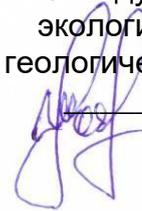


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
экологической геологии
геологический факультет
_____ Косинова И.И.



13.05.2024г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА**

МДК.03.02 Очистные сооружения

20.02.01 Экологическая безопасность природных комплексов
Техник-эколог

Очная Форма обучения

Учебный год: 2026/2027

Семестр(ы): 5,6

Рекомендована: НМС геологического факультета, протокол № 8 от 13.05.2024.

Составители программы: Кульнева Елена Михайловна, преподаватель

2024 г

1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МДК.03.02 Очистные сооружения

Программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (ФГОС СПО) по специальности 20.02.01 «Экологическая безопасность природных комплексов», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 августа 2022 г. N 790 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 20.02.01 «Экологическая безопасность природных комплексов», входящей в укрупненную группу специальностей 20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство.

1.1. Область применения программы

Программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО «Экологическая безопасность природных комплексов».

1.2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы: учебная дисциплина входит в Профессиональный цикл и относится к Профессиональному модулю. Требование к входным знаниям, умениям и навыкам по дисциплинам – Химия, Физика, Математика, Основы финансовой грамотности.

1.3. Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

иметь практический опыт: обеспечения работоспособности очистных установок и сооружений; управления процессами очистки и обработки сбросов и выбросов; реализации технологических процессы по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов; проведения мероприятий по очистке и реабилитации полигонов.

уметь: обеспечивать работоспособность очистных сооружений; применять процес-сы очистки сбросов; контролировать технологических процессов по переработке, утили-зации и захоронению жидких отходов; контролировать проведение мероприятий по очистке и реабилитации полигонов.

знать: принципы устройства очистных сооружений; основы процессов очистки сбросов; основы технологических процессов по переработке, утилизации и захоронению жидких отходов; принципы проведения мероприятий по очистке и реабилитации полигонов.

Результатом освоения программы учебной дисциплины является овладение обучающимся профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код компетенции	Содержательная часть компетенции
ОК 1	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
ОК 2	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности
ОК 7	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
ОК 9	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках
ПК-3.1	Осуществлять сбор информации для расчета количественных показателей отходов
ПК-3.2	Осуществлять организацию учета обращения с отходами
ПК-3.3	Выполнять экономический расчет оплаты за отходы

Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Доклады	Средство контроля, направленное на выявление умения анализировать проблематику изучаемой темы.	1. Перечень тем для докладов
2	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	1. Перечень вопросов к зачету.

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения занятий, контрольных работ, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

Критерии оценки результата итогового контроля по итогам освоения дисциплины:

Отлично

Глубокое знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; удельный вес ошибок при контрольном опросе – не более 10% .

Хорошо

Хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и теоретических понятий; грамотный ответ на зачете без принципиальных ошибок; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 11 до 35%.

Удовлетворительно

Понимание в целом терминологии и теоретических закономерностей; существенные ошибки при изложении фактического материала; недостаточно логичный и аргументированный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 36 до 60%.

Неудовлетворительно

Слабое и недостаточное знание терминологии и фактических данных, принципиальные ошибки при ответе; удельный вес ошибок при контрольном опросе более 60 %.

Перечень оценочных средств для дифференцированного зачета

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	1. Перечень вопросов к дифференцированному зачету.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

Кафедра экологической геологии
 Перечень примерных тестовых заданий
 (3 курс, 5, 6 семестр, дифференцированный зачет)
 по дисциплине **МДК.03.02 Очистные сооружения**

Тест № 1

Упорядочить механические методы очистки сточных вод по порядку применения.

- | |
|-------------------------|
| 2) Фильтрация |
| 1) Отстаивание |
| 4) Разделение суспензий |
| 3) Флотация |

Тест № 2

Скорость осаждения взвеси сточных вод в воде, находящейся в состоянии покоя, называется это:

- | |
|-----------------------------|
| 1) гравитационная крупность |
| 2) гидравлическая крупность |
| 3) гравитационная скорость |

Тест № 3

Что не относится к числу сооружений, работающих по принципу отстаивания, относятся отстойники и.

- | |
|---------------|
| 1) отстойники |
| 2) песколовки |
| 3) сита |

Тест № 4

Для выделения чего из сточных вод не используют отстойники?

- | |
|-------------------------------------|
| 1) минеральные взвешенные вещества |
| 2) органические взвешенные вещества |
| 3) коллоидные растворы |

Тест № 5

. Отстойников какого типа в зависимости от направления движения жидкости не существует?

- | |
|-------------------|
| 1) диаметральные |
| 2) радиальные |
| 3) горизонтальные |
| 4) вертикальные |

Тест № 6

От чего не зависит скорость процесса фильтрования? от разности давлений, создаваемой по сторонам фильтровальной перегородки, и сопротивления, испытываемого жидкостью при движении через эту перегородку.?

- | |
|--|
| 1) разность давлений, создаваемых по сторонам фильтровальной перегородки |
| 2) сопротивление, испытываемого жидкостью при движении через перегородку |

3) температура жидкости

Тест № 7

Что не относится к физико-химическим методам очистки сточных вод?

- | |
|-------------------------------|
| 1) смешение и нейтрализация |
| 2) фильтрация |
| 3) десорбция летучих примесей |
| 4) коагулирование |

Тест № 8

Какой окислитель не используется для очистки сточных вод?

- | |
|----------------------------------|
| 1) O ₂ |
| 2) O ₃ |
| 3) Cl |
| 4) H ₂ O ₂ |
| 5) H ₂ O |

Тест № 9

Чем не осуществляется продувка сточных вод при десорбции летучих веществ из раствора?

- | |
|----------------|
| 1) воздух |
| 2) водяной пар |
| 3) метан |
| 4) азот |

Тест № 10

Как называется способ очистки сточных вод, основанный на способности микроорганизмов использовать в качестве источника питания загрязнения сточных вод?

- | |
|--------------------------|
| 1) микробная очистка |
| 2) абиотическая очистка |
| 3) биологическая очистка |

Тест № 11

Что является доминирующим процессом биологического окисления в системах аэробной очистки, при котором конечным акцептором электронов окисляемых органических веществ служит молекулярный кислород?

- | |
|-------------------------|
| 1) анаэробное дыхание |
| 2) аэробное дыхание |
| 3) анаэробное окисление |

Тест № 12

Как называются очистные сооружения, где сточная вода фильтруется через толщу загрузочного материала большой удельной поверхности, на которой адсорбируются микроорганизмы?

- | |
|------------------|
| 1) биокоагулянты |
| 2) биофильтры |
| 3) биоадсорбенты |

Критерии оценки:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

- средний уровень сложности (в формулировке задания перечислены несколько вариантов ответа, необходимо выбрать 1 ответ):

1 балл – указан верный ответ;

- 0 баллов – ответа нет или указан неверный ответ.
- повышенный уровень сложности (задание с развернутым ответом):
- 5 баллов – указан полный ответ;
- 2 балла – ответ неполный, имеется 1-2 неточности;
- 0 баллов – ответ неверный или ответа нет.

Шкала оценивания

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он набирает 22-26 баллов (87-100%);
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он набирает 19-21 баллов (73-86%);
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он набирает 16-18 баллов (60-72%);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он набирает 0-15 баллов (0-59%).

При повторном прохождении теста, когда первая попытка сдана на «неудовлетворительно»:

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он набирает 22-26 баллов (87-100%);
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он набирает 19-21 баллов (73-86%);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он набирает 0-18 баллов (0-72%).

При третьей пересдаче теста, когда первые 4 попытки сданы на «неудовлетворительно»:

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он набирает 16-26 баллов (60-100%);
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он набирает 0-15 баллов (0-59%).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Кафедра экологической геологии
Перечень задач с кратким ответом
(3 курс, 5,6 семестр, дифференцированный зачет)
по дисциплине **МДК.03.02 Очистные сооружения**

Задача 1.

Определение отстаивания.

Ответ/решение. При отстаивании происходит гравитационное осаждение взвешенных веществ, имеющих плотность больше или меньше плотности воды. В первом случае они опускаются на дно сооружения, во втором — всплывают к поверхности жидкости.

Задача 2

Назначение песколовки.

Ответ/решение. Для выделения из сточных вод тяжёлых примесей минерального происхождения (преимущественно песка) до очистки от более лёгких органических взвешенных веществ в отстойниках применяют песколовки.

Задача 3

В чём принцип действия песколовки?

Ответ/решение. Принцип разделения взвеси в песколовках основан на разнице гидравлических крупностей минеральной и органической взвеси в силу меньшей плотности последней.

Задача 4

Как определяется фильтрование с образованием осадка на фильтровальной перегородке?

Ответ/решение. При таком фильтровании задерживаются все частицы взвеси, которые превышают размеры пор фильтровальной перегородки или пустот между уже задержанными частицами, которые сами образуют дополнительный фильтрующий слой.

Задача 5.

Определение флотации.

Ответ/решение. Флотация – это процесс очистки сточных вод от взвешенных веществ на основании физико-химических свойствах поверхности частиц взвеси, обуславливающих их способность образовывать комплексы с пузырьками газа, чаще всего воздуха, и гравитационных сил, под действием которых комплексы, имеющие плотность меньше, чем у сточных вод, всплывают к поверхности воды, образуя пену.

Задача 6

Какие основные способы флотационной очистки сточных вод от взвеси в соответствии со способами получения в воде пузырьков воздуха существуют.

Ответ/решение. В соответствии со способами получения в воде пузырьков воздуха (или любого другого газа) различают следующие способы флотации: 1)

флотация пузырьками, образующимися в результате механического диспергирования потока газа в жидкости, с применением механических турбинок, форсунок и т. д.; 2) флотация пузырьками, образующимися из пересыщенных растворов воздуха в воде; 3) электрофлотация, т. е. флотация пузырьками газов, образующихся при электролизе воды.

Задача 7

В чём заключается механизм действия коагулянтов?

Ответ/решение. Образующиеся частицы гидроксидов сталкиваются между собой в броуновском движении и коагулируют, образуя агрегаты, обладающие огромной активной поверхностью. Одновременно происходят процессы сорбции мелких коллоидных частиц на поверхности относительно более крупных частиц взвеси.

Задача 8

Чем отличаются минеральные адсорбенты и активный уголь?

Ответ/решение. Минеральные адсорбенты (силикагели, алюмогели, цеолиты, глинистые минералы) представляют собой гидрофильные материалы, обладающие высокой энергией взаимодействия с молекулами воды. Поэтому они менее активны по отношению к растворенным в воде веществам и применяются для обезвоживания органических растворителей или для осушки газов. Адсорбция активными углями является одним из наиболее эффективных методов глубокой очистки воды от органических веществ и растворенных газов.

Задача 9

В чём преимущества мембранных методов очистки сточных вод?

Ответ/решение. Мембранные методы, различные по механизму отделения примесей от воды, имеют следующие общие достоинства: 1) они не требуют химических реагентов; 2) процессы очистки протекают без изменения фазового состояния воды и примесей; 3) технологическое оборудование отличается простотой и компактностью.

Задача 10

В чём заключается принцип работы биофильтров?

Ответ/решение. Независимо от типа биофильтры работают по единому принципу. Загрязнения из сточной воды проникают в биопленку, где потребляются микроорганизмами и подвергаются биоокислению, в результате которого образуются продукты окисления, в частности диоксид углерода.

Задача 11

В чём заключается принцип работы биофильтров?

Ответ/решение. Независимо от типа биофильтры работают по единому принципу. Загрязнения из сточной воды проникают в биопленку, где потребляются микроорганизмами и подвергаются биоокислению, в результате которого образуются продукты окисления, в частности диоксид углерода.

Задача 12

Определение аэротенка.

Ответ/решение. Аэротенки – это проточные аэробные биохимические реакторы с возвратом биомассы, в которых микроорганизмы находятся в виде хлопьев активного ила.

Критерии оценки результата итогового контроля по итогам освоения дисциплины:

Отлично

Глубокое знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; удельный вес ошибок при контрольном опросе – не более 10% .

Хорошо

Хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и теоретических понятий; грамотный ответ на зачете без принципиальных ошибок; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 11 до 35%.

Удовлетворительно

Понимание в целом терминологии и теоретических закономерностей; существенные ошибки при изложении фактического материала; недостаточно логичный и аргументированный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 36 до 60%.

Неудовлетворительно

Слабое и недостаточное знание терминологии и фактических данных, принципиальные ошибки при ответе; удельный вес ошибок при контрольном опросе более 60 %.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Кафедра экологической геологии
Перечень расчетных задач
 (3 курс, 5, 6 семестр, дифференцированный зачет)
 по дисциплине **МДК.03.02 Очистные сооружения**

Задание 1

Рассчитать усреднитель концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) в сточных водах промышленного предприятия. Исходные данные для расчета: максимальные концентрации загрязняющих веществ в поступающей воде (C_{\max}) 1600 г/м³, допустимые концентрации загрязняющих веществ в усредненной воде ($C_{\text{доп}}$) 1200 г/м³, средняя концентрация загрязняющих веществ в сточной воде ($C_{\text{ср}}$) 1000 г/м³, концентрация загрязняющих веществ в воде, поступающей в усреднитель в указанный отрезок времени и выходящей из него в предшествующий отрезок времени, соответственно $C_{\text{вх}}$ 2000 г/м³ и $C_{\text{вых}}$ 400 г/м³, продолжительность залпового выброса (продолжительность усреднения) (T_z) 10 ч, приток сточных вод (Q) 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15 м³/ч, максимальный приток сточных вод по графику притока ($Q_{\text{тах}}$) 20 м³/ч, коэффициент ($ср$) 0,1.

Решение:

1. Рассчитаем коэффициент подавления K_p :

$$K_p = \frac{C_{\max} - C_{\text{ср}}}{C_{\text{доп}} - C_{\text{ср}}}$$

где C_{\max} — максимальные концентрации ЗВ в поступающей воде, (г/м³); $C_{\text{ср}}$ — средняя концентрация ЗВ в сточной воде (г/м³);

$C_{\text{доп}}$ — допустимые концентрации ЗВ в усредненной воде, (г/м³).

2. Объем усреднителя fV_y для погашения залпового выброса рассчитывается по формуле (м³)

$$W_y = \frac{QT_z}{\ln[K_p / (K_p - 1)]}$$

где Q — приток сточных вод (м³/ч);

T_z — продолжительность залпового выброса (продолжительность усреднения) (ч);

K_p — коэффициент подавления.

3. Отрезок времени, по которому ведется расчет, определяется по формуле

$$\Delta t < (f W_y) / Q_{\max}$$

где $ср$ — коэффициент;

W_y — объем усреднителя (м³);

Q_{\max} — максимальный приток сточных вод по графику притока (м³/ч).

4. Приращение концентрации ЗВ $\Delta C_{\text{вых}}$ на выходе из усреднителя в каждый отрезок времени вычисляется по зависимости (г/м³)

$$\Delta C_{\text{вых}} = [(C_{\text{вх}} - C_{\text{вых}})] Q \Delta t / W_y$$

где Q — приток сточных вод (м³/ч);

$C_{\text{вх}}$ и $C_{\text{вых}}$ — концентрация ЗВ в воде, поступающей в усреднитель в указанный отрезок времени и выходящей из него в предшествующий отрезок времени (г/м³).

Задание 2

Необходимо повысить эффективность работы действующего радиального отстойника $D_{\text{сет}}$ — 30 м, на который подается расход воды $q_{\text{сет}} = 1000$ м³/ч. При этой производительности в отстойнике задерживаются частицы гидравлической

крупностью $U_0 = 1$ мм/с, что не удовлетворяет предъявляемым требованиям. Анализ характеристики загрязнений показал, что требуемый эффект очистки обеспечивается при выделении примесей гидравлической крупностью 0,25 мм/с и более. Требуется определить размеры тонкослойных блоков, которыми должен быть оборудован радиальный отстойник.

Решение

При параметрах скорость потока $u_w = 5$ мм/с и высоту яруса $h_{ji} = 0,07$ м, по формуле определяем длину пластин в блоке (по табл. 33 СНиП 2.04.03—85):

$$L_{bl} = u_w \cdot h_{ji} / U_0$$

где u_w — скорость потока в ярусе;

h_{ji} — высота яруса:

$$L_{bl} = 0,5 \cdot 0,07 / 0,25$$

При диаметре $Z = 27$ м, на котором предполагается расположить блоки с параллельными пластинами, по формуле

$$N_{bl} = \frac{q_{set} \cdot h_{ti}}{3,6 K_{set} D^2 L_{bl} U_0 \pi}$$

$$N_{bl} = \frac{1000 \cdot 0,07}{3,6 \cdot 0,45 \cdot 3,14 \cdot 27^2 \cdot 1,4 \cdot 0,25} = 1,47$$

определяем высоту блока при коэффициенте использования объема $K_{set} = 0,45$, определяемого по табл. 31 СНиП 2.04.03—85:

Рассчитываем количество ярусов в блоке (модуле):

$$n_{ti} = 1,5 / 0,7 = 21,4, \text{ т.е. } 22 \text{ яруса}$$

Задание 3

Город, имея очистные сооружения, предотвращает сброс в реку (коэффициент экологической значимости водохозяйственного участка составляет 2,3) до 80 тыс. т взвешенных веществ, 25 тыс. т общего азота, 20 тыс. т СПАВ, 0,05 тыс. т масел (показатель относительной опасности для взвешенных веществ равен 0,05 усл. т/т, для общего азота – 0,1 усл. т/т, для СПАВ – 2 усл. т/т, для масел – 100 усл. т/т). Капитальные вложения в строительство очистных сооружений составляют 250 млн грн., а ежегодные эксплуатационные затраты – 850 тыс. грн.

Оцените экономическую эффективность строительства очистных сооружений. Определите стоимость ликвидации ущерба, если рыбохозяйственные потери могут составить 220 тыс. грн./год.

Решение

1. Найдем приведенную массу предотвращенного годового сброса загрязняющих веществ в водоем по формуле:

$$M_{пр} = \sum_{i=1}^n A_i \times m_i$$

где $M_{пр}$ – приведенная масса предотвращенного годового сброса загрязняющих веществ в водоем, усл. т;

i – вид загрязняющего вещества ($i = 1, 2, 3, \dots, n$);

A_i — показатель относительной опасности загрязняющего вещества, усл. т/т;

m_i – общая масса предотвращенного годового сброса i -го загрязняющего вещества в водоем, т.

$$M_{пр} = 0,05 \times 80\,000 + 0,1 \times 25\,000 + 2 \times 20\,000 + 100 \times 50 = 51\,500 \text{ (усл. т)}$$

2. Рассчитаем удельный ущерб, наносимый годовым сбросом загрязняющих веществ в водоем по формуле:

$$Y_{уд} = \gamma \times \sigma_k$$

где $Y_{уд}$ – удельный ущерб наносимый годовым сбросом загрязняющих веществ в водоем, грн./усл. т;

Y – константа для оценки ущерба от годовых сбросов в водоем, $y = 400$ грн./усл. т;

σ_k – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости водохозяйственного участка.

$$Y_{уд} = 400 \times 2,3 = 920 \text{ (грн./усл. т)}$$

3. Экономическая оценка годового предотвращенного ущерба от сбросов загрязняющих веществ в водоем и ликвидации рыбохозяйственных потерь определяется по формуле:

$$Y_{пр}^{вод} = \sigma_k \times M_{пр} + u_{пр}^{рыб.хоз}, \text{ или } Y_{пр}^{вод} = Y_{уд} \times M_{пр} + u_{пр}^{рыб.хоз},$$

где $Y_{пр}^{вод}$ – экономическая оценка годового предотвращенного ущерба от сбросов загрязняющих веществ в водоем и ликвидации рыбохозяйственных потерь, тыс. руб./год;

$u_{пр}^{рыб.хоз}$ – ежегодные рыбохозяйственные потери от сбросов загрязняющих веществ в водоем, тыс. руб./год. $U_{пр}^{**} = (920 \times 51\,500) : 1\,000 + 220 = 47\,600$ (тыс. руб./год).

4. Рассчитаем приведенные затраты на строительство и эксплуатацию городских очистных сооружений по формуле:

$$З = С + E_n \times K,$$

где $З$ – приведенные затраты на строительство и эксплуатацию городских очистных сооружений, тыс. руб./год;

$С$ – ежегодные эксплуатационные расходы, тыс. руб./год;

$E_n = 0,12$ – нормативный коэффициент общей экономической эффективности капиталовложений;

K – капитальные вложения в строительство городских очистных сооружений, тыс. руб.

$$З = 850 + 0,12 \times 250\,000 = 30\,850 \text{ (тыс. руб./год)}$$

5. Определим чистый экономический эффект от предотвращения сброса загрязняющих веществ в водоем по формуле:

$$\mathcal{E} = Y_{пр}^{вод} - З,$$

где \mathcal{E} – чистый экономический эффект от предотвращения сброса загрязняющих веществ в водоем, тыс. руб./год.

$$\mathcal{E} = 47\,600 - 30\,850 = 16\,750 \text{ (тыс. руб./год)}$$

6. Определим общую экономическую эффективность строительства городских очистных сооружений по формуле:

$$\mathcal{E}_з = \frac{\mathcal{E}}{З} = \frac{\mathcal{E}}{С + E_n \times K} = \frac{Y_{пр}^{вод} - З}{С + E_n \times K}$$

где $\mathcal{E}_з$ – общая экономическая эффективность строительства городских очистных сооружений.

$$\mathcal{E}_з = 16\,750 : 30\,850 = 0,54.$$

ВЫВОД: Строительство данных очистных сооружений выгодно, так как чистый экономический эффект от предотвращения сброса загрязняющих веществ в водоем равен $\mathcal{E} = 16\,750$ тыс. руб. > 0 , а общая экономическая эффективность строительства городских очистных сооружений значительно превышает нормативную и составляет $\mathcal{E}_з = 0,54$.

Задание 4

Найти скорость осаждения в воде частиц кварцевого песка шарообразной формы диаметром 0,9 мм, если плотность песка 2650 кг/м³, а температура воды 20 °С.

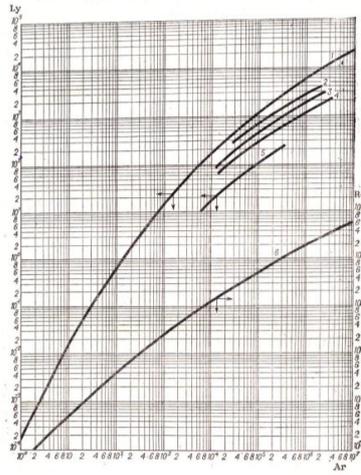


Рис. 129. Зависимость критериев Re и Lu от критерия Ar для осаждения одиночной частицы в неподвижной среде:
1 и 6 – шарообразные частицы; 2 – округленные частицы; 3 – угловатые частицы;
4 – продолговатые частицы; 5 – пластинчатые

Решение.

Определяем критерий Ar:

$$Ar = \frac{d^3(\rho - \rho_c)\rho_c g}{\mu c^2}$$

$$Ar = (0,9^3 \cdot 10^{-9} (2650 - 1000) 1000 \cdot 9,81) / (1 \cdot 10^{-3})^2 = 1,18 \cdot 10^4$$

где для воды $\mu c = 1 \cdot 10^{-3}$ Па·с. По значению $Ar = 1,18 \cdot 10^4$ из рис. находим $Re = 140$. Скорость осаждения частиц кварцевого песка шарообразной формы диаметром 0,9 мм определяем из выражения:

$$W_{oc} = \frac{Re \mu c}{d \rho c} = \frac{140 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{0,0009 \cdot 1000} = 0,15$$

Задание 5

Определить размер наибольших шарообразных частиц мела, которые будут уноситься восходящим потоком воды, идущим со скоростью 0,5 м/с. Температура воды 10 °С, плотность мела 2710 кг/м³.

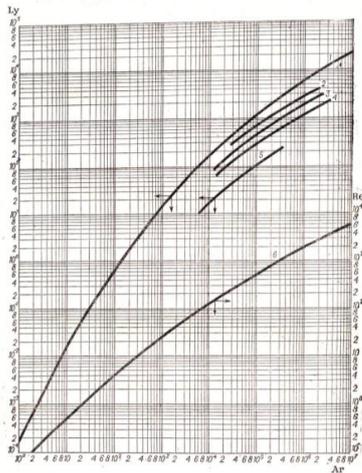


Рис. 129. Зависимость критериев Re и Lu от критерия Ar для осаждения одиночной частицы в неподвижной среде:
1 и 6 – шарообразные частицы; 2 – округленные частицы; 3 – угловатые частицы;
4 – продолговатые частицы; 5 – пластинчатые

Решение.

Определяем критерий Lu по формуле

$$Lu = (w_{oc}^3 \rho^3 c) / \mu c (\rho - \rho_c) g$$

где для воды при 10 °С $\mu c = 1,3 \cdot 10^{-3}$ Па·с.

По найденному значению $Ly = 5,72 \cdot 10^3$ из рис. находим $Re = 1750$; затем по формуле определяем максимальный диаметр частиц мела, которые будут уноситься водой:

$$d = Re \mu_c / W_{oc} \rho_c$$
$$d = (175 \cdot 1.3 \cdot 10^{-3}) / (0.5 \cdot 1000) = 4.55 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 4.55 \text{ мм}$$

Критерии оценки результата итогового контроля по итогам освоения дисциплины:

Отлично

Глубокое знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; удельный вес ошибок при контрольном опросе – не более 10% .

Хорошо

Хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и теоретических понятий; грамотный ответ на зачете без принципиальных ошибок; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 11 до 35%.

Удовлетворительно

Понимание в целом терминологии и теоретических закономерностей; существенные ошибки при изложении фактического материала; недостаточно логичный и аргументированный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 36 до 60%.

Неудовлетворительно

Слабое и недостаточное знание терминологии и фактических данных, принципиальные ошибки при ответе; удельный вес ошибок при контрольном опросе более 60 %.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Кафедра экологической геологии
Перечень ситуационных задач
 (3 курс, 5,6 семестр, дифференцированный зачет)
 по дисциплине **МДК.03.02 Очистные сооружения**

Задание 1

Сколько времени необходимо отмывать осадок на фильтр-прессе от NaCl, чтобы достигнуть концентрации 5 г/дм³, допустимой в промывной воде? Промывка ведется чистой водой. Интенсивность промывки 0,33 м³/дм³. Толщина слоя осадка 35 мм. Константа промывки K = 520 см³/дм³. В начальный момент промывки концентрация NaCl в промывной воде 143 г/дм³.

Решение. Воспользуемся уравнением, подставив в него заданные величины в соответствующих единицах измерения: $\delta = 0,035$ м; $w = 0,33$ м³/(м²·ч); $K = 520 \cdot 0,001$ м³/м³. Тогда $(\lg 143 - \lg 5) \cdot 0,683 \cdot 520 \cdot 0,001 \cdot 0,33 \cdot 2,3 \cdot 0,035 = \dots \cdot \tau = \tau = 41$ мин.

Задание 2

Определить длительность промывки осадка, если количество промывной воды составляет 2,4 дм³/м² и промывка идет по линии основного фильтрата 10 дм³ жидкости через 1 м² фильтра, если при предварительном испытании фильтра с 1 м² было собрано фильтрата: 1 дм³ через 2,25 мин и 3 дм³ через 14,5 мин после начала фильтрования.

Решение. Пренебрегая различием в динамических коэффициентах вязкости фильтрата и промывной воды, будем считать, что скорость промывки равна скорости фильтрования в конечный момент. Скорость фильтрования в конечный момент определим по уравнению (2.18) с использованием данных предыдущего примера:

$$\frac{dv}{d\tau} = \frac{K}{V+C} = \frac{0,77}{2(10+0,37)} = 0,037 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \text{ мин}$$

Продолжительность промывки:

$$T_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{пр}}}{(dv/d\tau)_{\text{пр}}}$$

$$T_{\text{пр}} = \frac{2,4}{0,037} = 65 \text{ мин}$$

Задание 3

Оцените эффективность очистки сточных вод на станции аэрации. Спуск сточных вод осуществляется в реку ниже населенного пункта. Результаты исследования сточных вод по этапам очистки приведены в протоколе № 1 (табл. 1), качество воды водоема в створе на 1 км выше ближайшего пункта водопользования, использующего воду из реки для централизованного водоснабжения, приведено в протоколе № 2 (табл. 2).

Таблица 1

Протокол 1 Результаты исследования сточных вод по этапам очистки

Показатели анализа	Сточные воды			
	поступающие	после радиальных отстойников	после аэротенков	после хлорирования
Температура, С	22,5	22	19,6	20
Прозрачность, см	2	9	12	19
Осадок по объему, %	2,2	1,	0,9	0,2
Взвешенные вещества, мг/л	110	55	92	16
рН	7,6	7,6	7,7	77,7
БПК ₅ , мгО ₂ /л	86	72	8	6
Относительная стабильность, %	11	37	99	99
Хлориды, мг/л	55	55	50	50
Азот аммиака, мг/л	18,2	18	10,2	9,8
Азот нитритов, мг/л	0	0	0,1	0,14
Азот нитритов, мг/л	0	0	9,6	9

Таблица2

Протокол 2

Показатели исследований	Вода водоема	
	до выпуска сточных вод	в створе на 1 км выше города
Взвешенные вещества, мг/л	15	15,25
Плавающие примеси	нет	нет
Запах в баллах	2	2
Окраска	нет (в столбе 20 см)	нет (в столбе 20 см)
рН	7,2	7
Минеральный состав, мг/л	750	800
Растворимый кислород, мг/л	8	7
БПК ₅ , мгО ₂ /л	1,2	205
Возбудители кишечных инфекций	-	-
Ядовитые в-ва, мг/л	-	-
Термотолератные коли формные бактерии, КОЕ/100 см	80	95
Общие коли формные бактерии, КОЕ/100 см	630	710
КОЛИФАГИ, кое/100 см	7	10

Решение.

Оценка технической эффективности:

1 Этап механической очистки. Для оценки технической эффективности механической очистки из анализа сточных вод выделяем показатели, характерные

для этого вида очистки: взвешенные вещества, осадок по объему, прозрачность. Определяем (в процентах) снижение концентрации взвешенных веществ (Рв.в.) и осадка (Рос) после механической очистки по сравнению с поступающей на очистку сточной водой. Этап механической очистки заканчивается на радиальных отстойниках. Таким образом,

$$P_{\text{пв}} = \frac{(110-55) \cdot 100}{110} = 50\%$$

$$P_{\text{ос}} = \frac{(2,2-1,1) \cdot 100}{2,2} = 50\%$$

Следовательно, техническая эффективность механической очистки составляет 50 %. Из анализа видно, что наряду с уменьшением взвешенных веществ увеличивается прозрачность сточных вод с 2 см до 9 см (табл. 1).

Для радиальных отстойников, которые являются горизонтальными, проектная эффективность составляет 50–70 %.

2 Этап биологической очистки (аэротенки). Для оценки технической эффективности биологической очистки необходимо ориентироваться на показатели анализа сточных вод — БПКполн, стабильность (S) и соединения группы азота (азот аммиака, азот нитритов, азот нитратов):

$$P_{\text{бпк}} = \frac{(72-8) \cdot 100}{72} = 89\%$$

Техническая эффективность по БПКполн (РБПК) составляет 89 % (соответствует проектной эффективности аэротенков 80–90 % (табл. 1)). Стабильность сточных вод составляет 99 %, что является положительным фактом. Из анализа следует, что процесс окисления органических веществ идет глубоко, о чем свидетельствуют: 1) снижение концентрации азота аммиака с 18 мг/л до 10,2 мг/л; 2) появление азота нитритов и нитратов (0,1 и 9,6 мг/л соответственно).

Вывод: техническая эффективность очистки достигнута.

Критерии оценки результата итогового контроля по итогам освоения дисциплины:

Отлично

Глубокое знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; удельный вес ошибок при контрольном опросе – не более 10% .

Хорошо

Хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и теоретических понятий; грамотный ответ на зачете без принципиальных ошибок; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 11 до 35%.

Удовлетворительно

Понимание в целом терминологии и теоретических закономерностей; существенные ошибки при изложении фактического материала; недостаточно логичный и аргументированный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 36 до 60%.

Неудовлетворительно

Слабое и недостаточное знание терминологии и фактических данных, принципиальные ошибки при ответе; удельный вес ошибок при контрольном опросе более 60 %.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Кафедра экологической геологии
Перечень **вопросов** к дифференцированному зачету
(3 курс, 5, 6 семестр, дифференцированный зачет)
по дисциплине **МДК.03.02 Очистные сооружения**

1. Назначение канализации и классификация сточных вод.
 - 2 Системы канализации.
 - 3 Основные сооружения канализации.
 - 4 Схемы канализации промышленных предприятий.
 - 5 Выбор системы канализования.
 - 6 Условия приема сточных вод в канализационные сети.
 - 7 Расчетные расходы сточных вод.
 - 8 Смотровые колодцы и соединительные камеры.
 - 9 Наружные и внутренние водостоки.
 - 10 Продолжительность, интенсивность, повторяемость дождей.
 - 11 Коэффициент стока.
 - 12 Определение расчетных расходов дождевой воды.
 - 13 Ливнеспуски. Режим работы ливнеспусков.
 - 14 Дождеприемники.
 - 15 Перекачка дождевых вод.
 - 16 Состав и свойства сточных вод промышленных предприятий.
 - 17 Нитрификация и денитрификация.
 - 18 Растворение и потребление кислорода.
 - 19 Биохимическая и химическая потребность в кислороде.
 - 20 Определение концентрации в сточных водах.
 - 21 Условия спуска сточных вод в водоемы.
 - 22 Нормативы качества воды водоемов питьевого и культурно-бытового пользования.
 - 23 Сооружения механической очистки сточных вод.
 - 24 Решетки (назначение, конструкции, классификация по основным параметрам).
 - 25 Песколовки. Классификация, назначение, принцип работы.
 - 26 Конструкция горизонтальных песколовков (с прямолинейным и круговым движением воды).
 - 27 Конструкция и работа тангенциальных песколовков.
 - 28 Аэрируемые песколовки. Конструкция и работа.
 - 29 Песковые площадки и песковые бункеры.
 - 30 Отстойники (классификация, назначение, процесс отстаивания сточной воды).
 - 31 Горизонтальные отстойники.
 - 32 Вертикальные отстойники.
 - 33 Радиальные отстойники.
 - 34 Осветлитель с естественной аэрацией.
 - 35 Сооружения для предварительной аэрации.
 - 36 Биокоагулятор.
 - 37 Характеристика осадков и методы обработки осадков.
 - 38 Септики.
 - 39 Двухъярусные отстойники.
 - 40 Метантенки, газовая сеть и газгольдеры.

- 41 Аэробный стабилизатор.
- 42 Иловые площадки.
- 43 Механическое обезвоживание.
- 44 Конструкция вакуум-фильтра.
- 45 Фильтрпрессы.
- 46 Термическая обработка осадка (барабанная сушилка, сушилка с кипящим слоем).
- 47 Сжигание осадков.
- 48 Классификация методов биологической очистки. Сущность метода.
- 49 Биофильтры (классификация, принцип работы).
- 50 Типы загрузки биофильтров.
- 51 Капельные биофильтры.
- 52 Высоконагружаемые биофильтры.
- 53 Распределительная система биофильтров.
- 54 Вентиляционная система биофильтров.
- 55 Системы аэрации в аэротенках.
- 56 Циркуляционные очистительные каналы
- 57 Окситенки.
- 58 Вторичные отстойники.
- 59 Илоуплотнители.
- 60 Классификация и сущность методов обеззараживания сточной воды.
- 61 Дезинфекция сточной воды хлорной известью.
- 62 Дезинфекция сточной воды газообразным хлором.
- 63 Озонирование сточной воды.
- 64 Типы и конструкции смесителей.
- 65 Контактные резервуары.
- 66 Типы и конструкция выпусков сточной жидкости в водоем.
- 67 Распределительные устройства на очистных сооружениях.
- 68 Прием сооружений в штатную эксплуатацию.
- 69 Организация обслуживания очистных сооружений, автоматизация и диспетчеризация.

Критерии оценки результата итогового контроля по итогам освоения дисциплины:

Отлично

Глубокое знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; удельный вес ошибок при контрольном опросе – не более 10% .

Хорошо

Хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и теоретических понятий; грамотный ответ на зачете без принципиальных ошибок; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 11 до 35%.

Удовлетворительно

Понимание в целом терминологии и теоретических закономерностей; существенные ошибки при изложении фактического материала; недостаточно логичный и аргументированный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 36 до 60%.

Неудовлетворительно

Слабое и недостаточное знание терминологии и фактических данных, принципиальные ошибки при ответе; удельный вес ошибок при контрольном опросе более 60 %.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Кафедра экологической геологии
Перечень **вопросов для написания рефератов**
(3 курс, 5, 6 семестр, дифференцированный зачет)
по дисциплине **МДК.03.02 Очистные сооружения**

- 1 Характеристика загрязненности воды нефтью
- 2 Выбор способа очистки нефтесодержащих сточных вод
- 3 Методы очистки промышленных сточных вод от нефтепродуктов
- 4 Механическая очистка
- 5 Песколовки
6. Статические отстойники
- 7 Динамические отстойники
- 8 Тонкослойные отстойники
- 9 Гидроциклоны
- 10 Напорные гидроциклоны
- 11 Безнапорные гидроциклоны
- 12 Центрифуги
- 13 Фильтры
- 14 Физико-химическая очистка
- 15 Коагуляция
- 16 Флотация
- 17 Вакуумная флотация
- 18 Напорная флотация
- 19 Импульсная флотация
20. Флотация с подачей воздуха через пористые материалы
- 21 Электрофлотация
- 22 Адсорбция
- 23 Химическая очистка
- 24 Хлорирование
- 25 Озонирование
26. Биологическая очистка
- 27 Биофильтры
- 29 Аэротенки
30. Биологические пруды
- 31 Классификация нефтепродуктов, как загрязняющих веществ в поверхностных и сточных водах

Критерии оценки результата итогового контроля по итогам освоения дисциплины:

Требования к структуре и оформлению экзаменационных рефератов по учебной дисциплине «Основы бюджетной грамотности»

Обязательными структурными элементами реферата являются:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;

- основная часть;
- заключение;
- список литературы.

Во введении указываются цели и задачи написания реферата.

Основная часть реферата состоит из 2-5 пунктов количество, содержание и объем которых определяются в соответствии с особенностями работы.

В заключении реферата содержатся краткие выводы по теме работы.

Общий объем реферата не должен превышать 12-15 страниц. Реферат выполняется на компьютере в одном экземпляре, и оформляется только на лицевой стороне белой бумаги следующим образом:

- размер бумаги стандартного формата А4 (210 x 297 мм)
- поля: левое – 30 мм, верхнее – 20 мм, правое – 10 мм, нижнее – 20 мм.
- ориентация: книжная
- шрифт: Times New Roman.
- кегель: - 14 пт (пунктов) в основном тексте, 14 пт в сносках, в таблицах – 12 пт.
- междустрочный интервал - полуторный в основном тексте, в таблицах – одинарный
- расстановка переносов – автоматическая
- форматирование основного текста – в параметре «по ширине»
- цвет шрифта – черный
- красная строка – 1,25 см
- название глав, пунктов и основного текста одинарным интервалом, печатаются строчными буквами, жирным шрифтом не выделяются.

При нумерации страниц реферата выполняются следующие требования: нумерация страниц производится, начиная с 2-й страницы (с оглавления) (вставка – номера страниц). На титульном листе страница не ставится. Страницы реферата нумеруются арабскими цифрами, соблюдается сквозная нумерация по всему ее тексту. Номер страницы проставляют в центре нижней или верхней части листа без точки.

Реферат может содержать рисунки, таблицы, графики и диаграммы для которых соблюдается сквозная нумерация по всему реферату.

Список использованной литературы составляет не менее 12 источников, располагаемых в алфавитном порядке.

Критерии оценки результата итогового контроля по итогам освоения дисциплины:

Отлично

Глубокое знание и понимание предмета, в том числе терминологии и основных понятий; теоретических закономерностей; фактических данных; удельный вес ошибок при контрольном опросе – не более 10% .

Хорошо

Хорошее знание и понимание предмета, в том числе терминологии и теоретических понятий; грамотный ответ на зачете без принципиальных ошибок; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 11 до 35%.

Удовлетворительно

Понимание в целом терминологии и теоретических закономерностей; существенные ошибки при изложении фактического материала; недостаточно логичный и аргументированный ответ на зачете; удельный вес ошибок при контрольном опросе от 36 до 60%.

Неудовлетворительно

Слабое и недостаточное знание терминологии и фактических данных, принципиальные ошибки при ответе; удельный вес ошибок при контрольном опросе более 60 %.