

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ»
Направление подготовки 05.04.06 Экология и природопользование
Разработчик: профессор, д.г.н. Стурман В.И.**

Санкт-Петербург
2018

Практическая работа № 1
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 (аэрация) 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 (рН < 6,5). Для поверхностных вод, содержащих небольшие количества двуокиси углерода, характерна щелочная реакция (рН > 7,5). Изменения рН 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 (рН) 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. рН воды шахт и рудников достигает иногда единицы, а содовых озёр и термальных источников – десяти.

Органический углерод ($C_{орг}$). 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 $C_{орг}$ 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 $C_{орг}$ 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.).

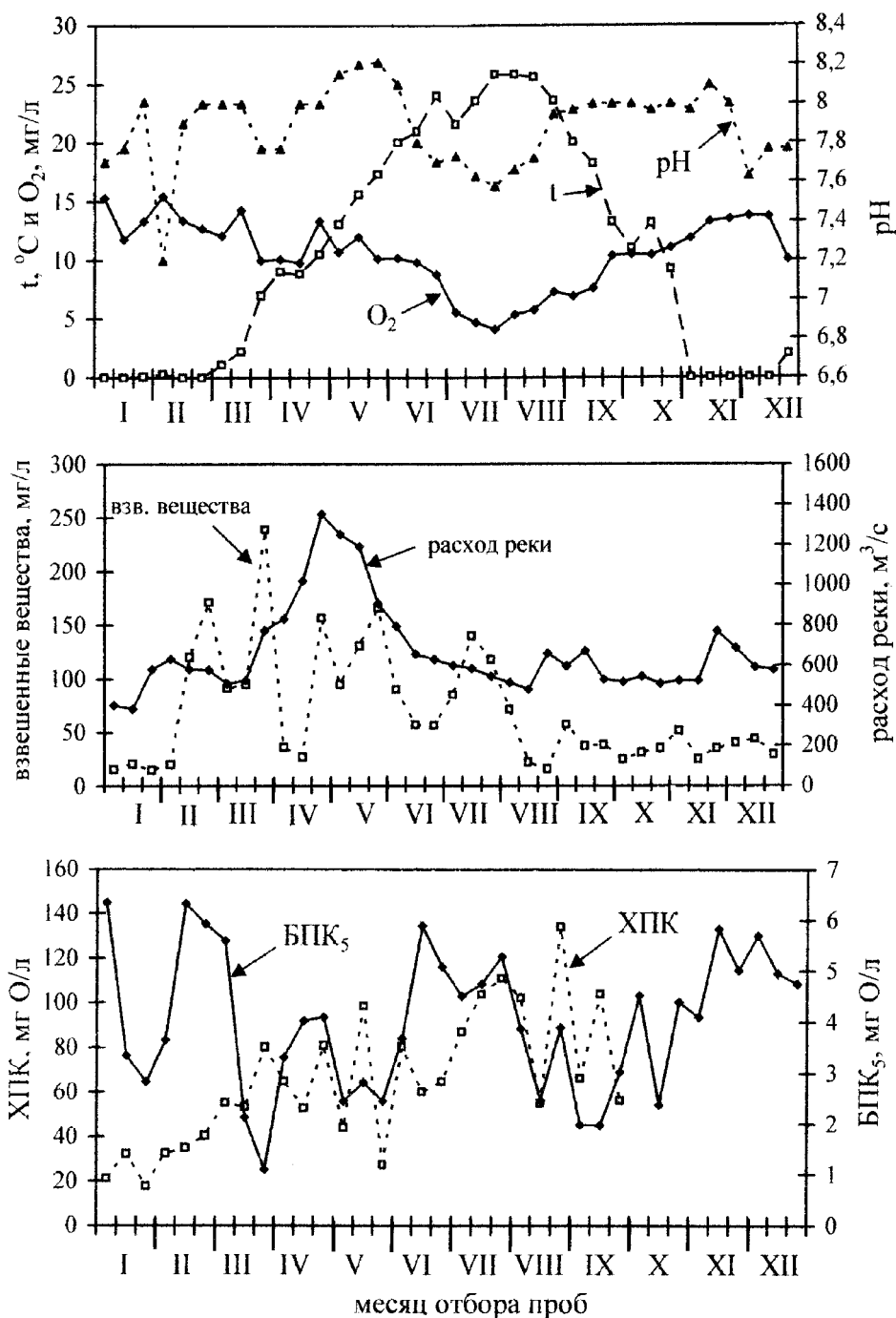


Рис. 1. Сезонный ход гидрохимических параметров в воде реки Дон.

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 P/л , в загрязнённых водах она может достигать нескольких мг P/л .

Задание к практической работе № 1

Проанализировать сезонный ход гидрохимических параметров в воде р. Дон, водозабор г. Ростов-Н/Д (рис. 1): 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 № 2

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПО ИНДЕКСУ
ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОДЫ (ИЗВ₆)**

Для оценки загрязнения крупных водных объектов очень широко используется такой интегральный показатель как *индекс загрязнённости воды* (ИЗВ₆), который рассчитывается как сумма приведённых к ПДК фактических значений шести основных показателей качества воды:

$$\text{ИЗВ}_6 = \frac{(\sum C_i / \text{ПДК}_i)}{6}$$

где C_i – концентрация загрязняющего вещества, мг/л; ПДК_i – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества, мг/л.

Классификация качества поверхностных вод по значению ИЗВ₆ производится согласно табл. 1.

Таблица 1 – Классификация качества поверхностных вод по ИЗВ₆

Величина ИЗВ ₆	Описание класса	Класс чистоты воды
Менее или равно 0,3	Очень чистая вода	I
Более 0,3 до 1,0	Чистая	II
Более 1,0 до 2,5	Умеренно-загрязнённая	III
Более 2,5 до 4,0	Загрязнённая	IV
Более 4,0 до 6,0	Грязная	V
Более 6,0 до 10,0	Очень грязная	VI
Более 10,0	Чрезвычайно грязная	VII

Ход работы.

1. В начале подсчитывается отношение $C_i/\text{ПДК}_i$ для каждого ингредиента и показателя в каждом створе (без учёта O_2 , БПК₅ и минерализации).

2. По вышеприведённой формуле рассчитывают ИЗВ₆ в каждом пункте наблюдения. Для этого рассчитывают среднее арифметическое шести наибольших значений отношения $C_i/\text{ПДК}_i$.

3. По значению ИЗВ₆ согласно таблице 1 по семибалльной шкале определяют класс чистоты воды для всех станций опробования.

Задание к практической работе № 2

1. Рассчитайте комплексный индекс загрязнения воды (ИЗВ₆) для всех станций опробования (табл. 2)

2. Установите класс чистоты (по ИЗВ₆) для каждой станции отбора проб.

3. Дайте сравнительную характеристику степени загрязнения воды станций опробования. Выделить самые загрязнённые и самые чистые участки, с указанием перечня приоритетных загрязнителей каждой станции опробования.

4. Какие источники могут определять высокие уровни загрязнения воды в рассматриваемых створах?

5. Дайте характеристику вод каждой станции опробования по минерализации, содержанию O_2 , БПК₅ и биогенных элементов.

Практическая работа № 3
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 А).

Пример расчета

Исходная информация. По результатам химического анализа воды реки *P* в створе *A* за 1997 г. необходимо дать комплексную оценку степени ее загрязнённости. 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 загрязнённости воды K рассчитывается по результатам химического анализа каждой пробы воды. Полученный при этом вариационный ряд значений K характеризует исследуемый период наблюдений за состоянием загрязнённости 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 ($N_{fj} = 16$). По 10-ти из них наблюдались превышения ПДК ($N'_{fj} = 10$). Следовательно, $K_{fj} = 10/16 \cdot 100 \% = 62,5 \%$.

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

* РД 52.24.643-2002. Емельянова, Лобченко, 2002.

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 3 – 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_{ff})	Количество ингредиентов, содержание которых выше ПДК (N'_{ff})	Коэффициент комплексности загрязненности воды, K_{ff} %
	БПК ₅	O ₂	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe _{общ}	N _{NO3-}	N _{NO2-}	N _{NH4+}	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 4 – 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_{β_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
N _{NO3-}	10	-	-	-	-	-	-	-
N _{NO2-}	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 + 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
N _{NH4+}	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 + 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; 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 загрязненности. 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 загрязненности воды с помощью K показал, что для оценки степени загрязненности воды реки в этом створе целесообразно использовать комплексный метод ($K \geq 10$), учитывающий одновременно всю совокупность загрязняющих воду веществ.

2. *Пример расчета комбинаторного индекса загрязненности 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 загрязненности 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 4 заносят данные по числу определений. По растворенному в воде кислороду их 12, по БПК₅ воды – 11 и т. д.

В графу 3 таблицы 4 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. 5 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:

$$\beta_{БПК_5} = (1,6 + 1,3 + 1,7 + 1,6 + 1,8 + 2,6 + 2,3 + 3,8 + 1,0) / 9 = 1,97 \text{ мг О}_2/\text{дм}^3;$$

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

Таблица 5 – Классификация водных объектов по повторяемости случаев загрязненности

Повторяемость, %	Характеристика загрязненности 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: $S_{\text{БПК5}} = 1,97$; $S_{\text{βNO}_2} = 3,16$ и т. д. Определение S_{β_i} , как и определение S_{α_i} , проводят с учетом линейной интерполяции. Например: $\beta_{\text{NO}_2} = 16,3$. Согласно табл. 6, 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 6 – Классификация воды водных объектов по кратности превышения ПДК

Кратность превышения ПДК	Характеристика уровня загрязнённости воды	Частный оценочный балл по кратности превышения ПДК S_{β_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/дм³.

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

$$S_{\text{БПК5}} = S_{\alpha_{\text{БПК5}}} \cdot S_{\beta_{\text{БПК5}}} = 4 \cdot 1,97 = 7,88; S_{\text{NO}_2} = S_{\alpha_{\text{NO}_2}} \cdot S_{\beta_{\text{NO}_2}} = 4 \cdot 3,16 = 12,6 \text{ и т.д.}$$

Значения обобщённого оценочного балла помещают в графу 9 таблицы 4.

Значения *комбинаторного индекса загрязнённости воды* S_A в створе A определяют как сумму обобщённых 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 обобщённых 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 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 – 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 ($S_a = 4$). 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 загрязнённости. 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 загрязнённости 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 № 4

МЕТОД ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ПРЭСНОВОДНЫХ 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 загрязненности, можно оценить используя различные способы оценки изменений в развитии отдельных сообществ водных организмов.

* РД 52.24.565 – 96. Брызгалов и др., 1999.

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 загрязненности 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 2 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.

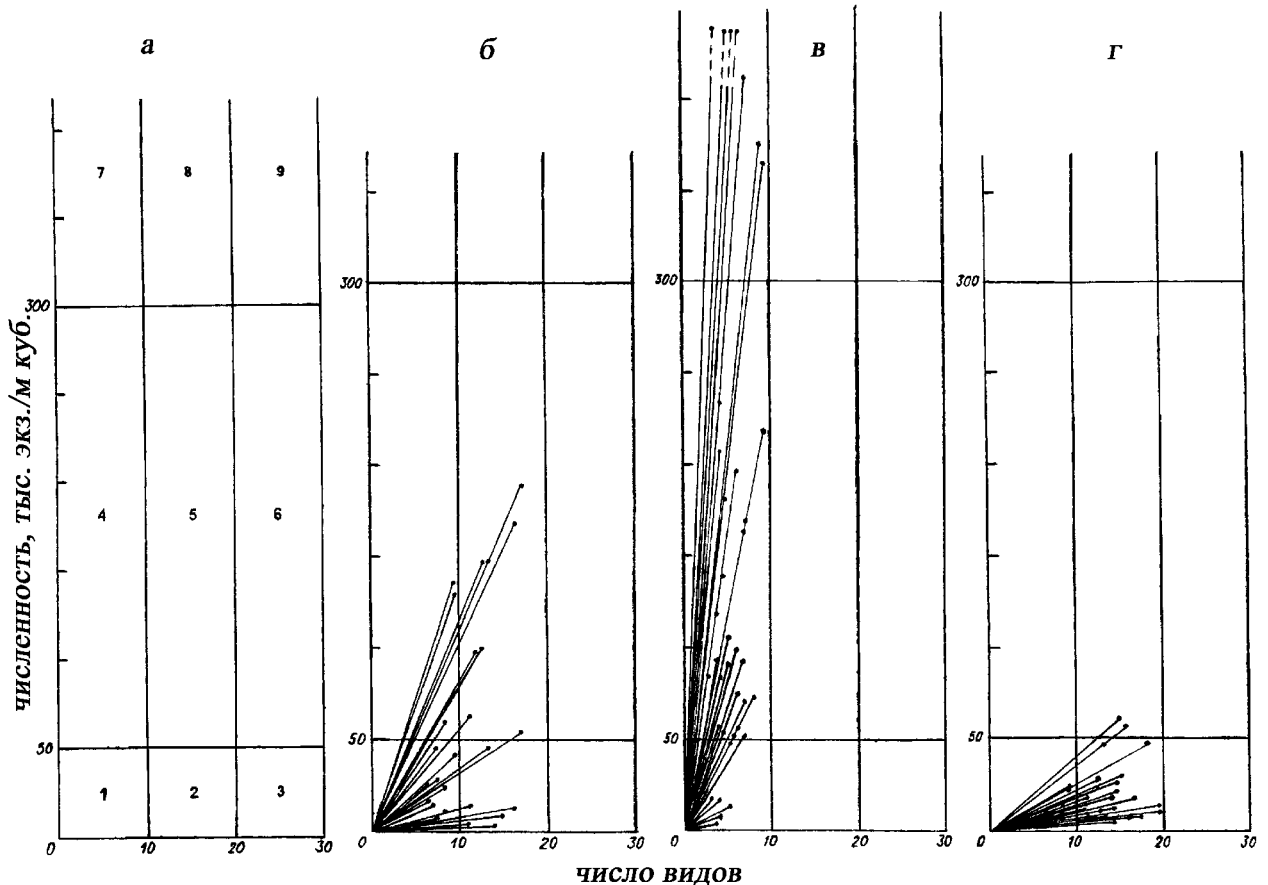


Рис. 2. Расположение зон в плоскости координат (а) и вееров векторов для Волгоградского (б), Шерубайнуринского (в) водохранилищ и озера Валдай (г).

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 2а). 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. Оценка состояния экосистемы проводят следующим образом.

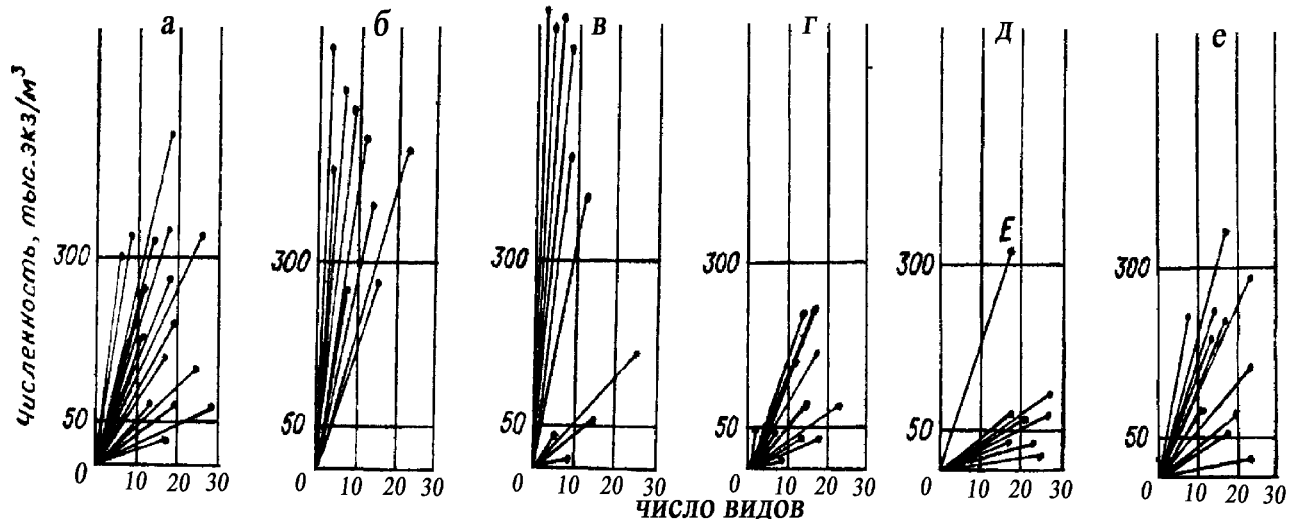
1. Векторы, расположенные в центральной части графика между 30 и 60°, характеризуют оптимальное для развития экосистемы состояние, когда сохраняются средняя численность и среднее число видов. Кратковременный сдвиг в одну или другую сторону вполне допустим. Это выход сообщества из варианта оптимального 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. 3).



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.

Рис. 3. Варианты формирования веера векторов

1. Веер векторов, занимающий практически всю декартовую плоскость графика (рис. 3а), 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. Ярко 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. 3б).

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. 3в). Напряжение системы высокое, стремящееся к пределу компенсационных возможностей.

4. Веер с короткими векторами с тенденцией приближения к оси абсцисс (рис. 3 *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. 3*г*).

5. Характер геометрического расположения векторов на рисунке 3*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 *Е*).

6. Геометрическое расположение веера в декартовой плоскости на рис. 3*е* (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.

Задание к практической работе № 4

В соответствие с выше изложенным методом студентам предлагается оценить экологическое состояние экосистем Волгоградского (рис. 2*б*) и Шерубайнуринского (рис. 2*в*) водохранилищ и озера Валдай (рис. 2*г*), интерпретировать результаты исследований.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К РАЗДЕЛУ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ
ВОД

Практическая работа № 2

Комплексная оценка качества поверхностных вод по индексу загрязнённости воды (ИЗВ)

Вариант 1

Ингредиенты, мг/л	ст.1, р. Дон, ст. Казанская	ст.2, Дон, ниже Цимлянского вдхр.	ст.3, р. Дон, г. Аксай	ст.4, р. Дон, г. Ростов-н/Д	ст.5, р. Дон, 1 км ниже р.Темерник	ст.6, р. Сев. Донец	ст.7, р. Тузлов, Новочеркасск
O ₂ , мг O ₂ /л	11,5	8,5	7,5	7,1	6,9	11,0	8,7
%	109	64	74	80	65	101	75
БПК ₅ , мгO ₂ /л	5,4	3,07	5,7	7,4	6,9	10,3	6,5
Кальций (Ca ²⁺)	60,3	40,9	84,6	102,2	109,4	144	202,4
Магний (Mg ²⁺)	23,1	26,5	54,9	47,7	40,4	42,2	118,2
Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	56,3	84,0	576,8	256,1	134,5	318,6	1296
Хлорид ион (Cl ⁻)	48,6	28,5	180,0	215,2	207,4	259,1	330
Минерализация	504,4	433,2	1370	908,0	887,4	1306	2716
Азот аммиачный (NH ₄ ⁺)	0,18	0,1	0,30	0,80	0,90	0,14	0,08
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	0,029	0,02	0,48	0,165	0,13	0,146	0,015
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	1,24	0,46	8,10	9,32	10,30	2,12	3,05
Фенолы	0,002	0,003	0,001	0,002	0,010	0,007	0,004
Нефтепродукты	0,085	0,07	0,08	0,03	0,08	0,05	0,02
СПАВ	0,08	0,17	0,19	0,14	0,07	0,28	0,19
Железо общее	0,55	0,49	0,65	0,97	1,26	0,40	0,41
Медь (Cu ²⁺)	0,008	0,003	0,020	0,002	0,016	0,012	0,004
Цинк (Zn ²⁺)	0,02	0,02	0,03	0,07	0,06	0,02	0,03
Пестициды	0,0001	0,0004	0,0004	н/об	0,0005	0,0004	0,0001
Хром (Cr ⁶⁺)	0,001	0,001	0,003	н/об	0,001	н/об	0,001
Фтор (F ⁻)	н/об	0,30	2,30	2,20	1,5	0,02	0,24

Вариант 2

Ингредиенты, мг/л	Ст.1	Ст.2	Ст.3	Ст.4	Ст.5	Ст.6	Ст.7
О ₂ , мг О ₂ /л	<u>10,5</u>	<u>9,5</u>	<u>8,5</u>	<u>9,1</u>	<u>7,9</u>	<u>10,0</u>	<u>7,7</u>
%	101	74	79	90	75	91	70
БПК ₅ , мгО ₂ /л	4,4	5,07	6,7	6,4	8,9	9,3	4,5
Кальций (Ca ²⁺)	80,3	50,9	74,6	202,2	209,4	144	202,4
Магний (Mg ²⁺)	43,1	46,5	64,9	57,7	40,4	82,2	118,2
Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	46,3	84,0	576,8	356,1	104,5	318,6	1400
Хлорид ион (Cl ⁻)	38,6	28,5	180,0	215,2	207,4	209,1	300
Минерализация	504,4	433,2	1370	908,0	887,4	1306	2716
Азот аммиачный (NH ₄ ⁺)	0,28	0,19	0,30	0,80	1,20	0,14	0,02
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	0,01	0,02	0,48	0,165	1,13	0,146	0,025
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	1,24	0,46	2,1	0,33	11,31	2,1	3,0
Фенолы	0,002	0,003	0,001	0,002	0,010	0,007	0,001
Нефтепродукты	0,085	0,07	0,08	0,03	0,08	0,05	0,02
СПАВ	0,18	0,27	0,29	1,14	1,06	0,28	0,19
Железо общее	0,55	0,4	2,7	0,9	1,2	0,20	0,41
Медь (Cu ²⁺)	0,002	0,003	0,020	0,002	0,019	0,012	0,004
Цинк (Zn ²⁺)	0,02	0,03	0,05	0,07	0,06	0,02	0,03
Пестициды	0,0001	0,0004	0,0004	0,0020	0,0005	0,0004	0,0005
Хром (Cr ⁶⁺)	н/об	н/об	0,003	н/об	0,005	0,001	0,003
Фтор (F ⁻)	н/об	н/об	2,10	1,60	2,50	н/об	0,14

Вариант 3

Ингредиенты, мг/л	Ст.1	Ст.2	Ст.3	Ст.4	Ст.5	Ст.6	Ст.7
О ₂ , мг О ₂ /л	<u>12,5</u>	<u>8,5</u>	<u>6,5</u>	<u>8,5</u>	<u>6,2</u>	<u>12,0</u>	<u>8,7</u>
%	121	71	69	85	70	105	77
БПК ₅ , мгО ₂ /л	3,4	4,07	6,2	6,0	7,9	8,3	2,5
Кальций (Ca ²⁺)	75,1	40,9	74,6	102,2	109,4	144	202,4
Магний (Mg ²⁺)	63,1	26,5	64,9	47,7	40,4	42,2	138,2
Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	36,3	84,0	506,8	306,1	204,5	368,6	1225
Хлорид ион (Cl ⁻)	48,6	28,5	120,0	215,2	207,4	249,1	350
Минерализация	504,4	433,2	1370	908,0	887,4	1306	2716
Азот аммиачный (NH ₄ ⁺)	0,28	0,1	0,30	0,80	0,80	0,14	0,02
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	0,02	0,02	0,48	0,165	1,0	0,146	0,025
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	1,04	0,36	2,1	0,33	2,31	0,1	0,2
Фенолы	0,002	0,006	0,004	0,002	0,010	0,004	0,001
Нефтепродукты	0,085	0,07	0,10	0,13	0,18	0,05	0,02
СПАВ	0,08	0,17	0,19	0,19	0,08	0,28	0,1
Железо общее	0,55	0,4	3,8	0,9	1,2	0,20	0,41
Медь (Cu ²⁺)	0,004	0,005	0,020	0,002	н/об	0,012	0,001
Цинк (Zn ²⁺)	0,02	н/об	0,05	0,07	0,06	0,02	0,08
Пестициды	0,0008	0,0004	0,0004	0,0005	0,0001	0,0003	0,0010
Хром (Cr ⁶⁺)	н/об	н/об	0,003	н/об	0,004	0,002	н/об
Фтор (F ⁻)	0,35	н/об	4,13	3,15	н/об	2,5	0,44

Вариант 4

Ингредиенты, мг/л	Ст.1	Ст.2	Ст.3	Ст.4	Ст.5	Ст.6	Ст.7
O ₂ , мг O ₂ /л	<u>10,0</u>	<u>8,3</u>	<u>6,8</u>	<u>7,0</u>	<u>5,0</u>	<u>11,1</u>	<u>8,0</u>
%	112	73	71	74	59	115	73
БПК ₅ , мгO ₂ /л	5,4	1,07	5,2	7,0	9,9	12,3	4,5
Кальций (Ca ²⁺)	85,1	40,9	84,6	92,2	100,4	134	178,4
Магний (Mg ²⁺)	53,1	26,5	54,9	40,7	50,4	40,2	108,2
Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	36,3	74,0	456,8	300,1	200,5	370,6	1198
Хлорид ион (Cl ⁻)	38,6	28,5	130,0	205,2	207,4	259,1	306
Минерализация	504,4	433,2	1370	908,0	887,4	1306	2716
Азот аммиачный (NH ₄ ⁺)	0,18	0,2	0,30	0,80	0,60	0,15	0,04
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	0,03	0,02	0,48	0,165	1,0	0,196	0,015
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	0,34	0,36	1,2	1,33	2,0	0,5	0,2
Фенолы	0,002	0,004	0,005	0,001	0,021	0,002	0,003
Нефтепродукты	0,035	0,07	0,10	0,15	0,29	0,05	0,02
СПАВ	0,07	0,17	0,19	0,19	0,08	0,22	0,2
Железо общее	0,50	0,4	1,9	1,0	1,2	0,20	0,51
Медь (Cu ²⁺)	0,001	0,003	0,020	0,003	н/об	0,012	0,002
Цинк (Zn ²⁺)	0,02	н/об	0,05	0,07	0,06	0,02	0,08
Пестициды	0,0006	0,0004	0,0004	0,0002	0,0001	0,0003	0,004
Хром (Cr ⁶⁺)	н/об	н/об	0,003	н/об	0,005	н/об	н/об
Фтор (F ⁻)	н/об	н/об	2,60	3,15	3,60	н/об	0,44

Вариант 5

Ингредиенты, мг/л	Ст.1	Ст.2	Ст.3	Ст.4	Ст.5	Ст.6	Ст.7
O ₂ , мг O ₂ /л	<u>11,2</u>	<u>8,2</u>	<u>6,4</u>	<u>6,8</u>	<u>5,6</u>	<u>10,1</u>	<u>7,0</u>
%	115	71	70	69	57	105	63
БПК ₅ , мгO ₂ /л	5,4	1,07	6,2	7,5	8,9	10,3	5,5
Кальций (Ca ²⁺)	95,1	40,9	84,6	92,2	100,4	134	158,4
Магний (Mg ²⁺)	52,1	26,5	54,9	40,7	50,4	40,2	128,2
Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	36,3	74,0	456,8	300,1	200,5	370,6	1098
Хлорид ион (Cl ⁻)	58,6	38,5	120,0	205,2	207,4	259,1	316
Минерализация	326,0	433,2	1370	908,0	887,4	1306	2716
Азот аммиачный (NH ₄ ⁺)	0,18	0,2	0,30	0,80	0,60	0,15	0,01
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	0,03	0,02	0,48	0,155	1,1	0,176	0,005
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	0,34	0,36	1,2	1,33	2,3	0,5	0,2
Фенолы	0,002	0,002	0,005	0,002	0,020	0,002	0,003
Нефтепродукты	0,035	0,07	0,10	0,15	0,29	0,05	0,02
СПАВ	0,07	0,27	0,19	0,19	0,08	0,22	0,2
Железо общее	0,50	0,5	1,0	1,0	1,2	0,20	0,51
Медь (Cu ²⁺)	0,001	0,003	0,020	0,003	0,250	0,012	0,002
Цинк (Zn ²⁺)	0,02	0,09	0,05	0,07	0,06	0,02	0,08
Пестициды	н/об	0,0004	0,0004	0,0013	0,0001	0,0003	0,0002
Хром (Cr ⁶⁺)	0,001	н/об	0,003	н/об	0,008	н/об	0,006
Фтор (F ⁻)	0,39	н/об	0,13	6,5	7,8	н/об	0,44

Вариант 6

Ингредиенты, мг/л	Ст.1	Ст.2	Ст.3	Ст.4	Ст.5	Ст.6	Ст.7
O ₂ , мг O ₂ /л	<u>9,9</u>	<u>8,1</u>	<u>6,6</u>	<u>6,8</u>	<u>5,6</u>	<u>10,8</u>	<u>7,1</u>
%	100	70	71	69	57	115	65
БПК ₅ , мгO ₂ /л	5,4	1,07	6,2	7,5	8,9	10,3	5,5
Кальций (Ca ²⁺)	95,1	40,9	84,6	92,2	110,4	136	158,4
Магний (Mg ²⁺)	56,1	26,5	54,9	40,7	50,4	44,2	128,2
Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	38,3	75,0	466,8	310,1	200,5	370,6	1098
Хлорид ион (Cl ⁻)	58,6	37,5	110,0	215,2	207,4	259,1	316
Минерализация	428,3	433,2	1370	808,0	887,4	1306	2526,2
Азот аммиачный (NH ₄ ⁺)	0,28	0,2	0,30	0,80	0,60	0,15	0,01
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	0,05	0,02	0,48	0,158	1,0	0,186	0,004
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	0,40	0,30	1,1	1,43	2,1	0,8	0,1
Фенолы	0,002	0,002	0,005	0,002	0,020	0,002	0,003
Нефтепродукты	0,035	0,07	0,10	0,16	0,29	0,05	0,02
СПАВ	0,07	0,27	0,19	0,19	0,08	0,22	0,2
Железо общее	0,50	0,5	0,5	1,0	1,9	0,20	0,51
Медь (Cu ²⁺)	0,001	0,003	0,020	0,003	0,005	0,012	0,002
Цинк (Zn ²⁺)	0,02	н/об	0,05	0,16	0,09	0,02	0,08
Пестициды	0,0098	0,0002	0,0003	0,0012	0,0001	0,0001	0,0010
Хром (Cr ⁶⁺)	0,007	н/об	0,003	0,0010	0,0008	0,0001	0,0005
Фтор (F ⁻)	1,5	н/об	0,13	1,2	0,52	0,05	0,44

Вариант 7

Ингредиенты, мг/л	Ст.1	Ст.2	Ст.3	Ст.4	Ст.5	Ст.6	Ст.7
O ₂ , мг O ₂ /л	<u>9,9</u>	<u>8,5</u>	<u>6,6</u>	<u>6,9</u>	<u>5,9</u>	<u>10,4</u>	<u>7,5</u>
%	100	73	74	69	59	105	71
БПК ₅ , мгO ₂ /л	5,4	1,07	6,2	7,5	8,9	10,3	5,6
Кальций (Ca ²⁺)	85,1	41,9	84,6	92,2	110,4	136	158,4
Магний (Mg ²⁺)	56,1	26,5	54,9	40,7	50,4	44,2	128,2
Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	38,3	75,0	466,8	310,1	200,5	370,6	1098
Хлорид ион (Cl ⁻)	54,3	37,5	110,0	215,2	207,4	259,1	316
Минерализация	514,4	433,2	1370	908,0	887,4	1306	2716
Азот аммиачный (NH ₄ ⁺)	0,98	0,52	1,30	1,80	2,60	0,46	0,11
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	0,05	0,02	0,48	0,158	1,0	0,186	0,004
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	0,40	0,30	1,1	1,43	2,1	0,8	0,1
Фенолы	0,002	0,004	0,005	0,008	0,017	0,001	0,007
Нефтепродукты	0,07	0,09	0,10	0,14	0,29	0,05	0,02
СПАВ	0,07	0,27	0,19	0,17	0,08	0,22	0,3
Железо общее	0,50	0,5	1,5	1,0	1,2	0,20	0,51
Медь (Cu ²⁺)	0,001	0,002	0,024	0,002	0,009	0,012	0,003
Цинк (Zn ²⁺)	0,02	0,03	0,05	0,06	0,06	0,02	0,04
Пестициды	0,0005	0,0002	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0004
Хром (Cr ⁶⁺)	н/об	н/об	0,003	0,002	0,005	н/об	н/об
Фтор (F ⁻)	0,12	0,23	0,13	2,30	1,70	н/об	0,44

Вариант 8

Ингредиенты, мг/л	Ст.1	Ст.2	Ст.3	Ст.4	Ст.5	Ст.6	Ст.7
O ₂ , мг O ₂ /л	<u>8,9</u>	<u>8,0</u>	<u>7,6</u>	<u>6,4</u>	<u>6,0</u>	<u>11,4</u>	<u>7,2</u>
%	90	70	77	63	60	103	73
БПК ₅ , мгO ₂ /л	4,4	1,67	6,7	7,8	9,9	9,3	4,6
Кальций (Ca ²⁺)	85,1	41,9	84,6	92,2	110,4	136	148,4
Магний (Mg ²⁺)	76,1	26,5	54,9	40,7	50,4	44,2	120,2
Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	28,3	75,0	466,8	310,1	200,5	370,6	1098
Хлорид ион (Cl ⁻)	54,3	37,5	110,0	215,2	207,4	259,1	316
Минерализация	329,7	358,3	1370	908,0	854,6	1298,0	2169,0
Азот аммиачный (NH ₄ ⁺)	0,28	0,3	0,30	0,80	0,65	0,15	0,05
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	0,050	0,023	0,087	0,485	0,941	0,086	0,003
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	9,40	10,30	11,10	11,30	12,10	9,80	10,10
Фенолы	0,001	0,001	0,003	0,002	0,020	0,001	0,002
Нефтепродукты	0,045	0,09	0,12	0,14	0,29	0,06	0,02
СПАВ	0,08	0,27	0,19	0,14	0,07	0,22	0,3
Железо общее	0,49	0,5	1	1,0	1,2	0,20	0,51
Медь (Cu ²⁺)	0,001	0,002	0,004	0,009	0,010	0,003	0,002
Цинк (Zn ²⁺)	0,01	0,03	0,05	0,10	0,24	0,02	0,02
Пестициды	0,0001	0,0001	0,0003	0,0003	0,0001	0,0001	0,0004
Хром (Cr ⁶⁺)	н/об	0,004	0,003	н/об	0,002	н/об	н/об
Фтор (F ⁻)	0,63	0,21	0,13	0,98	1,60	2,30	0,44

Вариант 9

Ингредиенты, мг/л	Ст.1	Ст.2	Ст.3	Ст.4	Ст.5	Ст.6	Ст.7
O ₂ , мг O ₂ /л	<u>9,9</u>	<u>8,3</u>	<u>7,6</u>	<u>6,6</u>	<u>5,2</u>	<u>11,5</u>	<u>7,9</u>
%	100	71	77	65	53	107	75
БПК ₅ , мгO ₂ /л	4,4	1,67	6,7	7,8	9,9	9,3	4,6
Кальций (Ca ²⁺)	65,1	41,9	84,6	72,2	110,4	146	128,4
Магний (Mg ²⁺)	56,1	46,5	49,8	75,4	84,3	44,1	120,6
Сульфат ион (SO ₄ ²⁻)	48,3	75,0	466,8	310,1	200,5	370,6	1098
Хлорид ион (Cl ⁻)	54,3	37,5	110,0	215,2	354,0	359,1	398,0
Минерализация	487,0	433,2	1370	908,0	887,4	1306	2716
Азот аммиачный (NH ₄ ⁺)	0,28	0,3	0,30	0,80	0,65	0,15	0,05
Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	0,05	0,02	0,48	0,158	1,0	0,186	0,004
Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	0,45	0,30	1,5	2,43	5,1	0,8	0,1
Фенолы	0,001	0,001	0,001	0,002	0,020	0,001	0,002
Нефтепродукты	0,04	0,08	0,10	0,23	0,25	0,15	0,09
СПАВ	0,10	0,29	0,42	0,47	0,52	0,15	0,16
Железо общее	0,5	0,5	0,80	1,05	2,4	0,21	0,50
Медь (Cu ²⁺)	0,001	0,002	0,024	0,002	0,015	0,013	0,003
Цинк (Zn ²⁺)	0,01	0,03	0,05	0,06	0,06	0,02	0,04
Пестициды	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003	0,0001	0,0005
Хром (Cr ⁶⁺)	н/об	0,005	0,003	н/об	0,001	н/об	0,003
Фтор (F ⁻)	0,23	0,53	0,13	0,34	0,75	н/об	0,44

Практическая работа № 3

Комплексная оценка степени загрязнённости воды по удельному комбинаторному индексу загрязнённости воды

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

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

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ К РАЗДЕЛУ МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Практическая работа № 1*Определение запылённости воздуха*

Варианты	$M, \text{ мг/м}^3$	$V_t, \text{ м}^3$	$t, \text{ }^\circ\text{C}$	$p, \text{ гПа}$
1	3	2	1	1010
2	4	3	2	1011
3	5	4	3	1012
4	6	5	4	1013
5	7	6	5	1014
6	8	7	6	1015
7	9	8	7	1016
8	10	9	8	1017
9	11	10	9	1018
10	12	11	10	1019
11	13	12	11	1020
12	14	13	12	1021
13	15	14	13	1022
14	3	15	14	1023
15	4	16	15	1024
16	5	17	16	1025
17	6	18	17	1026
18	7	19	18	1027
19	8	20	19	1028
20	9	21	20	1029
21	10	22	21	1030
22	11	23	22	1020
23	12	2	23	1021
24	13	3	24	1022
25	14	4	25	1023

Практическая работа № 3

Методика расчёта комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) Вариант 1

Средняя концентрация примесей в воздухе, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Средняя концентрация примесей в г. Таганрог	Средняя концентрация примесей в г. Азов	Средняя концентрация примесей в г. Волжский	Средняя концентрация примесей в г. Ростов
Пыль	0,15	3	0,1	0,09	0,1	0,4
Двуокись серы	0,05	2	0,01	0,08	0,02	0,01
Двуокись азота	0,04	2	0,07	0,01	0,07	0,03
Окись азота	0,06	3	0,05	0,03	0,04	0,06
Бензо(α)пирен	0,001	1	0,003	0,001	0,002	0,004
Сероуглерод	0,005	2	0,006	0,001	0,01	0,01
Аммиак	0,04	4	0,01	0,02	0,04	0,03
Формальдегид	0,003	2	0,002	0,006	0,01	0,08
Сажа	0,05	3	0,05	0,02	0,01	0,2
Фтористый водород	0,005	3	0,004	0,006	0,005	0,008

Вариант 2

Средняя концентрация примесей в воздухе, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Средняя концентрация примесей в г. Таганрог	Средняя концентрация примесей в г. Азов	Средняя концентрация примесей в г. Волжский	Средняя концентрация примесей в г. Ростов
Пыль	0,15	3	0,2	0,1	0,2	0,5
Двуокись серы	0,05	2	0,02	0,09	0,03	0,02
Двуокись азота	0,04	2	0,08	0,02	0,08	0,04
Окись азота	0,06	3	0,06	0,04	0,05	0,07
Бензо(α)пирен	0,001	1	0,004	0,002	0,003	0,005
Сероуглерод	0,005	2	0,007	0,002	0,02	0,02
Аммиак	0,04	4	0,02	0,03	0,05	0,04
Формальдегид	0,003	2	0,003	0,007	0,02	0,09
Сажа	0,05	3	0,06	0,03	0,02	0,3
Фтористый водород	0,005	3	0,005	0,007	0,006	0,009

Вариант 3

Средняя концентрация примесей в воздухе, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Средняя концентрация примесей в г. Таганрог	Средняя концентрация примесей в г. Азов	Средняя концентрация примесей в г. Волжский	Средняя концентрация примесей в г. Ростов
Пыль	0,15	3	0,3	0,11	0,3	0,6
Двуокись серы	0,05	2	0,03	0,1	0,04	0,03
Двуокись азота	0,04	2	0,09	0,03	0,09	0,05
Окись азота	0,06	3	0,07	0,05	0,06	0,08
Бензо(α)пирен	0,001	1	0,005	0,003	0,004	0,006
Сероуглерод	0,005	2	0,008	0,003	0,03	0,02
Аммиак	0,04	4	0,03	0,04	0,06	0,05
Формальдегид	0,003	2	0,004	0,008	0,03	0,1
Сажа	0,05	3	0,07	0,04	0,03	0,4
Фтористый водород	0,005	3	0,006	0,008	0,007	0,01

Вариант 4

Средняя концентрация примесей в воздухе, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Средняя концентрация примесей в г. Таганрог	Средняя концентрация примесей в г. Азов	Средняя концентрация примесей в г. Волжский	Средняя концентрация примесей в г. Ростов
Пыль	0,15	3	0,4	0,12	0,4	0,7
Двуокись серы	0,05	2	0,04	0,11	0,05	0,04
Двуокись азота	0,04	2	0,1	0,04	0,1	0,06
Окись азота	0,06	3	0,08	0,07	0,07	0,09
Бензо(α)пирен	0,001	1	0,006	0,004	0,005	0,007
Сероуглерод	0,005	2	0,009	0,004	0,04	0,02
Аммиак	0,04	4	0,04	0,05	0,07	0,06
Формальдегид	0,003	2	0,005	0,009	0,04	0,11
Сажа	0,05	3	0,08	0,05	0,04	0,5
Фтористый водород	0,005	3	0,007	0,009	0,008	0,011

Вариант 5

Средняя концентрация примесей в воздухе, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Средняя концентрация примесей в г. Таганрог	Средняя концентрация примесей в г. Азов	Средняя концентрация примесей в г. Волжский	Средняя концентрация примесей в г. Ростов
Пыль	0,15	3	0,5	0,13	0,5	0,8
Двуокись серы	0,05	2	0,05	0,12	0,06	0,05
Двуокись азота	0,04	2	0,11	0,05	0,11	0,07
Окись азота	0,06	3	0,09	0,07	0,08	0,1
Бензо(α)пирен	0,001	1	0,007	0,005	0,006	0,008
Сероуглерод	0,005	2	0,01	0,005	0,05	0,04
Аммиак	0,04	4	0,05	0,06	0,08	0,07
Формальдегид	0,003	2	0,006	0,01	0,05	0,12
Сажа	0,05	3	0,09	0,06	0,05	0,6
Фтористый водород	0,005	3	0,008	0,01	0,008	0,012

Вариант 6

Средняя концентрация примесей в воздухе, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Средняя концентрация примесей в г. Таганрог	Средняя концентрация примесей в г. Азов	Средняя концентрация примесей в г. Волжский	Средняя концентрация примесей в г. Ростов
Пыль	0,15	3	0,09	0,08	0,09	0,3
Двуокись серы	0,05	2	0,009	0,07	0,01	0,009
Двуокись азота	0,04	2	0,06	0,009	0,06	0,02
Окись азота	0,06	3	0,04	0,02	0,03	0,05
Бензо(α)пирен	0,001	1	0,002	0,002	0,001	0,003
Сероуглерод	0,005	2	0,005	0,005	0,009	0,02
Аммиак	0,04	4	0,009	0,01	0,03	0,02
Формальдегид	0,003	2	0,001	0,005	0,009	0,07
Сажа	0,05	3	0,04	0,01	0,009	0,1
Фтористый водород	0,005	3	0,003	0,005	0,004	0,007

Вариант 7

Средняя концентрация примесей в воздухе, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Средняя концентрация примесей в г. Таганрог	Средняя концентрация примесей в г. Азов	Средняя концентрация примесей в г. Волжский	Средняя концентрация примесей в г. Ростов
Пыль	0,15	3	0,08	0,07	0,08	0,2
Двуокись серы	0,05	2	0,008	0,06	0,007	0,007
Двуокись азота	0,04	2	0,05	0,008	0,05	0,01
Окись азота	0,06	3	0,03	0,01	0,02	0,03
Бензо(α)пирен	0,001	1	0,001	0,002	0,001	0,001
Сероуглерод	0,005	2	0,004	0,002	0,008	0,03
Аммиак	0,04	4	0,008	0,01	0,02	0,01
Формальдегид	0,003	2	0,001	0,004	0,01	0,05
Сажа	0,05	3	0,03	0,01	0,01	0,1
Фтористый водород	0,005	3	0,002	0,004	0,003	0,005

Вариант 8

Средняя концентрация примесей в воздухе, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Средняя концентрация примесей в г. Таганрог	Средняя концентрация примесей в г. Азов	Средняя концентрация примесей в г. Волжский	Средняя концентрация примесей в г. Ростов
Пыль	0,15	3	0,06	0,06	0,07	0,1
Двуокись серы	0,05	2	0,006	0,05	0,04	0,007
Двуокись азота	0,04	2	0,03	0,007	0,04	0,01
Окись азота	0,06	3	0,01	0,02	0,01	0,02
Бензо(α)пирен	0,001	1	0,004	0,002	0,001	0,001
Сероуглерод	0,005	2	0,002	0,002	0,007	0,05
Аммиак	0,04	4	0,007	0,02	0,01	0,01
Формальдегид	0,003	2	0,003	0,003	0,02	0,04
Сажа	0,05	3	0,02	0,03	0,04	0,3
Фтористый водород	0,005	3	0,001	0,003	0,001	0,004

Вариант 9

Средняя концентрация примесей в воздухе, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Средняя концентрация примесей в г. Таганрог	Средняя концентрация примесей в г. Азов	Средняя концентрация примесей в г. Волжский	Средняя концентрация примесей в г. Ростов
Пыль	0,15	3	0,4	0,08	0,2	0,5
Двуокись серы	0,05	2	0,05	0,09	0,01	0,02
Двуокись азота	0,04	2	0,01	0,02	0,06	0,04
Окись азота	0,06	3	0,04	0,04	0,05	0,04
Бензо(α)пирен	0,001	1	0,006	0,004	0,004	0,002
Сероуглерод	0,005	2	0,007	0,002	0,02	0,04
Аммиак	0,04	4	0,04	0,01	0,05	0,02
Формальдегид	0,003	2	0,003	0,003	0,04	0,07
Сажа	0,05	3	0,04	0,01	0,03	0,4
Фтористый водород	0,005	3	0,001	0,004	0,004	0,006

Вариант 10

Средняя концентрация примесей в воздухе, мг/м ³	Среднесуточная ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Средняя концентрация примесей в г. Таганрог	Средняя концентрация примесей в г. Азов	Средняя концентрация примесей в г. Волжский	Средняя концентрация примесей в г. Ростов
Пыль	0,15	3	0,4	0,02	0,5	0,6
Двуокись серы	0,05	2	0,06	0,01	0,01	0,02
Двуокись азота	0,04	2	0,03	0,04	0,04	0,04
Окись азота	0,06	3	0,07	0,05	0,05	0,05
Бензо(α)пирен	0,001	1	0,008	0,002	0,006	0,008
Сероуглерод	0,005	2	0,001	0,004	0,02	0,02
Аммиак	0,04	4	0,02	0,05	0,07	0,02
Формальдегид	0,003	2	0,006	0,003	0,01	0,04
Сажа	0,05	3	0,07	0,07	0,03	0,1
Фтористый водород	0,005	3	0,005	0,009	0,006	0,002

Практическая работа № 5

*Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами
автотранспорта (по концентрации СО)*

№ варианта	Продольный уклон, град.	Скорость ветра, м/с	Относительная влажность воздуха, %	Тип местности по степени аэрации	Количество автомобилей	Тип автомобиля	Тип пересечения
1	0	1	40	транспортный тоннель	300	70%- легковых авто; 10%- автобусов; 20%- легк. грузовых	нерегулируемое со снижением скорости
2	1	2	50	транспортная галерея	350	55%- легковых авто; 35%- автобусов; 10%- сред. грузовых	нерегулируемое с обязательной остановкой
3	2	3	60	магистральная улица и дорога с многоэтажной застройкой	400	60%- легковых авто; 25%- автобусов; 5%- легк. грузовых; 10%- тяж. грузовых	регулируемое светофорами, управляемое
4	3	4	70	городская улица с односторонней застройкой	450	70%- легковых авто; 15%- автобусов; 15%- легк. грузовых	регулируемое светофорами, обычное
5	4	5	80	транспортный тоннель	500	70%- легковых авто; 20%- автобусов; 10%- легк. грузовых	нерегулируемое со снижением скорости
6	5	6	90	транспортная галерея	550	60%- легковых авто; 15%- автобусов; 25%- легк. грузовых	нерегулируемое с обязательной остановкой
7	6	1	100	магистральная улица и дорога с мн. застройкой	600	55%- легковых авто; 35%- автобусов; 10%- сред. грузовых	регулируемое светофорами, управляемое
8	7	2	40	городская улица с односторонней застройкой	650	60%- легковых авто; 30%- легк. грузовых; 10%- сред. грузовых	регулируемое светофорами, обычное
9	8	3	50	транспортный тоннель	700	60%- легковых авто; 25%- автобусов; 15%- тяж. грузовых	нерегулируемое со снижением скорости
10	0	4	60	транспортная галерея	300	55%- легковых авто; 30%- легк. грузовых; 15%- сред. грузовых	нерегулируемое с обязательной остановкой
11	1	5	70	магистральная улица и дорога с мн. застройкой	350	70%- легковых авто; 10%- автобусов; 20%- легк. грузовых	регулируемое светофорами, управляемое
12	2	6	80	городская улица с односторонней застройкой	400	55%- легковых авто; 35%- автобусов; 10%- сред. грузовых	регулируемое светофорами, обычное

Окончание таблицы

№ варианта	Продольный уклон, град.	Скорость ветра, м/с	Относительная влажность воздуха, %	Тип местности по степени аэрации	Количество автомобилей	Тип автомобиля	Тип пересечения
13	3	1	90	транспортный тоннель	450	60%- легковых авто; 25%- легк. грузовых;; 15%- тяж. грузовых	нерегулируемое со снижением скорости
14	4	2	100	транспортная галерея	500	65%- легковых авто; 15%- автобусов; 20%- легк. грузовых	нерегулируемое с обязательной остановкой
15	5	3	40	магистральная улица и дорога с мн. застройкой	550	75%- легковых авто; 10%- автобусов; 15%- тяж. грузовых	регулируемое светофорами, управляемое
16	6	4	50	городская улица с односторонней застройкой	600	70%- легковых авто; 10%- автобусов; 20%- легк. грузовых	регулируемое светофорами, обычное
17	7	5	60	транспортный тоннель	650	55%- легковых авто; 35%- автобусов; 10%- сред. грузовых	нерегулируемое со снижением скорости
18	8	6	70	транспортная галерея	700	70%- легковых авто; 25%- автобусов; 5%- тяж. грузовых;	нерегулируемое с обязательной остановкой
19	0	1	80	магистральная улица и дорога с мн. застройкой	300	70%- легковых авто; 15%- легк. грузовых; 15%- сред. грузовых	регулируемое светофорами, управляемое
20	1	2	90	городская улица с односторонней застройкой	350	70%- легковых авто; 20%- автобусов; 10%- легк. грузовых;	регулируемое светофорами, обычное
21	2	3	100	транспортный тоннель	400	70%- легковых авто; 10%- автобусов; 20%- легк. грузовых	нерегулируемое со снижением скорости
22	3	4	40	транспортная галерея	450	65%- легковых авто; 30%- автобусов; 5%- сред. грузовых	нерегулируемое с обязательной остановкой
23	4	5	50	магистральная улица и дорога с мн. застройкой	500	60%- легковых авто; 25%- легк. грузовых; 15%- тяж. грузовых	регулируемое светофорами, обычное
24	5	6	60	городская улица с односторонней застройкой	550	70%- легковых авто; 15%- автобусов; 15%- сред. грузовых	регулируемое светофорами, обычное
25	6	1	70	транспортный тоннель	600	70%- легковых авто; 20%- легк. грузовых; 10%- сред. грузовых	нерегулируемое со снижением скорости