

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

проф., д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

Н.А. Жильникова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«15» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ


«Проектирование систем очистки пылегазовых выбросов»
(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– 2023г.


Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)


<u>доц., к.т.н., с.н.с.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>15.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>Е.Н. Киприянова</u> (инициалы, фамилия)
---	---	---

Программа одобрена на заседании кафедры № 5
«15» июня 2023 г, протокол № 01-06/2023


Заведующий кафедрой № 5

<u>д.т.н., доц.</u> (уч. степень, звание)	 <u>15.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>Е.А. Фролова</u> (инициалы, фамилия)
--	---	--

Ответственный за ОП ВО 20.03.02(01)

<u>проф., д.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>15.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>Н.А. Жильникова</u> (инициалы, фамилия)
--	---	---

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

<u>доц., к.ф.-м.н.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>15.06.2023</u> (подпись, дата)	<u>Ю.А. Новикова</u> (инициалы, фамилия)
--	---	---

Аннотация

Дисциплина «Проектирование систем очистки пылегазовых выбросов» 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-6 «Способен проектировать объекты инженерной деятельности в составе коллектива»

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

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с устройствами и технологиями очистки пылегазовых выбросов предприятий от вредных примесей

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование профессионального подхода студента к проектированию сложных технических систем в области техносферной безопасности, в частности, в области одной из важнейших проблем защиты атмосферы от загрязнения – защиты от промышленных пылегазовых выбросов; обучение студентов физико–химическим основам процессов пылегазоочистки, принципам конструирования и компоновки очистных сооружений, основам гидравлики аппаратов и систем газоочистки.

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-6 Способен проектировать объекты инженерной деятельности в составе коллектива	ПК-6.3.1 знать методы расчета и обоснования экологических рисков при разработке проектов расширения и реконструкции объектов действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования ПК-6.У.1 уметь выделять основные факторы, влияющие на экологическую безопасность, в проектах расширения и реконструкции действующих производств, а также создаваемых новых технологий и оборудования ПК-6.В.1 владеть навыками работы в коллективе при разработке проектной документации
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способен принимать участие в инженерных разработках проектов производства и очистных сооружений	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:

- «Физика»,
- «Химия»,

- «Промышленная экология»,
- «Гидрогазодинамика»

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

- «Проектирование систем контроля пылегазовых выбросов».
- «Проектирование приборов контроля параметров и состава вещества»
- 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
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины , ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия , всего час.	34	34
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)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа , всего (час)	38	38
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

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 6					
Раздел 1. Подготовка к проектированию систем очистки пылегазовых выбросов	2		-		6
Раздел 2. Организация проектирования	2		-		6
Раздел 3. Физико – химические основы очистки газов и газоочистные аппараты	7		6		6

Раздел 4. Элементы систем очистки пылегазовых выбросов, их компоновка	2		6		6
Раздел 5. Эксплуатация газоочистительных сооружений	2		5		6
Раздел 6. Техничко – экономическая оптимизация газоочистительных сооружений	2		-		8
Итого в семестре:	17		17		38
Итого	17	0	17	0	38

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	<p>Подготовка к проектированию систем очистки пылегазовых выбросов</p> <p>Классификация выбросов и источников их образования. Основные характеристики парогазовых выбросов: состав, физические свойства, режимы образования, влияние на окружающую среду, источники образования. Основные характеристики двухфазных (аэрозольных) выбросов: состав, физические свойства, режимы образования, влияние на окружающую среду, источники образования. Оценка влияния местных условий на рассеивание выбросов и ограничения при проектировании. Нормирование выбросов, оценка влияния фоновой концентрации. Разработка проекта предельно допустимых выбросов (ПДВ) предприятия. Инвентаризация выбросов: организация процесса инвентаризации, условия проведения, типовые ошибки при проведении инвентаризации, объем измеряемых параметров для проектирования систем очистки пылегазовых выбросов и разработки проекта ПДВ.</p>
2	<p>Организация проектирования.</p> <p>Этапы формирования технического задания (ТЗ) на проектирование системы очистки пылегазовых выбросов: разработка ТЗ и его согласование, ответственность за выполнение требований ТЗ, разработка приложений к ТЗ. Типовые ошибки при разработке ТЗ и формулировании задач проектирования. Информационное обеспечение проектирования.</p>
3	<p>Физико – химические основы очистки газов и газоочистные аппараты</p> <p>Классификация методов очистки от парогазовых выбросов. Классификация методов очистки от пылегазовых выбросов. Сухие и мокрые методы очистки: области применения, достоинства и недостатки. Абсорбция и адсорбция в аппаратах очистки парогазовых</p>

	<p>выбросов. Абсорбционная очистка газов. Разработка абсорбционных систем. Проектирование абсорбционных установок.</p> <p>Практические примеры. Адсорбционная очистка газов. Виды адсорбентов. Хемосорбция. Проектирование адсорберов.</p> <p>Процессы сжигания. Сжигание в пламени. Каталитическое сжигание, окисление и разложение. Проектирование аппаратов, использующих процессы сжигания.</p> <p>Разделение двухфазных систем. Законы движения аэрозольных частиц в силовых полях, а также под действием молекулярных сил.</p> <p>Гравитационные и инерционные аппараты очистки газов от пыли: достоинства, недостатки. Основы проектирования гравитационных и инерционных аппаратов очистки газов от пыли, оценка эффективности. Законы фильтрации пыли тканевыми фильтрами. Тканевые фильтры: достоинства, недостатки. Основы проектирования рукавных фильтров: выбор ткани, выбор режимов работы, оценка эффективности.</p> <p>Электрофильтры. Законы зарядки частиц в поле коронного разряда. Особенности проектирования электрофильтров.</p> <p>Мокрые пылеуловители: достоинства и недостатки.</p> <p>Скрубберы с разбрызгиванием, особенности проектирования.</p> <p>Центробежные скрубберы с разбрызгиванием. Другие виды скрубберов. Скрубберы с трубами Вентури. Пенные скрубберы. Оценка эффективности различных типов скрубберов.</p>
4	<p>Элементы систем очистки пылегазовых выбросов, их компоновка.</p> <p>Пылегазопроводы: назначение и конструктивные элементы.</p> <p>Предупреждение заполнения пылегазопроводов пылью.</p> <p>Классификация способов компоновки газоочистных сооружений.</p> <p>Оценка качества компоновки. Защита элементов систем очистки пылегазовых выбросов от коррозии. Коррозионная стойкость материалов.</p> <p>Защита элементов систем очистки пылегазовых выбросов от эрозии.</p> <p>Эрозионная стойкость материалов.</p>
5	<p>Эксплуатация газоочистительных сооружений</p> <p>Удаление и первичная обработка уловленного продукта.</p> <p>Пылетранспорт. Свойства пылей и их учет при проектировании пылетранспорта. Грануляция уловленной пыли.</p> <p>Раствороприготовительное и растворооборотное хозяйство.</p> <p>Интенсификация процессов газоочистки. Кондиционирование газов.</p> <p>Режимная интенсификация. Конструктивно – технологическая интенсификация. Специальные способы интенсификации.</p>
6	<p>Технико – экономическая оптимизация газоочистительных сооружений</p> <p>Экономический ущерб от выбросов.. Потери ценных продуктов и полуфабрикатов. Ущерб, наносимый сельскому хозяйству. Социальный ущерб. Количественная оценка ущерба. Технико - экономические показатели газоочистительных сооружений. Структура показателей.</p> <p>Выбор аналогов для сравнения. Экономическое обоснование степени очистки. Базовые технико – экономические показатели. Численность обслуживающего персонала.</p> <p>Контроль формирования технико – экономических показателей в ходе проектирования. Технико – экономическая оптимизация газоочистительных сооружений. Экономический эффект от</p>

оптимизации.

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 6				
1	Очистка воздуха от аммиака и диоксидов углерода, серы и азота методом абсорбции	6	3	3
2	Очистка воздуха от диоксидов углерода, серы и углеводородов методом адсорбции	6	3	4
3	Нейтрализация щелочных стоков углекислотой дымовых газов	5	3	5
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 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	10	10
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)	18	18
Всего:	38	38

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)
[628.8 И 88 28]	Исследование запыленности воздуха в производственных помещениях: методические указания к выполнению лабораторной работы. С. И. Буравлев и др.. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2011. - 27 с.	СО(133)
[628.5(075) П 84 628]	Процессы и аппараты для утилизации, очистки и обезвреживания газообразных отходов: учебное пособие/ С. В. Михаленков и др.; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГОУ ВПО "СПбГУАП", 2009. - 48 с.	СО(117)
[658.382(075) Р 60 658]	Родионов, А. И. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов/ А.И. Родионов, Ю. П. Кузнецов, Г. С. Соловьев. - М.: Химия: КолосС, 2007. - 387 с.	ФО(2), ЧЗ(1), СО(12)
	Е.Н.Киприянова, В.О.Смирнова Методы очистки газовых выбросов и сточных вод. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Методические указания к выполнению лабораторных работ. – СПб.: ГУАП.–2018.–43 с.	СО(50)
http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&code=63&page=14	Ветошкин А.Г. Аппаратурное оформление процессов защиты атмосферы от газовых выбросов: Учебное пособие / Ветошкин А.Г. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 244 с.	
http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=54527 <u>7</u>	Клюшенкова М.И., Луканин А.В. Защита окружающей среды от промышленных газовых выбросов. Учебное пособие/ М.И. Клюшенкова, А.В. Луканин - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 142 с.	
http://znanium.com/catalog.php?item=tbk&code=63&page=16	Ветошкин А.Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов: Учебно-практическое пособие / Ветошкин А.Г. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2016. - 316 с	

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://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	Мультимедийная лекционная аудитория	14-03
2	Специализированная лаборатория мониторинга и контроля	51-07

	природно-технических систем	
3	Стенды для лабораторных работ	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
Зачет	Список вопросов

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;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	– 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
	Учебным планом не предусмотрено	

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
1	Классификация выбросов и источников их образования.	ПК-6.3.1
2	Основные характеристики парогазовых выбросов: состав, физические свойства, режимы образования, влияние на окружающую среду, источники образования.	ПК-6.У.1
3	Основные характеристики двухфазных (аэрозольных) выбросов.	ПК-6.В.1
4	Нормирование выбросов, оценка влияния фоновой концентрации.	ПК-7.В.2
5	Разработка проекта предельно допустимых выбросов (ПДВ) предприятия.	ПК-6.3.1
6	Инвентаризация выбросов.	ПК-6.У.1
7	Этапы формирования технического задания (ТЗ) на проектирование системы очистки пылегазовых выбросов.	ПК-6.В.1
8	Классификация методов очистки от парогазовых выбросов.	ПК-7.В.2
9	Классификация методов очистки от пылегазовых выбросов. Сухие и мокрые методы очистки: области применения, достоинства и недостатки.	ПК-6.3.1
10	Абсорбция и адсорбция в аппаратах очистки парогазовых выбросов.	ПК-6.У.1
11	Абсорбционная очистка газов. Разработка абсорбционных систем. Проектирование абсорбционных установок.	ПК-6.В.1
12	Адсорбционная очистка газов. Виды адсорбентов. Хемосорбция. Проектирование адсорберов.	ПК-7.В.2
13	Процессы сжигания. Сжигание в пламени. Каталитическое сжигание, окисление и разложение.	ПК-6.3.1
14	Гравитационные и инерционные аппараты очистки газов от пыли: достоинства, недостатки.	ПК-6.У.1
15	Законы фильтрации пыли тканевыми фильтрами. Тканевые фильтры: достоинства, недостатки.	ПК-6.В.1
16	Основы проектирования рукавных фильтров: выбор ткани, выбор режимов работы, оценка эффективности.	ПК-7.В.2
17	Электрофильтры. Законы зарядки частиц в поле коронного	ПК-6.3.1

	разряда. Особенности проектирования электрофильтров.	
18	Мокрые пылеуловители: достоинства и недостатки. Скрубберы с разбрызгиванием, особенности проектирования. Центробежные скрубберы с разбрызгиванием. Виды скрубберов.	ПК-6.У.1
19	Принципы расчета гидравлического сопротивления трубопровода.	ПК-6.В.1
20	Расчет гидравлического сопротивления пористого слоя и насыпного фильтра.	ПК-7.В.2
21	Расчет гидравлического сопротивления рукавного фильтра. Принципы оценки гидравлического сопротивления аппарата пылегазоочистки.	ПК-6.3.1
22	Ламинарное и турбулентное движение пылегазовых потоков.	ПК-6.У.1
23	Пылегазопроводы: назначение и конструктивные элементы. Тягодутьевые машины: выбор и обоснование места установки.	ПК-6.В.1
24	Классификация способов компоновки газоочистных сооружений.	ПК-7.В.2
25	Пылетранспорт. Свойства пылей и их учет при проектировании пылетранспорта. Грануляция уловленной пыли.	ПК-7.В.2
26	Кондиционирование газов.	ПК-6.3.1
27	Экономический ущерб от выбросов. Потери ценных продуктов и полуфабрикатов.	ПК-6.У.1
28	Количественная оценка ущерба.	ПК-6.В.1
29	Экономическое обоснование степени очистки.	ПК-7.В.2

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
	Не предусмотрено	

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 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.

Е.Н.Киприянова, В.О.Смирнова Методы очистки газовых выбросов и сточных вод. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Методические указания к выполнению лабораторных работ. – СПб.: ГУАП. – 2018. – 43 с.

11.3 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 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).

11.4 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.

1) В течение семестра для допуска к зачету студенту необходимо сдать не менее 50% лабораторных работ. Далее студент допускается к собеседованию или итоговому тестированию на зачете.

2) Зачет выставляется на основании выполненных в течение семестра всех лабораторных работ и написании итогового тестирования или прохождения собеседования.

11.5 Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

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

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Подготовка студентов к зачету включает:

1. Подготовку к зачету целесообразно начинать с планирования и подбора нормативно-правовых источников и литературы. Прежде всего, следует внимательно перечитать учебную программу и программные вопросы для подготовки к зачету, чтобы выделить из них наиболее знакомые. Далее должен следовать этап повторения всего программного материала. На эту работу целесообразно отвести большую часть времени. Следующим этапом является самоконтроль знания изученного материала, который заключается в устных ответах на программные вопросы, выносимые на зачет. Тезисы ответов на наиболее сложные вопросы желательно записать.

2. Основным источником подготовки к зачету является конспект. Учебный материал дается в систематизированном виде, основные его положения детализируются, подкрепляются современными фактами и нормативной информацией, которые в силу новизны, возможно, еще не вошли в опубликованные печатные источники. Правильно составленный конспект содержит тот оптимальный объем информации, на основе которого студент сможет представить себе весь учебный материал.

3. Следует точно запоминать термины и категории, поскольку в их определениях содержатся признаки, позволяющие уяснить их сущность и отличить эти понятия от других.

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