

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет

Химико-технологический институт

Кафедра физико-химической технологии защиты биосферы

Рабочая программа дисциплины

включая фонд оценочных средств и методические указания для
самостоятельной работы обучающихся

**Б1.В.ДВ.03.01 – ТЕХНОЛОГИЯ РЕКУПЕРАЦИИ ГАЗОВЫХ
ВЫБРОСОВ**

Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) – «Инженерная защита окружающей среды»

Квалификация – бакалавр

Количество зачётных единиц (часов) – 9 (324)

г. Екатеринбург, 2021

Разработчик: канд. хим. наук, доцент Горбатенко / Ю.А. Горбатенко /

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физико-химической технологии защиты биосферы (протокол № 8 от «10» марта 2021 года).

Зав. кафедрой Горбатенко / Ю.А. Горбатенко /

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией химико-технологического института (протокол № 5 от «12» марта 2021 года).

Председатель методической комиссии ХТИ Первова / И.Г. Первова /

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ Первова / И.Г. Первова /

«12» марта 2021 года



Оглавление

1. Общие положения	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	6
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов	7
5.1.Трудоемкость разделов дисциплины	7
очная форма обучения	7
заочная форма обучения.....	7
5.2. Содержание занятий лекционного типа	7
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа.....	10
5.4. Детализация самостоятельной работы.....	11
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине	12
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	16
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	16
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	17
7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы ..	19
7.4. Соответствие балльной шкалы оценок и уровней сформированных компетенций	26
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся.....	28
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	30
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	31

1. Общие положения

Дисциплина «Технология рекуперации газовых выбросов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 20.03.01 – Техносферная безопасность (профиль – Инженерная защита окружающей среды).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Технология рекуперации газовых выбросов» являются:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;

- Приказ Минобрнауки России № 301 от 05.04.2017 г. Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 246 от 21.03.2016;

- Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 20.03.01 – Техносферная безопасность (профиль – Инженерная защита окружающей среды), подготовки бакалавров по очной и заочной формам обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол №6 от 20.06.2019) и утвержденный ректором УГЛТУ (20.06.2019).

Обучение по образовательной 20.03.01 – Техносферная безопасность (профиль – Инженерная защита окружающей среды) осуществляется на русском языке.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

Цель освоения дисциплины – формирование у будущих бакалавров высокого уровня обобщения методологии выбора методов, оборудования и технологий для обеспечения техносферной безопасности, а также навыков расчета пылеочистного оборудования по критериям работоспособности и надежности.

Задачи дисциплины:

- дать сведения об основных способах, методах и устройствах защиты атмосферы от промышленных выбросов, познакомить с современными подходами совершенствования технологических систем защиты человека и окружающей среды от опасностей;

- дать обзор основных методов извлечения газообразных и твердых аэрозольных примесей из промышленных газов (абсорбция, адсорбция, фильтрация и др.);

- ознакомить с аппаратурным оформлением и особенностями работы основного пылеочистного оборудования, позволяющего минимизировать антропогенное воздействие на атмосферный воздух;

- ознакомить с факторами, влияющими на работу пыле- и газоочистного оборудования;

- ознакомить с методиками выбора, расчета пылегазоочистного оборудования исходя из критериев работоспособности и надежности аппарата.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

- **ПК-4** способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности;
- **ПК-5** способностью ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей;
- **ПК-8** способностью выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- классификацию промышленных выбросов;
- основные методы, используемые для очистки промышленных выбросов;
- назначение, принцип работы и особенности эксплуатации пылегазоочистного оборудования;
- методики расчета пылегазоочистного оборудования по критериям работоспособности и надежности;

уметь:

- выбирать методы, пылегазоочистное оборудование и технологии защиты человека и окружающей среды от опасностей;
- усовершенствовать технологический процесс обезвреживания промышленных выбросов, придерживаясь принципов минимизации техногенного воздействия на окружающую среду;
- рассчитать основные технологические характеристика пылегазоочистного оборудования по критериям работоспособности и надежности;
- выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих.

владеть:

- методами выбора аппаратов для обезвреживания техногенных образований, способами моделирования и оценки состояния экосистем в процессе природопользования, приоритетными путями развития новых энерго- и ресурсосберегающих технологий защиты человека и окружающей среды от опасностей;
- навыками грамотного, обоснованного решения инженерных задач с учетом не только технологической, но и аппаратурной, эколого-экономической оценки эффективности принимаемых решений.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1, что означает формирование в процессе обучения у бакалавра основных профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП и написания выпускной квалификационной работы.

Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин

	Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
1	2	3	4
1.	Промышленная экология	Теоретические основы защиты окружающей среды	Производственная практика (преддипломная)
2.	Процессы и аппараты химической технологии	Расчеты химико-технологических процессов	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

1	2	3	4
3.	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности	Технология основных производств и промышленных выбросов	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
		Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего академических часов	
	очная форма	заочная форма
Контактная работа с преподавателем*:	164	34
лекции (Л)	64	16
практические занятия (ПЗ)	-	-
лабораторные работы (ЛР)	100	18
иные виды контактной работы	-	-
Самостоятельная работа обучающихся:	160	290
изучение теоретического курса	38	108
подготовка к текущему контролю	50	164
курсовая работа (курсовой проект)	-	-
подготовка к промежуточной аттестации	72	18
Вид промежуточной аттестации:	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость	9/324	

*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского типа, лабораторные занятия, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛУ от 25 февраля 2020 года.

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов

5.1.Трудоёмкость разделов дисциплины

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа	
1	Введение в курс «Технология рекуперации газовых выбросов»	6	-	30	36	18	
2	Санитарно-гигиенические основы вентиляции	6	-	6	12	6	
3	Технология рекуперации пылевых выбросов	20	-	32	52	20	
4	Технология рекуперации газовых выбросов	32	-	32	64	44	
Итого по разделам:		64		100	164	88	
Промежуточная аттестация						72	
Всего						324	

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа	
1	Введение в курс «Технология рекуперации газовых выбросов»	2	-	4	6	39	
2	Санитарно-гигиенические основы вентиляции	2	-	-	2	20	
3	Технология рекуперации пылевых выбросов	4	-	4	8	60	
4	Технология рекуперации газовых выбросов	8	-	10	18	153	
Итого по разделам:		16	-	18	34	272	
Промежуточная аттестация						18	
Всего						324	

5.2. Содержание занятий лекционного типа

1. Введение в курс «Технология рекуперации газовых выбросов»

1.1. *Цели и задачи дисциплины.* Место дисциплины в системе экологических наук. Связь со смежными дисциплинами. Цели и задачи защиты окружающей природной среды.

1.2. *Выбор и классификация пылеулавливающих аппаратов.* Основные подходы к выбору методы и аппарата, для обезвреживания отходящих газов. Влияние физико-химических свойств промышленных пылей на выбор способа обезвреживания выбросов и типа пылеуловителя.

1.3. *Проектирование технологических процессов очистки промышленных выбросов.* Отбор газов или воздуха от источника выделения вредных веществ. Подготовка промышленных выбросов к очистке. Основные характеристики пылеулавливающего оборудования. Оценка эффективности работы пылеуловителей: определение общей и фракционной степени очистки.

2. Санитарно-гигиенические основы вентиляции.

2.1. *Основные принципы вентиляции помещений с вредностями в виде газов и паров.* Требования, предъявляемые к вентиляции: санитарно-гигиенические и технологические. Назначение вентиляции. Определение количества вредностей, просачивающихся в помещение через неплотности в оборудовании, в результате испарения с открытых емкостей, а также при сушке материала. Классификация вентиляционных систем по назначению: общеобменную, зональную, местную. Определение кратности необходимого воздухообмена.

2.2. *Требования к разработке аспирационных систем.* Основные источники поступления вредностей. Особенности установки аспирационных укрытий. Определение объема воздуха, отсасываемого из под аспирационных укрытий.

3. Технология рекуперации пылевых выбросов

3.1. *Очистка газов в сухих механических пылеуловителях.* Конструкции гравитационных пылеуловителей. Расчет и область применения многополочных пылеосадительных камер. Факторы, влияющие на процесс очистки.

Конструкции инерционных пылеуловителей. Устройство и принцип действия отстойного газохода, пылевого мешка и жалюзийного пылеуловителя. Основные факторы, влияющие на эффективность работы. Область применения.

Конструкции центробежных пылеуловителей. Устройство и принцип действия одиночных, групповых и батарейных циклонов. Циклоны конструкции НИИОГаз, ЛИОТ, СИОТ, ВЦНИИОТ. Факторы, влияющие на процесс осаждения частиц в циклоне.

3.2. *Очистка газов фильтрованием через пористые перегородки.* Характеристика промышленных фильтровальных материалов. Фильтровальные материалы и их основные свойства: газовая нагрузка (скорость фильтрования), термостойкость, срок службы. Конструкции, устройство и принцип действия фильтров рукавного типа. Способы регенерации рукавов: обратная продувка, механическое встряхивание, струйная и импульсная продувка. Конструкции насыпных и жестких фильтров. Электростатические фильтры тонкой очистки. Выбор и расчет фильтров

3.3. *Очистка газов в электрофильтрах.* Конструкции электрофильтров: трубчатые, пластинчатые. Выбор типа и размеров электрофильтра. Факторы, влияющие на работу электрофильтра. Область применения метода.

3.4. *Очистка газов в мокрых пылеуловителях.* Принцип работы и конструкции мокрых пылеуловителей-скрубберов. Устройства оросителей: форсунки, брызгалки, многокonusные оросители, тарельчатые и дисковые оросители. Факторы, влияющие на процесс очистки газов в скрубберах. Устройство насадочных и тарельчатых скрубберов. Типы насадок и тарелок, предъявляемые к ним требования. Гидродинамические режимы работы. Устройство, принцип работы и область применения скрубберов Вентури, центробежных и ударно-инерционных пылеуловителей.

3.5. *Способы рекуперации уловленной пыли.* Основные факторы, влияющие на выбор методы утилизации уловленной пыли (ликвидация, изоляция, рекуперация). Возможные пути использования промышленных пылей: использование пыли в качестве целевого продукта; возврат пыли в производство; утилизация пыли, уловленной в одном производстве, в качестве сырья для другого производства.

4. Технология рекуперации газовых выбросов

4.1. *Классификация методов очистки промышленных выбросов от газообразных примесей.* Характеристика, особенности, область применения основных методов обезвреживания выбросов от газообразных компонентов: абсорбционные, адсорбционные, каталитические, конденсационные и термические.

4.2. *Особенности абсорбционной очистки газов.* Абсорбционная очистка газов. Требования, предъявляемые к абсорбентам. Физическая и химическая абсорбция. Область применения метода в промышленности. Статика и кинетика процесса.

4.3. *Особенности адсорбционной очистки газов.* Адсорбционная очистка газов. Типы и назначение адсорбентов. Способы регенерации и реактивации сорбентов. Кинетика процесса. Особенности молекулярной, объемной и поверхностной диффузии. Динамика процесса адсорбции (изменение фронта сорбции, понятие время защитного действия слоя адсорбента, высота работающего слоя). Построение выходной кривой адсорбции (понятие динамическая адсорбционная способность, равновесная адсорбционная способность).

4.4. *Очистка отходящих газов от оксида серы (IV).* Основные источники загрязнения атмосферы. Экологические последствия. Особенности абсорбционной очистки отходящих газов от сернистого ангидрида. Нерекуперационные методы газоочистки: абсорбция водой, известковые и известняковые методы, абсорбция летучей суспензией золы. Рекуперационные методы газоочистки: нейтрализационные (содовый, цинковый, магнетитовый) и аммиачные (нециклические, циклические, кислотные) методы.

Адсорбенты, используемые для очистки отходящих газов от оксида серы (IV). Конструктивное оформление методы. Факторы, влияющие на выбор метода.

Каталитические методы обезвреживания газов от оксида серы (IV): пиролюзитный, озono-каталитический и жидкостно-контактный. Факторы, влияющие на выбор метода.

4.5. *Очистка отходящих газов от оксидов углерода.* Основные источники загрязнения атмосферы. Экологические последствия. Физико-химические основы и технологическое оформление абсорбционных методов очистки газов от оксидов углерода: абсорбция медь-алюминий-хлоридным раствором и жидким азотом. Особенности каталитического метода обезвреживания газов.

4.6. *Очистка отходящих газов от оксидов азота.* Основные источники загрязнения атмосферы. Экологические последствия. Химические свойства оксидов азота. Особенности окислительных методов обезвреживания отходящих нитрозных газов: окисление оксидов азота в газовой фазе с использованием кислорода и озона; окисление на низкотемпературных катализаторах; окисление оксидов азота в жидкой фазе с использованием кислорода и озона; окисление жидкими окислителями. Физико-химические основы методы и технологическое оформление процесса.

Особенности восстановительных методов обезвреживания отходящих нитрозных газов: термическое разложение в потоке низкотемпературной плазмы с использованием газообразных, жидких и твердых восстановителей; каталитическое восстановление; восстановление жидкими восстановителями; перевод в соединения с низкой температурой разложения. Физико-химические основы методы и технологическое оформление процесса.

Особенности сорбционных методов обезвреживания отходящих нитрозных газов: абсорбция щелочами; адсорбционные методы очистки. Физико-химические основы методы и технологическое оформление процесса.

4.7. *Очистка отходящих газов от сероводорода и сероуглерода.* Основные источники загрязнения атмосферы. Экологические последствия. Физико-химические основы и технологическое оформление абсорбционных методов очистки газов от сероводорода: вакуум-карбонатный; железо-содовый и щелочно-гидрохиноновый методы. Физико-химические основы и технологическое оформление адсорбционных методов очистки газов от сероводорода: гидроксидом железа (III), активированными углями, цеолитами и сорбентами, полученными на основе оксидов цинка и меди.

Физико-химические основы и технологическое оформление адсорбционных методов очистки газов от сероуглерода: особенности обезвреживания в адсорберах с кипящим и неподвижным слоем адсорбента. Комплексный метод одновременного обезвреживания сернистых газов.

4.8. *Очистка отходящих газов от галогенов.* Основные источники загрязнения атмосферы. Экологические последствия. Физико-химические основы и технологическое

оформление абсорбционных методов очистки газов от хлорсодержащих соединений: абсорбция водой и абсорбция четырех хлористым углеродом. Физико-химические основы и абсорбционных методов очистки газов от хлорсодержащих соединений.

Физико-химические основы и технологическое оформление абсорбционных и адсорбционных методов очистки отходящих газов от фторсодержащих соединений.

5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебный планом по дисциплине предусмотрены лабораторные занятия

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
1	Раздел 1. Введение в курс «Технология рекуперации газовых выбросов» (тема: 1.2. Выбор и классификация пылеулавливающих аппаратов)	лабораторная работа	6	-
2	Раздел 1. Введение в курс «Технология рекуперации газовых выбросов» (тема: 1.3. Проектирование технологических процессов очистки промышленных выбросов)	лабораторная работа	24	4
3	Раздел 2. Технология рекуперации пылевых выбросов (тема: 2.1. Основные принципы вентиляции помещений с вредностями в виде газов и паров)	лабораторная работа	6	-
4	Раздел 3. Технология рекуперации пылевых выбросов (тема: 3.1. Очистка газов в сухих механических пылеуловителях)	лабораторная работа	18	4
5	Раздел 3. Технология рекуперации пылевых выбросов (тема: 3.2. Очистка газов фильтрованием через пористые перегородки)	лабораторная работа	6	-
6	Раздел 3. Технология рекуперации пылевых выбросов	кейс-задание	8	-
7	Раздел 4. Технология рекуперации газовых выбросов (тема: 4.2. Особенности абсорбционной очистки газов)	лабораторная работа	16	3
8	Раздел 4. Технология рекуперации газовых выбросов (тема: 4.3. Особенности адсорбционной очистки газов)	лабораторная работа	8	3
9	Раздел 3 (4). Технология рекуперации пылевых (газовых) выбросов	кейс-задание	8	4
Итого:			100	18

5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
1	Раздел 1. Введение в курс «Технология рекуперации газовых выбросов» (Тема 1.2. Классификация пылеулавливающих аппаратов)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы	4	12
2	Раздел 1. Введение в курс «Технология рекуперации газовых выбросов» (тема: 1.3. Проектирование технологических процессов очистки промышленных выбросов)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка к тестовому контролю	9	18
3	Раздел 2. Санитарно-гигиенические основы вентиляции (тема: 2.1. Основные принципы вентиляции помещений с вредностями в виде газов и паров)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы	4	12
4	Раздел 2. Санитарно-гигиенические основы вентиляции (тема: 2.2. Требования к разработке аспирационных систем)	Подготовка к тестовому контролю	2	6
5	Раздел 3. Технология рекуперации пылевых выбросов (тема: 3.1. Очистка газов в сухих механических пылеуловителях)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка к тестовому контролю	8	24
6	Раздел 3. Технология рекуперации пылевых выбросов (тема: 3.2. Очистка газов фильтрованием через пористые перегородки)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы	5	12
7	Раздел 3. Технология рекуперации пылевых выбросов (тема: 3.3. Очистка газов в электрофильтрах)	Подготовка к тестовому контролю	3	8
8	Раздел 3. Технология рекуперации пылевых выбросов (тема: 3.4. Очистка газов в мокрых пылеуловителях)	Подготовка к тестовому контролю	3	8
9	Раздел 3. Технология рекуперации пылевых выбросов (тема: 3.5. Способы рекуперации уловленной пыли)	Подготовка к тестовому контролю	3	8
10	Раздел 3. Технология рекуперации пылевых выбросов	Подготовка к выполнению кейс-задания	3	11
11	Раздел 4. Технология рекуперации газовых выбросов (тема: 4.1. Классификация методов очистки промышленных выбросов от газообразных примесей)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы	4	22
12	Раздел 4. Технология рекуперации газовых выбросов (тема: 4.2. Особенности абсорбционной очистки газов)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка к тестовому контролю	8	22

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
13	Раздел 4. Технология рекуперации газовых выбросов (тема: 4.3. Особенности адсорбционной очистки газов)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка к тестовому контролю	7	22
14	Раздел 4. Технология рекуперации газовых выбросов (тема: 4.4. Очистка отходящих газов от оксида серы (IV))	Подготовка к тестовому контролю	4	20
15	Раздел 4. Технология рекуперации газовых выбросов (тема: 4.5. Очистка отходящих газов от оксидов углерода)	Подготовка к тестовому контролю	4	10
16	Раздел 4. Технология рекуперации газовых выбросов (тема: 4.6. Очистка отходящих газов от оксидов азота)	Подготовка к тестовому контролю	4	16
17	Раздел 4. Технология рекуперации газовых выбросов (тема: 4.7. Очистка отходящих газов от сероводорода и сероуглерода)	Подготовка к тестовому контролю	4	16
18	Раздел 4. Технология рекуперации газовых выбросов (тема: 4.8. Очистка отходящих газов от галогенов)	Подготовка к тестовому контролю	4	10
19	Раздел 3 (4). Технология рекуперации пылевых (газовых) выбросов	Подготовка к выполнению кейс-задания	5	15
20	Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	72	18
Итого:			160	290

6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Основная и дополнительная литература

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
Основная учебная литература			
1	Ветошкин, А.Г. Аппаратурное оформление процессов защиты атмосферы от газовых выбросов / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд. испр. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 244 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444178 – ISBN 978-5-9729-0126-5. – Текст: электронный.	2016	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
2	Ветошкин, А.Г. Инженерная защита атмосферы от вредных выбросов: [16+] / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 317 с.: ил., табл., схем. – (Инженерная экология для бакалавриа-	2019	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

	та). – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564889 – Библиогр.: с. 311 - 313. – ISBN 978-5-9729-0248-4. – Текст: электронный.		
3	Ветошкин, А.Г. Инженерная защита окружающей среды от вредных выбросов: В 2-х частях / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд. испр. и доп. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 416 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444180 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0127-2. – Текст: электронный.	2016	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
4	Процессы, аппараты и техника защиты окружающей среды. Ч. II: Очистка газопылевых выбросов: учеб. пособие: в 2 частях / В.И. Легкий, Ю.А. Горбатенко И.Г. Первова, И.Н. Липунов; под ред. проф. И.Н. Липунова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018. – 299 с. – Режим доступа: http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=8	2018	ЭИОС
Дополнительная учебная литература			
5	Ветошкин, А.Г. Инженерная защита гидросферы от вредных выбросов: [16+] / А.Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 417 с.: ил., табл., схем. – (Инженерная экология для бакалавриата). – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564893 – Библиогр.: с. 409 - 411. – ISBN 978-5-9729-0249-1. – Текст: электронный.	2019	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
6	Зиганшин, М. Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки: учебное пособие / М. Г. Зиганшин, А. А. Колесник, А. М. Зиганшин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 544 с. - ISBN 978-5-8114-1681-3.- Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/53696 - Режим доступа: для авториз. пользователей	2014	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
7	Мухутдинов, А.А. Физико-химические методы очистки газов: (лабораторный практикум) / А.А. Мухутдинов, С.В. Степанова, О.А. Сольяшинова; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012. – 138 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259039 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1254-8. – Текст : электронный.	2012	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
8	Сосновский, В.И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Абсорбция газов / В.И. Сосновский, Н.Б. Сосновская, С.В. Степанова; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО Казанский государственный технологический университет. – Казань: КГТУ, 2009. – 114 с: ил – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259096 – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7245-0514-2. – Текст: электрон-	2009	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

	ный.		
9	Горбатенко, Ю.А. Отбор проб газа и определение содержания газообразных загрязняющих компонентов [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Технология рекуперации газовых выбросов» для студентов очной и заочной форм обучения направления 20.03.01 (280700.62) «Техносферная безопасность» и 18.03.02 (241000.62) «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» / Ю.А. Горбатенко. – Екатеринбург: УГЛТУ, – 2015. – 33 с. – Режим доступа: https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/4362	2015	Электронный архив
10	Горбатенко, Ю.А. Определение влажности газового потока [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторному практикуму для обучающихся очной и заочной форм обучения. Направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» и 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», дисциплина «Технология рекуперации газовых выбросов» / Ю.А. Горбатенко. – Екатеринбург: УГЛТУ, – 2021. – 33 с. – Режим доступа: https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/4362	2021	Электронный архив
11	Горбатенко, Ю.А. Аэрозоли и их основные физико-химические свойства [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторному практикуму по дисциплинам «Технология рекуперации газовых выбросов» для студентов очной и заочной форм обучения направления 280700 «Техносферная безопасность» и 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в хим. технологии, нефтехимии и биотехнологии» / Ю.А. Горбатенко. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2014. – 35 с. – Режим доступа: https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3232	2014	Электронный архив
12	Горбатенко, Ю.А. Абсорбция примеси токсичного газа из загрязненного воздуха «Статика и кинетика процесса абсорбции» [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Технология рекуперации газовых выбросов» для студентов очной и заочной форм обучения. Специальности 280201 «Охрана ОС и рацион. использование природ. Ресурсов» и 280202 «Инженер. защита окружающей среды» / Ю.А. Горбатенко: в 2 частях. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2008. – Ч. I. – 23 с. – Режим доступа: http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=8	2008	ЭИОС
13	Горбатенко, Ю.А. Абсорбция примеси токсичного газа из загрязненного воздуха «Технология абсорбционной газочистки» [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Технология рекуперации газовых выбросов» для студентов очной и заочной форм обучения направления 280700 «Техносферная безопасность» и 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в хим. технологии, нефтехимии и биотехнологии» / Ю.А. Горбатенко: в 2 частях. – Екатеринбург: Изд-во УГЛ-	2013	ЭИОС

	ТУ, – 2013. – Ч. II. – 27 с. – Режим доступа: http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=8		
14	Горбатенко, Ю.А. Адсорбция примеси токсичного газа из загрязненного воздуха [Электронный ресурс]: метод. указания к лаб. практикуму по дисциплине «Технология рекуперации газовых выбросов» для студентов очной и заочной форм обучения направления 280700 «Техносферная безопасность» и 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в хим. технологии, нефтехимии и биотехнологии» / Ю.А. Горбатенко. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2014. – 45 с. – Режим доступа: https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3233	2014	Электронный архив

*- прежде чем пройти по ссылке, необходимо войти в систему

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

Электронные библиотечные системы

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронной библиотечной системе УГЛТУ (<http://lib.usfeu.ru/>), ЭБС Издательства Лань <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru/>, содержащих издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

Справочные и информационные системы

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс».
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
3. База данных Scopus компании Elsevier B.V. <https://www.scopus.com/>

Профессиональные базы данных

1. Информационные системы, банки данных в области охраны окружающей среды и природопользования – Режим доступа: <http://минприродыро.рф>
2. Информационная система «ТЕХНОМАТИВ». – Режим доступа: <https://www.technormativ.ru/>;
3. Научная электронная библиотека eLibrary. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/> .
4. Программы для экологов EcoReport. – Режим доступа: <http://ecoreport.ru/>;
5. Информационные системы «Биоразнообразие России». – Режим доступа: <http://www.zin.ru/BioDiv/>;

Нормативно-правовые акты

1. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 30.12.2020). С изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021. – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=51460506304105653232087527&cacheid=618FE8A01F3CE2A2127C47EF7B50C3B2&mode=splus&base=RZR&n=357154&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#1ylrpozekjs>
2. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 №96-ФЗ (ред. от 08.12.2020). – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=82378222807697057290023339&cacheid=2AA1E5C242A63283400C0CB75CA1BFAA&mode=splus&base=RZR&n=370329&rnd=61B4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#1d3yq78x4ot>
3. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 07.04.2020). С изм. и доп., вступ. в силу с 14.06.2020. – Режим досту-

па:

<https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=211626294608152263367298476&cacheid=4C3CCAF5034C6A2E2E4FEA685E43BD91&mode=splus&base=RZR&n=340343&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#77nt098coio>

4. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 № 52-ФЗ (ред. от 13.07.2020). – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=90263871202497402182882562&cacheid=66A4353B3850656CC36F31D855C08D1C&mode=splus&base=RZR&n=357147&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#2jrcjeqyte8>

5. Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 г. №33-ФЗ (ред. от 30.12.2020). – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=82380137503398149091268725&cacheid=EAA2A61F32D286D8F9D031285219FAA2&mode=splus&base=RZR&n=372890&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#mc43oocqja>

6. Приказ Минприроды России «Об утверждении правил эксплуатации установок очистки газа» от 15.09.2017 №498. – Режим доступа: <https://demo.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=doc&ts=198145014505994973645841339&cacheid=60909D0909873F967E163B056B98FAEF&mode=splus&base=RZR&n=287384&rnd=61BB4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#1rkfks4lgx3>

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
ПК-4 способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	Промежуточный контроль: контрольные вопросы к экзамену Текущий контроль: опрос по темам лабораторных работ, выполнение лабораторной работы, тестирование, выполнение кейс-задания
ПК-5 способностью ориентироваться в основных методах и системах обеспечения техносферной безопасности, обоснованно выбирать известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей	Промежуточный контроль: контрольные вопросы к экзамену Текущий контроль: опрос по темам лабораторных работ, выполнение лабораторной работы, тестирование, выполнение кейс-задания
ПК-8 способностью выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих	Промежуточный контроль: контрольные вопросы к экзамену Текущий контроль: опрос по темам лабораторных работ, выполнение лабораторной работы, тестирование, выполнение кейс-задания

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы экзамена (промежуточный контроль формирования компетенций ПК-4, ПК-5 и ПК-8)

86-100 баллов (отлично) – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

71-85 баллов (хорошо) – дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные бакалавром с помощью «наводящих» вопросов;

51-70 баллов (удовлетворительно) – дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания бакалавром их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

Менее 51 балла (неудовлетворительно) – бакалавр демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

Критерии оценивания опроса по темам лабораторных работ (текущий контроль формирования компетенций ПК-4, ПК-5 и ПК-8):

86-100 баллов (отлично): коллоквиум сдан с первого раза; дан полный, развернутый ответ на все задаваемые преподавателем вопросы, показано знание и понимание темы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при сдаче коллоквиума, знает и понимает ход выполнения предстоящей лабораторной работы.

71-85 баллов (хорошо): коллоквиум сдан со второй попытки; дан полный ответ на все задаваемые преподавателем вопросы, показано знание и понимание темы. Обучающийся при сдаче коллоквиума правильно ответил на все вопросы коллоквиума с помощью преподавателя, знает и понимает ход выполнения предстоящей лабораторной работы.

51-70 баллов (удовлетворительно): коллоквиум сдан с третьей попытки; даны ответы на половину задаваемых преподавателем вопросов, показано знание основных понятий темы, вынесенной на коллоквиум. В ответе студентов отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Обучающийся при сдаче коллоквиума правильно ответил на большую часть задаваемых вопросов, однако, речевое оформление требует поправок, коррекции; студент знает ход выполнения предстоящей лабораторной работы.

Менее 51 балла (неудовлетворительно): коллоквиум не сдан, студент демонстрирует незнание теоретических основ темы, не способен делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается

отвечать на вопросы. Обучающийся не смог ответить даже на половину заданных ему вопросов, не знает хода проведения предстоящей лабораторной работы.

Критерии оценивания выполнения лабораторных работ и защиты отчетов (текущий контроль формирования компетенций ПК-4, ПК-5 и ПК-8)

86-100 баллов (отлично): работа выполнена в срок; оформление и содержательная часть отчета образцовые; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при защите отчетным материалов.

71-85 баллов (хорошо): работа выполнена в срок; в оформлении отчета и его содержательной части нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно; присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. Обучающийся при защите отчетным материалов правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя.

51-70 баллов (удовлетворительно): работа выполнена с нарушением графика; в оформлении, содержательной части отчета есть недостатки; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения. Обучающийся при защите отчетным материалов ответил не на все вопросы.

Менее 51 балла (неудовлетворительно): оформление работы не соответствует требованиям; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и обобщения. Обучающийся не смог защитить отчетные материалы и пояснить представленные данные.

Критерии оценивания выполнения заданий в тестовой форме (текущий контроль формирования компетенций ПК-4, ПК-5 и ПК-8)

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по четырехбалльной шкале. При правильных ответах на:

86-100% заданий – оценка «отлично»;

71-85% заданий – оценка «хорошо»;

51-70% заданий – оценка «удовлетворительно»;

менее 51% - оценка «неудовлетворительно».

Критерии оценивания кейс-занятия (текущий контроль формирования компетенций ПК-4, ПК-5 и ПК-8):

86-100 баллов (отлично): работа выполнена в срок; содержательная часть доклада и предложенные воздухоохранные мероприятия образцовые; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при защите проекта. Принимал активное участие в дискуссии.

71-85 баллов (хорошо): работа выполнена в срок; в содержательной части доклада и предложенные воздухоохранных мероприятиях нет грубых ошибок; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся при защите проекта правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя. Принимал участие в дискуссии.

51-70 баллов (удовлетворительно): работа выполнена с нарушением графика; в структуре и предложенные воздухоохранных мероприятиях есть недостатки; в докладе присутствуют собственные выводы. Обучающийся при защите проекта ответил не на все вопросы. Обучающийся не принимал участие в дискуссии.

Менее 51 балла (неудовлетворительно): предложенные воздухоохранные мероприятия являются не эффективными; отсутствуют или сделаны неправильные выводы и рекомендации. Обучающийся не ответил на вопросы при защите проекта. Обучающийся не принимал участие в дискуссии.

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

**Контрольные вопросы к экзамену (промежуточный контроль)
(раздел «Технология рекуперации пылевых выбросов»)
(7 семестр / 5 курс, 1 сессия)**

1. Основные источники выделения вредных газов, паров и пыли.
2. Основные нормативные документы (ОНД), ПДК пыли и аэрозолей в воздухе рабочей зоны производственных помещений.
3. Методы очистки и обезвреживания отходящих газов. Исходные данные для проектирования обеспыливающей системы.
4. Основные характеристики пылеулавливающего оборудования. Материальный баланс пылеулавливающей установки.
5. Очистка аэрозолей под действием гравитационных сил. Область применения, пылеуловители.
6. Пылеосадительные камеры. Принцип действия, область применения. Преимущества и недостатки. Факторы, влияющие на процесс.
7. Инерционные пылеуловители. Пылевой мешок. Отстойный газоход.
8. Жалюзийный пылеуловитель. Принцип действия. Область применения, режимы эксплуатации. Преимущества и недостатки.
9. Особенности очистки аэрозолей под действием инерционных и центробежных сил. Материальный баланс, степень очистки (общая и фракционная).
10. Циклоны. Устройство, режимы работы. Преимущества и недостатки.
11. Факторы, влияющие на процесс осаждения частиц в циклоне. Область применения циклонов.
12. Конструкции циклонов. Область применения, эффективность работы.
13. Групповые и мультициклоны. Требования к эксплуатации циклонов. Степень очистки.
14. Конструктивная схема электрофильтрационной установки. Преимущества, недостатки и область применения электрофильтров.
15. Факторы, влияющие на эффективность работы электрофильтров.
16. Трубчатые электрофильтры. Конструкция, принцип действия, область применения. Преимущества и недостатки.
17. Пластинчатые электрофильтры. Конструкция, принцип действия, область применения. Преимущества и недостатки.
18. Двухзональный электрофильтр. Принцип работы, область применения. Эффективность работы.
19. Фильтровальные материалы. Требования, виды и характеристики фильтрующих тканей. Факторы, влияющие на эффективность работы тканевых фильтров.
20. Рукавные фильтры. Устройство, принцип действия, режимы эксплуатации. Преимущества и недостатки.
21. Конструкция рукавного фильтра. Методы регенерации рукавов. Требования, предъявляемые к тканям рукавов.
22. Насыпные (гравийные) фильтры для очистки газов. Принцип действия, область применения, режимы эксплуатации.
23. Керамические фильтры. Конструкция, принцип работы, область применения. Преимущества и недостатки.
24. Кассетные фильтры. Принцип действия, область применения. Факторы, влияющие на эффективность очистки.
25. Электростатические фильтры тонкой очистки. Конструкция, принцип работы, область применения.

26. Преимущества, недостатки и область применения тканевых фильтров. Выбор и расчет фильтров.
27. Физические основы мокрой очистки газов. Преимущества и недостатки мокрых пылеуловителей.
28. Факторы, влияющие на процесс улавливания частиц в мокрых пылеуловителях. Область их применения.
29. Полые орошаемые скрубберы для очистки газов. Принцип действия, область применения, режимы эксплуатации.
30. Охладительные и испарительные полые скрубберы. Назначение, принцип работы. Преимущества и недостатки.
31. Основные конструкции оросительных устройств в абсорберах. Характеристика их работы.
32. Насадочные скрубберы. Конструкции, принцип работы, область применения. Преимущества и недостатки.
33. Конструктивные элементы насадочных скрубберов. Требования, предъявляемые к ним.
34. Основные гидродинамические режимы работы насадочных скрубберов при противоточном движении газ-жидкость и их характеристика. Факторы, влияющие на эффективность очистки.
35. Пенные газопромыватели. Виды, область применения, режимы эксплуатации.
36. Пенные газопромыватели с провальными тарелками. Принцип работы, область применения, преимущества.
37. Пенные газопромыватели с переливными патрубками. Принцип действия, область применения, режимы эксплуатации. Преимущества и недостатки.
38. Скрубберы ударно-инерционного действия. Конструкции, принцип работы, область применения.
39. Центробежные газопромыватели. Виды, принцип и эффективность работы.
40. Скруббер Вентури. Устройство, режимы эксплуатации, эффективность. Преимущества и недостатки.
41. Факторы, влияющие на выбор мокрых пылеуловителей.

Контрольные вопросы к экзамену (промежуточный контроль)
(раздел «Технология рекуперации газовых выбросов»)
(8 семестр / 5 курс, 2 сессия)

1. Адсорбционные методы очистки отходящих газов. Виды пор, находящихся в адсорбентах. Основные типы адсорбентов.
2. Десорбция поглощенных примесей. Основные методы.
3. Основные типы адсорберов, требования, область применения.
4. Адсорбционные методы очистки отходящих газов. Кинетика и статика процесса абсорбции. Требования, предъявляемые к абсорберам.
5. Нерекуперационные методы очистки отходящих газов от диоксида серы. Абсорбция водой. Факторы, влияющие на эффективность абсорбционной очистки.
6. Известковые и известняковые методы очистки отходящих газов от диоксида серы. Преимущества и недостатки метода. Технологическая схема процесса.
7. Нерекуперационные методы очистки отходящих газов от диоксида серы летучей суспензией золы. Преимущества и недостатки метода. Технологическая схема процесса.
8. Магнетитовый метод очистки газов от диоксида серы, его достоинства и недостатки. Технологическая схема кристалльного и бескристалльного процесса.
9. Очистка газов от диоксида серы содовым методом. Достоинства метода. Технологическая схема процесса.
10. Очистка газов от диоксида серы цинковым методом. Достоинства и недостатки метода. Технологическая схема процесса.

11. Аммиачный метод очистки газов от диоксида серы. Схема установки очистки газа от диоксида серы аммиачно-циклическим методом.
12. Аммиачный метод очистки газов от диоксида серы. Схема установки очистки газа от диоксида серы аммиачно-кислотным методом.
13. Рекуперационные и нерекуперационные методы очистки газов от диоксида серы. Достоинства и недостатки. Факторы, влияющие на выбор метода очистки.
14. Очистка газов от диоксида серы адсорбционными методами. Оксидно-марганцевая очистка дымовых газов. Схема установки.
15. Очистка газов от диоксида серы активированным углем с движущимся слоем адсорбента.
16. Озоно-каталитический метод санитарной очистки отходящих газов от сернистого ангидрида.
17. Кислотно-каталитический метод санитарной очистки отходящих газов от сернистого ангидрида.
18. Жидкостно-контактный метод санитарной очистки отходящих газов от сернистого ангидрида. Достоинства и недостатки метода. Технологическая схема процесса.
19. Очистка газов от оксида углерода. Абсорбция оксида углерода медь-алюминий-хлоридными растворами. Схема процесса очистки газов от оксида углерода.
20. Каталитические методы очистки отходящих газов от окислов углерода. Типы катализаторов, требования, предъявляемые к ним, преимущества и недостатки метода.
21. Окисление окислов азота кислородом и озоном в газовой и жидкой фазах. Преимущества и недостатки метода. Оформление технологической схемы очистки.
22. Окисление и абсорбция окислов азота жидкими окислителями. Физико-химические основы метода, его преимущества и недостатки.
23. Окисление окислов азота на низкотемпературных катализаторах. Преимущества и недостатки метода.
24. Термическое разложение окислов азота в потоке низкотемпературной плазмы с применением жидких, газообразных и твердых восстановителей.
25. Каталитическое восстановление окислов азота. Физико-химические основы метода, технологическое оформление, преимущества и недостатки.
26. Разложение окислов азота в соединения, характеризующиеся низкой температурой разложения. Физико-химические основы метода, его преимущества и недостатки.
27. Разложение окислов азота жидкими восстановителями. Физико-химические основы метода, его преимущества и недостатки.
28. Адсорбционная очистка газов от оксидов азота. Физико-химические основы метода, его преимущества и недостатки.
29. Очистка газов от оксидов азота адсорбционными методами. Преимущества и недостатки метода. Типы адсорбентов.
30. Комбинированный метод санитарной очистки отходящих газов от сернистого ангидрида и окислов азота.
31. Вакуум-карбонатный метод очистки отходящих газов от сероводорода. Физико-химические основы метода, его преимущества и недостатки.
32. Железо-содовый метод очистки отходящих газов от сероводорода. Физико-химические основы метода, его преимущества и недостатки.
33. Щелочно-гидрохиноновый метод очистки отходящих газов от сероводорода. Физико-химические основы метода, его преимущества и недостатки.
34. Очистка газов от сероводорода адсорбционными методами. Схема установки очистки газов гидроксидом железа. Преимущества и недостатки метода.
35. Очистка газов от сероводорода адсорбционными методами. Схема установки очистки газов активированными углями. Преимущества и недостатки метода.
36. Очистка газов от сероводорода адсорбционными методами. Схема установки очистки газов сорбентами полученными на основе оксида цинка и меди. Преимущества и недо-

статки метода.

37. Очистка газов от сероуглерода активированным углем в аппаратах с кипящим слоем. Достоинства метода. Технологическая схема процесса.
38. Комплексная очистка отходящих газов от сероводорода и сероуглерода. Физико-химические основы метода, его преимущества и недостатки.
39. Очистка газов от хлора и его соединений раствором щелочей.
40. Процесс очистки хлорсодержащих газов раствором четырех-хлористого углерода. Физико-химические основы метода, технологическая схема, преимущества и недостатки.
41. Очистка газов от хлора адсорбционными методами. Виды адсорбентов. Преимущества и недостатки метода.
42. Абсорбция фторсодержащих газов водой. Физико-химические основы метода, технологическая схема, преимущества и недостатки.
43. Процесс очистки фторсодержащих газов раствором аммонийных солей. Физико-химические основы метода, технологическая схема, преимущества и недостатки.
44. Очистка газов от фтора адсорбционными методами. Виды адсорбентов. Преимущества и недостатки метода, способы регенерации.

Задания в тестовой форме (текущий контроль)
Фрагмент к разделу «Технология рекуперации пылевых выбросов»

Соответствие типа пылеулавливающего оборудования принципу осаждения пыли:

полое	гравитационное
жалюзийное	инерционное
волоконистое	фильтрационное
однозонное	электрическое

Увеличение какого показателя отрицательно сказывается на рассеивании примесей в атмосфере:

- высоты дымовой трубы
- температуры выбрасываемых газов
- средней температуры окружающей среды
- скорости выхода газа
- диаметра устья трубы

Общая эффективность пылеулавливания (%), при последовательной установке трех аппаратов эффективностью 90, 80 и 50 %, соответственно, составит:

- 99
- 98,5
- 99,5
- 98
- 95

Пылеуловитель, используемый в промышленности для предварительной очистки воздуха от крупной абразивной пыли:

- пылесадительная камера
- рукавный фильтр
- электрофильтр
- циклон
- металлокерамический фильтр

Минимальный размер частиц (мкм), задерживаемый в инерционных пылеуловителях:

- 40
- 60

- 20
- 10
- 5
- 2

Способ закручивания газового потока в циклоне обеспечивающий, при прочих равных условиях, наибольшую эффективность пылеочистки:

- спиральный
- тангенциальный
- винтовой
- осевой
- розеточный

Основные параметры, влияющий на выбор пылеулавливающего оборудования:

- размер частиц
- объем газа
- запыленность
- температура газа
- требуемая степень очистки

Работа инерционного пылеуловителя основана на:

- закручивании газового потока
- способности пыли накапливать статическое электричество
- изменении направления движения газового потока
- разности температур газовых сред (воздух/запыленный газ)

Способы регенерации рукавов, не требующие отключения секции на регенерацию:

- импульсная продувка
- обратная продувка
- механическое встряхивание
- регенерация кручением

Задания в тестовой форме (текущий контроль)
Фрагмент к разделу «Технология рекуперации газовых выбросов»

Пиролузитный метод очистки отходящих газов от оксида серы (IV) относятся к:

- абсорбционным нерекуперационным
- абсорбционным рекуперационным
- адсорбционным
- каталитическим

Тип скруббера, при обезвреживании отходящих газов от оксида серы (IV) известковым методом:

- насадочный
- тарельчатый
- полых
- труба Вентури

Тип абсорбент в магнетитовом методе очистки отходящих газов от SO₂:

- раствор сульфита магния
- раствор сульфата магния
- суспензию оксида магния

- суспензию оксида и сульфата магния

Обязательные условия, при очистке газов от оксида серы (IV) аммиачными методами:

- охлаждение газа
- увлажнение газа
- предварительная очистка газа
- нагревание газов до 100 °С

Адсорбенты, используемые при очистке газов от оксида серы (IV):

- СаА
- NaА
- АРТ
- АГ

**Вопросы, выносимые на коллоквиум и тестовые задания к лабораторной работе
«Изучение равновесия в системе газ-раствор и определение поглотительной
способности сорбента»
(фрагмент к разделу «Технология рекуперации газовых выбросов»)**

1. Основные понятия абсорбционной газоочистки: абсорбция, абсорбент, абсорбат, абсорбтив, абсорбер, газ-носитель.
2. Классификация процесса абсорбции по типу используемого абсорбента (физическая и химическая).
3. Классификация процесса абсорбции по типу абсорбента и применяемого метода его регенерации (концентрирующая и продукционная).
4. Классификация процесса абсорбции по типу технологической организации процесса (замкнутая и разомкнутая).
5. Требования, предъявляемые к абсорбентам.
6. Статика процесса абсорбции: законы, описывающие идеальные системы. Отклонения от законов, условия действия законов.
7. Статика процесса абсорбции: законы, описывающие реальные системы. Отклонения от законов, условия действия законов.
8. Основные стадии процесса массопередачи. Уравнение массопередачи и массоотдачи.
9. Факторы, влияющие на кинетику физической абсорбции.
10. Факторы, влияющие на кинетику химической абсорбции.
11. Движущая сила процесса массоотдачи и массопередачи в газовой и жидкой фазах.

1. Соответствие термина определению:

Абсорбер	Аппарат, используемый для абсорбционной очистки газов
Абсорбент	Поглотительный раствор
Абсорбат	Извлекаемый компонент, находящийся в абсорбированном состоянии
Абсорбтив	Извлекаемый компонент, находящийся в подвергаемой очистке газовой фазе

2. Критерий выбора метода обезвреживания выбросов от газообразных примесей:

- технико-экономические показатели
- дисперсный состав
- химические свойства загрязняющего компонента
- физические свойства загрязняющего компонента
- температуры газа

объем газа

3. Рациональные показатели абсорбционной очистки газов:

- концентрация < 1 % (об)
- концентрация > 1 % (об)
- объем газа (< 20 тыс. м³/ч)
- объем газа (> 20 тыс. м³/ч)

4. Абсорбенты, используемые при физической абсорбции:

- вода
- органические растворители
- органические соединения
- растворы кислот
- растворы щелочей

5. Абсорбент, обеспечивающий санитарную очистку промышленных выбросов от SO₂:

- вода
- раствор MgSO₄
- водный раствор H₂SO₄
- концентрированный раствор H₂SO₄
- раствор Ca(OH)₂

6. Движущей силой процесса физической абсорбции является разность:

- исходного и равновесного парциальных давлений взаимодействующих фаз
- парциального и равновесного давлений взаимодействующих фаз
- общего давления газа и его равновесного давления на границе раздела фаз
- равновесных парциальных давлений загрязняющего компонента на входе и выходе из аппарата

7. Процесс полного извлечения загрязняющего компонента:

- противотоке
- прямотоке
- перекрестном токе
- смешанном токе

8. Единицы измерения сорбционной емкости сорбента:

- мг-экв/л
- мг/л
- г/л
- гр-экв/ м³
- мг/м³

9. Фактор, влияющий на кинетику физической абсорбции:

- общее давление
- парциальное давление
- концентрация абсорбата
- концентрация абсорбента
- температура газа
- коэффициент массопередачи
- коэффициент массоотдачи

10. Уравнение движущей силы процесса массоотдачи в жидкой фазе:

- $\Delta y = y^* - y$
- $\Delta x = x - x^*$
- $\Delta x = x^* - x$
- $\Delta y = y_p - y^*$
- $\Delta x = x_p - x$
- $\Delta y = y - y_p$

11. Математическая запись закона Генри:

- $p_i = P \cdot y_i$
- $p_i = P^0 \cdot y_i$
- $p_i = P_i \cdot x_i$
- $p_i = P_i^0 \cdot x_i$
- $p_i = m \cdot x_i$
- $p_i = m \cdot y_i$

Вопросы, выносимые на защиту отчетных материалов по выполненной лабораторной работе

1. Цель и задачи лабораторной работы;
2. Методика проведения лабораторной работы;
3. Назначение и принцип работы лабораторного оборудования / стандов;
4. Понимание установленных закономерностей, влияющих на практический результат;
5. Умение объяснить, что повлияло или могло повлиять на полученный результат.

Кейс-задание по игровому проектированию (текущий контроль)

«Выявление недостатков в технологической линии очистки промышленных выбросов и разработка технологической линии очистки пылегазовых выбросов промышленных предприятий различных отраслей промышленности»»

Задание состоит из двух этапов.

Первый этап – Найди ошибку. Цель этапа – найти в предложенной технологической линии пылеочистки ошибки (технологические, конструкционные, химические, нарушение техники безопасности) из-за которых система ПГУ не обеспечивает требуемой степени очистки и наносит воздушному бассейну города Богданович серьёзный экологический ущерб.

Второй этап – Разработка эффективной системы ПГУ. Цель этапа – создание эффективной и экологически безопасной системы пылеочистки.

С учетом найденных в работе ПГУ ошибок (технологических, конструкционных, нарушение техники безопасности), предложить технологические мероприятия по уменьшению антропогенного воздействия помольно-обжигового цеха ОАО «Огнеупоры» на атмосферный воздух города.

7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций

Уровень сформированных компетенций	Количество баллов (оценка)	Пояснения
Высокий	Отлично	Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. Обучающийся знает источники выбросов и воз-

Уровень сформированных компетенций	Количество баллов (оценка)	Пояснения
		действие загрязняющих веществ на окружающую среду и человека, демонстрирует способность ориентироваться в методах и аппаратах обеспечения технологической безопасности, готов самостоятельно выбирать аппараты, системы и методы защиты человека и окружающей среды от промышленных выбросов, готов самостоятельно проводить технологический расчет пылегазоочистного оборудования, способен решать поставленные технологические задачи по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих.
Базовый	Хорошо	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся знает основные источники выбросов и воздействие загрязняющих веществ на окружающую среду и человека, ориентируется в основных методах и аппаратах обеспечения технологической безопасности, способен к обоснованному выбору аппаратов, систем и методов защиты человека и окружающей среды от промышленных выбросов, готов проводить технологический расчет пылегазоочистного оборудования, способен решать поставленные технологические задачи по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих.</p>
Пороговый	Удовлетворительно	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся имеет представление об основных источниках выбросов и воздействия загрязняющих веществ на окружающую среду и человека, под руководством способен выбрать метод обезвреживания и аппарат, обеспечивающий технологическую безопасность, под руководством может провести технологический расчет пылегазоочистного оборудования.</p>
Низкий	Неудовлетворительно	<p>Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий.</p> <p>Обучающийся не знает основных источников загрязнения окружающей среды и воздействия загрязняющих веществ на биосферу и человека, не ориентируется в основных методах и аппаратах обеспе-</p>

Уровень сформированных компетенций	Количество баллов (оценка)	Пояснения
		чения техносферной безопасности, не способен даже под руководством правильно выбрать и предложить аппараты, системы и методы защиты человека и окружающей среды от промышленных выбросов, не способен проводить технологический расчет пылегазоочистного оборудования.

8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа способствует закреплению навыков работы с учебной и научной литературой, осмыслению и закреплению теоретического материала по умению аргументировано предлагать экологически безопасные технологии, включая обоснованный выбор метода и аппаратного оформления технологического процесса, позволяющие максимально минимизировать негативное антропогенное воздействия различных источников загрязнения атмосферы на воздушный бассейн.

Самостоятельная работа выполняется во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов).

Формы самостоятельной работы бакалавров разнообразны. Они включают в себя:

- знакомство, изучение и систематизацию нормативных документов в области защиты атмосферы: законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем «Консультант Плюс», «Гарант», глобальной сети «Интернет»

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации.

- создание презентаций и докладов по условию кейс-задания.

В процессе изучения дисциплины «Технология рекуперации газовых выбросов» бакалаврами направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» *основными видами самостоятельной работы* являются:

- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и лабораторным занятиям) и выполнение соответствующих заданий;

- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;

- подготовка докладов и презентаций в рамках выполнения кейс-задания;

- выполнение тестовых заданий;

- подготовка к экзамену.

Лабораторные занятия – это активная форма учебного процесса, где обучающийся знакомится с особенностями отбора проб воздуха, методами изучения физико-химических свойств уловленной пыли, особенностями работы и устройством пылеочистного оборудования, учится готовить стандартные растворы, строить калибровочные графики и т.п.

Перед началом работы студент опрашивается по теоретической части работы – сдает коллоквиум, на котором преподаватель проверяет его теоретическую «подкованность» (цель работы, основы используемого аналитического метода анализа, контрольные вопросы и т.п.). Содержание лабораторной работы, перечень задаваемых контрольных вопросов устанавливаются преподавателем до начала выполнения работы.

Коллоквиум проводится в виде устного опроса. Вопросы на коллоквиуме задаются каждому студенту индивидуальные. Обучающемуся дается дополнительное время (коллокви-

ум сдается заново), если он не может ответить на три заданных ему вопроса. После двух неудачных попыток сдать коллоквиум – обучающийся к выполнению лабораторной работы не допускается.

По итогам выполнения лабораторной работы каждый обучающийся оформляет индивидуальный отчет, который защищает преподавателю. При защите учитывается качество оформления отчета (наличие цели, задач, методики проведения эксперимента, расчетов, выводов), правильность обработки полученных результатов и грамотность выводов.

Самостоятельное выполнение *тестовых заданий* по всем разделам дисциплины сформированы в фонде оценочных средств (ФОС)

Данные тесты могут использоваться:

- бакалаврами при подготовке к экзамену в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы промежуточного контроля на лабораторных и лекционных занятиях;
- для проверки остаточных знаний бакалавров, изучивших данный курс.

Тестовые задания рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов. То есть при их выполнении не следует пользоваться учебной и другими видами литературы.

Для выполнения тестового задания, прежде всего, следует внимательно прочитать поставленный вопрос. После ознакомления с вопросом следует приступить к прочтению предлагаемых вариантов ответа. Необходимо прочитать все варианты и в качестве ответа следует выбрать индекс (цифровое обозначение), соответствующий правильному ответу.

На выполнение теста отводится ограниченное время. Оно может варьироваться в зависимости от уровня тестируемых, сложности и объема теста. Как правило, время выполнения тестового задания определяется из расчета 60 секунд на один вопрос.

Содержание тестов по дисциплине ориентировано на подготовку бакалавров по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе самостоятельной работы бакалавров в межсессионный период и о степени их подготовки к экзамену.

Подготовка и выполнение кейс-задания.

Кейс-задание нацеленное на поиск оптимальных воздухоохранных мероприятий для конкретных производств (металлургических, химических и др.). Суть задания состоит в разработке группой студентов эффективных технологических воздухоохранных мероприятий для различных отраслей промышленности.

На занятии обучающиеся учатся выявлять недостатки в действующих технологических линиях обезвреживания газовых выбросов и аргументированно предлагать более эффективные технологии, методы, экобиозащитные аппараты.

Обсуждение проблемы может организовываться двояко: либо все подгруппы анализируют один и тот же вопрос (производство, либо конкретную технологическую линию), либо каждая группа получает отдельное задание. Задание – исходные данные для анализа, группы студентов получают непосредственно на занятии.

За строго отведенное время каждая команда должна:

1. Ознакомиться с особенностями работы предложенной технологической схемы обезвреживания промышленных выбросов.
2. Найти причины (ошибки) приводящие к снижению эффективности работы системы пылегазоочистки.
3. Пояснить как влияют допущенные ошибки на эффективности работы ПГУ.
4. Предложить идею создания экологически безопасного производства. Элементом реконструкции может быть, как отдельный узел (аппарат), так и вся технологическая линия ПГУ.

5. Публично доказать причины (ошибки) несостоятельности системы ПГУ и защитить предложенные командой технологические воздухоохраные мероприятия и их «жизнеспособность».

Руководитель из числа преподавателей кафедры оценивает информативность представляемого материала, эколого-экономическую эффективность предлагаемых решений, компетентность студента и его активность при обсуждении спорных вопросов.

В случае выбора обучающимися неверных, либо неэффективных путей решения поставленной экологической проблемы, преподавателем организуется обсуждение проблемной ситуации, с объяснением ошибочности их точки зрения и демонстрацией оптимальных, правильных путей решения.

Доклад составляется по заданной тематике (поиск оптимальных воздухоохраных мероприятий для конкретных производств) предполагает подбор необходимого материала и его анализ, определение его актуальности и достаточности, формирование плана доклада или структуры выступления, таким образом, чтобы тема была полностью раскрыта. Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным. Способ изложения материала для выступления должен носить конспективный или тезисный характер. Подготовленная в PowerPoint презентация должна иллюстрировать доклад и быть удобной для восприятия

В группе формируются команды по 2-3 человека. Участники команд выбираются случайной жеребьевкой.

Каждая команда получает одинаковую по содержанию технологическую схему обезвреживания промышленных выбросов какого-либо производства (металлургического, химического, нефтеперерабатывающего и т.п.).

В предложенной технологической линии пылеочистки допущены ошибки (технологические, конструкционные, химические, нарушение техники безопасности) из-за которых система ПГУ не обеспечивает требуемой степени очистки и наносит окружающей среде экологический ущерб.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

- при проведении лекций используются презентации материала в программе Microsoft Office (PowerPoint), выход на профессиональные сайты, использование видеоматериалов различных интернет-ресурсов.

- лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированной учебной аудитории.

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся с использованием различного лабораторного оборудования, а также на лабораторных стендах-установках. На занятии обучающийся знакомится с физико-химическими методами анализа объектов окружающей среды, работой и устройством пылегазоочистного оборудования и приборов, используемых при исследовании объектов окружающей среды (газоанализаторы, психрометры и т.п.), учится готовить стандартные растворы, строить калибровочные графики и т.п.

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются знакомство бакалавром с основными методами, технологиями и особенностями работы различного пылегазоочистного оборудования. Усвоение, понимание, а также структурирование полученных знаний и развитие практических навыков обоснованного выбора экобиозащитного оборудования, модернизации (реконструкции) действующей системы обезвреживания промышленных выбросов с учетом технико-экономической целесообразности.

Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, лабораторное занятие, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение) и лабораторно-практических методов обучения (выполнение кейс-заданий, расчет экобиозащитного оборудования).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- семейство коммерческих операционных систем семейства Microsoft Windows;
- офисный пакет приложений Microsoft Office;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»;
- двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимости обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Требования к аудиториям

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Помещение для лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.	Столы и стулья; рабочее место, оснащено компьютером с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду, а также: экран, проектор, маркерная доска, 2 стеллажа для книг, стенд охраны труда и техники безопасности.
Помещение для лабораторных занятий	Учебная лаборатория (Лаборатория рекуперации газовых выбросов) для проведения лабораторных занятий, оснащенная лабораторными столами и стульями, следующим оборудованием: лабораторный стенд-установка «Определение запыленности воздуха», психрометры, циклон, вибросита, лабораторный стенд-установка «Пылеочистка», лабораторный стенд-установка «Адсорбция», абсорбционная и адсорбционная установки, газоанализаторы, сушильный шкаф, весы аналитические – 1 шт., весы технические – 1 шт., лабора-

	торные приставные столы – 8 шт., вытяжные шкафы – 4 шт. Переносные: ноутбук; комплект электронных учебных материалов по тематике лабораторных занятий.
Помещения для самостоятельной работы	Стол, стулья, экран, проектор. Рабочие места студентов, оснащены компьютерами с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Расходные материалы для ремонта и обслуживания техники. Места для хранения оборудования