

**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.02.02 – ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ  
И ОЧИСТКА ВОЗДУХА**


Направление подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы  
в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Направленность (профиль) – «Охрана окружающей среды и рациональное  
использование природных ресурсов»

Квалификация – бакалавр

Количество зачётных единиц (часов) – 6 (216)


г. Екатеринбург, 2021

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

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

Зав. кафедрой  / 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  / И.Г. Перова /

Рабочая программа утверждена директором химико-технологического института

Директор ХТИ  / И.Г. Перова /

«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 .....	6
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 .....	7
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 .....	8
5.2. Содержание занятий лекционного типа .....	8
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа .....	9
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 .....	15
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	15
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	16
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 .....	18
7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций .....	24
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся .....	26
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	29
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	30

## 1. Общие положения

**Дисциплина «Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха» 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.
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12.12.2016 г. № 727н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист по эксплуатации очистных сооружений водоотведения».
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31.10.2016 г. № 591н «Об утверждении профессионального стандарта - Специалист по экологической безопасности (в промышленности)».
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (уровень бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 923 от 07.08.2020;
- Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов), подготовки бакалавров по очной и заочной формам обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол №8 от 27.08.2020) и утвержденный ректором УГЛТУ (27.08.2020).

Обучение по образовательной 18.03.02 – Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (профиль – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов) 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 теоретических и практических навыков по организации надежной и эффективной работы систем вентиляции и кондиционирования воздуха, включая подбор типового оборудования и определение его оптимальных характеристик, знакомство с принципами образования загрязняющих веществ и влияния отдельных отраслей промышленности на атмосферу, конструкциями пылегазоочистного оборудования, а также эффективными путями утилизации уловленного продукта.

### **Задачи дисциплины:**

- ознакомить с основными принципами вентиляции и кондиционирования воздуха объектов различного назначения;
- дать сведения об основных методах и средствах защиты атмосферы от промышленных выбросов, основных направлениях рационального природопользования;
- ознакомить с устройством и принципом работы основного пылеочистного оборудования;
- научить выявлять основные факторы, влияющие на экологическую безопасность, разрабатывать эффективные, энерго- и ресурсосберегающие технологии, проводить эколого-экономическую оценку эффективности предлагаемых воздухоохраных мероприятий;
- ознакомить с методиками расчета пылегазоочистного оборудования.

### **Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:**

- **ПК-1.** Способен анализировать работу очистных сооружений водоотведения, внедрять новые и совершенствовать действующие технологические процессы и режимы водоочистки, в соответствии с требованиями природоохранного законодательства и эксплуатационной документации;
- **ПК-2.** Готов обосновывать снижение экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования;
- **ПК-3.** Способен проводить конструкторско-технологический анализ экобиозащитного оборудования производства к выпуску новой продукции с улучшенными экологическими характеристиками, с учетом рационального использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду;
- **ПК-5.** Способен использовать основные нормативные и правовые акты в области охраны окружающей среды при подготовке экологической документации и отчетности с учетом эколого-экономического анализа и специфики работы предприятия/организации.

### **В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

#### **знать:**

- основные принципы и требования к системам вентиляции и кондиционирования воздуха;
- назначение порядок ввода в эксплуатацию пылегазоочистного оборудования, учитывающего требования в области охраны окружающей среды;
- методы и средства обеспечения экологической безопасности;
- порядок действий газоспасательного звена при ликвидации аварии с выбросом хлора в атмосферу;
- основные направления рационального использования природных ресурсов;

#### **уметь:**

- выделять основные факторы, влияющие на экологическую безопасность в проектах организации;
- внедрять новые и совершенствовать действующие технологические процессы и режимы пылегазоочистки, системы вентиляции и кондиционирования воздуха;
- обосновывать снижение экологических рисков при введении в эксплуатацию в организации конкретного вида пылегазоочистного оборудования;
- производить экологическую оценку технологической подготовки производства к выпуску новой продукции;
- разрабатывать технические воздухоохраные решения по снижению негативного воздействия на окружающую среду при производстве новой продукции.

#### **владеть:**

- навыками экологического анализа проектов расширения и реконструкции действующих производств;

- навыками проведения расчетов систем вентиляции и кондиционирования воздуха, пылегазоочистного оборудования для обоснования проектов расширения и реконструкции действующих производств;
- навыками оценки проведения конструкторской и технологической проработки новой продукции с улучшенными экологическими характеристиками с учетом рационального использования природных ресурсов;
- руководства действиями газоспасательного звена при ликвидации аварии с выбросом хлора в атмосферу;
- навыками проведения экологического анализа подготовки производства к выпуску новой продукции;
- навыками выявления основных источников опасностей для потребителей при эксплуатации продукции.

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к дисциплинам по выбору в части, формируемой участниками образовательных отношений, что означает формирование в процессе обучения у бакалавра основных профессиональных знаний и компетенций в рамках выбранного профиля и профессионального стандарта.

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	Науки о Земле и химия окружающей среды	Технология основных производств и промышленных выбросов	Экономика природопользования
2	Промышленная экология	Технология очистки сточных вод	Производственная практика (преддипломная)
3	Процессы и аппараты химической технологии	Расчеты химико-технологических процессов	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
4	Технология основных производств и промышленных выбросов	Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
5	Теоретические основы защиты окружающей среды		
6	Прикладная механика		
7	Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая))		

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
<b>Контактная работа с преподавателем*:</b>	<b>100,35</b>	<b>26,35</b>
лекции (Л)	32	10
практические занятия (ПЗ)	32	-
лабораторные работы (ЛР)	36	16
иные виды контактной работы	0,35	0,35
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>115,65</b>	<b>189,65</b>
изучение теоретического курса	30	81
подготовка к текущему контролю	50	100
курсовая работа (курсовой проект)	-	-
подготовка к промежуточной аттестации	35,65	8,65
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>6/216</b>	

\*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. Трудоемкость разделов дисциплины**

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	очная форма обучения			Всего контактной работы	Самостоятельная работа
		Л	ПЗ	ЛР		
1	Введение в курс «Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха»	4	-	-	4	6
2	Системы аспирации, вентиляции и кондиционирования воздуха	10	8	12	30	24
3	Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов	18	24	24	66	50
<b>Итого по разделам:</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>80</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>					<b>0,35</b>	<b>35,65</b>
<b>Всего</b>		<b>216</b>				

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Введение в курс «Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха»	2	-	-	2	20
2	Системы аспирации, вентиляции и кондиционирования воздуха	3	-	6	9	67
3	Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов	5	-	10	15	94
<b>Итого по разделам:</b>		<b>10</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>181</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>					<b>0,35</b>	<b>8,65</b>
<b>Всего</b>					<b>216</b>	

## 5.2. Содержание занятий лекционного типа

### 1. Введение в курс «Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха»

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. *Источники выделения вредных газов, паров и пыли.* Естественные и искусственные (антропогенные) источники загрязнения атмосферного воздуха. Классификация выбросов по способу отвода и контроля (организованные и неорганизованные), температуре (нагретые и холодные), признакам очистки (очищаемые и неочищаемые).

1.3. *Показатели качества атмосферного воздуха.* Санитарные правила и гигиенические нормативы. Понятие ПДК, ПДВ, ИЗА, СИ.

### 2. Системы аспирации, вентиляции и кондиционирования воздуха

2.1. *Основные принципы вентиляции и кондиционирования помещений различного назначения.* Цель и задачи вентиляции и кондиционирования. Требования, предъявляемые к системам вентиляции и кондиционирования воздуха.

2.2. *Приборы для испытания и наладки систем вентиляции и кондиционирования воздуха.* Измерительные приборы и методики измерения основных параметров воздушной среды в помещениях (давления, расхода, скорости, температуры, влажности, запыленности, дисперсного состава аэрозоля воздуха). Аппаратура для отбора и анализа проб воздуха (газа).

2.3. *Определение воздухообмена при борьбе с избытком тепла, влаги и выделением загрязняющих веществ.* Определение количества тепла, влаги и газов, выделяющихся в помещение. Расчет необходимых вентиляционных объемов воздуха. Определение параметров газов и воздуха с использованием диаграммы I-x. Составление балансов по теплу, влаге и газам.

### 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов

3.1. *Очистка газов в сухих механических пылеуловителях.* Конструкции гравитационных пылеуловителей. Расчет и область применения многополочных пылесадительных 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.

3.2. *Очистка газов фильтрованием через пористые перегородки.* Характеристика промышленных фильтровальных материалов. 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.

3.4. *Очистка газов в мокрых пылеуловителях.* Принцип работы и конструкции мокрых пылеуловителей-скрубберов. 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. *Обезвреживание выбросов от газо- и парообразных примесей.* Основы процессов очистки от газо- и парообразных загрязнителей. Сорбционные методы очистки: классификация и требования, предъявляемые к сорбентам, конструкции адсорберов. Схемы оформления технологической схемы. Каталитические методы очистки. Термические методы очистки и обезвреживания газов.

### 5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебный планом по дисциплине предусмотрены лабораторные и практические занятия

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
1	Раздел 2. Системы аспирации, вентиляции и кондиционирования воздуха (тема: 2.2. Приборы для испытания и наладки систем вентиляции и кондиционирования воздуха)	лабораторная работа «Отбор газовых и пылевых проб и определение в них загрязняющих компонентов»	6	6
2	Раздел 2. Системы аспирации, вентиляции и кондиционирования воздуха (тема: 2.2. Приборы для испытания и наладки систем вентиляции и кондиционирования воздуха)	лабораторная работа «Определение влажности газового потока»	6	-
3	Раздел 2. Системы аспирации, вентиляции и кондиционирования воздуха (тема: 2.3. Определение воздухообмена при борьбе с избытком тепла, влаги и выделением загрязняющих веществ)	Практическая работа «Определение количества тепла, влаги и газов, выделяющихся в помещение»	4	-
4	Раздел 2. Системы аспирации, вентиляции и кондиционирования воздуха (тема: 2.3. Определение воздухообмена при борьбе с избытком тепла, влаги и выделением загрязняющих веществ)	Практическая работа «Расчет необходимых вентиляционных объемов воздуха»	4	-
5	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.1. Очистка газов в сухих механических пылеуловителях)	лабораторная работа «Исследование эффективности работы двухступенчатой циклонной установки»	6	-

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоёмкость, час	
			очное	заочное
6	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.1. Очистка газов в сухих механических пылеуловителях)	Практическая работа «Расчет циклона»	4	-
7	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.2. Очистка газов фильтрованием через пористые перегородки)	Практическая работа «Расчет рукавного фильтра»	4	-
8	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.3. Очистка газов в электрофильтрах)	Практическая работа «Расчет электрофильтра фильтра»	4	-
9	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.4. Очистка газов в мокрых пылеуловителях)	Практическая работа «Расчет полого скруббера»	4	-
10	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.4. Очистка газов в мокрых пылеуловителях)	лабораторная работа «Изучение эффективности очистки газов в насадочном скруббере при различных гидродинамических режимах работы»	6	6
11	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.5. Обезвреживание выбросов от газо- и парообразных примесей)	лабораторная работа «Изучение равновесия в системе газ-раствор и определение поглотительной способности сорбентов»	6	-
12	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.5. Обезвреживание выбросов от газо- и парообразных примесей)	лабораторная работа «Исследование процесса периодической адсорбции примеси токсичного газа из загрязненного воздуха»	6	-
13	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов	кейс-задание «Разработка технологической схемы обезвреживания пылегазовых выбросов различных промышленных предприятий»	8	4
<b>Итого:</b>			<b>68</b>	<b>16</b>

#### 5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
1	Раздел 1. Введение в курс «Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха»	Подготовка к тестовому контролю	6	20
2	Раздел 2. Системы аспирации, вентиляции и кондиционирования воздуха (тема: 2.2. Приборы для испытания и наладки систем вентиляции и кондиционирования воздуха)	Подготовка к опросу по теме лабораторной работы и защите отчетных материалов, подготовка к тестовому контролю	14	37
4	Раздел 2. Системы аспирации, вентиляции и кондиционирования воздуха (тема: 2.3. Определение воздухообмена при борьбе с избытком тепла, влаги и выделением загрязняющих веществ)	Подготовка к практической работе и защита отчетных материалов	10	30
6	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.1. Очистка газов в сухих механических пылеуловителях)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ и защите отчетных материалов, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестовому контролю	10	18
8	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.2. Очистка газов фильтрованием через пористые перегородки)	Подготовка к практическому занятию и защите отчетных материалов, подготовка к тестовому контролю	6	12
9	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.3. Очистка газов в электрофильтрах)	Подготовка к практическому занятию и защите отчетных материалов, подготовка к тестовому контролю	6	12
10	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.4. Очистка газов в мокрых пылеуловителях)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ и защите отчетных материалов, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестовому контролю	10	16
12	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов (тема: 3.5. Обезвреживание выбросов от газо- и паробразных примесей)	Подготовка к опросу по темам лабораторных работ и защите отчетных материалов, подготовка к тестовому контролю	8	16
14	Раздел 3. Способы и аппараты для очистки технологических и вентиляционных выбросов	Подготовка презентации и доклада по кейс-заданию	10	20

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
15	Подготовка к промежуточной аттестации (экзамен)	Изучение лекционного материала, литературных источников в соответствии с тематикой	35,65	8,65
<b>Итого:</b>			<b>115,65</b>	<b>189,65</b>

### 6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине Основная и дополнительная литература

№ п/п	Автор, наименование	Год издания	Примечание
<b>Основная учебная литература</b>			
1	Пыжов, В.К. Системы кондиционирования, вентиляции и отопления: учебник: [16+] / В.К. Пыжов, Н.Н. Смирнов; науч. ред. А.К. Соколов; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 529 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=565026">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=565026</a> – Библиогр.: с. 406 - 410. – ISBN 978-5-9729-0345-0. – Текст: электронный.	2019	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 бакалавриата). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564889">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564889</a> – Библиогр.: с. 311 - 313. – ISBN 978-5-9729-0248-4. – Текст: электронный.	2019	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
3	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: <a href="http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=8">http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=8</a>	2018	ЭИОС
<b>Дополнительная учебная литература</b>			
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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564893">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564893</a> – Библиогр.: с. 409 - 411. – ISBN 978-5-9729-0249-1. – Текст: электронный.	2019	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
6	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	2016	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*

	с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444180">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=444180</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0127-2. – Текст: электронный.		
7	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: <a href="https://e.lanbook.com/book/53696">https://e.lanbook.com/book/53696</a> - Режим доступа: для авториз. пользователей	2014	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: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259096">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259096</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7245-0514-2. – Текст: электронный.	2009	Полнотекстовый доступ при входе по логину и паролю*
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: <a href="https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/4362">https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/4362</a>	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: <a href="https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/4362">https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/4362</a>	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: <a href="https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3232">https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3232</a>	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 рациональное использование природных ресурсов» и 280202 «Инженерная защита окружающей среды» / Ю.А. Горбатенко: в 2 частях. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2008. – Ч. I. – 23 с. – Режим доступа: <a href="http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=8">http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=8</a>	2008	ЭИОС
13	Горбатенко, Ю.А. Абсорбция примеси токсичного газа из загрязненного воздуха «Технология абсорбционной газоочистки» [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 химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» / Ю.А. Горбатенко: в 2 частях. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2013. – Ч. II. – 27 с. – Режим доступа: <a href="http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=8">http://lmsstudy.usfeu.ru/course/view.php?id=8</a>	2013	ЭИОС
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 химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» / Ю.А. Горбатенко. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, – 2014. – 45 с. – Режим доступа: <a href="https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3233">https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/3233</a>	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 «ТЕХНОРМАТИВ». – 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 доступа: <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=61B4DBBDBB4934B5196112E78BCA831#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
<b>ПК-1.</b> Способен анализировать работу очистных сооружений водоотведения, внедрять новые и совершенствовать действующие технологические процессы и режимы водоочистки, в соответствии с требованиями природоохранного законодательства и эксплуатационной документации;	<b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к экзамену <b>Текущий контроль:</b> опрос, тестирование, кейс-задание (защита презентации и доклада)

<p><b>ПК-2.</b> Готов обосновывать снижение экологических рисков при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопасных, энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования</p>	<p><b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к экзамену  <b>Текущий контроль:</b> опрос, защита отчетных материалов по лабораторной и практической работе, тестирование, кейс-задание (защита презентации и доклада)</p>
<p><b>ПК-3.</b> Способен проводить конструкторско-технологический анализ экобиозащитного оборудования производства к выпуску новой продукции с улучшенными экологическими характеристиками, с учетом рационального использования природных ресурсов и минимизации воздействия на окружающую среду</p>	<p><b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к экзамену  <b>Текущий контроль:</b> опрос, защита отчетных материалов по лабораторной и практической работе, тестирование, кейс-задание (защита презентации и доклада)</p>
<p><b>ПК-5.</b> Способен использовать основные нормативные и правовые акты в области охраны окружающей среды при подготовке экологической документации и отчетности с учетом эколого-экономического анализа и специфики работы предприятия/организации</p>	<p><b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к экзамену  <b>Текущий контроль:</b> опрос, защита отчетных материалов по лабораторной и практической работе, тестирование, кейс-задание (защита презентации и доклада)</p>

## 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, формирование компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3 и ПК-5)

«5» (*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;

«4» (*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;

«3» (*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;

«2» (*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 занятия.



### **Критерии оценивания опроса (текущий контроль формирование компетенций ПК-2, ПК-3 и ПК-5):**

«5» (*отлично*): опрос пройден с первого раза; дан полный, развернутый ответ на все задаваемые преподавателем вопросы, показано знание и понимание темы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при прохождении опроса, знает и понимает ход выполнения предстоящей лабораторной работы.

«4» (*хорошо*): опрос пройден со второй попытки; дан полный ответ на все задаваемые преподавателем вопросы, показано знание и понимание темы. Обучающийся при прохождении опроса правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя, знает и понимает ход выполнения предстоящей лабораторной работы.

«3» (*удовлетворительно*): опрос пройден 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 прохождении опроса правильно ответил на большую часть задаваемых вопросов, однако, речевое оформление требует поправок, коррекции; студент знает ход выполнения предстоящей лабораторной работы.

«2» (*неудовлетворительно*) – обучающийся не знает 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 и защиты отчетных материалов по теме лабораторной и практической работы (текущий контроль, формирование компетенций ПК-2, ПК-3 и ПК-5)**

«5» (*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.

«4» (*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.

«3» (*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.

«2» (*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, формирование компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3 и ПК-5)**

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, формирование компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3 и ПК-5):**

«5» (*отлично*): работа выполнена в срок; содержательная часть доклада и предложенные воздухоохранные мероприятия образцовые и сопровождаются иллюстрированной презентацией, соответствующей докладу, презентация подготовлена в PowerPoint; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся правильно ответил на все вопросы при защите проекта. Принимал активное участие в дискуссии.

«4» (*хорошо*): работа выполнена в срок; в содержательной части доклада и предложенных воздухоохранных мероприятиях нет грубых ошибок. Доклад сопровождается презентацией, соответствующей докладу, презентация подготовлена в PowerPoint; присутствуют рекомендации, заключения и аргументированные выводы. Обучающийся при защите проекта правильно ответил на все вопросы с помощью преподавателя. Принимал участие в дискуссии.

«3» (*удовлетворительно*): работа выполнена с нарушением графика; в структуре и предложенных воздухоохранных мероприятиях есть недостатки; презентация содержит материал, не комментируемый докладом; в докладе присутствуют собственные выводы. Обучающийся при защите проекта ответил не на все вопросы. Обучающийся не принимал участие в дискуссии.

«2» (*неудовлетворительно*): предложенные воздухоохранные мероприятия являются не эффективными; презентация к докладу – отсутствует; 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)**

1. Основные источники выделения вредных газов, паров и пыли.
2. Аэродисперсные системы. Основные понятия и классификации.
3. Показатели качества атмосферного воздуха.
4. Цель и задачи вентиляции и кондиционирования.
5. Требования, предъявляемые к системам вентиляции и кондиционирования воздуха.
6. Приборы для измерения давления, расхода и скорости воздуха.
7. Приборы для измерения температуры, влажности, запыленности воздуха.
8. Аппаратура для отбора и анализа проб газа.
9. Определение количества тепла, влаги и газов, выделяющихся в помещение.
10. Расчет необходимых вентиляционных объемов воздуха. Определение параметров газов и воздуха с использованием диаграммы I-x.
11. Пылеосадительные камеры. Принцип действия, область применения. Преимущества и недостатки. Факторы, влияющие на процесс.
12. Инерционные пылеуловители. Принцип действия. Область применения, режимы эксплуатации. Преимущества и недостатки.
13. Циклоны. Устройство, режимы работы. Преимущества и недостатки. Факторы, влияющие на процесс осаждения частиц в циклоне. Область применения циклонов.
14. Конструкции циклонов. Область применения, эффективность работы.
15. Электрическая очистка газов. Конструктивная схема аппарата.
16. Факторы, влияющие на эффективность работы электрофильтров.
17. Трубчатые электрофильтры. Конструкция, принцип действия, область применения. Преимущества и недостатки.
18. Пластинчатые электрофильтры. Конструкция, принцип действия, область применения. Преимущества и недостатки.

19. Рукавные фильтры. Устройство, принцип действия, режимы эксплуатации. Преимущества и недостатки.
20. Методы регенерации рукавов. Требования, предъявляемые к тканям рукавов.
21. Факторы, влияющие на процесс улавливания частиц в мокрых пылеуловителях. Область их применения.
22. Полые орошаемые скрубберы для очистки газов. Охладительные и испарительные полые скрубберы. Назначение, принцип работы. Преимущества и недостатки.
23. Насадочные скрубберы. Конструкции, принцип работы, область применения. Преимущества и недостатки. Конструктивные элементы насадочных скрубберов. Требования, предъявляемые к ним.
24. Пенные газопромыватели. Виды, область применения, режимы эксплуатации.
25. Пенные газопромыватели с провальными тарелками. Принцип работы, область применения, преимущества.
26. Пенные газопромыватели с переливными патрубками. Принцип действия, область применения, режимы эксплуатации. Преимущества и недостатки.
27. Скрубберы ударно-инерционного действия. Конструкции, принцип работы, область применения.
28. Центробежные газопромыватели. Виды, принцип и эффективность работы.
29. Скруббер Вентури. Устройство, режимы эксплуатации, эффективность. Преимущества и недостатки.
30. Адсорбционные методы очистки отходящих газов. Виды пор, находящихся в адсорбентах. Основные типы адсорбентов.
31. Десорбция поглощенных примесей. Основные методы.
32. Основные типы адсорберов, требования, область применения.
33. Абсорбционные методы очистки отходящих газов. Кинетика и статика процесса абсорбции. Требования, предъявляемые к абсорберам.
34. Каталитические методы очистки: преимущества и недостатки, технологическое оформление процесса.
35. Термические методы очистки и обезвреживания выбросов.

### Задания в тестовой форме (текущий контроль)

#### Тестовые задания (фрагмент) к разделу «Системы аспирации, вентиляции и кондиционирования воздуха»

*Если источник выделения газо- и парообразных веществ не возможно локализовать, а вентилировать весь объем помещения неэффективно или не целесообразно, рекомендуется устраивать:*

- приточно-вытяжную вентиляцию
- зональную вытяжку
- местную вытяжную вентиляцию
- общеобменную вентиляцию

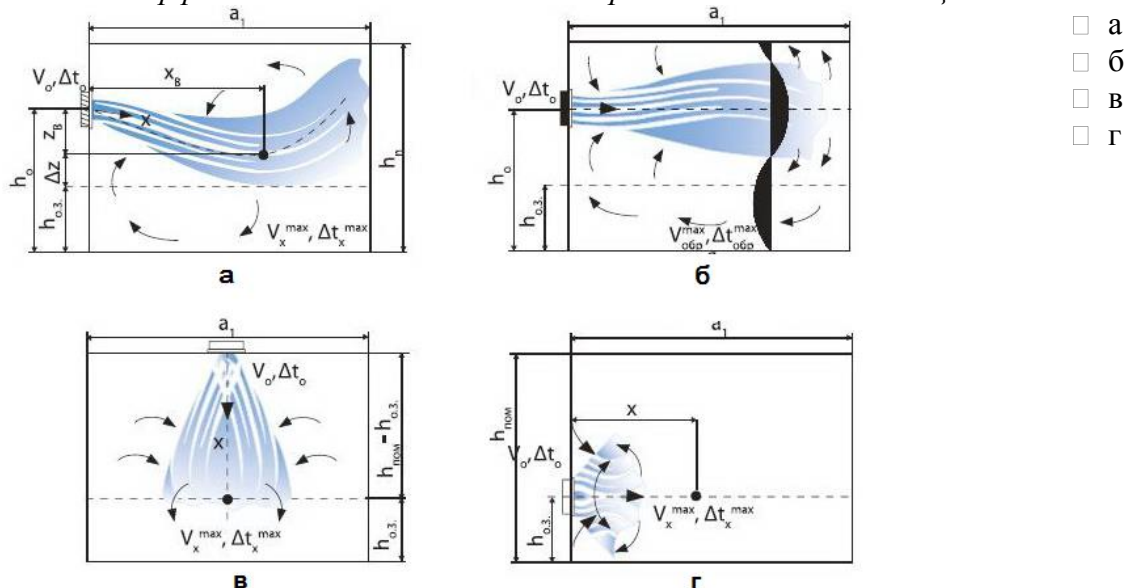
*Соответствие расчетной формулы определения количества вредных газов и паров поступающих в воздух рабочей зоны типу источника выделения вредностей:*

$G = k \cdot c \cdot V \cdot \sqrt{\frac{M}{T}}$	неплотности в коммуникациях и оборудовании
$G = 0.001(5.38 + 4.1 \cdot v) P \sqrt{M}$	испарение с открытых поверхностей сосудов и резервуаров
$G = 0.001(5.38 + 4.1 \cdot v) P \sqrt{M}$	сушка материалов

Место аспирационного отсоса воздуха из элеватора, в случае подъема холодного сыпучего материала:

- на 1.5-2 м выше основания места загрузки
- у верхней головки элеватора
- у нижней головки элеватора
- у места загрузки материала

Наиболее эффективный метод отопления производственных помещений:



- а
- б
- в
- г

Скорость отсасывания воздуха из укрытий (м/с) в случае загрузки молотых материалов (размером  $\leq 1$  мм):

- не более 1
- 1-1,5
- 1,5-2
- 2-2,5
- не более 2

Пространство высотой 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся люди или имеются рабочие места – это рабочая:

- площадка
- зона
- место
- площадь

Участок газохода предпочтительный для отбора пробы газа:

- вертикальный
- вблизи колена газохода
- не принципиально
- горизонтальный

Характерные черты аспирационных выбросов:

- высокая концентрация примесей при незначительном объеме выброса
- высокая концентрация примесей и значительный объем выброса
- низкая концентрация примесей и незначительный объем выброса
- низкая концентрация примесей при значительном объеме выброса

Соответствие объема производственного помещения ( $\text{м}^3$ ) количеству подаваемого чистого наружного воздуха (на одного рабочего),  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

< 20		$\geq 30$
от 20 до 40		$\geq 20$
помещение без окон		$\geq 40$

Скорость отсасывания воздуха из укрытий (м/с) в случае загрузки кускового материала:

- не более 1
- 1-1,5
- 1,5-2
- 2-2,5
- не более 2

Объем отсасываемого из укрытий воздуха зависит от:

- размеров укрываемого аппарата
- температуры материала
- размера материала
- места отсоса воздуха

### **Вопросы, выносимые на устный опрос и тестовые задания к лабораторной работе «Исследование эффективности работы двухступенчатой циклонной установки»**

1. Основные преимущества и недостатки циклонов.
  1. Принцип работы циклона. Силы, действующие на пылевую частицу в циклоне.
  2. Классификация циклонов (по форме, способу закручивания пылегазового потока).
  3. Факторы, влияющие на работу центробежных пылеуловителей.
  4. Общий вид, особенности, разновидности и назначение цилиндрических циклонов конструкции НИИОГаз.
  5. Общий вид, особенности, разновидности и назначение конических циклонов конструкции НИИОГаз.
  6. Общий вид, принцип работы и назначение циклонов конструкции СИОТ.
  7. Общий вид, принцип работы и назначение циклонов конструкции ЛИОТ.
  8. Общий вид, принцип работы и назначение циклонов конструкции ВЦНИИОТ.
  9. Область применения, особенности, преимущества и недостатки групповых циклонов (круговая и прямоугольная компоновка).
  10. Область применения, особенности, преимущества и недостатки батарейных циклонов.
  11. Условия, обеспечивающие равномерное распределение пылегазового потока по циклонным элементам батарейного циклона.

Вязкость газа с повышением температуры:

- увеличивается
- уменьшается
- не изменяется
- данные факторы не связаны между собой

Цилиндрическая часть циклона отвечает за:

- работу всего аппарата
- коагуляцию пыли
- сепарацию пыли
- формирование внутри циклона вращающейся спирали

*Минимальный размер частиц (мкм), задерживаемый в центробежных пылеуловителях:*

40  
60  
20  
10  
5  
2

*Тип пыли, задерживаемой в циклонах с обратным конусом:*

мелкодисперсная  
абразивная  
слипающаяся

*На формирование внутри циклона вращающейся спирали оказывают влияние:*

скорость газа во входном патрубке  
форма входного патрубка  
высота цилиндрической части аппарата  
диаметр циклона  
температура газа  
соотношение высоты конической и цилиндрической частей у циклона

*Вторичный унос частиц пыли из бункера возникает из-за:*

большого времени пребывания газа в аппарате  
высокой скорости газа  
большого диаметра частиц  
увеличения габаритных размеров аппарата  
повышенного гидравлического сопротивления в аппарате

*Температура газов ( $^{\circ}\text{C}$ ), очищаемых в циклонах, должна быть не больше:*

500  
450  
100  
300  
1000

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

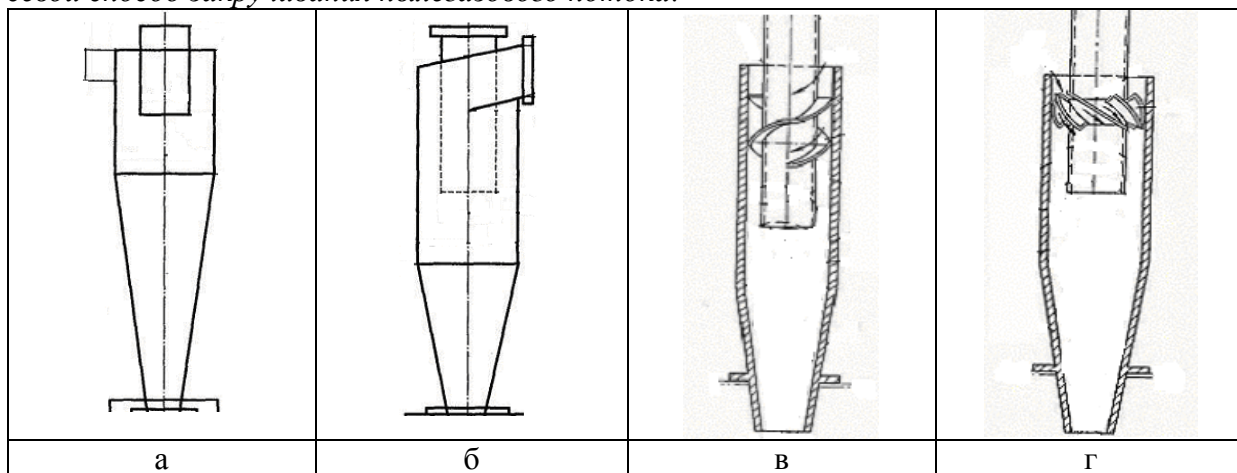
спиральный  
тангенциальный  
винтовой  
осевой  
розеточный

*Способ закручивания газового потока в цилиндрических циклонах конструкции НИИО-ГАЗ:*

спиральный  
тангенциальный  
винтовой  
осевой  
розеточный

Способ закручивания газового потока в конических циклонах конструкции НИИОГАЗ:  
 спиральный  
 тангенциальный  
 винтовой  
 осевой  
 розеточный

Осевой способ закручивания пылегазового потока:



а  
 б  
 в  
 г

Конструкция циклона, не имеющая конической и цилиндрической частей:

СИОТ  
 ЛИОТ  
 НИИОГАЗ  
 ВЦНИИОТ  
 Гипродрев

Закручивание газового потока внутри циклона с помощью направляющих «винт» или «розетка» происходит в:

одиночных цилиндрических  
 одиночных конических  
 групповых  
 батарейных

Наибольшей эффективностью обладает циклон:

одиночный цилиндрический  
 одиночный конический  
 групповой  
 батарейный

**Вопросы, выносимые на защиту отчетных материалов по выполненной лабораторной работе (текущий контроль)**

1. Цель и задачи лабораторной работы;
2. Методика проведения лабораторной работы;
3. Назначение и принцип работы лабораторного оборудования / стендов;

4. Понимание установленных закономерностей, влияющих на практический результат;
5. Умение объяснить, что повлияло или могло повлиять на полученный результат.

**Пример задания к практической работе (текущий контроль)  
(фрагмент к практической работе «Расчет рукавного фильтра»)**

Рассчитать рукавный фильтр, предназначенный для очистки технологических газов от частиц летучей золы со среднемедианным диаметром ( $d_m$ ) равным 1 мкм ( $\rho_{\text{ч}} = 2900 \text{ кг/м}^3$ ), используя следующие исходные данные: расход газа при нормальных условиях  $V_{\text{зг}} = 34\,000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , температура  $t_{\text{зг}} = 150 \text{ }^\circ\text{C}$ , начальная запыленность при нормальных условиях  $z_0 = 15,2 \text{ г/м}^3$ . Газовая фаза по составу сходна с воздухом.

**Кейс-задание по игровому проектированию (текущий контроль)  
«Разработка технологической линии обезвреживания пылегазовых выбросов промышленных предприятий различных отраслей промышленности (металлургической, химической, нефтеперерабатывающей и др.)»»**

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.

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.

**7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций**

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	«5» (отлично)	Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. Обучающийся демонстрирует высокие знания основных принципов и требований к системам вентиляции и кондиционирования воздуха; способность обоснованного выбора технологического пылегазоочистного оборудования при расширении, реконструкции и внедрении новых экологически безопас-



Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		<p>ных, энерго- и ресурсосберегающих технологий; способен самостоятельно определять и анализировать основные загрязнения атмосферы, превышающие нормативные значения в соответствии с требованиями нормативных правовых актов по охране окружающей среды; разрабатывать технические решения по снижению негативного воздействия на окружающую среду при производстве новой продукции; способность решать поставленные инженерные задачи с учетом технологической, аппаратурной, эколого-экономической оценки эффективности принимаемых решений</p>
Базовый	«4» (хорошо)	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся демонстрирует базовые знания основных принципов и требований к системам вентиляции и кондиционирования воздуха; способен проводить обоснованный выбор пылегазоочистного оборудования, знает основные загрязнения атмосферы и умеет их определять, владеет навыками разработки технических решений по снижению негативного воздействия на окружающую среду при производстве новой продукции; способен решать поставленные инженерные задачи с учетом технологической, аппаратурной, эколого-экономической оценки эффективности принимаемых решений</p>
Пороговый	«3» (удовлетворительно)	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся демонстрирует пороговые знания основных принципов и требований к системам вентиляции и кондиционирования воздуха; может под руководством осуществлять выбор метода и пылегазоочистного оборудования, может определять загрязняющие компоненты, содержащиеся в атмосферном воздухе, способен в команде проводить эколого-экономический анализ при создании энерго- и ресурсосберегающих технологий.</p>
Низкий	«2» (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 принципов и требований</p>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		к системам вентиляции и кондиционирования воздуха, методы, способы и аппараты используемые для очистки промышленных выбросов, не владеет навыками анализа загрязняющих веществ, содержащихся в атмосфере; не готов разрабатывать технические решения по снижению негативного воздействия на окружающую среду при производстве новой продукции; не способен решать поставленные инженерные задачи, проводить технологический, аппаратурный и эколого-экономический анализ эффективности принимаемых решений

## 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 аппаратурного оформления технологического процесса, позволяющие максимально минимизировать негативное антропогенное воздействие 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 и магистрантов).

*Формы самостоятельной работы* бакалавров разнообразны. Они включают в себя:

- знакомство с изучением и систематизацию официальных государственных документов: 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 «Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха» бакалаврами направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» *основными видами самостоятельной работы* являются:

- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, лабораторным и практическим занятиям) и выполнение соответствующих заданий;
- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;
- подготовка доклада и презентации в рамках выполнения кейс-задания;
- выполнение тестовых заданий;
- подготовка к экзамену.

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 кон-

троля на лабораторных и лекционных занятиях;

- для проверки остаточных знаний бакалавров, изучивших данный курс.

*Подготовка к практическим работам.*

Выполнение индивидуальной практической работы является частью самостоятельной работы обучающегося и предусматривает индивидуальную работу студентов с учебной, технической и справочной литературой по соответствующим разделам курса.

Целью практических занятий является закрепление практических навыков, полученных на лекционных занятиях, направленных на определение оптимального воздухообмена в системах вентиляции и кондиционирования воздуха, определение основных характеристик экобиозащитного оборудования, включая определение основных габаритных размеров аппарата, его гидравлического сопротивления, эффективности очистки.

Студент выполняет задание по варианту. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в списке группы.

Руководитель из числа преподавателей кафедры осуществляет текущее руководство, которое включает: систематические консультации с целью оказания организационной и научно-методической помощи студенту; контроль над выполнением работы в установленные сроки; проверку содержания и оформления завершенной работы.

Практическая работа выполняется обучающимся самостоятельно и должна быть представлена к проверке преподавателю до начала экзаменационной сессии.

Выполняемая работа должна быть защищена студентом. Студенты, не выполнившие практические работы, к сдаче экзамена не допускаются. Работа должна быть аккуратно оформлена в печатном или письменном виде, удобна для проверки и хранения. Защита работы может носить как индивидуальный, так и публичный характер.

*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 – проходит опрос, 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.

Вопросы при опросе задаются каждому студенту индивидуальные. Обучающемуся дается дополнительное время (опрос проходит заново), если он не может ответить на три заданных ему вопроса. После двух неудачных попыток пройти опрос – 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 воздухоохраных мероприятий для конкретных производств (металлургических, химических и др.). Суть задания состоит в разработке группой студентов эффективных технологических воздухоохраных 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:

6. Ознакомиться с особенностями работы предложенной технологической схемы обезвреживания промышленных выбросов.

7. Найти причины (ошибки) приводящие к снижению эффективности работы системы пылегазоочистки.

8. Пояснить как влияют допущенные ошибки на эффективности работы ПГУ.

9. Предложить идею создания экологически безопасного производства. Элементом реконструкции может быть, как отдельный узел (аппарат), так и вся технологическая линия ПГУ.

10. 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.
- Практические занятия по дисциплине проводятся с необходимого методического материала (методические указания, справочники, нормативы и т.п.)
- Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специализированной учебной аудитории – лаборатории рекуперации газовых выбросов.
- в случае дистанционного изучения дисциплины и самостоятельной работы используется ЭИОС (MOODLE).

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся с использованием различного лабораторного оборудования, а также на лабораторных стендах-установках. На занятии обучающийся знакомится с методами отбора проб, особенностями организации систем вентиляции и кондиционирования воздуха, физико-химическими методами анализа объектов окружающей среды, работой и устройством пылегазоочистного оборудования и приборов, используемых при исследовании объектов окружающей среды, учится готовить стандартные растворы, строить калибровочные графики и т.п.

На практических занятиях студенты отрабатывают навыки определения оптимального воздухообмена, определения количества вредных веществ выделяющихся от различных источников, обоснованного выбора пылегазоочистного оборудования, определения его основных габаритных размеров и технических характеристик.

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».

## 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 и практических 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 и практических 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, вибростата, лабораторный стенд-установка «Пылеочистка», лабораторный стенд-установка «Адсорбция», абсорбционная и адсорбционная установки, газоанализаторы, сушильный шкаф, весы аналитические – 1 шт., весы технические – 1 шт., лабораторные приставные столы – 8 шт., вытяжные шкафы – 4 шт. Переносные: ноутбук; комплект электронных учебных материалов по тематике лабораторных занятий.
Помещения для самостоятельной работы	Столы, 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