения.
34. Методы радиационного контроля.
35. Организация мониторинга на АЭС.
36. Особенности организации мониторинга в аварийных ситуациях.
37. Признаки классификации географических карт.
38. Основные группы элементов карт.
39. Масштаб карты. Формы выражения масштабов.
40. Правила построения условных обозначений при проектировании тематических карт.
41. Общие принципы картографического моделирования
42. Графические приемы анализа карт .
43. Приемы математико-картографического анализа.
44. Особенности изучения взаимосвязей явлений по картам при проведении экологических исследований
45. Особенности изучения динамики и прогноза развития явлений по картам при проведении экологических исследований.
46. Геоинформационное картографирование.
47. Основные компьютерные программы, используемые при создании и анализе карт

Приложение А

ВАРИАНТЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ №5

№	С _{пдк} , г/м ³	С _ф , г/м ³	d ₀ , м	V _{тп} , м/с	N ₀	H _в , м	ρ _м , т/м ³	ρ _{см} , т/м ³	q, м ³ /ч	Вид выпуска	H _{ср} , м	l ₀ , м	V	l, м
1	0,4	0,02	0,45	6	1	5	1,025	0,8	8	сосред	13	2	6 м/с	1000
2	0,4	0,04	0,4	7	1	6	1,2	0,8	5	-	15	2		500
3	0,45	0,02	0,55	6	1	3	1,1	1,3	10	-	12	1		1000
4	0,3	0,01	0,45	10	1	2	1,2	0,9	6	-	11	1		500
5	0,3	0,04	0,6	5	1	3	1,025	0,8	7	-	10	3		1000
6	0,4	-	0,5	6	1	4	1,1	1,0	5	-	11	3		500
7	0,5	-	0,65	7	1	5	1,2	0,7	6	-	12	2		1000
8	0,2	-	0,45	8	1	6	1,025	1,3	5	-	13	2		500
9	0,1	-	0,5	9	1	2	1,3	1,1	5	-	14	1		1000
10	0,2	-	0,55	10	1	3	1,4	1,5	5	-	15	1		500
11	0,3	-	0,6	6	1	4	1,0	0,9	5	рассеив	10	3		1000
12	0,4	-	0,4	5	1	5	1,1	1,4	6	рассеив	11	3		500
13	0,5	-	0,45	7	1	6	1,2	1,1	7	-	12	2		1000
14	0,6	-	0,5	8	1	2	1,3	0,9	6	-	13	2		500
15	0,7	-	0,55	9	1	3	1,4	1,6	5	-	14	1		1000
16	0,8	-	0,6	10	1	4	1,025	0,8	6	-	15	1		500
17	0,9	-	0,4	5	1	5	1,1	1,3	7	-	10	3		1000
18	0,4	-	0,45	6	1	6	1,4	0,7	8	-	11	3		500
19	0,5	-	0,5	7	1	2	1,5	1,2	9	-	12	2		1000
20	0,6	-	0,55	8	1	3	1,6	1,3	10	-	13	2		500

Приложение Б

Практическая работа № 7

Вариант 1

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	3,00	5,04	94,0	235,5	0,16	0,21	0,320	9,00	0,000	0,85	0,32	-	0,021	0,001	0,016	0,042
13.II	1,94	7,43	90,5	214,3	0,21	0,17	-	8,50	0,001	0,70	0,34	0,001	0,022	0,001	0,015	0,031
11.III	2,47	8,56	97,4	252,1	0,39	0,42	0,380	8,00	0,001	0,85	0,35	0,001	0,035	0,000	0,017	0,054
15.IV	2,27	7,91	40,8	158,6	0,17	0,45	0,330	9,00	0,001	0,98	0,21	0,001	0,027	0,000	0,019	0,043
12.V	2,56	-	88,2	-	0,15	0,46	0,390	10,0	0,001	0,95	0,11	-	0,005	0,000	0,010	0,062
09.VI	3,32	7,44	63,4	135,6	0,24	0,40	-	8,40	0,000	0,70	0,12	0,001	0,009	0,001	0,018	0,031
13.VII	5,65	-	65,7	125,4	0,10	0,21	0,550	8,50	0,000	0,75	0,11	0,001	0,029	0,001	0,020	0,038
12.VIII	5,30	5,01	66,6	135,8	0,19	0,26	0,025	9,50	0,001	0,85	0,19	0,000	0,002	0,000	0,014	0,029
10.IX	6,70	10,3	75,5	-	0,20	0,68	0,120	9,20	0,001	0,85	0,11	0,000	0,021	0,000	0,012	0,024
14.X	3,90	8,96	87,3	158,4	0,47	0,12	0,640	9,20	0,001	0,95	0,20	0,001	0,008	0,000	0,019	0,022
18.XI	1,11	6,40	76,9	225,3	0,32	0,33	0,230	9,40	0,000	0,80	0,22	0,000	0,012	0,001	0,021	0,021
16.XII	1,50	5,06	77,4	287,6	0,30	0,39	0,210	9,50	0,001	0,87	0,19	0,001	0,015	0,001	0,019	0,021

Вариант 2

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	4,05	3,25	270	201,0	0,60	0,21	0,100	0,45	0,000	0,00	0,10	0,001	0,068	0,008	0,010	0,007
13.II	2,32	6,12	390	222,3	0,80	0,45	0,110	0,56	0,001	0,00	0,10	0,001	0,240	0,005	0,010	0,001
11.III	3,15	8,12	380	156,4	0,40	0,41	0,100	0,24	0,001	0,05	0,09	0,001	0,250	0,001	0,009	0,001
15.IV	2,25	-	300	-	0,50	0,08	0,060	0,27	0,000	0,05	0,08	0,001	-	0,009	0,008	0,001
12.V	2,30	7,21	280	150,7	1,00	0,09	0,020	0,27	0,000	0,05	0,07	0,001	0,150	0,010	0,008	0,008
09.VI	3,20	7,06	370	195,6	0,90	10,5	0,020	-	0,000	0,05	0,02	-	0,090	0,054	0,004	0,001
13.VII	6,45	3,12	355	196,1	2,50	11,3	0,010	0,57	0,001	0,05	0,04	0,001	0,190	0,012	0,005	0,001
12.VIII	6,10	4,17	256	198,4	1,23	0,10	0,010	0,59	0,001	0,05	0,06	0,020	0,020	0,016	0,004	0,001
10.IX	5,10	6,23	350	-	0,60	1,42	0,060	0,98	0,001	0,05	0,02	0,003	0,029	0,004	0,007	0,005
14.X	4,50	9,54	270	187,9	0,70	0,23	0,120	0,75	0,001	0,05	0,10	0,009	0,047	0,010	0,006	0,001
18.XI	2,10	8,98	380	298,1	0,60	0,28	0,210	0,28	0,000	0,00	0,10	0,001	0,078	0,007	0,008	0,001
16.XII	2,20	10,2	350	301,3	0,48	0,23	0,220	0,47	0,000	0,00	0,10	0,002	0,056	0,006	0,009	0,006

Вариант 3

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	1,20	9,25	74,0	84,5	0,94	32,0	0,250	0,45	0,020	0,15	0,12	0,001	0,024	0,005	0,010	0,055
13.II	1,54	9,42	80,3	95,2	0,24	22,0	0,310	0,56	0,015	0,25	0,14	0,001	0,034	0,006	0,010	0,065
11.III	0,56	9,54	87,5	90,6	0,55	12,0	0,370	0,24	0,020	0,15	0,15	0,001	0,028	0,004	0,010	0,060
15.IV	0,58	9,90	30,1	75,8	0,66	13,0	0,320	0,27	0,008	0,18	0,11	0,001	0,017	0,005	0,010	0,082
12.V	0,97	9,70	78,3	85,5	-	16,0	0,380	0,27	0,007	0,15	0,11	0,001	0,015	0,001	-	0,095
09.VI	0,54	10,5	53,7	86,7	0,55	24,0	0,160	-	0,007	0,40	0,12	0,001	-	0,001	0,010	0,045
13.VII	0,75	8,27	55,2	94,6	0,22	17,1	-	0,57	0,019	0,30	0,04	0,001	0,029	0,009	-	0,025
12.VIII	0,75	8,73	56,1	-	-	19,2	0,019	0,59	0,014	0,40	0,06	0,001	0,002	0,007	0,010	0,020
10.IX	0,65	10,1	65,1	88,5	0,73	14,2	0,060	0,98	0,013	0,15	0,02	0,001	0,021	0,008	0,010	0,057
14.X	0,50	9,90	77,5	96,2	0,99	10,5	-	0,75	0,014	0,40	0,10	0,001	0,008	0,010	0,010	0,058
18.XI	0,60	8,45	66,0	99,3	0,40	16,2	0,160	0,28	0,018	0,25	0,10	0,001	0,012	0,020	0,010	0,095
16.XII	1,80	10,0	67,8	88,9	0,67	13,0	0,180	0,47	0,012	0,30	0,10	0,001	0,015	0,015	0,010	0,065

Вариант 4

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	2,90	6,05	356	214,4	0,05	0,51	0,300	8,20	0,006	0,75	0,25	0,023	0,002	0,002	0,092	0,123
13.II	2,94	7,47	297	211,6	0,03	0,75	0,310	8,30	0,001	0,80	0,26	0,024	0,004	0,001	0,087	0,231
11.III	1,76	6,58	474	156,8	0,09	0,21	0,370	9,50	0,001	0,75	0,29	0,022	0,005	0,001	0,045	0,098
15.IV	-	9,97	451	142,1	0,08	0,28	0,850	9,20	0,005	0,85	0,12	0,021	0,007	0,002	0,076	0,210
12.V	1,77	8,79	323	-	0,05	0,39	0,019	9,20	0,004	0,85	0,14	0,044	0,005	0,001	0,019	0,068
09.VI	1,84	9,45	441	196,7	0,07	0,59	0,060	9,40	0,003	0,95	0,14	0,021	0,009	0,001	0,062	0,085
13.VII	-	8,27	463	157,2	0,04	0,34	0,079	8,50	0,001	0,85	0,18	0,028	0,009	0,001	0,036	0,095
12.VIII	1,95	8,78	312	208,4	0,03	0,90	0,160	9,20	0,001	0,90	-	0,043	0,002	0,000	0,046	0,432
10.IX	1,85	9,39	-	-	0,08	0,78	0,180	9,20	0,001	0,85	0,12	0,019	0,009	0,000	0,051	0,213
14.X	1,90	9,92	345	129,4	0,08	0,53	0,660	9,20	0,003	0,85	0,21	0,018	0,007	0,001	0,043	0,085
18.XI	1,90	8,43	465	245,4	0,04	0,18	0,160	9,00	0,000	0,90	0,21	0,019	0,008	0,001	0,065	0,085
16.XII	2,30	10,7	445	178,3	0,08	0,13	0,180	8,23	0,004	0,97	0,21	0,009	0,002	0,001	0,025	0,123

Вариант 5

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	5,31	3,06	65,2	157,2	0,01	16,0	0,012	0,22	0,001	0,05	0,09	0,001	0,044	0,009	-	0,031
13.II	4,85	4,23	56,1	208,4	0,02	24,0	0,012	0,21	0,001	0,05	0,08	0,001	0,054	0,008	-	0,041
11.III	6,53	7,56	65,1	185,5	0,02	-	0,011	0,25	0,001	0,05	0,05	0,001	0,035	0,009	0,010	0,021
15.IV	0,15	6,51	77,5	129,4	0,04	19,2	0,011	0,26	0,000	0,05	0,02	0,001	0,027	0,007	0,010	0,051
12.V	5,55	6,71	86,5	245,4	0,06	14,2	0,012	0,28	0,000	0,00	0,10	-	0,025	0,005	0,010	-
09.VI	5,32	7,44	67,8	174,9	0,08	10,5	-	0,32	0,000	0,00	-	-	0,019	0,004	0,010	0,061
13.VII	6,64	5,26	74,0	191,3	0,07	12,3	0,015	0,12	0,001	0,00	0,04	0,001	0,029	0,001	0,010	0,021
12.VIII	7,23	4,71	80,3	196,3	0,09	14,2	0,013	0,25	0,001	0,00	0,02	0,001	0,022	0,002	0,010	0,011
10.IX	8,05	5,31	87,5	152,3	0,05	23,3	0,014	0,12	0,001	0,05	0,01	0,001	0,040	0,001	0,010	0,011
14.X	3,12	6,96	30,1	256,3	0,06	12,9	0,003	0,23	0,001	0,05	0,10	0,001	0,027	0,001	0,010	0,051
18.XI	2,16	6,40	78,3	196,9	0,07	9,80	0,020	0,25	0,000	0,05	0,03	0,001	0,032	0,002	0,010	0,091
16.XII	2,50	9,62	53,7	156,3	0,09	8,,70	0,015	0,36	0,000	0,05	-	0,001	0,022	0,002	0,010	0,041

Вариант 6

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	2,52	8,12	86,5	152,5	0,04	0,68	0,370	8,50	0,010	0,85	0,14	0,001	-	0,001	0,016	0,001
13.II	3,32	9,02	67,8	150,7	0,03	0,12	0,320	9,20	0,009	0,90	0,18	0,001	0,034	0,001	0,016	0,001
11.III	5,65	7,21	74,0	195,6	0,08	-	0,380	9,20	0,009	0,85	0,17	0,001	0,024	0,000	0,011	0,001
15.IV	5,30	-	80,3	196,1	0,08	0,39	0,160	9,20	0,009	-	0,12	0,001	0,025	0,000	0,023	0,001
12.V	6,70	6,12	87,5	-	0,04	0,21	-	9,00	0,009	0,80	0,21	0,001	0,017	0,000	0,015	-
09.VI	3,00	3,25	74,0	86,7	0,08	0,17	0,019	8,23	0,008	-	0,25	0,001	0,015	0,001	0,015	0,001
13.VII	3,90	3,12	80,3	94,6	0,05	0,42	0,060	8,20	0,008	0,85	0,26	-	0,009	0,001	0,012	0,001
12.VIII	2,27	4,17	87,5	87,4	0,03	0,45	0,012	8,30	0,008	0,85	0,29	0,001	0,019	0,000	0,017	0,001
10.IX	1,94	6,23	30,1	88,5	0,09	0,46	0,015	9,50	0,013	0,95	0,12	0,001	0,002	0,009	0,015	0,001
14.X	2,47	8,98	78,3	96,2	0,08	0,40	0,013	9,20	0,014	0,85	0,14	0,001	0,030	0,008	0,016	0,001
18.XI	1,11	9,54	83,4	174,9	0,05	0,21	0,014	9,20	0,018	0,90	0,21	0,001	0,017	0,009	0,009	0,001
16.XII	1,50	10,2	95,2	191,3	0,07	0,26	-	9,40	0,012	0,97	0,21	0,001	0,012	0,007	0,012	0,001

Вариант 7

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	3,32	9,02	55,2	156,8	0,06	0,39	0,330	0,24	0,007	0,85	0,03	0,002	0,009	0,000	0,008	0,210
13.II	5,65	7,21	56,1	142,1	0,08	0,21	0,390	0,27	0,007	0,90	0,04	0,002	0,034	0,001	-	0,068
11.III	5,30	7,06	65,1	201,2	0,07	0,17	0,170	0,27	0,019	0,85	0,02	0,001	0,019	0,001	0,005	0,085
15.IV	6,70	3,12	77,5	196,7	0,09	0,42	0,550	0,36	0,014	0,85	0,01	0,001	0,002	0,000	0,004	0,095
12.V	3,90	4,17	66,0	157,2	0,05	0,45	0,025	0,57	0,013	0,90	0,10	0,001	0,030	0,000	-	0,432
09.VI	1,11	3,25	74,0	208,4	0,06	0,68	0,320	0,59	0,020	0,75	0,03	0,001	0,017	0,000	0,006	0,213
13.VII	1,50	6,12	80,3	185,5	0,01	0,12	0,330	0,45	0,015	0,80	0,06	0,001	0,024	0,001	0,008	0,123
12.VIII	3,00	8,12	87,5	214,4	0,02	0,33	0,380	0,56	0,020	0,75	0,09	0,001	0,025	0,001	0,010	-
10.IX	1,94	6,23	30,1	211,6	0,02	0,46	0,120	0,98	0,008	0,85	-	0,001	-	0,000	0,010	0,098
14.X	2,47	9,54	78,3	129,4	0,04	0,40	0,640	0,75	0,014	0,85	0,05	0,001	0,015	0,000	0,009	0,085
18.XI	2,27	8,98	53,7	245,4	0,07	0,21	0,230	0,28	0,018	0,95	0,02	0,001	0,009	0,001	0,008	0,085
16.XII	2,57	10,2	67,8	178,3	0,09	0,26	-	0,47	0,012	0,97	0,10	0,001	0,012	0,001	0,009	0,123

Вариант 8

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	1,85	8,91	323	245,4	0,08	11,3	0,250	9,20	0,000	0,85	0,17	0,023	0,170	0,005	0,019	0,089
13.II	2,80	7,71	441	174,9	0,04	0,10	0,310	9,40	0,001	0,80	0,12	0,024	0,150	0,001	0,062	0,061
11.III	1,85	8,44	463	191,3	0,03	0,21	0,370	8,50	0,001	0,85	0,21	0,022	0,090	-	0,036	0,021
15.IV	0,90	7,26	312	196,3	0,08	0,45	0,320	9,20	0,001	0,90	0,25	0,021	0,190	0,009	0,046	0,011
12.V	1,85	7,71	413	152,3	0,08	0,41	0,380	9,20	0,001	0,85	0,26	0,044	0,020	0,007	0,051	-
09.VI	1,90	10,3	356	157,2	0,04	0,08	0,160	9,20	0,000	0,85	0,29	0,021	0,029	-	0,092	0,051
13.VII	1,80	5,14	297	208,4	0,05	0,09	0,230	9,00	0,000	0,90	0,12	0,032	0,068	0,005	0,087	-
12.VIII	1,95	9,43	474	185,5	0,03	10,5	0,019	8,23	0,001	0,80	0,14	0,032	0,240	0,006	0,045	0,041
10.IX	1,88	8,56	451	129,4	0,09	1,42	0,060	8,20	0,001	0,95	0,18	0,037	0,250	0,004	0,076	0,031
14.X	1,85	8,96	345	256,3	0,08	0,23	0,125	8,30	0,001	0,88	0,14	0,035	0,047	0,010	0,043	0,041
18.XI	0,90	7,40	465	196,9	0,05	0,28	0,160	9,50	0,000	0,90	0,21	0,011	0,078	0,020	0,065	0,021
16.XII	1,97	11,6	235	156,3	0,07	0,23	0,180	9,20	0,000	0,97	0,21	0,011	0,056	0,015	0,025	0,051

Вариант 9

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	2,53	7,89	53,7	125,3	0,09	0,26	0,040	9,00	0,002	0,05	0,25	0,038	0,010	0,001	0,023	0,035
13.II	2,65	7,98	55,2	152,3	0,08	0,24	0,025	8,00	0,001	0,05	0,23	0,040	0,08	0,002	0,012	0,065
11.III	3,15	8,05	56,1	142,3	0,10	0,52	0,036	8,50	0,001	0,05	0,32	0,044	0,09	0,001	0,014	0,025
15.IV	4,21	8,25	65,1	158,6	0,10	0,39	-	8,50	0,001	0,15	0,12	0,025	0,05	0,001	0,015	0,042
12.V	-	8,65	-	129,5	0,10	0,85	0,085	-	0,001	0,05	0,15	0,017	0,06	0,001	0,025	0,057
09.VI	3,56	9,89	66,0	175,3	0,09	0,78	0,041	9,20	0,001	0,05	0,28	0,014	0,02	0,001	0,032	0,056
13.VII	2,98	9,89	67,8	145,3	-	0,45	0,023	10,0	0,001	0,05	0,56	0,018	0,02	0,001	0,042	0,038
12.VIII	4,56	8,85	74,0	125,6	0,05	0,46	0,025	8,00	0,001	0,05	0,54	0,012	0,03	0,001	0,012	-
10.IX	4,89	8,85	80,3	124,5	0,05	0,52	0,028	-	0,002	0,10	0,21	0,023	0,05	0,002	0,025	0,087
14.X	4,98	6,78	87,5	110,3	0,06	0,32	0,042	8,00	0,001	0,05	0,25	0,029	0,06	0,001	0,024	0,057
18.XI	5,23	7,98	30,1	182,4	0,04	0,98	0,041	9,20	0,001	0,05	0,31	0,008	0,08	0,001	0,031	0,065
16.XII	3,25	9,89	78,3	178,5	0,05	0,75	0,012	9,00	0,002	0,05	0,24	0,009	0,05	0,000	0,012	0,054

Вариант 10

Дата	Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/дм ³															
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	Фенолы	НП	СПАВ	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Cr ⁶⁺	Ni ²⁺	Pb ²⁺
14.I	3,20	10,5	474	245,4	0,04	0,17	0,380	9,20	0,007	0,85	0,02	0,001	0,019	0,005	0,032	-
13.II	4,05	9,25	451	174,9	-	0,42	0,160	9,20	0,007	0,85	0,10	0,001	0,002	0,006	0,042	0,085
11.III	2,32	9,42	323	191,3	0,05	0,45	0,230	10,0	0,019	0,95	0,03	0,000	0,030	0,004	0,012	0,095
15.IV	3,15	9,54	441	196,3	0,03	0,39	0,019	8,00	0,014	0,75	0,04	0,001	0,017	0,010	0,025	-
12.V	2,25	9,90	463	152,3	-	0,21	0,060	8,50	0,020	0,80	0,02	0,001	0,024	0,020	0,023	0,213
09.VI	2,30	9,70	356	256,3	0,08	0,68	-	9,00	0,015	0,75	0,09	0,001	0,025	0,015	0,012	0,123
13.VII	6,45	8,27	297	157,2	0,04	0,12	0,310	8,00	0,020	0,85	0,08	0,001	-	0,001	0,014	0,231
12.VIII	6,10	8,73	312	208,4	0,03	0,33	0,370	8,50	0,008	0,90	0,05	0,001	0,034	0,001	0,015	-
10.IX	5,10	10,1	413	185,5	0,08	0,46	0,320	8,50	0,013	0,85	0,01	0,001	0,017	0,009	0,025	0,210
14.X	4,50	9,90	345	129,4	0,08	0,40	0,125	8,00	0,014	0,85	0,10	0,001	0,015	0,007	-	-
18.XI	2,10	8,45	465	196,9	0,05	0,21	0,160	9,20	0,018	0,90	0,03	0,001	0,009	0,008	0,031	0,085
16.XII	2,20	10,0	445	156,3	0,07	0,26	0,180	9,00	0,012	0,97	0,05	0,001	0,012	0,002	0,012	0,123

Приложение В

Критерии оценки поверхностных вод

№№ п/п	Ингредиенты и показатели	Лимитирующий признак вредности	Предельно допустимая концентрация, мг/л
1	Растворённый кислород	общие требования	в зимний (подлёдный) период должно быть не менее 4,0, в летний (открытый) не менее 5,0
2	БПК _{полное}	общие требования	3,0
3	БПК ₅	общие требования	2,0
4	Аммоний солевой (NH_4^+)	токсикологический	0,5 (0,39 N)
5	Нитрат-ион (NO_3^-)	санитарно-токсикол-кий	40,0 (9,1 N)
6	Нитрит-ион (NO_2^-)	токсикологический	0,08 (0,02 N)
7	Нефть и нефтепродукты	рыбохозяйственный	0,05
8	Фенолы	рыбохозяйственный	0,001
9	СПАВ анионактивные	токсикологический	0,1
10	Железо (Fe^{3+})	органолептический	0,5
11	Медь (Cu^{2+})	токсикологический	0,001
12	Цинк (Zn^{2+})	токсикологический	0,01
13	Хром (Cr^{3+})	органолептический	0,5
14	Хром (Cr^{6+})	санитарно-токсикол-кий	0,001
15	Никель (Ni^{2+})	токсикологический	0,01
16	Кобальт (Co^{2+})	токсикологический	0,01
17	Свинец (Pb^{2+})	санитарно-токсикол-кий	0,03
18	Мышьяк (As^{3+})	токсикологический	0,05
19	Ртуть (Hg^{2+})	санитарно-токсикол-кий	0,0005
20	Кадмий (Cd^{2+})	токсикологический	0,005
21	Марганец (Mn^{2+})	токсикологический	0,01
22	Фтор (F^-)	санитарно-токсикол-кий	1,5
23	Цианиды (CN^-)	токсикологический	0,05
24	Сульфиды (S^{2-})	общесанитарный	отсутствие
25	Роданиды (CNS^-)	санитарно-токсикол-кий	0,1
26	ДДТ, ДДЗ, ГХЦГ, фосфорорганические пестициды	токсикологический	отсутствие
27	Метилмеркаптан	органолептический	0,0002
28	Бензол	токсикологический	0,5
29	Фурфурол	органолептический	1,0
30	Метанол	санитарно-токсикол-кий	0,1
31	Формальдегид	санитарно-токсикол-кий	0,01
32	Ксантогенат бутиловый	органолептический	0,001
33	Дитиофосфат крезиловый	органолептический	0,001
34	Калий (катион) (K^+)	санитарно-токсикол-кий	50,0
35	Кальций (катион) (Ca^{2+})	санитарно-токсикол-кий	180,0
36	Магний (катион) (Mg^{2+})	санитарно-токсикол-кий	40,0
37	Натрий (катион) (Na^+)	санитарно-токсикол-кий	120,0
38	Сульфаты (анион) (SO_4^{2-})	санитарно-токсикол-кий	100,0
39	Хлориды (анион) (Cl^-)	санитарно-токсикол-кий	300,0
40	Минерализация	общие требования	1000,0
41	Фосфаты (анион) (PO_4^{3-})	общие требования	3,5

Приложение Г

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К РАЗДЕЛУ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ, ЛИТОМОНИТОРИНГ

Практическая работа

*Оценка степени загрязнённости почв и снегового покрова металлами. Временной
характер загрязнения*

Вариант 1 к заданию I

№ профиля	№ точки	Zn	Cr	V	Cd	Cu	Ni	Pb	Hg	As	Mo
I	1	100	150	180	0,50	40	40	20	0,02	3	2
	2	150	200	200	0,60	50	30	30	0,03	4	2
	3	450	500	150	0,55	150	15	150	0,08	10	5
	4	350	600	200	0,70	200	20	200	0,10	6	2,5
	5	550	200	150	0,60	250	40	200	0,10	8	3,5
II	1	150	150	150	0,50	50	25	30	0,03	3	2,2
	2	400	300	150	0,40	300	30	150	0,06	10	2
	3	1800	400	150	0,20	500	20	150	0,05	10	2,3
	4	600	150	150	0,30	300	50	500	0,10	10	2,2
	5	700	700	250	0,60	400	20	500	0,20	3	10
III	1	2000	200	100	0,30	50	30	80	0,04	10	2
	2	1500	150	200	0,50	500	40	400	0,20	15	2
	3	2500	600	250	0,70	250	50	150	0,05	10	4
	4	2500	800	150	0,30	400	25	500	0,15	20	3,5
	5	2000	800	200	0,50	950	25	700	0,25	20	5
IV	1	250	300	150	0,25	100	40	500	0,10	3	4
	2	450	500	250	0,80	200	30	300	0,10	30	2,5
	3	2000	1000	300	0,70	350	60	600	0,20	10	5
	4	2500	2000	300	0,80	1000	90	800	0,25	40	8

	5	2500	1500	400	0,80	1200	70	800	0,25	10	10
V	1	200	150	150	0,25	50	30	40	0,03	4	3,2
	2	500	300	200	0,50	100	40	300	0,08	10	5,6
	3	400	500	100	0,40	350	30	600	0,15	10	2
	4	800	1000	400	0,70	980	50	800	0,20	30	20
	5	800	2000	200	0,60	350	90	150	0,06	20	10

Вариант 1 к заданию II

№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c
I-1	38	II-1	15	III-1	60	IV-1	80	V-1	144
I-2	25	II-2	26	III-2	48	IV-2	85	V-2	155
I-3	33	II-3	35	III-3	65	IV-3	100	V-3	172
I-4	35	II-4	33	III-4	75	IV-4	130	V-4	237
I-5	49	II-5	40	III-5	88	IV-5	140	V-5	270

Вариант 2 к заданию I

№ профиля	№ точки	Zn	Cr	V	Cd	Cu	Ni	Pb	Hg	As	Mo
I	1	310	820	160	0,30	230	30	305	0,01	2	2,5
	2	1000	1000	300	0,20	230	30	305	0,02	3	6,5
	3	2000	2000	300	0,25	500	80	1500	0,07	9	15
	4	2000	1000	150	0,50	1000	30	1500	0,09	5	10
	5	300	1000	150	0,40	300	30	1500	0,09	7	3
II	1	300	300	200	0,20	400	30	600	0,02	2	4
	2	2000	2000	300	0,40	1000	80	1500	0,05	9	15
	3	1500	800	150	0,40	1000	20	3000	0,04	9	4
	4	3000	1000	200	0,20	500	30	1500	0,09	9	6
	5	3000	400	150	0,50	200	20	400	0,19	2	5
III	1	400	400	150	0,20	150	30	1000	0,03	9	3
	2	2000	1000	200	0,40	500	30	1000	0,19	14	5
	3	500	800	300	0,60	500	40	1000	0,04	9	4
	4	400	2000	400	0,20	400	30	800	0,05	19	10
	5	150	150	150	0,40	80	30	500	0,15	19	1,5
IV	1	1500	600	150	0,15	400	40	200	0,09	2	5
	2	200	400	100	0,70	60	20	80	0,09	29	15
	3	200	500	200	0,60	300	20	200	0,19	9	2
	4	300	200	150	0,70	40	30	100	0,15	39	1,5
	5	600	200	100	0,70	100	20	60	0,24	9	1,5
V	1	500	300	200	0,15	100	30	300	0,02	3	5
	2	300	400	100	0,40	100	20	400	0,07	9	2
	3	150	500	150	0,30	60	30	80	0,12	9	2
	4	150	200	150	0,60	50	30	60	0,10	29	2
	5	300	200	100	0,50	60	20	40	0,05	19	1,5

Вариант 2 к заданию II

№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c
I-1	45	II-1	65	III-1	125	IV-1	194	V-1	260
I-2	33	II-2	70	III-2	140	IV-2	260	V-2	282
I-3	46	II-3	73	III-3	172	IV-3	261	V-3	225
I-4	70	II-4	82	III-4	209	IV-4	278	V-4	224
I-5	80	II-5	91	III-5	160	IV-5	223	V-5	189

Вариант 3 к заданию I

№ профиля	№ точки	Zn	Cr	V	Cd	Cu	Ni	Pb	Hg	As	Mo
I	1	3100	1600	340	0,60	420	70	980	0,03	4	4
	2	820	1500	320	0,70	250	60	640	0,04	5	7
	3	630	150	100	0,8	500	20	300	0,09	11	4
	4	340	400	150	0,80	400	50	100	0,11	7	3
	5	170	500	150	0,70	60	30	80	0,11	9	2
II	1	3200	3000	400	0,60	500	40	1000	0,04	4	10
	2	800	600	200	0,50	500	30	600	0,07	11	3
	3	1000	400	150	0,30	40	20	60	0,06	11	2
	4	300	200	200	0,40	300	30	100	0,11	11	1,5
	5	400	300	150	0,70	60	40	100	0,21	4	3
III	1	3000	1000	300	0,40	1000	30	800	0,05	11	6
	2	1000	400	100	0,60	300	50	800	0,21	16	6
	3	600	500	300	0,80	60	40	200	0,06	11	6
	4	500	400	150	0,40	150	20	200	0,16	21	2
	5	600	200	100	0,60	100	20	60	0,26	21	1,5
IV	1	2000	200	100	0,35	150	20	300	0,11	4	2
	2	800	400	200	0,90	500	20	1000	0,11	32	6
	3	300	300	150	0,80	60	30	150	0,21	14	10
	4	300	400	100	0,90	100	20	400	0,26	38	2
	5	300	400	100	0,90	60	20	80	0,26	15	1,5
V	1	300	1000	150	0,35	300	30	1500	0,04	5	3
	2	150	600	100	0,60	400	20	100	0,09	12	4
	3	200	300	100	0,50	50	20	80	0,16	14	3
	4	200	300	150	0,80	50	30	60	0,21	28	2
	5	200	400	100	0,70	100	20	80	0,07	24	2

Вариант 3 к заданию II

№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c	№№	Z_c
I-1	250	II-1	145	III-1	85	IV-1	17	V-1	32
I-2	253	II-2	275	III-2	164	IV-2	24	V-2	20
I-3	195	II-3	290	III-3	185	IV-3	34	V-3	30
I-4	182	II-4	270	III-4	216	IV-4	45	V-4	40
I-5	161	II-5	215	III-5	197	IV-5	65	V-5	50

Практическая работа

Построение геологических карт и разрезов

Варианты к заданию 2

Варианты	Разрез по линии	Номера буровых скважин
1	I-I	3, 6, 9, 15, 19
2	II-II	4, 7, 13, 18, 22
3	III-III	5, 8, 10, 26
4	IV-IV	3, 25, 12, 17, 21
5	VI-VI	5, 24, 14, 23
6	VII-VII	19, 20, 21, 22, 23
7	VIII-VIII	27, 6, 25, 7, 8
8	IX-IX	1, 2, 4, 5
9	X-X	11, 12, 13, 14
10	XI-XI	15, 16, 17, 18
11	XII-XII	15, 25, 5
12	XIII-XIII	27, 18, 26
13	XIV-XIV	10, 13, 21
14	XV-XV	9, 11, 22
15	XVI-XVI	8, 17, 20
16	XVII-XVII	2, 25, 18
17	XVIII-XVIII	3, 7, 26
18	XIX-XIX	6, 12, 22
19	X-X	24, 7, 16, 19
20	XI-XI	11, 17, 23, 23

Описание буровых скважин к геологической карте

№ скважины и абсолютная отметка устья	№ слоя	Возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подшвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м (дата замера 1983 г.)	
					появившегося	установившегося
<u>1</u> 102,3	1	aQ ₄	Супесь серая заторфованная, текучая	2,0	0,8 (0.601)	0,3 (18.09)
	2	aQ ₄	Ил серый текучий	5,9		
	3	aQ ₄	Песок мелкий иловатый средней плотности	10,1		
	4	aQ ₃	Песок средней крупности, средней плотности	11,7		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый, выветрелый в кровле слоя (1м)	25,0*		
<u>2</u> 106,4	1	aQ ₄	Супесь серая, текучая	6,0	5,0 (10.01)	5,0 (18.09)
	2	aQ ₄	Песок мелкий, иловатый, средней плотности	14,0		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности, плотный	19,0		
	4	C ₁	Известняк трещиноватый, закарстованный	34,9		
	5	D ₃	Аргиллит серый	58,7		
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, до глубины 2 м выветрелый	65,0	58,7 (18.01)	12,2 над устьем (19.01)
<u>3</u> 141,3	1	deQ ₄	Супесь серая заторфованная, пластичная	2,2	5,0 (10.01)	0,6 (18.09)
	2	C ₃	Глина черная плотная, твердая	8,8		
	3	C ₁	Известняк трещиноватый	69,8	40,1 (25.01)	40,7 (18.09)
	4	D ₃	Аргиллит серый	89,3		

	5	γPR	Гранит крупнокристаллический выветрелый до 90,5 м	92,0	89,3 (28.01)	22,6 (29.01)
<u>4</u> 144,1	1	deQ ₄	Супесь серая заторфованная, пластичная	3,1	0,6 (10.01)	0,6 (18.09)
	2	C ₃	Глина черная твердая	11,3		
	3	C ₁	Известняк трещиноватый, закарстованный	72,8	45,0 (06.02)	45,6 (18.09)
	4	D ₃	Аргиллит серый	97,9		
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 98,2 м	99,6	97,9 (11.02)	25,8 (12.02)
<u>5</u> 144,6	1	eQ ₄	Супесь серая заторфованная, пластичная	3,5	0,4 (15.02)	0,0 (18.09)
	2	C ₃	Глина черная полутвердая	12,1		
	3	C ₁	Известняк трещиноватый	73,2	46,2 (17.02)	46,8 (18.09)
	4	D ₃	Аргиллит серый	94,9		
	5	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до 95,5 м	97,4	94,9 (11.02)	26,1 (21.02)

* Здесь и далее последняя цифра по скважине означает глубину до забоя скважины. Подошва последнего слоя проходит ниже забоя скважины. Например, в скважине 1 подошва известняка не вскрыта

Продолжение таблицы

№ скважины и абсолютная отметка устья	№ слоя	Возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подошвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м (дата замера 1983 г.)	
					появившегося	установившегося
<u>6</u> 116,7	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	4,7	15,8 (13.03)	16,2 (18.09)
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	13,9		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	20,8		
	4	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	45,4		
	5	D ₃	Аргиллит серый слаботрещиноватый	65,2	65,2 (18.03)	1,3 (19.03)
	6	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до забоя скважины	67,0		
<u>7</u> 101,1	1	aQ ₄	Песок мелкий с глыбами известняка и дресвой, рыхлый	3,8	1,9 (21.03)	1,5 (18.09)
	2	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	5,3	65,2 (28.03)	6,5 над устьем (29.03)
	3	fgQ ₁	Песок крупный кварцевый, средней плотности	6,4		
	4	C ₁	Известняк трещиноватый, закарстованный	29,6		
	5	D ₃	Аргиллит серый	65,2		
	6	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 1 м	70,0		
<u>8*</u> 94,6			Слой льда и воды		4,9 над устьем (18.02)	5,2 над устьем (18.09)
	1	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	5,1		
	2	aQ ₄	Песок средней крупности, средней плотности	14,6		

	3	fgQ ₁	Песок крупный, средней плотности	25,0		
	4	D ₃	Аргиллит серый	44,6		
	5	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до 47,1 м	48,0	44,6 (26.02)	19,8 над устьем (27.02)
			Слой льда и воды		1,9 над устьем (05.03)	2,2 над устьем (18.09)
9* 98,2	1	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	8,7		
	2	aQ ₄	Песок крупный с гравием, рыхлый	10,7		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности, средней плотности	17,1		
	4	fgQ ₁	Песок крупный, средней плотности	22,3		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	27,0		
	6	D ₃	Аргиллит серый	38,8		
	7	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до 41,2 м	46,0	38,8 (08.03)	15,1 над устьем (09.03)

* Здесь и далее для скважин, расположенных на акватории, устье скважины принято на дне реки

Продолжение таблицы

№ скважины и абсолютная отметка устья	№ слоя	Возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подшвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м (дата замера 1983 г.)	
					появившегося	установившегося
<u>10*</u> 96,9	1	aQ ₄	Слой льда и воды		2,6 над устьем (27.02)	2,9 над устьем (18.09)
	2	aQ ₃	Песок мелкий рыхлый	12,0		
	3	fgQ ₁	Песок средней крупности плотный	20,1		
	4	D ₃	Песок крупный средней плотности	33,6		
<u>11</u> 105,0	4	D ₃	Аргиллит серый	35,0	4,1 (02.04)	4,6 (18.09)
	1	aQ ₄	Супесь бурая текучая	5,8		
	2	aQ ₄	Песок мелкий кварцевый, рыхлый	14,3		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности, плотный	24,6		
	4	fgQ ₁	Песок крупный, средней плотности	32,5		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый	33,9		
	6	D ₃	Аргиллит серый	52,2		
<u>12</u> 106,0	7	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до 54,6 м	61,0	52,2 (08.04)	7,8 над устьем (09.04)
	1	aQ ₄	Супесь бурая пластичная	7,2		
	2	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	14,7		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности, плотный	26,0		5,5 (18.09)

	4	fgQ ₁	Песок крупный	32,6	61,6 (19.04)	9,4 над устьем (19.04)
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	34,8		
	6	D ₃	Аргиллит серый	61,6		
	7	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до глубины 63 м	66,0		
<u>13</u> 107,9	1	pQ ₄	Щебень известняка с суглинистым заполнителем	2,3	9,6 (23.04)	5,5 (18.09)
	2	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	9,6		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	28,3		
	4	fgQ ₁	Песок крупный кварцевый, средней плотности	42,0		
	5	D ₃	Аргиллит серый	56,0	56,0 (28.04)	5,7 (29.04)
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, выветрелый до 58 м	59,0		

Продолжение таблицы

№ скважины и абсолютная отметка устья	№ слоя	Возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подшвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м (дата замера 1983 г.)	
					появившегося	установившегося
<u>14</u> 106,6	1	pQ ₄	Щебень известняка с суглинистым заполнителем	2,3	4,6 (04.05)	5,1 (18.09)
	2	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	12,8		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	25,9		
	4	fgQ ₁	Песок крупный с гравием средней плотности	41,5		
	5	D ₃	Аргиллит серый	45,4		
	6	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до 48,0 м	52,0	45,4 (11.05)	4,1 над устьем (12.05)
<u>15</u> 116,5	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	5,1	14,8 (15.05)	15,2 (18.09)
	2	aQ ₃	Супесь желтая, пластичная	11,9		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	35,2		
	4	fgQ ₁	Песок крупный с гравием средней плотности	48,3		
	5	D ₃	Аргиллит серый	53,7		
	6	γPR	Гранит крупнокристаллический выветрелый до глубины 54,2 м	58,0	53,7 (20.05)	4,6 (21.05)
<u>16</u> 115,6	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	6,3	14,1 (24.05)	14,5 (18.09)
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	13,5		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	35,7		
	4	fgQ ₁	Песок крупный с гравием средней плотности	48,0		

	5	D ₃	Аргиллит серый	52,0		
<u>17</u>	1	aQ ₃	Суглинок бурый пластичный	10,4	10,9 (03.06)	11,4 (18.09)
112,8	2	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	32,0		
	3	fgQ ₁	Песок крупный с гравием и галькой, средней плотности	47,9		
	4	D ₃	Аргиллит серый	64,6		
	5	γPR	Гранит трещиноватый и выветрелый в верхней (2 м) части	70,0	647,6 (10.06)	1,4 над устьем (11.06)
<u>18</u>	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	10,5		
116,2	2	aQ ₃	Песок средней крупности	26,3	11,7 (14.06)	12,2 (18.09)
	3	fgQ ₁	Песок крупный кварцевый средней плотности	42,4		
	4	C ₁	Известняк трещиноватый, закарстованный	44,7		
	5	D ₃	Аргиллит серый	51,8		

Продолжение таблицы

№ скважины и абсолютная отметка устья	№ слоя	Возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подшвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м (дата замера 1983 г.)	
					появившегося	установившегося
<u>19</u> 117,1	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	5,4	14,1 (24.06)	14,6 (18.09)
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	12,6		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	34,7		
	4	fgQ ₁	Песок крупный средней плотности	38,3		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	46,1	55,3 (28.06)	3,9 (29.06)
	6	D ₃	Аргиллит серый	55,3		
	7	γPR	Гранит трещиноватый выветрелый до глубины 57,5 м	60,0		
<u>20</u> 116,0	1	aQ ₃	Суглинок бурый полутвердый	8,1	13,2 (02.07)	13,8 (18.09)
	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	14,9		
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	32,8		
	4	fgQ ₁	Песок крупный средней плотности	38,1		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	44,6	62,2 (10.07)	2,5 (11.07)
	6	D ₃	Аргиллит серый	62,2		
	7	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 62,5 м	70,0		
<u>21</u>	1	aQ ₃	Суглинок бурый иловатый тугопластичный	4,4	11,8 (13.07)	11,9 (18.09)

114,5	2	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	13,2	67,3 (19.07)	0,2 (20.07)
	3	aQ ₃	Песок средней крупности плотный	32,2		
	4	fgQ ₁	Песок крупный с гравием средней плотности	38,1		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	45,5		
	6	D ₃	Аргиллит серый	67,3		
	7	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый, выветрелый до 74,0 м	76,0		
<u>22</u> 118,6	1	dQ ₄	Суглинок серый с щебнем известняка мягкопластичный	1,6	11,8 (22.07)	12,2 (18.09)
	2	aQ ₃	Суглинок бурый мягкопластичный	6,2		
	3	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	47,1		
	4	D ₃	Аргиллит серый	93,4		
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 94,0 м	95,0		

Окончание таблицы

№ скважины и абсолютная отметка устья	№ слоя	Возраст	Описание горных пород	Глубина залегания подшвы слоя, м	Глубина залегания уровня воды, м (дата замера 1983 г.)	
					появившегося	установившегося
<u>23</u> 118,4	1	dQ ₄	Песок пылеватый рыхлый	1,2	10,9 (02.08)	11,3 (18.09)
	2	aQ ₃	Суглинок бурый мягкопластичный	8,3		
	3	aQ ₃	Супесь желтая пластичная	14,6		
	4	aQ ₃	Песок средней крупности средней плотности	18,9		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	47,1	57,4 (08.08)	2,7 (09.08)
	6	D ₃	Аргиллит серый	57,4		
	7	γPR	Гранит трещиноватый, выветрелый до 58,5 м	62,0		
<u>24</u> 144,3	1	edQ ₄	Супесь заторфованная пластичная	2,6	0,4 (10.08)	0,6 (18.09)
	2	C ₃	Глина черная плотная пластичная	11,9	45,8 (15.08)	45,5 (18.09)
	3	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	73,0		
	4	D ₃	Аргиллит серый	94,5	94,5 (22.08)	29,1 (23.08)
	5	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 94,8 м	99,0		
<u>25</u> 129,2	1	dQ ₄	Супесь серая с щебнем известняка пластичная	2,5	30,3 (28.08)	30,0 (18.09)
	2	C ₁	Известняк закарстованный	58,5		
	3	D ₃	Аргиллит серый	72,4		

	4	γPR	Гранит выветрелый до 74,0 м	75,0	72,4 (04.09)	13,0 (05.09)
<u>26</u>	1	dQ ₄	Суглинок с обломками известняка, мягкопластичный	3,4		
131,0	2	C ₁	Известняк закарстованный	59,5	24,8 (08.09)	24,7 (18.09)
	3	D ₃	Аргиллит серый	78,6		
	4	γPR	Гранит крупнокристаллический трещиноватый	80,0	78,6 (12.09)	16,2 (13.09)
<u>27</u>	1	aQ ₄	Песок пылеватый средней плотности	2,6		
107,5	2	aQ ₄	Супесь бурая пластичная	8,4	5,7 (14.09)	5,7 (18.09)
	3	aQ ₄	Песок мелкий рыхлый	18,9		
	4	aQ ₃	Песок средней крупности, плотный	22,2		
	5	C ₁	Известняк трещиноватый закарстованный	36,0		
	6	D ₃	Аргиллит серый	53,6		
	7	γPR	Гранит трещиноватый крупнокристаллический, выветрелый до 55,8 м	59,4	53,6 (17.09)	7,1 над устьем (18.09)

Приложение Д

Геохронологическая таблица

Эра	Период и его обозначение	Цветовое обозначение
Кайнозойская KZ	Четвертичный Q	желтовато-серый
	Неогеновый (неоген) N	лимонно-желтый
	Палеогеновый (палеоген) p	оранжево-желтый
Мезозойская MZ	Меловой (Мел) K	зеленый
	Юрский (юра) J	синий
	Триасовый (триас) T	фиолетовый
Палеозойская PZ	Пермский (пермь) P	оранжево-коричневый
	Каменноугольный (карбон) C	серый
	Девонский (девон) D	коричневый
	Силурийский (силур) S	серо-зеленый светлый
	Ордовикский (ордовик) O	оливковый
	Кембрийский (кембрий) Є	голубовато-зеленый
Протерозойская PR		розовый
Архейская A		сиренево-розовый
Примечание Геологическое время разделяется на эры и периоды, а толща горных пород – на соответствующие группы и системы. Названия групп и систем повторяют названия эр и периодов: палеозойская, четвертичная, неогеновая и т. д. Периоды (системы) подразделяются на эпохи (отделы); четвертичный, неогеновый, меловой, пермский и силурийский – на две (два), остальные – на три. Эпохам даются названия: ранняя, средняя, поздняя при делении периода на три эпохи или ранняя и поздняя при выделении двух эпох. Отделы соответственно именуются: нижний, средний, верхний или нижний и верхний. Эпохи (отделы) обозначаются арабскими цифрами. Например: индекс K_2 означает, что порода образовалась в позднемеловую эпоху мелового периода и относится, к верхнемеловому отделу меловой системы.		

Приложение Е

Условные обозначения генетических типов четвертичных отложений

Наименование отложений	Индекс	Наименование отложений	Индекс
Вулканические образования	βQ	Коллювиальные	cQ
Морские	mQ	Болотные	hQ
Техногенные (антропогенные)	tQ	Эоловые	vQ
Элювиальные	eQ	Лёссовые	LQ
Делювиальные	dQ	Элювиально-делювиальные	edQ
Аллювиальные	aQ	Оползневые	dpQ
Проллювиальные	pQ	Делювиально-аллювиальные	daQ
Ледниковые (гляциальные)	gQ	Озерно-аллювиальные	laQ
Озерные (лимнические)	lQ	Солифлюкционные	sQ
Флювиогляциальные (водноледниковые)	fgQ		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ивлиева О.В. Методические указания к практическим занятиям по курсу “Геоэкологический мониторинг” (раздел – мониторинг атмосферного воздуха) для студентов географов – геоэкологов IV курса геолого-географического факультета. Ростов-на-Дону, 2003, 18 с.
2. Никаноров А.М. Гидрохимия: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб: Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.
3. РД 52.24.643-2002. Емельянова В.П., Лобченко Е.Е. Методические указания “Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям”, от 06.12.2002г., 50 с.
4. РД 52.24.565 – 96. В.А. Брызгалов, Л.П. Соколова, Л.В. Ломакина, А.В. Жулидов. Метод оценки загрязнённости пресноводных экосистем по показателям развития зоопланктонных сообществ // Сб. рук. док. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Биологические методы оценки загрязнённости пресноводных экосистем, Вып.1, М.: Гидрометеиздат, 1999, С. 33-59 с.
5. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Гидрометеиздат, Ленинград, 1977, 541 с.
6. Правила охраны от загрязнения прибрежных вод морей. - М., 1984.
7. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.
8. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика /Н.И. Лихачев, Й.И. Ларин, С.А. Хаскин и др. - М.: Стройиздат, 1981.
9. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / Под ред. А.В. Караушева- Л.: Гидрометеиздат, 1987.
10. Баранник В.А., Кресин В.С. Расчет локального влияния сосредоточенного выпуска сточных вод на качество воды водоема / Водоохраные комплексы речных бассейнов: Сб. науч. тр. - Харьков: ВНИИВО, 1985.
11. Проблемы химического загрязнения вод Мирового океана. Том 2. Процессы турбулентной диффузии примесей в море/ Под ред. В.И. Заца. -Л.: Гидрометеиздат, 1986

Р е ц е н з е н т ы:

Ю.А. Омельчук – и.о. зав. кафедрой радиоэкологии и экологической безопасности, к.х.н., доцент,

Л.И. Лукина к.х.н., доцент кафедры радиоэкологии и экологической безопасности

Составители: Дербасова Н.М., Гавриш О.П., Кучерик Г.В.

Методические указания и контрольные задания по дисциплине «Экологический мониторинг» для студентов очной и заочной формы обучения по специальности 05.03.06 – Экология и природопользование / СевГУ; сост. Дербасова Н.М., Гавриш О.П., Кучерик Г.В. – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2017. – 117 с.

Настоящие методические указания предназначены для оказания помощи студентам дневной и заочной форм обучения в подготовке и выполнении практических и контрольных работ по дисциплине «Экологический мониторинг», а также в получении ими теоретических знаний и приобретении практических навыков расчета параметров окружающей среды.

УДК 504.064.4(07) О 572

Методические рекомендации рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Радиоэкология и экологическая безопасность» (протокол № 11 от 12.05.2017 г.)

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет»,
2017