

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство науки, высшего образования и инноваций Кыргызской Республики**

**Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента
Российской Федерации Б.Н. Ельцина**

Факультет архитектуры, дизайна и строительства

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Защита рек и водоемов от истощения и загрязнения
»

Уровень высшего образования: БАКАЛАВРИАТ

**Направление подготовки: 20.03.02 (РФ) / 761000 (КР) «Природообустройство и
водопользование»**

Профиль: «Комплексное использование и охрана водных ресурсов»

Форма обучения: очная

Курс/семестр: 4 курс / 7 семестр

Трудоёмкость: 3 ЗЕТ


Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

Бишкек 2025 г.


**Фонд оценочных средств рассмотрен и утверждён
на заседании кафедры водных ресурсов и инженерных дисциплин**

протокол № 1 от «28» 08. 2025 г.

Заведующий кафедрой

д.т.н., доцент /  Зев Г.И.

Руководитель образовательной программы

Председатель УМ 

_30.08.2025г.

Исполнитель(и): к. с/х н., доцент /  Яковлева НьюЮ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования
2. Технологическая карта дисциплины
3. Типовые контрольные задания и иные материалы для оценки планируемых результатов обучения
 - Тест
 - Собеседование
 - Реферат
 - Задача (практическое задание)
 - Контрольная работа

| Формируемые компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине | Виды оценочных средств / шифр раздела |
|--------------------------------|---|--|
| УК-8 | Обеспечивает безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте, в т.ч. с помощью средств защиты | |
| УК-2 | Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач | |
| ОПК-5 | Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области агрономии | |

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: «Защита рек и водоемов от истощения и загрязнения»

Курс/семестр: 4/7

Количество кредитов (ЗЕТ): 3

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

Технологическая карта

| Название модулей дисциплины согласно РПД | Контроль | Форма контроля | зачетный минимум | зачетный максимум | график контроля |
|--|-------------------|--|------------------|-------------------|-----------------|
| Модуль 1 | | | | | |
| 1. Загрязнение и охрана природных вод | Текущий контроль | Посещение лекции, практических работ. Активная работа Выполнение основного домашнего задания | 10 | 10 | |
| | Рубежный контроль | контрольная работа | 10 | 25 | |
| Модуль 2 | | | | | |
| Экологические проблемы гидросферы. | Текущий контроль | Самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях | 10 | 10 | |
| | Рубежный контроль | контрольная работа | 10 | 25 | |
| ВСЕГО за семестр | | | 40 | 70 | |
| Промежуточный контроль (Зачет) | | | 20 | 30 | |
| Семестровый рейтинг по дисциплине | | | 60 | 100 | |

Практическая работа №1

Анализ зависимости минерализации и ионного состава воды рек от их водности

Для выполнения практической работы студенты должны освоить теоретический материал соответствующих тем “Состав и свойства воды. Оценивание и нормирование качества воды

ионного состава воды реки от ее водности.

Исходные данные: значения измеренных расходов воды в гидрометрическом створе реки за 4-5 последовательных лет (не менее 25 величин) и данные о соответствующем этим расходам химическом составе воды: Q , м³/с, O_2 , CO_2 , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $Na^+ + K^+$, HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , P , NO_2^- , Σn , (мг/л), pH.

Основные группы химического состава речных вод: главные ионы, органические вещества, биогенные вещества, растворенные газы, микроэлементы, ионы водорода. Химические элементы могут находиться в воде в состоянии растворенных свободных молекул, в газообразных соединениях, в виде ионов минеральных соединений, в молекулярном или коллоидном состоянии.

Химический состав поверхностных вод очень разнообразен, поскольку его формирование и изменение обусловлено многими факторами. Факторы формирования химического состава речных вод делятся на естественные и антропогенные. Главными естественными факторами формирования химического состава речных вод являются процессы просачивания, выветривания и растворения горных пород. Также важна жизнедеятельность микроорганизмов, деятельность бактерий, фотосинтетическая деятельность растений и др. Антропогенные факторы – поступление химических элементов антропогенного происхождения в воду с атмосферными осадками, поверхностным и подземным стоком, сточными водами промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

От объема воды в реке, определяемого той или иной фазой ее водного режима и метеорологическими условиями конкретного периода времени, зависит степень разбавления поступающих вод и, следовательно, концентрация содержащихся в них химических элементов и соединений.

Концентрация химических элементов определяет качество воды, ее пригодность для питьевого или промышленного водоснабжения, рыбозаводства, сельскохозяйственного водопотребления. Наличие того или иного химического элемента в воде реки или озера может иметь положительно или отрицательно влиять на ее качество. Более того, один и тот же элемент в зависимости от его количества в воде также может играть разную роль.

Графические зависимости двух переменных величин имеют широкое применение в гидрологии. Построение графиков связи позволяет получить наглядное представление о характере зависимости между анализируемыми переменными, осуществить интерполяцию между измеренными величинами, установить аналитическое выражение

полученной зависимости. Графический анализ позволяет выбрать лучшую статистическую модель, избежать ненужных вычислений, установить точки, требующие специального анализа.

Простейшим способом оценки тесноты линейной связи является определение коэффициента корреляции по приближенной формуле в зависимости от расположения точек в поле графика (корреляционное поле). Мерой наличия корреляционной связи между характеристиками служит значение коэффициента корреляции r . Величина коэффициента корреляции определяет степень тесноты связи.

Таблица 1

Качественная характеристика тесноты связи

| Количественная мера тесноты связи, r | Качественная характеристика тесноты связи |
|--|---|
| 0 | Отсутствие связи |
| 0,1 – 0,3 | Слабая |
| 0,3 – 0,5 | Умеренная |
| 0,5 – 0,7 | Заметная |
| 0,7 – 0,9 | Высокая |
| 0,9 – 0,99 | Весьма высокая |
| 1,0 | Функциональная зависимость |

Строятся графики зависимости (при ее наличии) между значениями концентрации элементов химического состава воды и значениями расхода воды.

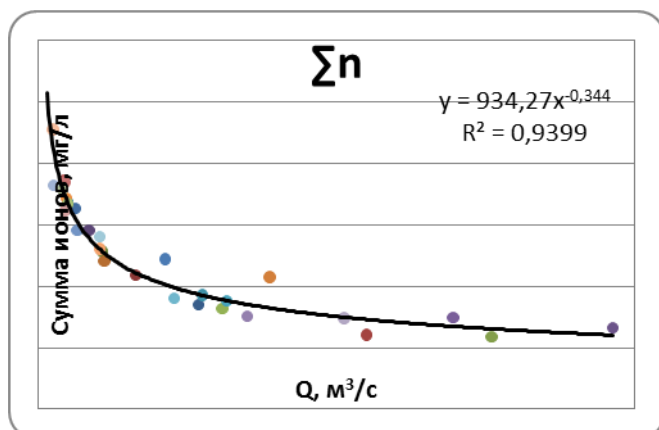


Рисунок 1 Зависимость общей минерализации от расхода воды
(р.– ст.)

Графические результаты анализируются, делаются выводы. Определяется тип гидрохимического режима реки по О.А. Алекину, соответствие качества воды требованиям различных водопотребителей.

Контрольные вопросы:

1. Назовите основные группы химического состава воды?
2. Какие факторы влияют на химический состав воды?
3. Охарактеризуйте типы гидрохимического режима рек по классификации О.А. Алекина.
4. Каковы общие требования различных водопотребителей к качеству воды в местах водопользования?
5. Перечислите требования к отбору проб воды.

Практическая работа № 2

Расчет основных гидрологических величин и гидравлических элементов, необходимых для расчета разбавления в реках и озерах

Для выполнения практической работы студенты должны освоить теоретический материал соответствующих тем Раздела “Процессы смешения, разбавления и самоочищения вод.

Цель работы: определить значения основных гидрологических величин и гидравлических элементов, необходимых для расчета разбавления в реках и озерах и выявить зависимости между ними и водностью объекта.

Исходные данные: значения расходов воды, измеренных на каком-либо посту выбранного водотока.

Пример расчета

Таблица 1. Исходные данные для р. ?– ст.?, 1961 год

| № | Q, м ³ /с | V _{ср} , м/с | I, ‰ | H _{ср} , м |
|---|----------------------|-----------------------|------|---------------------|
| 1 | 49,7 | 0,97 | 1,60 | 1,25 |
| 2 | 39,7 | 0,84 | 1,80 | 1,24 |
| 3 | 25,8 | 0,69 | 0,80 | 1,08 |
| 4 | 15,3 | 0,48 | 0,84 | 0,95 |
| 5 | 6,74 | 0,27 | 0,72 | 0,83 |

1. Коэффициент Шези:

$$C = \frac{V_{cp}}{\sqrt{I \cdot H_{cp}}} \quad (1)$$

где V_{cp} – средняя скорость течения, м/с;

I – уклон водной поверхности, ‰;

H_{cp} – средняя глубина потока, м.

2. Коэффициент турбулентной диффузии:

$$D = \frac{g \cdot H_{cp} \cdot V_{cp}}{M \cdot C} \quad (2)$$

где g – ускорение свободного падения, м²/с;

M – коэффициент, являющийся функцией коэффициента Шези, м^{0.5}/с;

C – коэффициент Шези, м^{0.5}/с.

$$M = 0,7 \cdot C + 6$$

3. Среднее значение абсолютной величины поперечной составляющей на вертикали:

$$V_{z, cp} = 0,13 \cdot N \cdot \frac{H_{cp}}{\tau} \cdot V_{cp} \quad (3)$$

где N – безразмерное характеристическое число турбулентного потока;

τ – радиус кривизны русла, м; $\tau = 500$ м

D – коэффициент турбулентной диффузии, м²/с.

4. Среднее значение абсолютной величины поперечной составляющей пульсационной скорости:

$$w = \frac{V_{cp}}{\sqrt{N}} \quad (4).$$

Таблица 2. Основные гидрологические величины и гидравлические элементы р. ?– ст.?, 1961 год

| № | Q, м ³ /с | C, м ^{0,5} /с | D, м ² /с | V _z , м/с | W, м/с | M, м ^{0,5} /с | N |
|---|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|---------------------------|------|
| 1 | 49,7 | 0,69 | 2,66 | 0,0001 45 | 1,43 | 6,48 | 0,46 |
| 2 | 39,7 | 0,56 | 2,85 | 0,0001 00 | 1,38 | 6,39 | 0,37 |
| 3 | 25,8 | 0,74 | 1,51 | 0,0000 95 | 0,99 | 6,52 | 0,49 |
| 4 | 15,3 | 0,54 | 1,30 | 0,0000 41 | 0,81 | 6,38 | 0,35 |
| 5 | 6,74 | 0,35 | 1,00 | 0,0000 13 | 0,58 | 6,25 | 0,22 |

Строятся графики зависимостей между рассчитанными параметрами и расходом ВОДЫ.

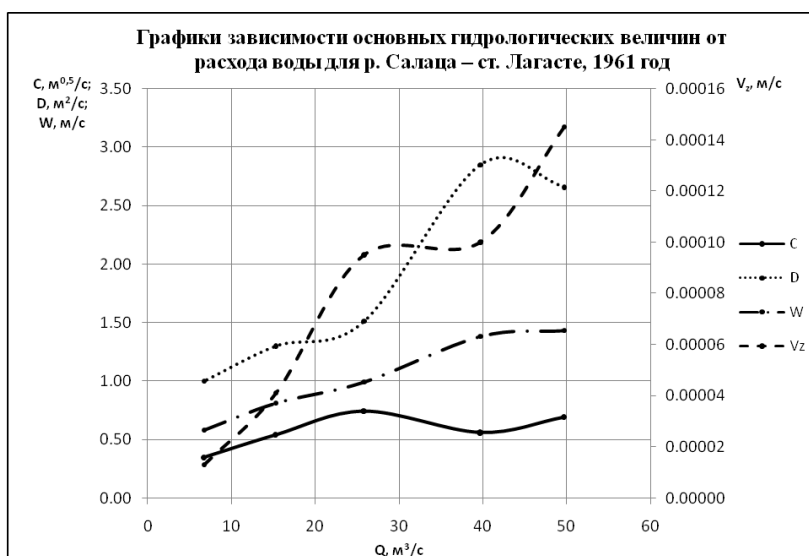


Рисунок 1 Зависимости основных гидрологических величин и гидравлических элементов от расхода воды

Полученные графики зависимостей анализируются и по результатам анализа делаются выводы о связи основных гидрологических величин и гидравлических элементов с водностью реки.

Контрольные вопросы:

1. Какие параметры влияют на скорость смешения и разбавления сточных вод?
2. Какие параметры определяют коэффициент турбулентной диффузии?

3. В каком типе потока – ламинарном или турбулентном – смешение происходит быстрее?

Практическая работа № 3

Вычисление гидрологических показателей средней загрязненности и общей нагрузки потока консервативными загрязняющими веществами

Выполнение практической работы требует освоения теоретического материала соответствующих тем Раздела Состав и свойства воды. Оценивание и нормирование качества воды”, .

Цель работы: Вычислить абсолютный показатель общей нагрузки (S_n), показатель превышения загрязненности над нормой ($P_{заг}$), показатель превышения загрязненности относительно нормы ($P_{чист}$), показатель относительной нагрузки потока загрязнением ϕ при заданных расходах воды

и оценить степень загрязненности вод.

Исходные данные: представленные в ОГХ значения суточных расходов воды для какого-то створа исследуемого объекта продолжительностью стояния 30, 90, 180, 270 и 355 дней. Желательно наличие данных наблюдений за гидрохимическим режимом и загрязненностью, публикуемых в “Гидрологических бюллетенях”. Эти данные позволяют выбрать расчетный расход сточных вод ($Q_{ст}$) и репрезентативное загрязняющее вещество, содержание которого ($S_{ст}$) лимитируется соответствующей предельно допустимой концентрацией (ПДК). При отсутствии данных об объемах и концентрациях сточных вод выполняется условный расчет при $Q_{ст. усл.} = 0,1 Q_0$, $S_{ст. усл.} = const = 100$ мг/л и ПДК $_{усл.} = 10$ мг/л, (Q_0 - норма стока реки в выбранном створе).

Абсолютный показатель общей нагрузки

Общая нагрузка потока консервативными веществами или суммой веществ выражается средней (в потоке) концентрацией $S_{п}$ этих веществ, определяемой из условия баланса вещества. Величина $S_{п}$, в створе полного перемешивания, выражает истинное значение концентрации загрязняющего ингредиента; для створов, расположенных между местом сброса сточных вод и створом полного перемешивания, величина $S_{п}$ лишь условно характеризует среднюю концентрацию.

Если в воде реки концентрация данного загрязняющего вещества $S_p = 0$, то

$$S_{п} = \frac{Q_{ст} Q_{ст}}{Q_p + Q_{ст}}.$$

Показатель $S_{п}$ позволяет получить полную характеристику нагрузки потока загрязняющими веществами в течение любого заданного промежутка времени.

Оценку изменчивости показателя $S_{п}$ во времени можно представить как функцию обеспеченности P_Q суточных расходов воды реки многолетнего ряда наблюдений. Если $Q_{ст} = const$ и $S_{ст} = const$, то обеспеченность срдней концентраций P_{Sn} : $P_{Sn} = (100 - P_Q) \%$

Показатель превышения и не превышения загрязненности относительно нормы

Показатель превышения загрязненности над нормой выражается обеспеченностью $P_{\text{заг}}$ % стока загрязненной воды в конкретном створе рассматриваемой реки. Обеспеченность подсчитывается по числу дней, отвечающих прохождению через створ загрязненного стока. Для определения $P_{\text{заг}}$ удобно пользоваться следующим графическим способом. Строится кривая обеспеченности $S_{\text{П}}$ и проводится прямая, отвечающая ПДК для рассматриваемого загрязняющего вещества. На пересечении кривой $S_{\text{П}} = f(P)$ с прямой ПДК получают точку, дающую обеспеченность $P_{\text{заг}}$ превышения средней концентрации вещества над нормируемой.

Иногда вместо показателя $P_{\text{заг}}$ пользуются показателем не превышения загрязненности относительно нормы $P_{\text{чист}}$, который выражает обеспеченность "чистого" стока: $P_{\text{чист}} = (100 - P_{\text{заг}}) \%$.

Показатель относительной и предельно допустимой нагрузки потока загрязняющим веществом

Показатель относительной нагрузки потока конкретным загрязняющим веществом находится на основании сопоставления расчетного значения $S_{\text{П}}$ с предельно допустимой концентрацией данного вещества. При этом возможны два случая $S_{\text{П}} > \text{ПДК}$ — вода грязная, $S_{\text{П}} < \text{ПДК}$ - чистая. Подставив в эти неравенства значения $S_{\text{П}}$ получим

$$\varphi' = \frac{(S_{\text{СТ}} - \text{ПДК})Q_{\text{СТ}}}{(\text{ПДК} - S_{\text{Р}})Q_{\text{Р}}}$$

Это отношение получило название показателя относительной нагрузки потока загрязнителем. Здесь, как и для $S_{\text{П}}$, если $\varphi' > 1 \rightarrow$ вода грязная, если $\varphi' < 1 \rightarrow$ вода чистая; а $\varphi' = 1 \rightarrow$ отвечает предельным условиям нагрузки водоема загрязнителем ($\varphi'_{\text{пред}}$).

Пример расчета

В реку N осуществляется сброс сточных вод с постоянным расходом $Q_{\text{см}} = \text{const} = 0,6 \text{ м}^3/\text{с}$; концентрация загрязняющего вещества в сточной воде $S_{\text{ст.}} = 100 \text{ мг/л}$, концентрация этого вещества в воде реки $S_{\text{с}} = 0$, а ПДК = 10 мг/л.

Таблица 1 Характерные расходы воды

р.?– х. ?

(период наблюдений: 1928 – 1939, 1945 – 1972 гг.)

| Параметр/продолжительность | max | 30 | 90 | 180 | 270 | 355 | min |
|----------------------------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|
| Q, м ³ /с | 4170 | 1610 | 572 | 317 | 199 | 109 | 87,6 |

По данным о расходах заданной продолжительности построена обобщенная кривая продолжительности (рис. 1). С нее сняты значения расходов воды обеспеченностью 8, 20, 50, 75, 90, 95%.



Рисунок 1 Обобщенная кривая продолжительности стояния расходов воды

Таблица 2 Расчет показателей нагрузки на водоток

| $Q_p,$ м ³ /с | $P_Q,$ % | $Q_{ст},$ м ³ /с | $S_{ст},$ мг/л | Q_{p+} $Q_{ст},$ м ³ /с | $Q_{ст}S_c$ т | $S_n,$ мг/л | $P_{Sn},$ % | φ |
|-----------------------------|-------------|--------------------------------|-------------------|--|------------------|----------------|----------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| 1645 | 8 | 57 | 100 | 1702,0 | 5700 | 3,35 | 92 | 0,312 |
| 730 | | 57 | 100 | 787,0 | 5700 | 7,24 | 80 | 0,703 |
| 310 | 50 | 57 | 100 | 367 | 5700 | 15,53 | 50 | 1,65 |
| 195 | 75 | 57 | 100 | 252 | 5700 | 22,62 | 25 | 2,63 |
| 135 | 90 | 57 | 100 | 192 | 5700 | 29,69 | 10 | 3,80 |
| 115 | 95 | 57 | 100 | 172 | 5700 | 33,14 | 5 | 4,46 |

Для вычисления показателя превышения загрязненности над нормой ($P_{заг}$) строится кривая обеспеченности средней концентрации (S_n) по данным таблицы. Показатель не превышения загрязненности относительно нормы $P_{чист}$ находим по формуле

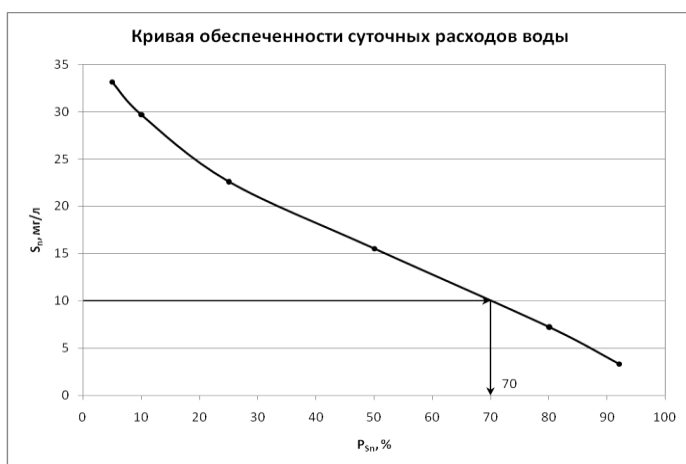
$$P_{чист} = 100 - P_{заг} (\%).$$


Рисунок 2 Кривая обеспеченности суточных расходов воды

Показатель превышения загрязненности над нормой ($P_{заг}$):

$$P_{заг} = 70 \%$$

Показатель не превышения загрязненности над нормой ($P_{чист}$):

$$P_{чист} = 100 - 70 = 30 \%$$

Полученные результаты анализируются и по результатам анализа делаются выводы.
Контрольные вопросы:

1. Какие загрязняющие вещества называются консервативными?
2. Каковы основные компоненты системы интегральных показателей оценки загрязненности поверхностных вод?
3. Когда величина S_n выражает истинное значение концентрации загрязняющего ингредиента и когда лишь условно характеризует его среднюю концентрацию?
4. С какой целью строится кривая обеспеченности средней концентрации S_n ?
- 5. Задание для самостоятельной работы**
6. 1. Построить блок-схему «Классификация водопользований».
7. Показать цель, сущность и содержание основных аспектов устойчивого природопользования. Составить резюме к схеме.
9. 2. Построить блок-схему «Рациональное использование водных ресурсов»
10. При построении блок-схемы необходимо исходить из целей водопользования и взаимодействия с объектами водного фонда

11. 3. Построить блок-схему «Водопотребление в городах»
12. Показать сущность экологизации водопользования, метод науки системный подход в исследовании проблем экологизации водопользования.
13. 4. Составить блок-схему «Экономия и рациональное водопользование в жилых домах» Показать структуру, факторы изменения водопотребления Выделить технические, организационные и экономические мероприятия
14. 5. Составить блок-схему «Экономия и рациональное водопользование для промышленности. Выделить технические, организационные и экономические мероприятия
15. 6. Составить блок-схему «Экономия и рациональное водопользование в сельском хозяйстве» Выделить технические, организационные и экономические мероприятия
16. 7. Построить блок-схему «Цель и аспекты охраны вод» Выделить цели различного уровня и мероприятия.
17. 8. Составить блок-схему «Гигиеническое нормирование загрязняющих веществ в гидросферу. Показать виды исследований принимаемые меры и перечень нормативов.
18. 9. Составить блок-схему «Национальная водохозяйственная политика и стратегия КР.
19. **Темы рефератов и докладов по дисциплине**
 1. Безреагентные методы и сооружения очистки природных вод.
 2. Биологические методы предварительной очистки воды.
 3. Сорбционная очистка воды, адсорбционные методы дезодорации воды.
 4. Конструкции адсорберов и основы их расчета.
 5. Методы удаления бора и брома, применяемое оборудование.
 6. Удаление кремниевой кислоты, применяемое оборудование.
 7. Обескислороживание подземных вод, применяемое оборудование.
 8. Очистка воды от азотных соединений.
 9. Электрохимическое коагулирование примесей.
 10. Смесители механического типа, конструкции, область применения.
 11. Камеры хлопьеобразования механического типа, конструкции, область применения.
 12. Вертикальные отстойники, конструкции и область применения.
 13. Радиальные отстойники, конструкции и область применения.
 14. Фильтры с плавающим фильтрующим слоем, конструкции и основы расчета.
 15. Бытовые устройства глубокой доочистки водопроводной воды, принцип действия и область применения.
 16. Утилизация осадков водопроводных станций

Контрольные вопросы

1. Каковы достоинства и недостатки дистанционных методов контроля качества вод?
2. Перечислите основные требования к расположению пункта контроля качества воды.
3. Каковы принципы определения числа створов, вертикалей и горизонтов и их размещения в пунктах контроля на водных объектах?
4. Чем обоснован выбор программы контроля гидрохимических и гидробиологических показателей?

5. Каковы требования к проведению гидрохимических работ на водном объекте?
6. Что включают в себя инженерные методы охраны вод?
7. Назовите основные методы очистки сточных вод в искусственных условиях?
8. Какие методы очистки применяются для извлечения тонкодисперсных и растворенных веществ?
9. В каких условиях может происходить биохимическая очистка?
10. Почему почвенные способы очистки сточных вод наилучшим образом защищают поверхностные воды от загрязнения?
11. Охарактеризуйте основные виды засорения водных объектов.
12. К чему приводит чрезмерный водозабор из естественных водоемов?
13. Как можно количественно оценить влияние хозяйственной деятельности на речной сток?
14. Каковы принципы определения экологического стока?
15. В чем основное различие методики назначения ширины водоохраных зон и прибрежных защитных полос?
16. Охарактеризуйте основные этапы деятельности HELCOM.
17. Каковы основные проблемы охраны и мониторинга вод трансграничных объектов?
18. Назовите самые значительные инициативы ООН и ВМО в природоохранной деятельности