

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП



А.Г. Валишева
«04» июля 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета физики,
математики и инженерных технологий



А.Г. Валишева
«04» июля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ»

Составитель(и)

Абуова Г.Б., к.т.н., доцент

Согласовано с работодателями:

Заместитель генерального директора по общим
вопросам ООО «Акведук»
Тетерятников С.А.
Главный инженер МУП г. Астрахани
«Астрводоканал»
Медведев А.А.
08.03.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

Направление подготовки /
специальность

Направленность (профиль) ОПОП

**ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ
ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**
бакалавр

Квалификация (степень)

Форма обучения

очная

Год приёма

2026

Курс

4

Семестр

8

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Теплогенерирующие установки» являются формирование компетенций обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство и получение навыков, умений и навыков в области теплогенерирующих установок для использования в проектной деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины «Теплогенерирующие установки» научить:

- выбирать нормативно-техническую документацию для проектирования теплогенерирующих установок,
- выбирать исходные данные для проектирования теплогенерирующих установок,
- пользоваться типовыми техническими решениями отдельных элементов и узлов теплогенерирующих установок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Теплогенерирующие установки» относится к *части, формируемой участниками образовательных отношений*, и осваивается в 8 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями): *Отопление*

Знания:

- исходные данные для проектирования системы отопления
- нормативно-технические и нормативно-методические документы для проектирования системы отопления
- аналоги и типовые технические решения отдельных элементов и узлов на системах отопления
- оборудование и арматуру для системы отопления
- способы расчета теплотехнических показателей теплозащитной оболочки здания.
- способы выбора варианта систем отопления на основе сравнения типовых решений отдельных элементов и узлов.
- методику гидравлического расчета параметров системы отопления

Умения и навыки:

- подготавливать исходные данные для проектирования системы отопления
- выбирать нормативно-технические и нормативно-методические документы для проектирования системы отопления
- выбирать аналоги и типовые технические решения отдельных элементов и узлов на системах отопления
- выбирать оборудование и арматуру для системы отопления подготавливать и оформлять графическую часть проектной и рабочей документации по разработке системы отопления
- вести расчет теплотехнических показателей теплозащитной оболочки здания
- выбирать варианты систем отопления на основе сравнения типовых решений отдельных элементов и узлов.
- выполнять гидравлический расчет параметров системы отопления.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем): *преддипломная практика, выполнение выпускной квалификационной работы.*

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующей компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки а) профессиональные компетенции (ПК):

ПК-1. Способность выполнять работы по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции, водоснабжения и водоотведения

ПК-2. Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции, водоснабжения и водоотведения

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-1	ПК-1.1. Подготовка исходных данных для проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции, водоснабжения и водоотведения	Исходные данные для проектирования системы теплогенерирующих установок	Подготавливать исходные данные для проектирования теплогенерирующих установок	Навыками подготовки исходных данных для проектирования теплогенерирующих установок
	ПК-1.2. Выбор нормативно - технических и нормативно - методических документов, определяющих требования для проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции, водоснабжения и водоотведения	Нормативно-технические и нормативно-методические документы для проектирования теплогенерирующих установок	Выбирать нормативно-технические и нормативно-методические документы для проектирования теплогенерирующих установок	Навыками выбора нормативно-технических и нормативно-методических документов для проектирования теплогенерирующих установок
	ПК-1.3. Выбор аналогов и типовых технических решений отдельных элементов и узлов инженерных систем теплогазоснабжения и вентиляции, водоснабжения и водоотведения	Аналоги и типовые решения отдельных элементов и узлов теплогенерирующих установок	Выбирать аналоги и типовые технические решения отдельных элементов и узлов теплогенерирующих установок	навыками выбора аналогов и типовых технических решений отдельных элементов и узлов теплогенерирующих установок

ПК-2	ПК-2.7. Расчет основных технологических параметров инженерных систем (сооружений)	Технологические параметры теплогенерирующих установок	Вести расчет основных технологических параметров теплогенерирующих установок	Расчета основных технологических параметров теплогенерирующих установок
-------------	---	---	--	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы очной формы обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в академических часах	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	30
- занятия лекционного типа, в том числе:	10
- практическая подготовка (если предусмотрена)	
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	20
- практическая подготовка (если предусмотрена)	2
- консультация (предэкзаменационная)	
- промежуточная аттестация по дисциплине	
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	42
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	зачет – 8 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для очной формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)
Для очной формы

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемост и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		К Р / К П			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 8.										
Тема 1.Теплогенерирующие установки, их роль	2		4					8	14	Устный опрос, тест
Тема 2.Теплогенерирующие установки: основы горения	2		4					8	14	Устный

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемост и, форма промежуточ ной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		К Р / К П			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
топлива, тепловой баланс теплогенератора										опрос, тест
Тема 3. Котельные	2		4					10	16	Устный опрос, тест, расчетно- графическа я работа
Тема 4.Теплообмен в котельном агрегате, его компоновка, классификация котлов, водный режим.	2		4					8	14	Устный опрос, тест
Тема 5.Аэродинамический расчёт котельного агрегата	2		4					8	14	Устный опрос, тест
Консультации										
Контроль промежуточной аттестации										зачет
ИТОГО за семестр:	10		20					42	72	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции		Общее количество компетенций
		ПК-1	ПК-2	
Тема 1. Теплогенерирующие установки, их роль	14	+		1
Тема 2. Теплогенерирующие установки: основы горения топлива, тепловой баланс теплогенератора	14	+		1
Тема 3. Котельные	16	+	+	2
Тема 4. Теплообмен в котельном агрегате, его компоновка, классификация котлов, водный	14	+		1

режим.				
Тема 5.Аэродинамический расчёт котельного агрегата	14	+		1
	72			

Краткое содержание каждой темы дисциплины

Тема 1.Теплогенерирующие установки, их роль

Введение. Сведения о системах теплоснабжения и потребителях тепловой энергии. Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения. Классификация источников тепловой энергии. Получение тепловой энергии из органического топлива. Котельные для теплоснабжения. Элементы котельной установки. Совместное производство тепловой и электрической энергии на ТЭЦ. Определения и классификация паровых котлов.

Тема 2.Теплогенерирующие установки: основы горения топлива, тепловой баланс теплогенератора

Баланс топливно-энергетических ресурсов в России, тенденции его развития. Расчётные характеристики твердого, жидкого и газообразного топлива. Понятие условного топлива. Физико-химические основы теории горения топлива. Цепные реакции. Гомогенное и гетерогенное горение. Схемы горения твердого и газообразного топлива. Общее уравнение теплового баланса. Потеря тепла с уходящими газами. Потеря тепла от химической неполноты сгорания. Потеря тепла от механической неполноты сгорания. Потеря тепла от наружного охлаждения. Потеря тепла с физическим теплом шлаков. Полезно использованное тепло в котлоагрегате, его КПД.

Тема 3. Котельные

Теплообмен в топочной камере. Расчет теплообмена излучением в топочной камере. Излучательная способность факела. Тепловые характеристики настенных экранов. Неравномерность температурного поля в топке. Теплообмен в полурадиационных и конвективных поверхностях нагрева.

Тема 4.Теплообмен в котельном агрегате, его компоновка, классификация котлов, водный режим

Компоновка теплогенерирующей установки в котельном отделении. Общая компоновка парового котла. Компоновка топочной камеры. Компоновка конвективных поверхностей нагрева. Тепловой расчет котельного агрегата. Общие положения. Понятие теоретически необходимого количества воздуха. Коэффициент избытка воздуха в топке. Физико-химические характеристики исходной, водопроводной, питательной, котловой, подпиточной воды и пара. Периодическая непрерывная продувка котлов.

Тема 5.Аэродинамический расчёт котельного агрегата

Присосы воздуха по газоходам котла. Аэродинамический расчёт котельного агрегата. Классификация паровых котлов. Котлы с естественной и принудительной циркуляцией. Общие вопросы гидродинамики. Схемы компоновок Водогрейные котлы. Компоновка низкотемпературных конвективных поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов. Классификация топочных устройств. Топочные устройства со слоевым сжиганием твердого топлива. Камерные топочные устройства. Горелочные устройства для факельного сжигания пылевидного твердого топлива. Форсунки для распыла жидкого топлива.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ

И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебной программы. По форме организации предусмотрено проведение вводной лекции, информационной лекции с опорным конспектированием.

Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Лекции читаются в соответствии с календарно-тематическим планированием, составленным в начале семестра

Организация аудитории и методика чтения лекции.

До начала: проверить состояние аудитории (наличие света, чистой доски и мела, чистоты и свежести воздуха, мебели, кафедры, указки, достаточного количества рабочих мест для обучающихся и др.); написать на доске тему, план, литературу, термины, цифры и т.д.; подготовить раздаточные материалы; разместить наглядные пособия и технические средства обучения.

В начале лекции: устно сообщить тему и мотивировать ее значение; четко выделить цель и задачи лекции; дать возможность обучающимся записать тему, план и литературу (с аннотациями и заданиями).

При чтении лекции необходимо учесть ряд правил: поддерживать высокий научный уровень излагаемой информации; обеспечивать доказательность и достоверность высказываемых суждений; ясно и точно излагать мысли и активизировать мышление слушателей; выделить интонационно каждый вопрос; в каждом вопросе вычленять главное (для запоминания) и второстепенное (для иллюстрации), интересное и неинтересное (изложить его увлекательно), трудное и простое (изложить его значимо); четко проговаривать термины, расшифровывать и записывать их на доске; доводить каждую истину до каждого обучающегося, избегать нудного тона, заунывности, равнодушия; уметь устанавливать контакт со слушателями, чувствовать и понимать реакцию аудитории; использовать обратную связь, желательно после каждого раздела, вопроса.

Практическое занятие должно опираться на известный теоретический материал, который изложен или на который дана соответствующая ссылка в лекции.

Практическое занятие должно быть нацеленным на формирование определенных умений и закрепления определенных навыков, поэтому цель занятия должна быть заранее известна и понятна преподавателю и обучающимся. Лучше иметь сформулированные в письменном виде цель, задачи, содержание и последовательность занятия, ожидаемый результат.

Текущий контроль на практических работах проводится в виде отчета по выполненной курсовой работе. Оценивается ход практических работ, достигнутые результаты, оформление.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Для успешного усвоения курса необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств;
- выполнять домашние задания по указанию преподавателя.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1.Теплогенерирующие установки, их роль	8	Работа с учебной литературой, подготовка к устному опросу, выполнение расчетно-графической работы
Тема 2.Теплогенерирующие установки: основы горения топлива, тепловой баланс теплогенератора	8	Работа с учебной литературой, подготовка к устному опросу, выполнение расчетно-графической работы
Тема 3. Котельные	10	Работа с учебной литературой, подготовка к устному опросу, выполнение расчетно-графической работы
Тема 4.Теплообмен в котельном агрегате, его компоновка, классификация котлов, водный режим.	8	Работа с учебной литературой, подготовка к устному опросу, выполнение расчетно-графической работы
Тема 5.Аэродинамический расчёт котельного агрегата	8	Работа с учебной литературой, подготовка к устному опросу, выполнение расчетно-графической работы

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Расчетно-графическая работа – это один из видов самостоятельной работы студента, представляющая собой проектирование и расчет оборудования теплогенерирующих установок по конкретной теме в письменной форме. Цель написания расчетно-графической работы – научить студента применять полученные знания на практике для решения конкретных задач. В ходе написания расчетно-графической работы студент детально исследует один вопрос, связанный с изучаемыми предметами. Это является фундаментом для развития творческих навыков и помогает ознакомиться с основами проектной работы. Расчетно-графическая затрагивает темы, связанные с будущей профессией студента.

Расчетно-графическая работа, включает в себя несколько взаимосвязанных частей: содержание, введение, основная часть, заключение, список литературы. При необходимости к этим пунктам добавляют раздел «Приложения», куда помещают чертежи, таблицы и графики. Однако обычно эти элементы визуализации располагаются в тексте основных глав. Объем расчетно-графической работы составляет от 15 до 20 листов. Защита материала производится

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line и/или off-line в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме чат, форума, чата, выполнения виртуальных практических и/или лабораторных работ и др.

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Теплогенерирующие установки, их роль	Лекция -презентация	Опрос, решение практических задач	Не предусмотрено
Тема 2. Теплогенерирующие установки: основы горения топлива, тепловой баланс теплогенератора	Лекция -презентация	Опрос, решение практических задач	Не предусмотрено
Тема 3. Котельные	Лекция -презентация	Опрос, решение практических задач	Не предусмотрено
Тема 4. Теплообмен в котельном агрегате, его компоновка, классификация котлов, водный режим.	Лекция -презентация	Опрос, решение практических задач	Не предусмотрено
Тема 5. Аэродинамический расчёт котельного агрегата	Лекция -презентация	Опрос, решение практических задач	Не предусмотрено

6.2. Информационные технологии

В ходе изучения дисциплины предусмотрено

- использование возможностей Интернета в учебном процессе (использование информационного сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации
- использование возможностей электронной почты преподавателя
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.)
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных

Наименование программного обеспечения	Назначение
	документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
KOMPAS-3D V21	Создание трёхмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- 1 Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»
<http://dlib.eastview.com>
Имя пользователя: AstrGU
Пароль: AstrGU
- 2 Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов
www.polpred.com
- 3 Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARKSQL НПО «Информ-систем» <https://library.asu.edu.ru/catalog/>
- 4 Электронный каталог «Научные журналы АГУ»
<https://journal.asu.edu.ru/>
- 5 Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек.
<http://mars.arbicon.ru>
- 6 Справочная правовая система КонсультантПлюс.
Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила.
<http://www.consultant.ru>
- 7 Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>
- 8 Сайт государственной программы Российской Федерации «Доступная среда»
<http://zhit-vmeste.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Теплогенерирующие установки» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1.Теплогенерирующие установки, их роль	ПК-1	Устный опрос, тест
Тема 2.Теплогенерирующие установки: основы горения топлива, тепловой баланс теплогенератора	ПК-1	Устный опрос, тест
Тема 3. Котельные	ПК-1, ПК-2	Устный опрос, тест, расчетно-графическая работа
Тема 4.Теплообмен в котельном агрегате, его компоновка, классификация котлов, водный режим.	ПК-1	Устный опрос, тест
Тема 5.Аэродинамический расчёт котельного агрегата	ПК-1	Устный опрос, тест
		Зачет

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы,приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении,затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов

Шкала оценивания	Критерии оценивания
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 1.Теплогенерирующие установки, их роль

Вопросы для устного опроса

1. Сведения о системах теплоснабжения и потребителях тепловой энергии.
- 2.Источники тепловой энергии для систем теплоснабжения.
3. Классификация источников тепловой энергии.
4. Получение тепловой энергии из органического топлива.
- 5.Котельные для теплоснабжения.
- 6.Элементы котельной установки.
- 7.Совместное производство тепловой и электрической энергии на ТЭЦ.
- 8.Определения и классификация паровых котлов.

Тема 2.Теплогенерирующие установки: основы горения топлива, тепловой баланс теплогенератора

Вопросы для устного опроса

- 1.Определение и расчет тепловых потерь котельного агрегата, расчет к. п. д. котла.
- 2.Расчёт энтальпий продуктов сгорания.
- 3.Расчет теплообмена в топке котла, расчет температуры на выходе из топки котла.
- 4.Проведение расчёта теплообмена в первом конвективном пучке.
5. Расчет температуры продуктов сгорания на выходе из первого котельного пучка.
- 6.Проведение расчёта теплообмена во втором конвективном пучке.
- 7.Расчет температуры продуктов сгорания на выходе из второго котельного пучка.
- 8.Расчет теплотехнических показателей теплозащитной оболочки.
- 9.Расчет водного режима.

10.Проводится выбор схемы хим-водоочистки и основного оборудования котельной

Тема 3. Котельные

Вопросы для устного опроса

- 1.Теплообмен в топочной камере. Расчет теплообмена излучением в топочной камере.
- 2.Излучательная способность факела.
- 3.Тепловые характеристики настенных экранов.
- 4.Неравномерность температурного поля в топке.
- 5.Теплообмен в полурадиационных и конвективных поверхностях нагрева.

Тема 4.Теплообмен в котельном агрегате, его компоновка, классификация котлов, водный режим.

Вопросы для устного опроса

- 1.Лучистый теплообмен в газоходах котла.
- 2.Конвективный теплообмен в газоходах котла. Выбор скоростей газов и рабочей среды в конвективных поверхностях нагрева.
- 3.Компоновка теплогенерирующей установки котельном отделении.
- 4.Общая компоновка парового котла. Компоновка топочной камеры.
- 5.Компоновка конвективных поверхностей нагрева.
- 6.Тепловой расчет котельного агрегата.
- 7.Понятие теоретически необходимого количества воздуха. Коэффициент избытка воздуха в топке.
- 8.Физико-химические характеристики исходной, водопроводной, питательной, котловой, подпиточной воды и пара.
- 9.Периодическая и непрерывная продувка котлов.
- 10.Ступенчатое испарение. Паропромывочные устройства.
- 11.Атмосферная и вакуумная деаэрация питательной и подпиточной воды.
- 12.Схемы и конструкции деаэраторов.
- 13.Способы очистки воды. Удаление механических примесей.
- 14.Ионообменные водоподготовительные установки.
- 15.Обратный осмос.

Тема 5.Аэродинамический расчёт котельного агрегата

Вопросы устного опроса

- 1.Присосы воздуха по газоходам котла.
- 2.Аэродинамический расчёт котельного агрегата.
- 3.Классификация паровых котлов.
- 4.Котлы естественной и принудительной циркуляцией. Общие вопросы гидродинамики.
- 5.Схемы компоновок.
- 6.Водогрейные котлы.
- 7.Компоновка низкотемпературных конвективных поверхностей нагрева паровых водогрейных котлов.
- 8.Классификация топочных устройств.
- 9.Топочные устройства со слоевым сжиганием твердого топлива.
- 10.Камерные топочные устройства.
- 11.Горелочные устройства для факельного сжигания пылевидного твердого топлива.
- 12.Форсунки для распыла жидкого топлива.

Расчетно-графическая работа на тему: "Расчёт тепловой схемы котельной".

Исходные данные: Пар для технологических нужд производства имеет давление $P=(1,0+n/100)"МПа"$, степень сухости $x=(1-n/100)$, расход $D_T=(4,0+n/100)"кг/с"$.

Расход тепла на подогрев сетевой воды $Q_C = (7+n/100)103$ кВт; энтальпия сетевой воды в подающей магистрали $h_{г\o p} = 394+n$ кДж/кг; энтальпия воды, поступающей из обратной магистрали, $h_{o\o p} = 293+n$ кДж/кг. Доля возвращаемого конденсата от технологических потребителей $\mu = 0,3+n/1000$ от расхода пара на технологические нужды D_T с температурой $t_K = 50+2n$ °С. Расход пара на собственные нужды и потери внутри котельной составляет 2-3 % от суммы расходов пара на технологические нужды и на подогрев сетевой воды, величина непрерывной продувки составляет $P_{\text{НП}} = (1+n/100)$ % от суммарной паропроизводительности котельной. Степень сухости пара в расширителе непрерывной продувки $x_P = 0,99$. Потери воды в теплосети $[\Delta G]_C$ составляют 1-1,5 % от расхода сетевой воды. Температура сырой воды, поступающей в котельную, $t_{C\backslash B} = 5$ °С, n — по заданию руководителя.

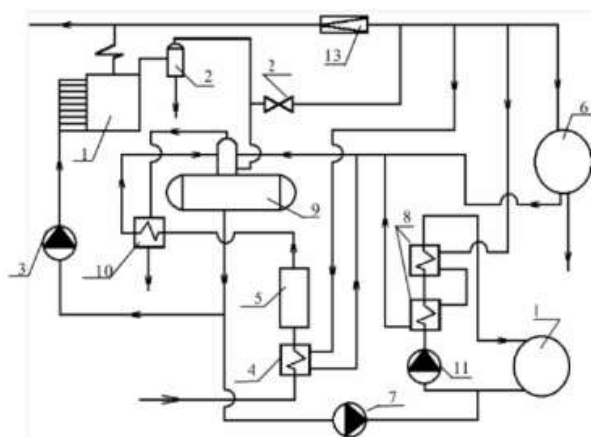


Рис. 1 Принципиальная тепловая схема отопительно-производственной котельной с паровыми котлами для закрытой системы теплоснабжения: 1 – котел; 2 – расширитель (сепаратор) непрерывной продувки; 3 – питательный насос; 4 – подогреватель сырой воды; 5 – химодоочистка (ХВО); 6 – потребитель технологического пара; 7 – насос подпиточный; 8 – подогреватель сетевой воды; 9 – атмосферный деаэратор; 10 – охладитель выпара деаэратора; 11 – сетевой насос; 12 – регулирующий клапан; 13 – редукционный клапан; 14 – потребитель, использующий тепло на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения

Вопросы и задания, выносимые на зачет

- 1 Классификация теплогенерирующих установок
- 2 Потери теплоты с уходящими газами
- 3 Основные типы теплогенерирующих установок по размещению
- 4 Рабочая тепловая мощность (паропроизводительность) теплогенерирующей установки
- 5 Зависимость количества и типа котлов от типа потребителей теплоты
- 6 Общая жесткость питательной воды теплогенерирующих установок
- 7 Негативные последствия образования накипи на поверхностях нагрева теплогенераторов
- 8 Типы и методы обработки воды
- 9 Требования, предъявляемые к обмуровке котлоагрегата
- 10 Показатели работы котельной, относящиеся к количественным характеристикам. Сепарационные устройства парогенераторов и методы получения вторичного пара.
- 11 Топливо, используемое в котельных
- 12 Этапы пылеприготовления твердого топлива.
- 13 Затраты на собственные нужды котельной
- 14 Потери теплоты с уходящими газами
- 15 Чем отличаются низшая и высшая теплота сгорания топлива?

- 16 Горение топлива
- 17 Условное топливо
- 18 Топка и горелка теплогенератора
- 19 Полное сгорание топлива
- 20 Типы и методы обработки воды
- 21 Требования, предъявляемые к обмуровке котлоагрегата
- 22 Расчет тепловой схемы котельной
- 23 Аэродинамический расчет котла
- 24 Подбор основного и вспомогательного оборудования котельной
- 25 Горение топлива: полное, неполное, реакции горения

Вопросы для тестирования

Задания закрытого типа

В какой части котельной установке происходит сгорание топлива ?

- А) водяной экономайзер;
- Б) воздухоподогреватель;
- В) топка;
- Г) горелка

В качестве жидкого топлива в котельных применяют:

- А) нефть;
- Б) соляровое масло;
- В) керосин;
- Г) мазут;
- Д) дизельное топливо.

Часть котельной установки, в которой происходит сгорание топлива, называется:

- А) водяным экономайзером;
- Б) воздухоподогревателем;
- В) топкой;
- Г) пароперегревателем.

Система труб, в которых происходит нагрев воды за счет лучистого теплообмена, называется:

- А) водяным экономайзером;
- Б) пароперегревателем;
- В) экранными трубами;
- Г) опускными трубами.

Устройство, в котором с целью уменьшения q^2 повышается температура питательной воды, называется:

- А) фестоном;
- Б) экранной системой;
- В) водяным экономайзером.

В пароперегревателе температура пара повышается с целью:

- А) увеличения срока службы котла;
- Б) увеличения КПД цикла;
- В) снижения вероятности образования накипи

Образование накипи внутри поверхностей нагрева приводит:

- А) к уменьшению проходного сечения;
- Б) к перегреву металла;
- В) к снижению термического КПД;
- Г) к снижению паропроизводительности котлоагрегата

Процесс удаления части воды из барабана котла с целью предотвращения образования накипи называют:

- А) периодической продувкой;

- Б) непрерывной продувкой;
- В) катионным обменом;
- Г) декарбонизацией

Процесс удаления части воды из котлоагрегата с целью выведения шлама называют:

- А) периодической продувкой;
- Б) непрерывной продувкой;
- В) катионным обменом;
- Г) декарбонизацией

Промывка пара осуществляется с целью:

- А) удаления солей;
- Б) удаления шлама;
- В) удаления растворенных газов

Промывка пара осуществляется:

- А) сетевой водой;
- Б) питательной водой;
- В) продувочной водой

Недостатком искусственной тяги, когда используется только дымосос («дымососная тяга») является:

- А) повышенная затрата энергии;
- Б) трудность регулирования;
- В) большие присосы воздуха;
- Г) попадание газов в помещение котельной

Принцип термической деаэрации базируется на том, что:

- А) температура кипения воды зависит от давления;
- Б) растворимость газов в воде уменьшается с ростом температуры;
- В) плотность воды уменьшается с увеличением температуры

Какое устройство служит для удаления в атмосферу продуктов сгорания?

- А) Экономайзер;
- Б) Дымосос;
- В) Сепаратор;
- Г) Деаэратор.

Какая из причин не влияет на появление химического недожога?

- А. Плохое смесеобразование;
- Б. Общий недостаток воздуха;
- В. Большие размеры топки;
- Г. Низкая температура в топке.

Какое вещество используют при горении в качестве окислителя?

- А. Водород;
- Б. Сера;
- В. Кислород;
- Г. Азот.

Что используется в качестве жидкого теплоносителя для котлов АЭС?

- А. Обычная вода;
- Б. Тяжелая вода;
- В. Жидкие металлы;
- Г. Все перечисленное.

Теоретически для сгорания 1 м³ природного газа требуется 9,5 м³ воздуха. Определите коэффициент избытка воздуха в топке, если действительно на горение подали 10,5 м³ воздуха.

- А. 0,1;
- Б. 1,1;
- В. 10,5;

Г.1

Температура дымовых газов на выходе из водяного экономайзера равна 500 °С. При этой температуре и коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1$ энтальпия дымовых газов равна 8000 кДж/м³, а энтальпия воздуха равна 6500 кДж/м³. Определите действительную энтальпию дымовых газов на выходе из водяного экономайзера, если коэффициент избытка воздуха здесь равен $\alpha = 1,25$.

А. 14500 кДж/м³;

Б. 9625 кДж/м³;

В. 16125 кДж/м³;

Г. 10000 кДж/м³

Задания открытого типа

Как классифицируются теплогенерирующие установки по назначению (по характеру нагрузки) ?

Основные типы теплогенерирующих установок по размещению

Признаки для классификации теплогенерирующих установок

Основные виды тепловых схем теплогенерирующих установок

Рабочая тепловая мощность (паропроизводительность) теплогенерирующей установки

Зависимость количества и типа котлов от типа потребителей теплоты

Общая жесткость питательной воды теплогенерирующих установок

Негативные последствия образования накипи на поверхностях нагрева теплогенераторов

Типы и методы обработки воды.

Классификация воды, движущейся по различным частям теплогенерирующей установки.

Этапы обработки воды для теплогенерирующей установки.

Требования, предъявляемые к обмуровке котлоагрегата

Методы регулирования работы вентиляторов.

Какие трубопроводы относятся к главным водопроводам питания котлоагрегатов?

Какие аппараты обеспечивают самую эффективную очистку дымовых газов от золы?

Показатели работы котельной, относящиеся к количественным характеристикам

На чем базируется принцип термической деаэрации воды?

Что представляет из себя конструкторский (конструктивный, проектировочный) расчет теплогенератора?

Параметры теплогенератора, определяемые в процессе поверочного расчета

Как осуществляется уравновешенная тяга?

Дать определение вспомогательных трубопроводов котельной

Что представляет собой каркас котельного агрегата?

Чем отличается арматура от гарнитуры котла?

Что такое накипь и какие недостатки при ее образовании выделяют?

Какие ограничения вводятся по скорости дымовых газов в водяном экономайзере при сжигании твердого топлива?

Что такое шлам и какие недостатки при его образовании выделяют?

Что такое непрерывная продувки и какова ее величина для теплогенераторов промышленно-отопительных котельных?

Сепарационные устройства парогенераторов и методы получения вторичного пара.

Топливо, используемое в котельных

Этапы пылеприготовления твердого топлива.

Затраты на собственные нужды котельной

Потери теплоты с уходящими газами

Чем отличаются низшая и высшая теплота сгорания топлива?

Горение топлива

Условное топливо

Топка и горелка теплогенератора

Полное сгорание топлива

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-1. Способность выполнять работы по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции, водоснабжения и водоотведения				
1	Задание открытого типа	Согласно СП 89.13330.2016. “Котельные установки”, вторая категория - потребители, допускающие снижение температуры в отапливаемых помещениях на период ликвидации аварии, но не более ч:	54	2
2		Согласно СП 89.13330.2016. в котельных следует предусматривать установку не менее____ котлов;	двух	2
3		Исходные данные для проектирования теплогенерирующих установок влияют на выбор системы, расчёт _____ и выбор оборудования.	теплопотерь	2
4	Задание закрытого типа	В какой части котельной установке происходит сгорание топлива ? А) водяной экономайзер; Б) воздухоподогреватель; В) топка; Г) горелка	В	2
5		Какое устройство служит для удаления в атмосферу продуктов сгорания? А)Экономайзер; Б) Дымосос; В) Сепаратор; Г)Деаэратор.	В	2
6		Недостатком искусственной тяги, когда используется только дымосос («дымососная тяга») является: А) повышенная затрата энергии; Б) трудность регулирования; В) большие присосы воздуха; Г) попадание газов в помещение котельной	В	2
ПК-2. Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции, водоснабжения и водоотведения				

7	Задание открытого типа	Отметку чистого пола котельного зала следует принимать нам выше планировочной отметки земли у здания котельной.	0,15	2
8		Что представляет собой каркас котельного агрегата?	это металлическая конструкция, предназначенная для установки всех элементов котла: барабана, поверхностей нагрева и коллекторов, обмуровки, изоляции и обшивки, трубопроводов и коробов, помостов и лестниц обслуживания и других.	6
9	Задание закрытого типа	Согласно СП 89.13330.2016. "Котельные установки", какая категория, где потребители, не допускающие перерывов в подаче расчетного количества теплоты и снижения температуры воздуха в помещении ниже предусмотренных действующими нормативными документами (больницы, родильные дома, детские дошкольные учреждения с круглосуточным пребыванием детей..... А) Первая Б) Вторая В) Третья Г) четвертая	A	2
10		Для ремонта узлов оборудования и трубопроводов массой более 50 кг следует предусматривать А) инвентарные грузоподъемные устройства, Б) запорную арматуру, В) регуляторы давления	A	2

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля).

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Ответ на занятия при фронтальном опросе	5/1	5	По расписанию
2.	Выполнение практического задания	10/2	20	
3.	Расчетно-графическая работа	1	65	

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представлен ия
Всего			90	
Блок бонусов				
4.	<i>Посещение занятий</i>	15/0,2	3	По расписанию
5.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>	-	7	
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-5
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-10
<i>Неготовность к занятию</i>	-10

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69		
60–64	3 (удовлетворительно)	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература:

1. Гаврилова, А. А. Теплогенерирующие установки: конструкция, принцип работы котлов типа Е (ДЕ) и тепловой расчёт котла Е (ДЕ)-10-14ГМ : учебное пособие / А. А. Гаврилова, А. Г. Салов. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 104 с. — ISBN 678-5-9585-0622-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/49895.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

8.2. Дополнительная литература:

2. Арабов, М. Ш. Теплогенерирующие установки и газоснабжение. Ч.1 : лабораторный практикум / М. Ш. Арабов, З. М. Арабова, С. М. Арабов. — Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2022. — 92 с. — ISBN 978-5-93026-167-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART

: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123451.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

3. Расчет теплогенерирующих установок : учебно-методическое пособие / . — Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2022. — 98 с. — ISBN 978-5-93026-162-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123444.html>. — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

4. Бойко, Е. А. Котельные установки : учебное пособие / Е. А. Бойко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Инфра-Инженерия, 2021. - 668 с. - ISBN 978-5-9729-0744-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972907441.html>. - Режим доступа : по подписке.

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru.

2. Электронная библиотечная система IPRbooks. www.iprbookshop.ru.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются:

- компьютерный класс с посадочными местами;
- мультимедийные средства – презентации по темам дисциплины;
- технические средства обучения: наличие персональных компьютеров, плазменной панели;
- программное обеспечение;
- зал самостоятельной работы обучающихся, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с

нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).