

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 5

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

ДОЦ., Д.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Жильникова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование систем очистки сточных вод»

(Наименование дисциплины)

| | |
|---|------------------------------------|
| Код направления подготовки/ специальности | 20.03.01 |
| Наименование направления подготовки/ специальности | Техносферная безопасность |
| Наименование направленности | Инженерная защита окружающей среды |
| Форма обучения | очная |

Санкт-Петербург– 2021г.

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

| | | |
|--|--|---|
| <hr/> <p>доц., к.т.н., с.н.с. (должность, уч. степень, звание)</p> | <hr/>  (подпись, дата) | <hr/> <p>Е.Н.Киприянова (инициалы, фамилия)</p> |
|--|--|---|

Программа одобрена на заседании кафедры № 5
«23» июня 2021 г, протокол № 03-06/2021

и.о Заведующий кафедрой № 5

| | | |
|---|--|---|
| <hr/> <p>д.т.н., доц. (уч. степень, звание)</p> | <hr/>  (подпись, дата) | <hr/> <p>Е.А. Фролова (инициалы, фамилия)</p> |
|---|--|---|

Ответственный за ОП ВО 20.03.01(01)

| | | |
|--|---|--|
| <hr/> <p>доц., д.т.н., доц. (должность, уч. степень, звание)</p> | <hr/>  (подпись, дата) | <hr/> <p>Н.А. Жильникова (инициалы, фамилия)</p> |
|--|---|--|

Заместитель директора института (декана факультета) № ФПТИ по методической работе

| | | |
|--|--|--|
| <hr/> <p>доц., к.т.н., доц. (должность, уч. степень, звание)</p> | <hr/>  (подпись, дата) | <hr/> <p>М.С. Смирнова (инициалы, фамилия)</p> |
|--|--|--|

Аннотация

Дисциплина «Проектирование систем очистки сточных вод» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 20.03.01 «Техносферная безопасность» направленности «Инженерная защита окружающей среды». Дисциплина реализуется кафедрой «№5».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-7 «Способен принимать участие в инженерных разработках проектов производства и очистных сооружений»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием систем очистки сточных вод.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Проектирование систем очистки сточных вод» - научить студентов инженерному подходу к решению задач проектирования систем водоподготовки и водоочистки.

Дисциплина «Проектирование систем очистки сточных вод» является одним из важнейших курсов, которые обеспечивают полноценную подготовку бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» и инженерная защита окружающей среды.

В результате изучения дисциплины студент должен уметь анализировать основные показатели качества природных и сточных вод, разрабатывать схемы систем водоочистки и водоподготовки на основании анализа параметров технологических процессов, рационально выбирать методы и средства очистки воды от примесей разной природы, разрабатывать законченные системы водоподготовки и водоочистки.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|--|--|
| Профессиональные компетенции | ПК-7 Способен принимать участие в инженерных разработках проектов производства и очистных сооружений | ПК-7.3.2 знать современные технические и технологические решения создания производственных систем и сооружений очистки сточных вод ПК-7.У.1 уметь выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта ПК-7.В.1 владеть навыками использования современных информационно-коммуникационных технологий, в том числе программного обеспечения, необходимого для проектирования производственных систем и сооружений очистки сточных вод ПК-7.В.2 владеть навыками выполнения необходимых расчетов, подтверждающих показатели, установленные техническим заданием |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Физико-химические основы безопасности»,
- «Инженерная экология»,
- «Экологические проблемы отраслей промышленности и основы промышленной экологии»,

- «Основы химической безопасности»,
- «Теоретические основы защиты окружающей среды»

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Современные системы защиты гидросферы»
- «Проектирование систем контроля и управления водоочисткой»
- «Подготовка выпускной квалификационной работы».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы | Всего | Трудоемкость по семестрам |
|---|--------|---------------------------|
| | | №7 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 4/ 144 | 4/ 144 |
| Из них часов практической подготовки | 34 | 34 |
| Аудиторные занятия, всего час. | 68 | 68 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 34 | 34 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | 17 | 17 |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | 17 | 17 |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | 36 | 36 |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 40 | 40 |
| Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Экз. | Экз. |

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.
Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|--|--------------|---------|----------|----------|-----------|
| Семестр 7 | | | | | |
| Раздел 1. Водоемы, их охрана от загрязнения сточными водами | 2 | | | | |
| Раздел 2. Методы водоподготовки природных вод. | 4 | 2 | 7 | | 7 |
| Раздел 3. Методы очистки природных вод . | 4 | 2 | | | 7 |

| | | | | | |
|--|----|----|----|---|----|
| Раздел 4. Сточные воды, общая характеристика и классификация | 4 | | | | 7 |
| Раздел 5. Механическая очистка сточных вод. | 4 | 2 | 2 | | 7 |
| Раздел 6. Биологическая очистка сточных вод | 4 | 4 | | | 7 |
| Раздел 7. Обработка осадков сточных вод | 4 | | 4 | | 7 |
| Раздел 8. Глубокая доочистка и обеззараживание сточных вод. | 4 | | 4 | | 7 |
| Раздел 9. Основные принципы проектирования систем очистки сточных вод. Общие схемы станций очистки сточных вод. | 4 | 2 | | | 8 |
| Итого в семестре: | 34 | 17 | 17 | | 40 |
| Итого: | 34 | 17 | 17 | 0 | 40 |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий |
|---------------|---|
| 1 | Водоемы, их охрана от загрязнения сточными водами Водоем как экологическая система. Охрана водоемов от загрязнений. Процессы самоочищения водоемов. Условия спуска сточных вод в системы водоотведения городов и в водоемы. Влияние выпадающего осадка на состояние водоемов. Определение необходимой степени очистки сточных вод и водоемов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. Нормирование загрязнений сточных вод с учетом предельно допустимых концентраций (ПДК). |
| 2 | Методы водоподготовки природных вод. Вода, классификация природных вод, организация водозабора из поверхностных и подземных источников компоновка систем водоподготовки. Промышленная водоподготовка, питьевая вода, вода расфасованная, промышленная вода. Задачи водоподготовки в зависимости от назначения воды. Классификация примесей воды по Кульскому (по размеру частиц примеси). Основные методы водоподготовки в зависимости от состава примесей. Требования к водозаборным сооружениям, их состав. Способы обеспечения надежной эксплуатации. Водозабор подземных вод. Требования к конструкции и эксплуатации скважин и колодцев. Компоновка систем водозабора. |
| 3 | Методы очистки природных вод. Методы предварительной очистки воды, методы реагентной и |

| | |
|----------|--|
| | <p>безреагентной очистки воды. Очистка воды от растворенных газов, методы обессоливания и опреснения, получение сверхчистой воды. Очистка природной воды от взвесей и механических примесей. Очистка природной воды от планктона, микрофлоры и микрофауны природной воды, микрофльтрация воды, отстойники, осветлители, песколовки. Реагентные методы очистки воды. Коагуляция, физико-химические принципы коагуляции, выбор коагулянта, флокуляция, электрокоагуляция. Обработка природной воды окислителями: хлорирование, озонирование. Дезинфекция воды. Аэрирование и деаэрирование воды. Очистка воды от растворенных газов. Обезжелезивание, деманганация, удаление фтора и других примесей. Безреагентная очистка воды. Ионный обмен. Умягчение воды ионным обменом. Обессоливание и опреснение воды ионным обменом. Ионные фильтры. Адсорбция примесей. Адсорбенты, Фильтры очистки воды с применением адсорбентов. Схемы получения сверхчистой воды. Флотация. Напорная флотация. Электрофлотация. Микрофльтрация, ультрафльтрация, обратный осмос</p> |
| <p>4</p> | <p>Сточные воды. Общая характеристика и классификация.</p> <p>Сточные воды, их классификация, источники образования, состав сточных вод. Классификация сточных вод. Промышленные сточные воды. Особенности их состава в зависимости от технологий. Бытовые сточные воды. Состав бытовых сточных вод. Оценка количества бытовых сточных вод. Ливневые стоки. Требования к составу сточных вод, поступающих на очистку. Плата за сброс сточных вод. Допустимые параметры сточных вод при выпуске в водоемы. Нерастворимые, коллоидные и растворимые вещества в сточных водах. Оседающие и неоседающие вещества в сточных водах. Осадок сточных вод и его количественная и качественная характеристики. Биохимическая потребность в кислороде (БПК), химическая потребность в кислороде (ХПК) и окисляемость сточных вод. Охрана водоемов от загрязнений. Процессы самоочищения водоемов. Условия спуска сточных вод в системы водоотведения городов и в водоемы. Бактериальное самоочищение водоемов. Определение необходимой степени очистки сточных вод и водоемов питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. Ограничение загрязнений сточных вод с учетом предельно допустимых концентраций (ПДК). Использование городских сточных вод в сельском хозяйстве и в промышленности. Определение исходной концентрации городских сточных вод по БПК_{полн} и взвешенным веществам.</p> |
| <p>5</p> | <p>Механическая очистка сточных вод.</p> <p>Основные методы очистки сточных вод и обработки осадка, механическая очистка сточных вод. Основные направления в развитии методов очистки сточных вод. Схемы очистных станций и методы их оптимизации. Технико-экономическая оценка методов очистки и обработки осадка сточных вод.</p> <p>Сооружения для механической очистки. Решетки. Комбинированные решетки-дробилки, конструкции. Песколовки горизонтальные, вертикальные, тангенциальные, аэрируемые. Методы расчета и конструкции. Отстойники горизонтальные, вертикальные, радиальные, тонкослойные. Методы расчета и конструкции, преимущества и недостатки. Технико-экономические показатели работы сооружений.</p> <p>Осветлители естественной аэрации, методы их расчета и</p> |

| | |
|-----------------|---|
| | <p>конструкции.</p> <p>Сооружения для обработки осадка. Процессы сбраживания сточных вод. Мезофильное и термофильное сбраживание, аэробная стабилизация и условия их применения. Септики, их расчет и конструкции. Двухъярусные отстойники, их расчет и конструкции. Аэробные стабилизаторы, их расчет и конструкции. Иловые площадки с естественным и искусственным фильтрующими слоями. Типы иловых площадок. Механизация удаления ила. Иловые пруды и условия их применения. Перекачка илов и осадка сточных вод.</p> |
| <p>6</p> | <p>Биологическая очистка сточных вод.</p> <p>Биологическая очистка сточных вод в естественных и искусственных условиях. Биологическая очистка сточных вод в естественных. Поля орошения и фильтрации, биологические пруды. Классификация полей орошения и фильтрации, сельскохозяйственных полей. Методы расчета и устройство. Нормы нагрузки. Распределение сточных вод. Отвод очищенных сточных вод. Биологические пруды, методы их расчета и устройство. Техно-экономическое обоснование применения полей орошения, полей фильтрации и биопрудов. Физико-химическая, химическая и микробиологическая характеристики активного ила. Сущность биохимических процессов в аэротенках. Классификация аэротенков по гидродинамическому режиму (смесители, вытеснители, с рассредоточенным выпуском воды), по нагрузке на активный ил (классические, высоконагружаемые, полного окисления). Технологические схемы работы аэротенков (одно- и многоступенчатые, аэротенки с регенерацией активного ила). Системы аэрации и типы аэраторов (пневматические, механические, струйные, эрлифтные и т.д.) Использование технического кислорода. Конструкции коридорных аэротенков и совмещенных сооружений (аэротенки-отстойники, аэроакселаторы, аэротенки-осветлители и т.д.). Основные направления в интенсификации работы аэротенков (аэротенки с повышенной дозой ила, окситенки, башенные и противоточные аэротенки), аэротенки управляемого профиля. Методы расчета аэротенков. Опыт работы аэротенков в отечественной и зарубежной практике. Техно-экономические показатели работы различных типов и схем аэротенков. Биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях. Типы метантенков. Расчет метантенков и вспомогательных устройств. Конструкции метантенков. Биофильтры. Классификация биологических фильтров. Биофильтры обычного типа. Высоконагружаемые биофильтры. Биофильтры с пластмассовой загрузкой и блочные биофильтры, их расчет и конструкции. Вентиляция биофильтров. Принципы работы высоконагружаемых биофильтров. Рециркуляция. Расчет биофильтров разных конструкций. Конструкции биофильтров обычных, высоконагружаемых, пластмассовых, блочных. Распределение сточных вод по биофильтрам. Техно-экономические показатели биофильтров.</p> |
| <p>7</p> | <p>Обработка осадков сточных вод.</p> <p>Вторичные отстойники и илоуплотнители, образование осадков и их обработка. Вторичные отстойники после биофильтров и аэротенков: горизонтальные, радиальные, вертикальные. Тонкослойные отстойники. Особенности конструкции, расчет. Илоуплотнители активного ила (вертикальные и радиальные). Техно-экономические показатели работы различных типов вторичных отстойников и илоуплотнителей.</p> <p>Механическое обезвоживание осадка сточных вод на вакуум-фильтрах,</p> |

| | |
|----------|--|
| | <p>центрифугах, ленточных и рамных прессах. Обработка фугата и фильтрата. Термическая сушка осадка. Сушка осадка в кипящем слое и на установках со встречными струями. Использование осадка сточных вод для с/х целей. Утилизация отходов очистной станции. Техничко-экономические показатели обработки, ликвидации и утилизации осадка.</p> |
| 8 | <p>Глубокая доочистка и обеззараживание сточных вод.</p> <p>Методы и сооружения для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод, обеззараживание сточных вод. Методы удаления взвешенных веществ. Фильтры, их конструкции и расчет. Методы и схемы очистных сооружений для глубокой очистки от азота и фосфора. Методы химической и физической глубокой очистки воды. Выбор метода глубокой очистки в зависимости от состава загрязнений сточных вод.</p> <p>Обеззараживание сточных вод. Методы обеззараживания сточных вод. Обеззараживание жидким хлором и хлорной известью. Обеззараживание сточных вод озонированием. Контактные резервуары. Сооружения для насыщения очищенной воды кислородом. Выбор метода выпуска сточных вод в соответствии с санитарными требованиями. Выпуск очищенных сточных вод в проточные водоемы. Конструкции выпусков. Условия выпуска сточных вод в море и водохранилище.</p> |
| 9 | <p>Основные принципы проектирования систем очистки сточных вод. Общие схемы станций очистки сточных вод.</p> <p>Общие схемы станций для очистки сточных вод. Санитарные и технологические требования. Выбор места расположения очистных станций. Генплан очистных станций. Высотные схемы расположения очистных сооружений. Распределение сточных вод по отдельным сооружениям очистных станций. Измерительные устройства. Техничко-экономические обоснования выбора схем очистных сооружений. Принципы оптимизации станций. Типовые очистные станции. Автоматизация и диспетчеризация работы очистных сооружений. Зарубежный опыт проектирования и эксплуатации станций для очистки сточных вод.</p> <p>Санитарные и технологические требования. Выбор места расположения очистных станций. Генплан очистных станций. Распределение сточных вод по отдельным сооружениям очистных станций. Измерительные устройства. Техничко-экономические обоснования выбора схем очистных сооружений. Принципы оптимизации станций.</p> |

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|------------------|---|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 7 | | | | | |
| 1 | Основные принципы проектирования систем очистки сточных вод | Решение типовых и ситуационных задач | 1 | 1 | 3 |
| 2 | Конструкции и расчет усреднителей сточных вод | -«- | 2 | 2 | 5 |

| | | | | | |
|-------|--|-----|----|---|---|
| 3 | Принцип действия, конструкции и расчет нефтеловушки | -«- | 2 | 2 | 5 |
| 4 | Расчет гидроциклона | -«- | 2 | 2 | 6 |
| 5 | Принцип действия, устройство и расчет флотационной установки | -«- | 2 | 2 | 5 |
| 6 | Расчет аэротенков | -«- | 2 | 2 | 6 |
| 7 | Биологические фильтры. Принцип действия, устройство и расчет. | -«- | 2 | 2 | 6 |
| 8 | Сорбционные установки для очистки сточных вод. Методы расчета. | -«- | 2 | 2 | 8 |
| 9 | Очистка воды ионообменным способом. Методы расчета. | -«- | 2 | 2 | 8 |
| Всего | | | 17 | | |

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|--|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 7 | | | | |
| 1 | Определение содержания ионов тяжелых металлов Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , Feобщ в сточной воде | 5 | 5 | 3 |
| 2 | Определение кинетики осаждения взвешенных веществ из сточных вод | 2 | 2 | 4 |
| 3 | Определение дозы коагулянта для очистки производственных сточных вод | 2 | 2 | 3 |
| 4 | Определение основных свойств осадка сточных вод | 2 | 2 | 7 |
| 5 | Обезвоживание осадков сточных вод с помощью центрифуги | 2 | 2 | 4 |
| 6 | Определение динамических характеристик активированного угля | 2 | 2 | 8 |
| 7 | Очистка сточных вод методом адсорбции от растворимых органических веществ | 2 | 2 | 8 |
| Всего | | 17 | | |

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы | Всего, час | Семестр 7, час |
|---|------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 20 | 20 |
| Курсовое проектирование (КП, КР) | | |
| Расчетно-графические задания (РГЗ) | | |
| Выполнение реферата (Р) | | |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 10 | 10 |
| Домашнее задание (ДЗ) | | |
| Контрольные работы заочников (КРЗ) | | |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 10 | 10 |
| Всего: | 40 | 40 |

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/ URL адрес | Библиографическая ссылка | Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров) |
|--------------------|--|---|
| (355.В-39) | Ветошкин А.Г. Инженерная защита водной среды. Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2014.-416с. | ФО(10), СО(5) |
| (355.В-39) | Ветошкин А.Г. Основы процессов инженерной экологии. Теория. Примеры. Задачи. Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2014.-512с. (+CD) | ФО(10), СО(5) |
| (658.Р60) | Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. Защита биосферы от промышленных выбросов – М.: Химия, Колос, 2005, 385с. | ФО(3), СО(12) |
| (681.2. 24) | Баранов Д.А. Процессы и аппараты. Учебник.- М.: Академия,2005.-302с. | ФО(12), СО(40) |
| (502/К60) | Колесников С.И. Экологические основы природопользования.- Ростов/Д.: МарТ, 2005.-334с. | ФО(1), СО(15) |
| (353.К17) | Калыгин В.Г. Промышленная экология. Пособие.- М.: Академия,2004.-431с. | ФО(1), СО(15) |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес | Наименование |
|---|--|
| Периодические издания | |
| http://www.kalvis.ru/ | Журнал «Экология и промышленность России» |
| http://vodoochistka.ru/ | Журнал «Водоочистка» |
| http://ecovestnik.ru/ | Журнал «Экология урбанизированных территорий» |
| http://www.ecoindustry.ru/ | Журнал «Экология производства» |
| https://vk.com/club43432547 | Журнал «Справочник эколога» |
| Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ | |
| http://science.guap.ru | Портал научной и инновационной деятельности ГУАП |
| http://www.wri.org | сайт Института мировых природных ресурсов |
| http://www.unep.org | сайт Программы ООН по окружающей среде |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование |
|-------|------------------|
| | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование |
|-------|------------------|
| | Не предусмотрено |

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1 | Лекционная аудитория | 14-03 |
| 2 | Специализированная лаборатория мониторинга и контроля природно-технических систем | 51-07 |

| | | |
|---|----------------------|-------|
| 3 | Стенд «Очистка воды» | 51-07 |
|---|----------------------|-------|

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Экзамен | Список вопросов к экзамену; Тесты. |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции 5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций |
|--|---|
| «отлично» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. |
| «хорошо» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. |
| «удовлетворительно» «зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. |
| «неудовлетворительно» «не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| 1 | Общая характеристика загрязнения гидросферы. Источники загрязнения. | ПК-7.3.2 |
| 2 | Классификация сточных вод. Виды загрязнения. | ПК-7.У.1 |
| 3 | Классификация примесей в сточных водах по физическим, химическим, биологическим и фазодисперсным признакам. | ПК-7.В.1 |
| 4 | Характеристика водопотребления и водоотведения промышленных предприятий. | ПК-7.В.2 |
| 5 | Системы оборотного водоснабжения промышленных предприятий. | ПК-7.3.2 |
| 6 | Общая характеристика методов очистки сточных вод. | ПК-7.У.1 |
| 7 | Механические методы очистки сточных вод (отстойники, фильтры, гидроциклоны,). | ПК-7.В.1 |
| 8 | Характеристика основного применяемого оборудования для механической очистки сточных вод, принцип действия, конструктивные элементы, эффективность работы. Примеры. | ПК-7.В.2 |
| 9 | Физико-химические методы очистки сточных вод (коагуляция и флокуляция, флотация, адсорбция, ионный обмен). Общая характеристика процессов, факторы, влияющие на процессы очистки. | ПК-7.3.2 |
| 10 | Характеристика основного применяемого оборудования для физико-химической очистки сточных вод, принцип действия, конструктивные элементы, эффективность работы. Примеры. | ПК-7.У.1 |
| 11 | Химические методы очистки сточных вод (нейтрализация, озонирование, хлорирование, удаление ионов тяжелых металлов). Общая характеристика процессов, факторы, влияющие на процессы очистки.. | ПК-7.В.1 |
| 12 | Характеристика основного применяемого оборудования для химической очистки сточных вод, принцип действия, конструктивные элементы, эффективность работы. Примеры | ПК-7.В.2 |
| 13 | Биологическая очистка сточных вод. Основы биодеструкции. | ПК-7.3.2 |
| 14 | Методы биологической очистки – естественные и искусственные | ПК-7.У.1 |
| 15 | . Общая характеристика процессов, факторы, влияющие на процессы биологической очистки. | ПК-7.В.1 |
| 16 | Характеристика основного применяемого для биологической очистки оборудования, принцип действия, конструктивные элементы, эффективность работы. Примеры | ПК-7.В.2 |
| 17 | Принцип работы, условия и эффективность работы аэротенков | ПК-7.В.2 |
| 18 | Принцип работы, условия и эффективность работы | ПК-7.3.2 |

| | | |
|----|--|----------|
| | биофильтров | |
| 19 | Доочистка сточных вод. Обеззараживание очищенных сточных вод | ПК-7.У.1 |
| 20 | Рекуперация активного ила. | ПК-7.В.2 |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| | Учебным планом не предусмотрено | |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
| | Учебным планом не предусмотрено |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов | Код индикатора |
|-------|---|----------------|
| 1 | Механическая очистка сточных вод Для удаления из загрязненных сточных вод взвешенных веществ, как правило, применяют: а) механические способы очистки; б) химические способы очистки; в) биологические способы очистки; г) специальные способы очистки. | ПК-7.3.2 |
| 2 | Продукт, который получается при удалении взвешенных веществ из сточных вод, называется: а) активный ил; б) осадок; в) фильтрующий материал. | ПК-7.У.1 |
| 3 | Механическая очистка применяется для выделения из сточных вод: а) нерастворенных минеральных и органических примесей; б) растворенных минеральных и органических примесей; в) патогенных микроорганизмов. | ПК-7.В.1 |
| 4 | Отстаивание сточных вод относят: а) к химическим способам очистки; б) к механическим способам очистки; в) к физико-химическим способам очистки; г) к биологическим способам очистки. | ПК-7.В.2 |
| 5 | Для очистки производственных сточных вод от грубодисперсных примесей применяют: а) отстаивание, фильтрование и фильтрацию; в) экстракцию; в) коагуляцию. | ПК-7.3.2 |
| 6 | Основными аппаратами для процеживания являются: а) песколовки и отстойники; | ПК-7.У.1 |

| | | |
|----|---|----------|
| | б) решетки; в) фильтры; г) гидроциклоны. | |
| 7 | Основными аппаратами для отстаивания являются: а) песколовки и отстойники; б) решетки; в) фильтры; г) гидроциклоны. | ПК-7.В.1 |
| 8 | Как правило, механическая очистка обеспечивает снижение в сточных водах количества взвешенных веществ на: а) 10-35%; б) 40-80%; в) 90-95%. | ПК-7.В.2 |
| 9 | Как правило, механическая очистка обеспечивает снижение в сточных водах количества органических загрязнений на: а) 10-15% ; б) 20-25%; в) 30-45%. | ПК-7.3.2 |
| 10 | Материалы, используемые для фильтрации, должны удовлетворять следующим требованиям: а) наличие определенного фракционного состава; б) способность проявлять ионообменные свойства; в) механическая прочность на истирание и измельчение; г) химическая стойкость к воде и примесям. | ПК-7.У.1 |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
| | Не предусмотрено |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Формулирование темы, целей и задач
- Изложение материала
- Выводы и заключение.

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

Для прохождения курса практических занятий студент должен:

- знакомиться с планом проведения каждого занятия,
- перед каждым занятием изучать теоретический материал, необходимый для выполнения предусмотренных планом заданий, анализировать исследуемые проблемы и готовить вопросы по теме занятия,
- в установленные сроки выполнять индивидуальные практические задания и участвовать в дискуссиях и коллективном решении поставленных задач,
- следовать ходу управляемой дискуссии и указаниям преподавателя.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

- изучить теоретический материал по теме лабораторной работы;
- выполнить лабораторную работу в соответствии с полученным заданием;
- оформить отчет о лабораторной работе;
- ответить на контрольные вопросы.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

В отчет по лабораторной работе должны быть включены следующие пункты:

- титульный лист;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- описание экспериментальной установки и методики эксперимента;
- экспериментальные результаты;
- анализ результатов работы;
- выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Титульный лист является первой страницей любой научной работы и для конкретного вида работы заполняется по определенным правилам. Для лабораторной работы титульный лист оформляется следующим образом.

В верхнем поле листа указывают полное наименование учебного заведения и кафедры, на которой выполнялась данная работа.

В среднем поле указывается вид работы, в данном случае лабораторная работа с указанием дисциплины, по которой она выполнена, и ниже ее название. Название лабораторной работы приводится без слова *тема* и в кавычки не заключается.

Далее ближе к правому краю титульного листа указывают фамилию, инициалы, курс и группу учащегося, выполнившего работу, а также фамилию, инициалы, ученую степень и должность преподавателя, принявшего работу.

В нижнем поле листа указывается место выполнения работы и год ее написания (без слова *год*).

Цель работы должна отражать тему лабораторной работы, а также конкретные задачи, поставленные студенту на период выполнения работы. По объему цель работы в зависимости от сложности и многозадачности работы составляет от нескольких строк до 0,5 страницы.

Краткие теоретические сведения. В этом разделе излагается краткое теоретическое описание изучаемого в работе явления или процесса, приводятся также необходимые расчетные формулы. Материал раздела не должен копировать содержание методического пособия или учебника по данной теме, а ограничивается изложением основных понятий и законов, расчетных формул, таблиц, требующихся для дальнейшей обработки полученных экспериментальных результатов. Объем литературного обзора не должен превышать 1/3 части всего отчета.

Описание экспериментальной установки и методики эксперимента. В данном разделе приводится схема экспериментальной установки с описанием ее работы и подробно излагается методика проведения эксперимента, процесс получения данных и способ их обработки. Если используются стандартные пакеты компьютерных программ для обработки экспериментальных результатов, то необходимо обосновать возможность и целесообразность их применения, а также подробности обработки данных с их помощью. Для лабораторных работ, связанных с компьютерным моделированием физических явлений и процессов, необходимо в этом разделе описать математическую модель и компьютерные программы, моделирующие данные явления.

Экспериментальные результаты. В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в ходе проведения лабораторных работ: экспериментально или в результате компьютерного моделирования определенные значения величин, графики, таблицы, диаграммы. Обязательно необходимо оценить погрешности измерений.

Анализ результатов работы. Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

Выводы. В выводах кратко излагаются результаты работы: полученные экспериментально или теоретически значения физических величин, их зависимости от условий эксперимента или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

Отчет по лабораторной работе оформляется на бумаге стандартного формата А4 на одной стороне листа, которые сшиваются в скоросшивателе или переплетаются. Допускается оформление отчета по лабораторной работе только в электронном виде средствами Microsoft Office.

Возможно оформлять в конце семестра общий отчет по всему циклу лабораторных работ, посвященных исследованию одного и того процесса разными методами, оформляются также и отдельные отчеты по каждой работе цикла по мере их выполнения. На основе отчетов по каждой работе в конце семестра оформляется итоговый отчет, в котором основное внимание должно быть уделено анализу результатов, полученных в разных лабораторных работах.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |