

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

Кафедра «Производственная безопасность, экология и химия»

Методические указания для выполнения практических работ по дисциплинам:
«Экология» и «Промышленная экология»

**Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных
вод по гидрохимическим показателям.
Определение удельного комбинаторного индекса загрязненности
воды (УКИЗВ) и класса качества воды**

Направление подготовки

20.03.01 «Техносферная безопасность»
19.03.01, 19.04.01 «Биотехнология»
11.03.04, 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Квалификация (степень)

Бакалавр

Форма обучения

Очная, заочная

г. Нижний Новгород 2016г.

Разработчик методических указаний для выполнения практических работ по дисциплинам: «Экология» и «Промышленная экология»

к.т.н., доцент Смирнова В.М.

Кафедра «Производственная безопасность, экология и химия»

Дата, подписи _____

Методические указания для выполнения практических работ по дисциплинам:
«Экология» и «Промышленная экология»
рассмотрены на заседании кафедры

_____ «Производственная безопасность, экология и химия»

Протокол № _____ от « ____ » _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой д.х.н., профессор Наумов В.И. _____
ученое звание, степень фамилия, инициалы

Дата, подпись _____

Методические указания для выполнения практических работ по дисциплинам:
«Экология» и «Промышленная экология»

согласованы с председателем методической комиссии по направлению
подготовки (или председателем предметной комиссии)

Доцент, к.т.н. Елькин А.Б.

дата, подпись

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Краткая характеристика состояния водных объектов Нижегородской области

Характерными загрязняющими веществами водных объектов Нижегородской области являются: медь, железо общее, марганец, нефтепродукты, цинк, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), нитритный и аммонийный азот, сульфаты, свинец.

По среднегодовым показателям 100% створов Чебоксарского водохранилища загрязнены медью, 89% створов – цинком, 84% – железом общим, 68% – легкоокисляемыми органическими веществами (БПК₅), 65 % – свинцом, 39% – азотом нитритным, 34% – азотом аммонийным, 27% – марганцем, 23% – сульфатами, 18% – нефтепродуктами.

Приоритетными загрязняющими веществами реки Оки являются: медь, цинк, свинец, легкоокисляемые органические вещества по величине БПК₅, азот нитритный. Повторяемость превышений ПДК составляет 56-100%.

Среди загрязняющих веществ преобладала медь со среднегодовым содержанием 4 ПДК, цинк, азот нитритный, легкоокисляемые органические вещества по величине БПК₅, азот аммонийный со среднегодовыми концентрациями 1-1,6 ПДК. Максимальные концентрации контролируемых веществ составляли: меди – 8 ПДК, азота нитритного – 7 ПДК, цинка – 4 ПДК, азота аммонийного, нефтепродуктов – 3 ПДК, сульфатов (природное содержание), легкоокисляемых органических веществ по величине БПК₅, железа общего, марганца, свинца, фенолов – 1,3-2 ПДК.

В устье р.Оки в черте г.Н.Новгорода максимальная концентрация меди составила 15 ПДК, цинка – 9 ПДК, азота аммонийного, азота нитритного, железа общего, марганца – 4 ПДК, легкоокисляемых органических веществ по величине БПК₅, нефтепродуктов – 3 ПДК, сульфатов – 2 ПДК, свинца – 1,8 ПДК, никеля – 1 ПДК.

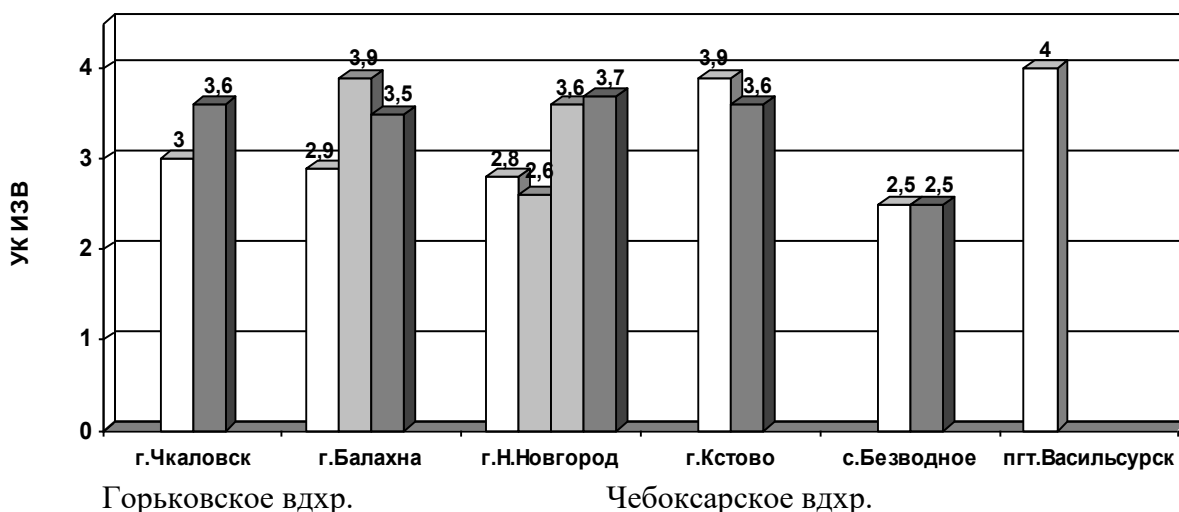


Рис.1. Диаграмма влияния сбросов промышленных узлов и населенных пунктов на качество воды р.Волги в разных створах в 2005 году [1]

1.2. Основные понятия и характеристики водопользования

Под качеством воды в целом понимается характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования (ГОСТ 17.1.1.01-77), при этом критерии качества представляют собой признаки, по которым производится оценка качества воды.

Нормирование качества воды состоит в установлении совокупности допустимых значений показателей состава и свойств воды для водного объекта, в пределах которых надежно обеспечиваются здоровье населения, благоприятные условия водопользования и экологическое благополучие водного объекта [2].

Правила охраны поверхностных вод устанавливают нормы качества воды водоемов и водотоков для условий хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_в) - это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей (ПДК_{в,р}) - это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь промысловых.

Виды водопользования на водных объектах определяются органами Министерства природных ресурсов РФ и Государственного комитета РФ по охране окружающей среды и подлежат утверждению органами местного самоуправления субъектов РФ.

К хозяйственно-питьевому водопользованию относится использование водных объектов или их участков в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для снабжения предприятий пищевой промышленности. В соответствии с Санитарными правилами и нормами СанПиН 2.1.4.1074-01, *питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства.*

К культурно-бытовому водопользованию относится использование водных объектов для купания, занятия спортом и отдыха населения. Требования к качеству воды, установленные для культурно-бытового водопользования, распространяются на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест, независимо от вида их использования объектами для обитания, размножения и миграции рыб и других водных организмов.

Рыбохозяйственные водные объекты могут относиться к одной из трех категорий:

- к **высшей категории** относят места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных видов рыб и других промысловых водных организмов, а также охранные зоны хозяйств любого типа для разведения и выращивания рыб, других водных животных и растений;

- к **первой категории** относят водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода;
- ко **второй категории** относят водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

Предельно допустимая концентрация вещества в воде устанавливается:

- для **хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДК_в)** с учетом трех показателей вредности:
 - органолептического;
 - общесанитарного;
 - санитарно-токсикологического.
- Для **рыбохозяйственного водопользования (ПДК_{вр})** с учетом пяти показателей вредности:
 - органолептического;
 - санитарного;
 - санитарно-токсикологического;
 - токсикологического;
 - рыбохозяйственного.

Органолептический показатель вредности характеризует способность вещества изменять органолептические свойства воды.

Общесанитарный - определяет влияние вещества на процессы естественного самоочищения вод за счет биохимических и химических реакций с участием естественной микрофлоры.

Санитарно-токсикологический показатель характеризует вредное воздействие на организм человека, а токсикологический - показывает токсичность вещества для живых организмов, населяющих водный объект.

Рыбохозяйственный показатель вредности определяет порчу качеств промысловых рыб.

Наименьшая из безвредных концентраций по трем (пяти) показателям вредности принимается за ПДК с указанием лимитирующего показателя вредности.

Рыбохозяйственные ПДК должны удовлетворять ряду условий, при которых не должны наблюдаться:

- гибель рыб и кормовых организмов для рыб;
- постепенное исчезновение видов рыб и кормовых организмов;
- ухудшение товарных качеств обитающей в водном объекте рыбы;
- замена ценных видов рыб на малоценные.

На качество природных вод влияют природные и антропогенные факторы.

1.3. Контроль качества поверхностных вод

Основные задачи систематических наблюдений за качеством поверхностных вод в системе ОГСНК (Общегосударственной сети наблюдения и контроля) Роскомгидромета можно сформулировать следующим образом:

- систематическое получение как отдельных, так и осредненных во времени и пространстве данных о качестве воды;

- обеспечение хозяйственных органов, а также заинтересованных организаций систематической информацией и прогнозами изменения гидрохимического режима и качества воды водоемов и водотоков и экстренной информацией о резких изменениях загрязненности воды.

К задачам специальных наблюдений и исследований, определяемым в каждом конкретном случае, относятся:

- установление основных закономерностей процессов самоочищения;
- определение влияния накопленных в донных отложениях загрязняющих веществ на качество воды;
- составление балансов химических веществ водоемов или участков водотоков;
- оценка выноса химических веществ через замыкающий створ рек;
- оценка выноса химических веществ с коллекторно-дренажными водами и др. [2, 10, 11].

Под пунктом наблюдения следует понимать место на водоеме или водотоке, в котором производят комплекс работ для получения данных о качестве воды.

Пункты наблюдений организуют в первую очередь на водоемах и водотоках, имеющих большое народнохозяйственное значение, а также подверженных значительному загрязнению промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными сточными водами. На не загрязненных сточными водами водоемах и водотоках или их участках создаются пункты для фоновых наблюдений.

Пункты наблюдений организуют на водоемах и водотоках в районах:

- расположения городов и крупных поселков, сточные воды которых сбрасываются в водоемы и водотоки;
- сброса сточных вод отдельно стоящими крупными промышленными предприятиями, территориально производственными комплексами, организованного сброса сельскохозяйственных сточных вод;
- мест нереста и зимовья ценных и особо ценных видов промысловых организмов;
- предплотинных участков рек, являющихся важными для рыбного хозяйства;
- пересечения реками государственных границ;
- замыкающих створов больших и средних рек;
- устьев загрязненных притоков больших водоемов и водотоков.

Для изучения природных процессов и определения фонового состояния воды водоемов и водотоков пункты наблюдений создают также на неподверженных прямому антропогенному воздействию участках, в том числе на водоемах и водотоках, расположенных на территориях заповедников и национальных парков и являющихся уникальными природными образованиями [2, 10, 11].

В пунктах наблюдений организуют один или несколько **створов**.

Под створом понимают условное поперечное сечение водоема или водотока, в котором производится комплекс работ для получения данных о качестве воды.

Местоположение створов устанавливают с учетом гидрометеорологических и морфологических особенностей водного объекта, расположения источников загрязнения, количества, состава и свойств сбрасываемых сточных вод, интересов водопользователей и водопотребителей.

Один створ устанавливают **на водотоках** при отсутствии организованного сброса сточных вод в устьях загрязненных притоков, на незагрязненных участках водотоков, на предплотинных участках рек, на замыкающих участках рек, в местах пересечения государственной границы.

При наличии организованного сброса сточных вод устанавливают на водотоках *два створа и более*. Один из них располагают выше источника загрязнения (вне влияния рассматриваемых сточных вод), другие - ниже источника (или группы источников) загрязнения в месте полного смешения. Химический состав воды в пробе, отобранной в створе выше источника загрязнения, характеризует фоновые показатели качества воды водотока в данном пункте. Сравнение фоновых показателей с показателями качества воды в пробе, отобранной ниже источника загрязнения, позволяет судить о характере и степени загрязненности воды под влиянием источников загрязнения данного пункта. Изменение химического состава воды в пробах, отобранных в первом после сброса сточных вод створе и в расположенных ниже створах, дает возможность оценить самоочищающую способность водотока.

Верхний (первый) фоновый створ устанавливают в 1 км выше первого источника загрязнения. Выбор створов ниже источника (или группы источников) загрязнения осуществляют с учетом комплекса условий, влияющих на характер распространения загрязняющих веществ в водотоке. Необходимо, чтобы нижний створ характеризовал состав воды в целом по сечению, т.е. был расположен в месте достаточно полного (не менее 80%) смешения сточных вод с водой водотока.

Для наблюдений по водоему в целом с учетом геоморфологии береговой линии и других факторов устанавливают *не менее трех створов*, по возможности равномерно распределенных по акватории [2, 10, 11].

1.4. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям [8]

Необходимость разработки настоящих методических указаний определяется статьей 78 Водного кодекса Российской Федерации [3] и состоит в том, чтобы дать обоснованную статистическую информацию об уровне загрязненности поверхностных вод по комплексу гидрохимических показателей.

В качестве исходной информации используются результаты химического анализа проб воды на контролируемых станциях. Оптимальное число учитываемых в процессе оценки ингредиентов составляет от 10 до 25.

Метод комплексной оценки степени загрязненности позволяет однозначно скалярной величиной оценить загрязненность воды одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества воды, классифицировать воду по степени загрязненности, подготовить аналитическую информацию

для представления государственным органам и заинтересованным организациям в удобной, доступной для понимания, научно обоснованной форме [4]. В качестве норматива используют предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов, а также водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [5-7].

Применительно к условиям и данным режимного мониторинга для объективного установления качества воды водных объектов и достоверного определения степени их загрязненности используют сочетание дифференцированного и комплексного способов оценки.

Методической основой комплексного способа является однозначная оценка степени загрязненности воды водного объекта по совокупности загрязняющих веществ:

- для любого водного объекта в точке отбора проб воды;
- за любой определенный промежуток времени;
- по любому набору гидрохимических показателей.

Основой дифференцированного способа является оценка качества воды водных объектов по отдельным загрязняющим веществам с использованием статистических методов.

Наиболее информативными комплексными оценками, получаемыми по данному методу, являются:

- удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ);
- класс качества воды.

Значение УКИЗВ может варьировать в водах различной степени загрязненности от 1 до 16. Большему значению индекса соответствует худшее качество воды в различных створах, пунктах и т.д.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Цель и постановка задачи

Используя результаты анализа химического состава воды реки в створе наблюдений по 5 ингредиентам, необходимо дать комплексную оценку качества воды

По варианту контрольных заданий:

1. Рассчитать удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ);
2. Оценить класс качества воды на основе удельного комбинаторного индекса загрязненности воды и числа критических показателей загрязненности воды (КПЗ).

Методика расчета

Для выполнения этой работы составляем таблицу наблюдений (измерений концентраций загрязняющих веществ) и таблицу значений их ПДК (прил.1) для контролируемых в исследуемом водном объекте веществ.

Работа выполняется в табличном процессоре MS Excel или в его аналоге: OpenOffice Calc.

1. Вносим исходные данные наблюдений в табл. 1 листа Excel, как показано на примере.

2. Вносим значениями ПДК для i -го ингредиента в табл. 2.

Рассчитываем кратность превышения ПДК каждого ингредиента (β_i) по следующей формуле:

$$\beta_i = C_i / \text{ПДК}_i, \quad (1)$$

где C_i – концентрация i -го ингредиента (загрязняющего вещества), мг/л.

Далее находим сумму кратностей превышения ПДК по i ингредиентам ($\sum \beta_i$), при выполнении этой операции в пакете Excel задается условие сравнения концентрации i -го вещества с табличным значением ПДК.

3. Вносим значение частного оценочного балла S_α в табл. 3, который учитывает число случаев превышения ПДК. При повторяемости превышения ПДК заданных ингредиентов 50% -100% коэффициент $S_\alpha = 4$ («Прил. Е» РД 52.24.643-2002).

4. Определяем среднее значение кратности превышения ПДК по тем ингредиентам, концентрации которых превышают их ПДК, по формуле

$$\bar{\beta}_i = (\sum (C_i / \text{ПДК}_i) / N_{\text{прев}}, \quad (2)$$

где $N_{\text{прев}}$ - число тех ингредиентов, у которых наблюдается превышение ПДК.

5. По формуле $S_{\beta_i} = \beta_i * 0.025 + 3$ определяем частный оценочный коэффициент S_{β_i} , который учитывает кратность превышения ПДК i -го ингредиента на водном объекте (см. РД 52.24.643-2002 «Прил. Ж»). Результаты вносим в столбец S_{β_i} табл.3.

6. Далее определяем обобщенные оценочные баллы по каждому ингредиенту, вводим в столбец «Значение S » табл.3 следующую формулу:

$$S_i = S_{\alpha i} \cdot S_{\beta_i}. \quad (3)$$

7. Значения комбинаторного индекса загрязненности воды S_A в створе A определяем как сумму обобщенных оценочных баллов по каждому ингредиенту:

$$S_A = \sum S_i. \quad (4)$$

8. Вычисляем удельный комбинаторный индекс загрязненности воды S'_A :

$$S'_A = S_A / i, \quad (5)$$

где i - общее количество ингредиентов в исследуемом водоеме.

9. По значениям обобщенных оценочных баллов при условии $S_i > 9$ находим число критических показателей загрязненности воды (КПЗ). Критическим показателем загрязненности считается такой показатель, для которого $S_i > 9$, т.е. когда наблюдается устойчивая либо характерная загрязненность (РД 52.24.643-2002 «Прил.Е») высокого или экстремально высокого уровней загрязненности (РД 52.24.643-2002 «Прил.Ж») и вода по своему качеству оценивается как "очень грязная" и "экстремально грязная".

10. По значению УКИЗВ(S'_A) и числу КПЗ, согласно прил.К документа РД, находим градацию значения УКИЗВ, соответствующий класс и качественную характеристику воды.

ПРИМЕР расчета:

1. Вносим данные табл. 1 в лист Excel, как показано на примере рис.2:

В	С	D	E	F	G	Н	I	J	K
табл1									
БПК		Fe		NO2		NH4		Фенолы	
3,22	1,6100	0,16	1,6	0,3	15	10	25	0,01	10
2,64	1,3200	0,18	1,8	0,31	15,5	8	20	0,009	9
3,47	1,7350	0,24	2,4	0,37	18,5	8,5	21,25	0,009	9
3,26	1,6300	0,45	4,5	0,32	16	8	20	0,009	9
3,57	1,7850	0,1	0	0,38	19	9	22,5	0,009	9
5,24	2,6200	0,27	2,7	0,16	8	8	20	0,008	8
4,66	2,3300	0,34	3,4	0,69	34,5	8,5	21,25	0,008	8
	0,0000	0,13	1,3	0,019	0	8,5	21,25	0,008	8
7,69	3,8450	0,1	0	0,06	3	9,2	23	0,008	8
1,9	0,0000	0,2	2	0,66	33	9,2	23	0,008	8
2,09	1,0450	0,3	3	0,16	8	9,2	23	0,007	7
1,1	0,0000	0,28	2,8	0,18	9	9	22,5	0,007	7
СУММА	17,9200		25,5		179,5		262,75		100

Рис. 2. Исходные данные

2. Вносим данные со значениями ПДК для i -го ингредиента в табл. 2, как показано на рис.3.

17		табл 2
18	ПДК веществ	
19		
20	наименование	ПДК (мг/л)
21	БПК ₅	2,000
22	NH4	0,400
23	Фенолы	0,001
24	Железо общее	0,100
25	NO2	0,020

Рис. 3. Значения ПДК для i -го компонента

3. В табл.1 справа от столбца со значениями исходных концентраций исследуемых ингредиентов создаем столбец и вносим в верхнюю ячейку столбца формулу: =IF(B3>\$B\$21;B3/\$B\$21;0). Формула позволяет вычислить кратность превышения значения ПДК для данного ингредиента.

4. Копируем формулу в ячейки до нижнего значения в строке.

Строка «Сумма прев. ПДК» рассчитывается как сумма полученных значений для i -го ингредиента.

Код ячейки для столбца кратностей превышения БПК табл. 1: SUM(C6:C17). Аналогично производим расчет для других ингредиентов.

5. По значениям повторяемости случаев загрязненности (превышения ПДК _{i}) на основании РД 52.24.643-2002 приложения «Е» определяем частный оценочный балл S_{α} : $S_{\alpha \text{ БПК}}=4,0$; $S_{\alpha \text{ фен}}=4,0$ и т. д.

Значения оценочного балла вносим в ячейки столбца S_{α} табл. 3, как показано на рис. 4.

Табл.3.

27	вещество	B	Sa	Sb	S	
28	БПК ₅	2,0		4	3,05	12,2
29	NH ₄	21,9		4	3,55	14,19
30	Фенолы	8,3		4	3,21	12,83
31	Железо общее	2,6		4	3,06	12,26
32	NO ₂	16,3		4	3,41	13,63
33					S _A	65,11

Рис. 4. Значения частных оценочных баллов и обобщенных оценочных баллов i -го ингредиента на водном объекте

6. Определяем среднее значение кратности превышения ПДК в тех случаях, где $C_i > \text{ПДК}_i$ (для числа ингредиентов $N_{\text{прев}}$).

В рассматриваемом примере:

$$\bar{\beta}_{\text{БПК}_5} = (1,6 + 1,3 + 1,7 + 1,6 + 1,8 + 2,6 + 2,3 + 3,8 + 1,0) / 9 = 1,97 \text{ мг/дм}^3;$$

7. Определяем частный оценочный балл по значениям средней кратности превышения ПДК (β_i) (приложение «Ж» РД 52.24.643-2002). В нашем примере:

$S_{\beta_{\text{БПК}_5}} = 1,97$; $S_{\beta_{\text{NO}_2}} = 3,16$ и т.д. Определение S_{β_i} и S_{α_i} , проводим с учетом линейной интерполяции. Например: $\bar{\beta}_{\text{NO}_2} = 16,3$. Согласно приложению «Ж», соответствующий балл находится между 3 и 4. Доля частного оценочного балла, приходящаяся на единицу $\bar{\beta}_i$, в этих пределах составляет 0,025. Эти данные вносятся в столбец S_{β} табл.3 (рис.4). В рассматриваемом примере код ячейки БПК₅ выглядит следующим образом: $=B28*0,025+3$

8. Рассчитываем обобщенные оценочные баллы по каждому ингредиенту. Для этого в ячейку «S» табл.3 (рис.4) вводим формулу: $=C28*D28$

9. Значения комбинаторного индекса загрязненности воды S_A в створе A определяют как сумму обобщенных оценочных баллов по каждому ингредиенту:

$$S_A = \sum S_i.$$

$$S_A = \text{SUM}(H24:H33). S_A = 65,11.$$

10. Вычисляют удельный комбинаторный индекс загрязненности воды S'_A :

$$S'_A = S_A / N_{\text{общ}} = 65,11 / 5 = 13,021.$$

$$S'_A = E33/H20.$$

По полученному значению S'_A и числу критических показателей загрязненности воды КПЗ (в нашем случае равно 5) по таблице «приложения К» РД, определяют класс и соответствующую качественную характеристику воды.

Так как полученное значение удельного комбинаторного индекса загрязненности воды S'_A равно 13,021 и больше 5,5 табл.1 прил.К, делаем вывод о том, что состояние воды относится к 5-му классу и характеризуется как «Экстремально грязная».

5. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

По результатам расчетов составляется отчёт, который должен содержать пункты:

- цель работы;
- исходные данные;
- таблица результатов (в виде таблиц формата Excel);
- выводы.

6. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Месяц	Вариант 1					Вариант 2				
	БПК	Кислород	Хлор	Азот аммонийный	Фенолы	СПАВ	Свинец	Азот нитритный	Азот аммонийный	Фенолы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	3,2200	8,0500	74,0000	10,0000	0,0100	0,3800	0,0010	0,0300	10,0000	0,0100
2	2,6400	9,4300	80,0000	8,0000	0,0100	0,4500	0,0010	0,3100	8,0000	0,0100
3	3,4700	8,5600	87,5000	8,5000	0,0100	0,3300	0,0010	0,3700	8,5000	0,0100
4	3,2600	8,9100	30,1000	8,0000	0,0100	0,4000	0,0010	0,3200	8,0000	0,0100
5	3,5700	7,7100	78,3000	9,0000	0,0100	0,9000	0,0010	0,38	9,0000	0,0100
6	5,2400	8,4400	53,7000	8,0000	0,0100	0,8200	0,0010	0,16	8,0000	0,0100
7	4,6600	7,2600	55,2000	8,5000	0,0100	0,7300	0,0010	0,69	8,5000	0,0100
8	3,1100	7,7100	56,1000	8,5000	0,0100	0,8400	0,0010	0,02	8,5000	0,0100
9	7,6900	10,3000	65,1000	9,2000	0,0100	0,1200	0,0010	0,06	9,2000	0,0100
10	1,9000	8,9600	77,5000	9,2000	0,0100	0,3500	0,0001	0,66	9,2000	0,0100
11	2,0900	7,4000	66,0000	9,2000	0,0100	0,3000	0,0010	0,16	9,2000	0,0100
12	1,1000	11,6000	67,8000	9,0000	0,0100	0,3000	0,0010	0,18	9,0000	0,0100
Месяц	Вариант 3					Вариант 4				
	Хром	Никель	Азот нитритный	Азот аммонийный	Фенолы	БПК	Железо	Цинк	Хром	Никель
1	0,0001	0,0100	0,3000	10,0000	0,0100	3,2200	0,1600	0,0300	0,0001	0,0100
2	0,0001	0,0200	0,3100	8,0000	0,0100	2,6400	0,1800	0,0200	0,0001	0,0200
3	0,0001	0,0200	0,3700	8,5000	0,0100	3,4700	0,2400	0,0300	0,0001	0,0200
4	0,0001	0,0200	0,3200	8,0000	0,0100	3,2600	0,4500	0,0200	0,0001	0,0200
5	0,0001	0,0100	0,3800	9,0000	0,0100	3,5700	0,1000	0,0200	0,0001	0,0100
6	0,0001	0,0100	0,1600	8,0000	0,0100	5,2400	0,2700	0,0100	0,0001	0,0100
7	0,0010	0,0200	0,6900	8,5000	0,0100	4,6600	0,3400	0,0200	0,0010	0,0200
8	0,0001	0,0200	0,0200	8,5000	0,0100	3,0800	0,1300	0,0001	0,0001	0,0200
9	0,0001	0,0100	0,0600	9,2000	0,0100	7,6900	0,1000	0,0300	0,0001	0,0100

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	0,0001	0,0200	0,6600	9,2000	0,0100	1,9000	0,2000	0,0200	0,0001	0,0200
11	0,0001	0,0200	0,1600	9,2000	0,0100	2,0900	0,3000	0,0001	0,0001	0,0200
12	0,0010	0,0200	0,1800	9,0000	0,0100	1,1000	0,2800	0,0100	0,0010	0,0200
Месяц	Вариант 5					Вариант 6				
	БПК	Кислород	Азот нитритный	Хлор	Сульфаты	БПК	Железо	Цинк	Хром	Никель
1	3,2200	8,0500	0,3000	74,0000	74,9000	3,0000	0,1000	0,0100	0,0001	0,0100
2	2,6400	9,4300	0,3100	80,0000	91,3000	2,0000	0,1000	0,0100	0,0001	0,0200
3	3,4700	8,5600	0,3700	87,5000	96,3000	2,0100	0,0100	0,0100	0,0001	0,0200
4	3,2600	8,9100	0,3200	30,1000	52,3000	2,1000	0,0900	0,0100	0,0001	0,0200
5	3,5700	7,7100	0,3800	78,3000	87,9000	2,0000	0,1000	0,0100	0,0001	0,0100
6	5,2400	8,4400	0,1600	53,7000	96,9000	1,0000	0,0400	0,0100	0,0001	0,0100
7	4,6600	7,2600	0,6900	55,2000	96,3000	2,0000	0,1000	0,0100	0,0010	0,0200
8	3,0800	7,7100	0,0200	56,1000	98,8000	2,0000	0,1000	0,0100	0,0001	0,0200
9	7,6900	10,3000	0,0600	65,1000	95,1000	1,0100	0,1000	0,0100	0,0001	0,0100
10	1,9000	8,9600	0,6600	77,5000	129,0000	1,9000	0,0900	0,0100	0,0001	0,0200
11	2,0900	7,4000	0,1600	66,0000	114,0000	2,0900	0,0900	0,0100	0,0001	0,0200
12	1,1000	11,6000	0,1800	67,8000	117,0000	1,1000	0,1000	0,0100	0,0010	0,0200
Месяц	Вариант 7					Вариант 8				
	СПАВ	Свинец	Азот нитритный	Азот аммонийн ый	Фенолы	Хром	Никель	Азот нитритный	Азот аммонийный	Фенолы
1	0,0900	0,0010	0,3000	0,5000	0,0100	0,0001	0,0100	0,0100	0,1000	0,0100
2	0,0800	0,0010	0,3100	0,4900	0,0100	0,0001	0,0200	0,0200	0,1000	0,0100
3	0,1000	0,0010	0,3700	0,4100	0,0100	0,0001	0,0200	0,0100	0,0100	0,0100
4	0,1000	0,0010	0,3200	0,4200	0,0100	0,0001	0,0200	0,0200	0,2000	0,0100
5	0,1000	0,0010	0,3800	0,3100	0,0100	0,0001	0,0100	0,0200	0,1000	0,0100

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	0,1000	0,0010	0,1600	0,3800	0,0100	0,0001	0,0100	0,0200	0,1000	0,0100
7	0,0900	0,0010	0,6900	0,4000	0,0100	0,0010	0,0200	0,0200	0,0100	0,0100
8	0,1000	0,0010	0,0200	0,3900	0,0100	0,0001	0,0200	0,0200	0,1000	0,0100
9	0,0800	0,0010	0,0600	0,4100	0,0100	0,0001	0,0100	0,0200	0,1000	0,0100
10	0,0800	0,0001	0,6600	0,4200	0,0100	0,0001	0,0200	0,0100	0,1000	0,0100
11	0,0900	0,0010	0,1600	0,4100	0,0100	0,0001	0,0200	0,0100	0,3000	0,0100
12	0,1000	0,0010	0,1800	0,5000	0,0100	0,0010	0,0200	0,0100	0,4000	0,0100
Месяц	Вариант 9					Вариант 10				
	БПК	Железо	Цинк	Хром	Никель	БПК	Кислород	Азот нитритный	Хлор	Сульфаты
1	1,0000	0,1000	0,0300	0,0001	0,0100	3,2200	8,0500	0,0100	74,0000	74,9000
2	1,5000	0,1000	0,0200	0,0001	0,0200	2,6400	9,4300	0,0100	80,0000	91,3000
3	1,7000	0,1000	0,0300	0,0001	0,0200	3,4700	8,5600	0,0100	87,5000	96,3000
4	1,7000	0,1000	0,0200	0,0001	0,0200	3,2600	8,9100	0,0100	30,1000	52,3000
5	1,7000	0,1000	0,0200	0,0001	0,0100	3,5700	7,7100	0,0200	78,3000	87,0000
6	1,7000	0,0900	0,0100	0,0001	0,0100	5,2400	8,4400	0,0200	53,7000	96,9000
7	1,8000	0,1000	0,0200	0,0010	0,0200	4,6600	7,2600	0,0200	55,2000	96,3000
8	1,7000	0,0900	0,0200	0,0001	0,0200	3,0800	7,7100	0,0200	56,1000	98,8000
9	1,6000	0,1000	0,0300	0,0001	0,0100	7,6900	10,3000	0,0200	65,1000	95,1000
10	1,7000	0,1000	0,0200	0,0001	0,0200	1,9000	8,9600	0,0100	77,5000	129,0000
11	1,6000	0,1000	0,0100	0,0001	0,0200	2,0900	7,4000	0,0200	66,0000	88,0000
12	1,9000	0,1000	0,0100	0,0010	0,0200	1,1000	11,6000	0,0200	67,8000	100,0000
Месяц	Вариант 11					Вариант 12				
	БПК	Железо	Цинк	Хром	Никель	БПК	Кислород	Азот нитритный	Хлор	Сульфаты
1	2,0100	0,1000	0,0100	0,0001	0,0100	2,0000	8,0500	0,0300	305	74,9000
2	0,9900	0,1000	0,0100	0,0001	0,0200	2,0000	9,4300	0,0300	341	91,3000
3	1,1500	0,1000	0,0100	0,0001	0,0200	2,0000	8,5600	0,0200	298	96,3000
4	2,0000	0,1000	0,0100	0,0001	0,0200	2,0000	8,9100	0,0300	299,91	52,3000
5	2,0500	0,1000	0,0100	0,0001	0,0100	1,1000	7,7100	0,0300	310	87,0000
6	2,0900	0,1000	0,0100	0,0001	0,0100	1,2000	8,4400	0,0200	313	96,9000
7	2,5500	0,1000	0,0100	0,0010	0,0200	1,8000	7,2600	0,0300	315	96,3000
8	2,6700	0,1000	0,0100	0,0001	0,0200	1,7000	7,7100	0,0200	318	98,8000
9	2,8600	0,1000	0,0100	0,0001	0,0100	1,8000	10,3000	0,0300	324	95,1000

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	2,5300	0,1	0,0100	0,0001	0,0200	1,7000	8,9600	0,0300	308	129,0000
11	2,5400	0,1000	0,0100	0,0001	0,0200	1,8000	7,4000	0,0400	307	91,0000
12	2,9300	0,1000	0,0100	0,0010	0,0200	1,5000	11,6000	0,0300	301	93,0000
Месяц	Вариант 13					Вариант 14				
	Азот нитритный	Железо	Цинк	Хром	Никель	Хром	Никель	Азот нитритный	Азот аммонийный	Фенолы
1	0,0200	0,0001	0,0010	0,0001	0,0100	0,0001	0,0100	0,0200	0,5	0,0012
2	0,0200	0,1000	0,0200	0,0001	0,0200	0,0001	0,0200	0,0200	0,41	0,0014
3	0,0200	0,0100	0,0100	0,0001	0,0100	0,0001	0,0200	0,0100	0,3	0,0010
4	0,0300	0,0900	0,0100	0,0001	0,0100	0,0001	0,0200	0,0100	0,43	0,0012
5	0,0400	0,1000	0,0100	0,0001	0,0100	0,0001	0,0100	0,0100	0,42	0,0030
6	0,0500	0,0400	0,0200	0,0001	0,0100	0,0001	0,0100	0,0100	0,45	0,0040
7	0,0300	0,0400	0,0100	0,0010	0,0200	0,0010	0,0200	0,0100	0,46	0,0030
8	0,0300	0,0400	0,0100	0,0001	0,0200	0,0001	0,0200	0,0100	0,41	0,0027
9	0,0300	0,0500	0,0200	0,0001	0,0100	0,0001	0,0100	0,0100	0,4	0,0023
10	0,0200	0,05	0,0300	0,0001	0,0200	0,0001	0,0200	0,0200	0,42	0,0012
11	0,0200	0,0500	0,0400	0,0001	0,0100	0,0001	0,0200	0,0200	0,44	0,0013
12	0,0200	0,0500	0,0700	0,0010	0,0100	0,0010	0,0200	0,0200	0,48	0,0014

7. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Состояние окружающей среды и природных ресурсов Нижегородской области в 2014 году: Ежегодный доклад / Государственный комитет по охране окружающей среды Нижегородской области, Н. Новгород, 2015, 224 с.
2. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / под ред. Т.В. Гусевой.- М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007.-192с.- Высшее образование.
3. Водный кодекс Российской Федерации. Официальный текст. - М.: Издательская группа «Инфра М-КОДЕКС», 1996. - 112 с.
4. Справочник по гидрохимии. Справочник специалиста / под ред. А.М.Никанорова. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 391 с.
5. СанПиН 2.1.5.980-00. Санитарные правила и нормы. Охрана поверхностных вод от загрязнения. - М., 1988. - 69 с.
6. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействий (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. - М.: ВНИРО, 1999. - 304 с.
7. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. - М., СанПиН 2.1.5.980-00, ГН 2.1.5.1315-03, ГН 2.1.5.1316-03.
8. РД 52.24.643-2002 Руководящий документ (методические указания), дата введения 2004-01-01, разработан Гидрохимическим институтом (ГХИ) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромет.
9. ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения
10. Экологический мониторинг. Методы биомониторинга: учеб. пособие / под ред. Д. Б. Гелашвили. Ч.1.- Н.Новгород: Изд-во ННГУ. 1995. -192 с.
11. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / под ред. Т.Я. Ашихминой – М.: Академич. проект, 2005 – С.48-58; С.187-213.

Приложение 1

Таблица 1. Критерии оценки загрязненности природных вод [6]

№ п/п	Ингредиенты и показатели	Лимитирующий признак вредности	Предельно допустимая концентрация (мг/л)
1	2	3	4
1	Растворенный кислород	общие требования	В зимний подледный период должно быть не менее 4,0 в летний - не менее 6,0
2	БПК _{полное} (биохимическое потребление O ₂)	общие требования	3,0
3	БПК ₅ (O ₂)	общие требования	2,0
4	Азот аммонийный (NH ₄ ⁺)	токсикологический	0,40 (N) 0,5 (NH ₄ ⁺)
5	Азот нитратный (NO ₃ ⁻)	санитарно-токсикологический	9,1 (N) 40 (NO ₃ ⁻)
6	Азот нитритный (NO ₂ ⁻)	токсикологический	0,02 (N) 0,08 (NO ₂ ⁻)
7	Нефтепродукты	рыбохозяйственный	0,05
8	Фенолы	рыбохозяйственный	0,001
9	СПАВ (детергенты)	токсикологический	0,1
10	Железо (трехвалентное)	органолептический	0,5
11	Железо общее	токсикологический	0,1
12	Медь	токсикологический	0,001
13	Цинк	токсикологический	0,010
14	ДДТ(дихлор-дифенил-трихлорметан)	токсикологический	0,00001
15	ГХЦГ(Гексахлорциклогексан)	токсикологический	0,00001
16	Калий (катион)	санитарно-токсикологический	50,0
17	Кальций (катион)	санитарно-токсикологический	180,0
18	Магний	санитарно-токсикологический	40,0
19	Натрий (катион)	санитарно-токсикологический	120,0
20	Сульфаты (анион)	санитарно-токсикологический	100,0
21	Хлориды (анион)	санитарно-токсикологический	300,0
22	Минерализация	общие требования	1000,0
23	Взвешенные вещества	общие требования	Не должно увеличиваться более чем на 0,75 по сравнению с природным
24	pH	общие требования	6,5-8,5
25	ХПК(химическое потребление кислорода)	общие требования	15
26	Кремний	санитарно-токсикологический	10,0
27	Формальдегид	санитарно-токсикологический	0,05

1	2	3	4
28	Фосфаты (по фосфору)	санитарно-токсикологический	0,2
29	Метанол	токсикологический	0,1
30	Хром (+VI)	санитарно-токсикологический	0,02
31	Лигносульфонаты	общесанитарный	1,0
32	Марганец	санитарно-токсикологический	0,01
33	Никель	токсикологический	0,01
34	Кадмий	токсикологический	0,005
35	Свинец	токсикологический	0,006

Приложение К РД52.24.643-2002

Таблица 2. Классификация качества воды водотоков по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды

Класс и разряд	Характеристика состояния загрязненности воды	Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды					
		без учета 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	Слабо загрязненная	(1; 2]	(0,9; 1,8]	(0,8; 1,6]	(0,7; 1,4]	(0,6; 1,2]	(0,5; 1,0]
3-й	Загрязненная	(2; 4]	(1,8; 3,6]	(1,6; 3,2]	(1,4; 2,8]	(1,2; 2,4]	(1,0; 2,0]
разряд "а"	загрязненная	(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 загрязненная	(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]

		окончание таблицы					
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; ∞]