

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

Кафедра № 5

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы
проф., д.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Жильникова
(инициалы, фамилия)
(подпись)
«19» февраля 2026 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/ специализации	Промышленная безопасность и охрана труда
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

С.н.с., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата 09.02.2026г.)

Е.Н. Киприянова
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 5

«09» февраля 2026 г, протокол № 01-02/2026

Заведующий кафедрой № 5

д.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

(подпись, дата 09.02.2026г.)

Е.А. Фролова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПИ по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата 09.02.2026г.)

Н.Ю. Ефремов
(инициалы, фамилия)

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/специализации «Промышленная безопасность и охрана труда». Дисциплина реализуется кафедрой «№5».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен принимать участие в инженерных разработках проектов экологической и техносферной безопасности производства, сооружений очистки сточных вод и обработки осадков»

ПК-6 «Способен принимать участие в подготовке проектной документации в форме информационной модели объекта капитального строительства в области сооружений очистки сточных вод и обработки осадков»

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

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, курсовой проект, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (7 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

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, рациональному выбору процессов водоподготовки и водоочистки, системному подходу при выборе и проектировании как отдельных элементов, так и систем, позволяющих достигнуть требуемого качества воды для потребителей.

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

1.2. 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-5 Способен принимать участие в инженерных разработках проектов экологической и техносферной безопасности производства, сооружений очистки сточных вод и обработки осадков	ПК-5.3.1 знать технические и технологические требования к проектируемым сооружениям очистки сточных вод и обработки осадков, методики расчета основных технических и технологических характеристик сооружений очистки сточных вод и обработки осадков ПК-5.3.2 знать виды информационных технологий и профессиональных цифровых программных средств для выполнения расчетов сооружений очистки сточных вод и обработки осадков ПК-5.У.1 уметь определять основные технологические и технические решения при строительстве и реконструкции сооружений очистки сточных вод и обработки осадков ПК-5.У.2 уметь применять информационно-коммуникационные технологии и профессиональные цифровые программные средства для выполнения специальных расчетов и разработки конструктивных и компоновочных решений сооружений очистки сточных вод и обработки осадков ПК-5.В.1 владеть навыками расчета основных технических и технологических параметров сооружений очистки сточных вод и обработки осадков
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен принимать участие в подготовке проектной документации в форме	ПК-6.У.2 уметь выбирать необходимые компоненты для создания информационных моделей в области сооружений очистки сточных вод и обработки осадков в качестве компонента единых информационных моделей объектов капитального строительства

	информационной модели объекта капитального строительства в области сооружений очистки сточных вод и обработки осадков	ПК-6.В.1 владеть навыками сбора исходных данных для формирования информационной модели объекта капитального строительства в области сооружений очистки сточных вод и обработки осадков
--	---	--

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Химия»;
- «Физика»;
- «Экология»;
- «Экологические проблемы отраслей промышленности и основы промышленной экологии»
- «Процессы и аппараты защиты окружающей среды»;
- «Производственная практика».

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

- «Проектирование систем контроля и управления водоочисткой»;
- «Преддипломная практика»;
- «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)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17	17
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	21	21
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз., Курс. Пр.	Экз., Курс. Пр.

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) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Методы водоподготовки природных вод. Тема 1.1. Классификация природных вод. Тема 1.2. Основные методы водоподготовки в зависимости от состава примесей.	2				1
Раздел 2. Методы очистки природных вод Тема 2.1. Методы предварительной очистки воды. Тема 2.2. реагентные методы очистки воды. Тема 2.3. Безреагентная очистка воды.	2		8		2
Раздел 3. Сточные воды, общая характеристика и классификация Тема 3.1 Сточные воды, их классификация, источники образования, состав сточных вод. Тема 3.2. Охрана водоемов от загрязнений.	2				3
Раздел 4. Механическая очистка сточных вод. Тема 4.1. Основные методы очистки сточных вод. Тема 4.2. Сооружения для обработки осадка.	2		4		3
Раздел 5. Биологическая очистка сточных вод Тема 5.1. Биологическая очистка сточных вод в естественных условиях. Тема 5.2. Сущность биохимических процессов в аэротенках. Тема 5.3. Биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях	2				3

Раздел 6. Обработка осадков сточных вод Тема 6.1 Вторичные отстойники и илоуплотнители, образование осадков и их обработка Тема 6.2. Механическое обезвоживание осадка сточных вод	2				3
Раздел 7. Глубокая доочистка и обеззараживание сточных вод. Тема 7.1. Методы и сооружения для глубокой очистки сточных вод. Тема 7.2. Обеззараживание сточных вод.	2		5		3
Раздел 8. Основные принципы проектирования систем очистки сточных вод. Тема 8.1. Общие схемы станций для очистки сточных вод.	3				3
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:	17		17	17	21
Итого:	17	0	17	17	21

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
Раздел 1	Методы водоподготовки природных вод. Тема 1.1. 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). Тема 1.2. 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.
Раздел 2	Методы очистки природных вод. Тема 2.1. Методы предварительной очистки воды, методы реагентной и 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. Тема 2.2. 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. Тема 2.3. 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
Раздел 3	Сточные воды. Общая характеристика и классификация. Тема 3.1. 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. Тема 3.2. 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.
Раздел 4	Механическая очистка сточных вод. Тема 4.1. Основные методы очистки сточных вод и обработки осадка, механическая очистка сточных вод. Методы механической, биологической и физико-химической очистки сточных вод. Основные направления в развитии методов очистки сточных вод. Схемы очистных станций и методы их оптимизации. Техно-экономическая оценка методов очистки и обработки осадка сточных вод. 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. Техно-экономические показатели работы сооружений.

	Осветлители естественной аэрации, методы их расчета и конструкции. Тема 4.2. 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. Типы метантенков. Расчет метантенков и вспомогательных устройств. Конструкции метантенков. 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.
Раздел 5	Биологическая очистка сточных вод. Тема 5.1. 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, земледельческих полей. Методы расчета и устройство. Нормы нагрузки. Распределение сточных вод. Отвод очищенных сточных вод. Биологические пруды, методы их расчета и устройство. Техничко-экономическое обоснование применения полей орошения, полей фильтрации и биопрудов. Физико-химическая, химическая и микробиологическая характеристики активного ила. Тема 5.2. 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. Техничко-экономические показатели работы различных типов и схем аэротенков. Тема 5.3. Биологическая очистка сточных вод в искусственных условиях. 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. Техничко-экономические показатели биофильтров.
Раздел 6	Обработка осадков сточных вод.

	Тема 6.1 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). Техничко-экономические показатели работы различных типов вторичных отстойников и илоуплотнителей. Тема 6.2. Механическое обезвоживание осадка сточных вод на вакуум-фильтрах, 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.
Раздел 7	Глубокая доочистка и обеззараживание сточных вод. Тема 7.1. 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. Тема 7.2. 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.
Раздел 8	Основные принципы проектирования систем очистки сточных вод. Тема 8.1. 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.

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
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

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	Очистка сточных вод от растворенных и взвешенных примесей	4	4	2
2	Обесцвечивание сточных вод коагуляцией	4	4	2
3	Определение эффективности очистки сточных вод от нефтепродуктов на фильтрах с зернистой загрузкой	4	4	4
4	Очистка сточных вод от фенола	2	2	7
5	Адсорбционная очистка сточных вод	3	3	7
Всего		17		

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Цель курсового проекта:

Часов практической подготовки:

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

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)	5	5
Курсовое проектирование (КП, КР)	10	10
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	3	3
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	3	3
Всего:	21	21

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в
п.п. разделов 6-11.

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)
https://znanium.ru/catalog/document?id=444687 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Луканин А.В. Инженерная экология: процессы и аппараты очистки сточных вод и переработка осадков. Учебное пособие/ НИЦ ИНФРА-М, 2024.-605 с.	
https://znanium.ru/catalog/document?id=432991 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Феофанов Ю.А. Биофильтры с неподвижной и подвижной загрузкой для очистки сточных вод. Теория и практика расчета. / ИНФРА-ИНЖЕНЕРИЯ, 2023.-100 с.	
https://znanium.ru/catalog/document?id=390073 Режим доступа: для авторизованных пользователей.	Луканин А.В. Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод. Учебное пособие. / НИЦ ИНФРА-М, 2022.-242с.	

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
	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

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
	Электронные библиотечные ресурсы и системы
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Консорциума аэрокосмических вузов России (http://elsau.ru/suai), доступ по IP-адресам ГУАП
5	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
6	Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
7	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (https://cyberleninka.ru/), свободный доступ
	Информационные и справочно-правовые системы
1	"Консультант Плюс" (www.consultant.ru) сетевая версия для образовательных организаций, доступ по IP -адресам ГУАП
	Современные профессиональные базы данных

1	Федеральный портал «Российское образование» ¹ (https://ro-edu.ru/), свободный доступ
2	Реферативная база данных рецензируемой научной литературы Scopus (https://www.scopus.com/), доступ по IP -адресам ГУАП
3	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» ² (https://www1.fips.ru/), свободный доступ
4	Научный журнал «Инновационное приборостроение» ³ (https://guap.ru/m/inps), свободный доступ

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	Мультимедийная лекционная аудитория: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории; набор демонстрационного оборудования (Интерактивный мультисенсорный дисплей на перекатной стойке FocusTouch Диагональ 70" – 1 шт., ПЭВМ – 1 шт.); Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi	
2	Учебная аудитория для занятий семинарского типа (в том числе практических занятий), для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации. Обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети или точке доступа WiFi	
3	Помещение для самостоятельной работы, Интернет-класс. Специализированная мебель, возможность подключения к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации. 10 ПК, Принтер лазерный HPLJP4515n, Принтер HP LaserJetEnterprise 600 M602dn.	12-16 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
4	Помещение для самостоятельной работы обучающихся - Читальный зал библиотеки ГУАП: специализированная мебель; персональные компьютеры – 10 шт., обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi, а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035.	22-19 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

Федеральный портал «Российское образование»: новости, статьи, экспертные комментарии о развитии системы образования и воспитания

¹ Федеральный институт промышленной собственности предоставляет доступ к полным текстам товарных знаков и знаков обслуживания РФ, изобретений, полезным моделям, промышленным образцам РФ и другим ресурсам. Хронологический охват: с 1924 года по текущий год.

¹ Журнал содержит 6 разделов современной науки, в том числе: 1. Управление качеством продукции. Организация производств; 2. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды; 3. Системный анализ, управление и обработка информации; 4. Информационно-измерительные и управляющие системы; 5. Системы, сети и устройства телекоммуникаций; 6. Фундаментальные науки и прикладные исследования.

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.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий **.
«удовлетворительно» «зачтено»	– 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. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий **.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий **.

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.	Назовите общую характеристику загрязнения гидросферы.	ПК-5.3.1
2.	Назовите источники загрязнения гидросферы.	ПК-5.3.1
3.	Назовите классификацию сточных вод.	ПК-5.3.2
4.	Перечислите виды загрязнения сточных вод.	ПК-5.3.2
5.	Назовите классификацию примесей в сточных водах по физическим, химическим, биологическим и фазодисперсным признакам.	ПК-5.3.2
6.	Охарактеризуйте водопотребление и водоотведение промышленных предприятий.	ПК-5.У.1
7.	Охарактеризуйте систему оборотного водоснабжения промышленных предприятий.	ПК-5.У.1
8.	Общая характеристика методов очистки сточных вод.	ПК-5.У.2
9.	Охарактеризуйте механические методы очистки сточных вод (отстойники, фильтры, гидроциклоны).	ПК-5.В.1
10.	Охарактеризуйте основные принципы применяемого оборудования механической очистки сточных вод, принцип действия, конструктивные элементы, эффективность работы. Примеры.	ПК-5.В.1
11.	Опишите физико-химические методы очистки сточных вод (коагуляция и флокуляция, флотация, адсорбция, ионный обмен).	ПК-6.У.2
12.	Опишите химические методы очистки сточных вод (нейтрализация, озонирование, хлорирование, удаление ионов тяжелых металлов).	ПК-6.В.1

13.	Опишите методы биологической очистки сточных вод. Методы биологической очистки – естественные и искусственные.	ПК-5.3.1
14.	Назовите основы биодеструкции.	ПК-5.3.1
15.	Назовите методы биологической очистки – естественные и искусственные.	ПК-5.3.1
16.	Доочистка сточных вод. Обеззараживание очищенных сточных вод	ПК-5.3.2
17.	Опишите принцип рекуперации активного ила.	ПК-5.У.1
18.	Характеристика основного применяемого оборудования для механической очистки сточных вод.	ПК-5.3.1
19.	Назовите принцип действия, конструктивные элементы, эффективность работы механической очистки сточных вод. Примеры.	ПК-5.3.1
20.	Общая характеристика физико-химических процессов очистки сточных вод, факторы, влияющие на процессы очистки.	ПК-5.3.2
21.	Общая характеристика процессов химической очистки сточных вод. Факторы, влияющие на процессы очистки.	ПК-5.У.2
22.	Опишите факторы, влияющие на процессы очистки.	ПК-5.У.2
23.	Охарактеризуйте основное применяемое оборудование для химической очистки сточных вод.	ПК-5.В.1
24.	Опишите принцип действия, конструктивные элементы, эффективность работы механизмов для химической очистки сточных вод. Примеры.	ПК-5.В.1
25.	Дайте общую характеристику процессов биологической очистки сточных вод. Факторы, влияющие на процессы очистки.	ПК-6.У.2
26.	Охарактеризуйте основное применяемое оборудование для биологической очистки сточных вод.	ПК-6.В.1
27.	Принцип действия, конструктивные элементы, эффективность работы оборудования для биологической очистки. Примеры	ПК-6.В.1
28.	Назовите методы и сооружения для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод, обеззараживание сточных вод.	ПК-5.3.1
29.	Назовите методы обеззараживания сточных вод. Обеззараживание жидким хлором и хлорной известью. Обеззараживание сточных вод озонированием.	ПК-5.3.2
30.	Общие схемы станций для очистки сточных вод. Техно-экономические обоснования выбора схем очистных сооружений.	ПК-5.У.1

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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
1	Проект системы очистки сточных вод молочного завода Ленинградской области

2	Проект системы очистки сточных вод завода хлебопродуктов
3	Проект системы очистки сточных вод завода по производству подсолнечного масла
4	Проект системы очистки сточных вод стекольного производства
5	Проект системы очистки сточных вод производства асфальтобетона
6	Проект системы очистки сточных вод кирпичного завода
7	Проект системы очистки сточных вод мусоросжигательного завода
8	Проект системы очистки сточных вод цеха подготовки шихты для производства стекла
9	Проект системы очистки сточных вод при транспортировке нефти
10	Проект системы очистки сточных вод дорожно-ремонтного предприятия
12	Проект системы очистки сточных вод мукомольного комбината
13	Проект системы очистки газовых выбросов цеха хранения сырья для производства стекла
14	Проект системы очистки сточных вод винзавода
15	Проект системы очистки сточных вод ОАО «Адмиралтейские верфи»
16	Проект системы очистки сточных вод кожевенного завода
17	Проект системы очистки газовых выбросов маслоэкстракционного завода
18	Проект системы очистки газовых выбросов цеха ранения сырья ОАО «Стекло»
19	Проект системы очистки газовых выбросов машиностроительного завода
20	Проект системы очистки газовых выбросов цеха подготовки сырья ОАО «Гранит»

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	Прочитайте текст и установите соответствие. Назовите общую характеристику методов очистки сточных вод и оборудование. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце:				ПК-5.3.1
	Метод очистки		Оборудование		
	А	Механическая	1	. Механическая-физико-химическая-биологическая	
	Б	Физико-химическая	2	Использование особенностей жизнедеятельности микроорганизмов для минерализации (окисления) растворённых органических соединений.	
	В	Биологическая	3	Реагентная очистка, сорбция, экстракция,	

				эвапорация, дегазация, ионный обмен, озонирование, электрофлотация, хлорирование, электродиализ и др.	
	Г	Комбинированная	4	Решётки, песколовки, первичные отстойники и фильтры	
	Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:				
	А	Б	В	Г	
	4	1	2	3	
2	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Назовите классификацию сточных вод. Виды загрязнения.				ПК-5.3.2
3	Прочитайте текст и установите последовательность этапов процесса очистки сточных вод: 1 - биологическая очистка; 2 – механическая очистка; 3 - коагуляция; 4 – химическая очистка. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо. Ключ с правильным ответом: 2, 1, 3, 4				ПК-5.У.1
4	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов. Укажите, что относится к методам биологической очистки сточных вод в естественных условиях: 1 - почвенная очистка; 2 - биофильтры и аэротенки; 3 - биологические пруды. Ключ с правильным ответом: 3, 1				ПК-5.У.2
5	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа К методам биологической очистки сточных вод в искусственных условиях относятся: 1 - почвенная очистка; 2 - биофильтры и аэротенки; 3 - биологические пруды. Ключ с правильным ответом: 2				ПК-5.В.1
6	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Напишите, что применяют для удаления из загрязненных сточных вод взвешенных веществ.				ПК-6.У.2

	1 - механические способы очистки 2 - химические способы очистки 3 - биологические способы очистки 4 - специальные способы очистки Ключ с правильным ответом: 1									
7	Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Укажите, механическая очистка применяется для выделения из сточных вод: 1 - нерастворенных минеральных и органических примесей; 2 - растворенных минеральных и органических примесей; 3 - патогенных микроорганизмов 4 - только взвешенных частиц Ключ с правильным ответом: 1	ПК-6.В.1								
8	Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. Для очистки производственных сточных вод от грубодисперсных примесей применяют: 1 - отстаивание, фильтрование и фильтрацию 2 - экстракцию 3 - коагуляцию 4 - адсорбцию Ключ с правильным ответом: 1	ПК-5.3.1								
9	Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа В качестве окислителей в процессе обеззараживания сточных вод используют: 1 - аммиак; 2 - мел и известняк; 3 - хлорную известь 4 - гидроксид натрия Ключ с правильным ответом: 3	ПК-5.3.2								
10	Прочитайте текст и установите соответствие. Укажите, какие методы используют для удаления примесей из сточных вод. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце: <table><tr><td colspan="2">Примеси</td><td colspan="2">Метод очистки</td></tr><tr><td>А</td><td>Взвешенные вещества</td><td>1</td><td>Адсорбция.</td></tr></table>	Примеси		Метод очистки		А	Взвешенные вещества	1	Адсорбция.	ПК-6.В.1
Примеси		Метод очистки								
А	Взвешенные вещества	1	Адсорбция.							

				ректификация, экстракция, ультрафильтрация,	
	Б	Растворимые газы	2	Ионный обмен, обратный осмос, выпаривание.	
	В	Минеральные примеси диссоциированные в воде	3	Десорбция	
	Г	Органические растворенные вещества	4	Коагуляция, флокуляция, флотация.	
	Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:				
	А	Б	В	Г	
	4	3	2	1	
11	Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа. Процесс слипания частиц коллоидной системы при их столкновении называется: 1 - нейтрализация; 2 - коагуляция; 3 - флокуляция; 4 - сорбция. Ключ с правильным ответом: 2				ПК-5.У.1
12	Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа. В качестве флокулянтов при очистке сточных вод <u>не используют</u>: 1 - растворы щелочей 2 - крахмал и эфиры 3 - полиакриламид и полиэтиленамин 4 - раствор кислот Ключ с правильным ответом: 4				ПК-5.3.1
13	Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа. Из микроорганизмов в процессах биологического окисления участвуют: 1 - только автотрофные микроорганизмы 2 - только гетеротрофные микроорганизмы 3 - как автотрофные, так и гетеротрофные микроорганизмы 4 - все ответы правильные Ключ с правильным ответом: 3				ПК-5.3.2
13	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. К методам биологической очистки сточных вод в естественных условиях относятся:				ПК-5.У.1

	1 - почвенная очистка; 2 - биофильтры и аэротенки; 3 - биологические пруды 4 – адсорберы Ключ с правильным ответом: 1, 3	
14	Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа. Вредное действие нефтяной пленки на состояние водных объектов заключается в том, что она: 1 - закрывая поверхность водоема, прекращает доступ кислорода в воду 2 - усиливает поступление в воду взвешенных веществ 3 - приводит к повышению содержания в воде фенолов и хинонов 4 - ограничивает очищающее действие микроорганизмов Ключ с правильным ответом: 1	ПК-5.У.2
15	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа. Для чего на ОСК используют решетки? 1 - для задержания плавающих веществ; 2 - для задержания крупных загрязнений; 3 - для дробления крупных загрязнений; 4 - для утилизации крупных загрязнений Ключ с правильным ответом: 2	ПК-5.В.1
16	Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ. Укажите классификацию примесей в сточных водах по физическим, химическим, биологическим и фазо-дисперсным признакам. По физическим признакам: По плотности относительно воды: плавающие (плотность меньше воды), тонущие (плотнее воды), «зависящие» (нейтральные, не оседают и не всплывают). По агрегатному состоянию: твёрдые (песок, глина, частицы руды), жидкие (эмульсии, нефтепродукты, жиры), газообразные (газы в нерастворённом состоянии). По химическим признакам: Минеральные: частицы песка, глины, руды, шлака, растворы минеральных солей, кислот, щелочей, минеральные масла. Органические: могут быть растительного происхождения (остатки растений, водорослей, бумага, растительные масла), животного (физиологические выделения, остатки тканей), а также искусственного (продукты предприятий органической химии, пищевой промышленности и т.п.). Сюда же относят различные классы соединений: углеводороды, спирты, органические кислоты, ароматические соединения, высокомолекулярные соединения. Токсичные и специфические: тяжёлые металлы (свинец, медь,	ПК-6.У.2

	цинк, кадмий, ртуть), синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), фенолы, цианиды, нефтепродукты По биологическим признакам Речь о живых организмах, которые попадают в сточные воды: Микроорганизмы: бактерии (в том числе болезнетворные — возбудители брюшного тифа, паратифа, дизентерии, холеры), дрожжевые и плесневые грибки, мелкие водоросли. По фазово-дисперсному признаку (по Л. А. Кульскому) Этот подход считается одним из самых практичных для очистки: он учитывает и природу примеси, и то, в каком физическом состоянии она находится в воде (дисперсность и наличие границ раздела фаз). Примеси делят на четыре группы: I группа — взвеси (грубодисперсные). Частицы размером более 10 мкм (или 10^{-4} м). Образуют с водой гетерогенную систему. Сюда относятся песок, глина, ил, нерастворимые соли, некоторые органические остатки, планктон. Такие примеси часто обуславливают мутность воды. II группа — коллоидно-растворённые вещества. Размер частиц от 10^{-4} до 10^{-6} м. Формируют коллоидные системы. В эту группу входят гидрофильные и гидрофобные коллоиды, высокомолекулярные соединения (например, некоторые гумусовые вещества). Они могут придавать воде цветность, влиять на окисляемость. Из-за малого размера частиц их самопроизвольное оседание затруднено. III группа — молекулярно-растворённые вещества. Размер частиц менее 10^{-7} м (молекулярный уровень). При взаимодействии с водой образуют истинные растворы. Сюда входят растворённые газы (O_2, CO_2, H_2S), небольшие органические молекулы (спирты, кетоны, альдегиды). Такие примеси могут влиять на запах и привкус воды. IV группа — вещества, диссоциирующие на ионы (электролиты). Размер частиц менее 10^{-8} м. Это минеральные кислоты, щёлочи, соли металлов. Они определяют такие свойства, как жёсткость, щёлочность, общая минерализация воды.													
17	Прочитайте текст и установите соответствие. Для чего применяют механическую очистку сточных вод? К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце: <table><tr><th colspan="3">Примеси</th><th>Место установки</th></tr><tr><td>А</td><td>Крупные плавающие примеси</td><td>1</td><td>Жироловушки устанавливают в местах образования стоков в цеховых системах очистки</td></tr><tr><td>Б</td><td>Жиры</td><td>2</td><td>Решетки, сетки устанавливают перед</td></tr></table>	Примеси			Место установки	А	Крупные плавающие примеси	1	Жироловушки устанавливают в местах образования стоков в цеховых системах очистки	Б	Жиры	2	Решетки, сетки устанавливают перед	ПК-5.3.2
Примеси			Место установки											
А	Крупные плавающие примеси	1	Жироловушки устанавливают в местах образования стоков в цеховых системах очистки											
Б	Жиры	2	Решетки, сетки устанавливают перед											

				насосной станцией.	
	В	Тяжелые минеральные примеси	3	Отстойники – горизонтальные, вертикальные, радиальные Располагают после песколовушек в схеме механической очистки и после биофильтров	
	Г	Мелкие взвешенные вещества и остатки биопленки после биофильтра	4	Песколовушки – горизонтальные, вертикальные, с круговым движением воды. Устанавливают после решеток.	
Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:					
	А	Б	В	Г	
	4	1	2	3	
18	Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа. В результате почвенной очистки сточных вод одновременно решаются две основные задачи: 1 - минерализация внесенных органических веществ; 2- дегумификация; 3 – обеззараживание; 4 – нет правильных решений Ключ с правильным ответом: 1, 3				ПК-5.У.1
19	Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа. Высшая водная растительность значительно ускоряет процесс самоочищения водных объектов: 1 - только от органических веществ; 2 - только от неорганических веществ; 3 - как от органических, так и от неорганических веществ 4 – все вышеуказанное Ключ с правильным ответом: 3				ПК-5.У.2
20	Прочитайте текст, выберите правильный вариант ответа. В аэротенках и окситенках: 1- активная биомасса закреплена на неподвижном материале, а сточная вода тонким слоем скользит по материалу загрузки; 2 - активная биомасса находится в воде в свободном (взвешенном состоянии); 3 - сочетаются оба варианта расположения биомассы 4 – биомасса не используется Ключ с правильным ответом: 2				ПК-5.В.1

21	Прочитайте текст и установите последовательность стадий окультуривания почв. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо. 1 – Стадия резкого несоответствия почвенных свойств и агроценозов. Развивается в начальный период освоения почв. Происходит весьма интенсивное изменение почвенных свойств. Запасы гумуса или резко уменьшаются, или резко возрастают. 2 – Стадия постепенных изменений почвенных свойств наступает по мере уравнивания несоответствия почвенных свойств и агроценозов. 3 - Стадия равновесия: почвенные свойства - агроценозы. На этой стадии обогащение почвы за счет растительных остатков, вынесения удобрений и жизнедеятельности агроценозов компенсируется минерализацией и отчуждением веществ с урожаем. Ключ с правильным ответом: 1, 2, 3	ПК-6.В.1
----	--	----------

Примечание: Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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 согласно табл.3 и табл.4
- Выводы и заключение

11.2. 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

Задание и ход выполнения лабораторной работы приведены в методических указаниях для выполнения лабораторных работ.

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.

11.3. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы.

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

- систематизировать и закрепить полученные теоретические знания и практические умения по профессиональным учебным дисциплинам и модулям в соответствии с требованиями к уровню подготовки, установленными программой учебной дисциплины, программой подготовки специалиста соответствующего уровня, квалификации;
- применить полученные знания, умения и практический опыт при решении комплексных задач, в соответствии с основными видами профессиональной деятельности по направлению;
- углубить теоретические знания в соответствии с заданной темой;
- сформировать умения применять теоретические знания при решении нестандартных задач;
- приобрести опыт аналитической, расчётной, конструкторской работы и сформировать соответствующие умения;
- сформировать умения работы со специальной литературой, справочной, нормативной и правовой документацией и иными информационными источниками;
- сформировать умения формулировать логически обоснованные выводы, предложения и рекомендации по результатам выполнения работы;
- развить профессиональную письменную и устную речь студентов;
- развить системное мышление, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность за принимаемые решения;
- сформировать навыки планомерной регулярной работы над решением поставленных задач.

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

По содержанию курсовой проект/работа может носить конструкторский, технологический или опытно – экспериментальный характер. По объёму курсовой проект должен быть не менее 45 – 55 страниц печатного текста. По структуре курсовой проект состоит из:

- введения, в котором раскрывается актуальность и значение темы и формулируется цель. Здесь же называются и конкретные задачи, которые предстоит решить в соответствии с поставленной целью. При их формировании используются, например, такие глаголы: изучить..., выявить..., установить... и т. п. Объем введения составляет 1/10 от общего объема работы;

- технологической части, в которой дается описание структуры предприятия, оборудования цеха, технологического процесса, его воздействия на окружающую среду (атмосферный воздух, воду, почву), недостатков обнаруженных в процессе эксплуатации действующего очистного оборудования и путей устранения их, а так же практическое обоснование темы, которое представлено в виде графиков, таблиц, схем и программ;

- проектной части, в которой содержатся, расчеты максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ, нормативно допустимых концентраций вредных веществ в сточных водах, сбрасываемых в водные объекты, приоритетности примесей, конструктивных особенностей природозащитного оборудования, его эффективности и т.п., а так же рассматриваются и разрабатываются системы очистки газовых выбросов, сточных вод, процессов переработки отходов, правила эксплуатации действующего оборудования, по новой техники и технологии;

- заключения;

- литературы;

- приложения - материал, дополняющий текст пояснительной записки. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описание аппаратуры и приборов, описание алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т.д.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

1. Общие требования

1.1 Страницы пояснительной записки должны соответствовать формату А4 (210х297 мм) по ГОСТ 9327 - 60. Допускается представлять иллюстрации, таблицы, распечатки с ЭВМ на листах формата А3 (297х420 мм).

1.2 Текст пояснительной записки следует располагать, соблюдая следующие размеры полей: левое - 20 мм, правое - 10 мм, верхнее - 20 мм, нижнее - 20 мм.

1.3 При выполнении пояснительной записки на компьютере рекомендуется набивать текст через полтора интервала на одной стороне листа, применяя шрифт 12 или 14 размера Times New Roman или Arial. Абзацный отступ должен быть одинаковым по всему тексту стандарта и равен 10 мм.

1.4 Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе подготовки пояснительной записки, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) машинописным способом или черными чернилами, пастой или тушью - рукописным способом.

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.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему 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;

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 текущего контроля осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программе высшего образования».

Для текущего контроля успеваемости используются вопросы, приведенные в таблице 15.

В течение семестра обучающиеся защищают лабораторные работы (5 шт.).

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».

В течение семестра для допуска к экзамену студенту необходимо сдать не менее 50% лабораторных и практических работ.

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