

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



Р.А. Рзаев

«05» сентября 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
технологии материалов и промышленной
инженерии



Е.Ю. Степанович

«05» сентября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Составитель(-и)	Ильичев В.Г., ассистент каф. технологии материалов и промышленной инженерии
Согласовано с работодателями:	Сафронов Н.В., начальник лаборатории ООО ОСФ «Стройспецмонтаж»; Шатов А.А., главный сварщик ООО «Южный центр судостроения и судоремонта»
Направление подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) ОПОП	
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очная
Год приема	2025
Курс	4
Семестр(ы)	7

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины (модуля) формирование комплекса знаний в области получения, преобразования, передачи и использования теплоты, формирование умений и навыков термодинамического исследования рабочих процессов в теплообменных аппаратах, теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в отрасли

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): изучение основ преобразования энергии, законов термодинамики и тепломассообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств существенных для отрасли рабочих тел, способов теплообмена, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств, применяемых в отрасли; формирование умения описывать, рассчитывать и анализировать процессы переноса тепла и массы, выделять факторы, определяющие их интенсивность; формирование навыков расчёта процессов конвективного тепло- и массопереноса, передачи тепла излучением и молекулярной теплопроводностью, выбора тепловой защиты и организации систем охлаждения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Теплотехнические расчеты в машиностроении» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 7 семестре.

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

- Математика:

Знания: линейной алгебры, математического анализа, дифференциальных уравнений, теории функций комплексной переменной;

Умения: выполнять матричные вычисления, решать дифференциальные уравнения, выполнять преобразования выражений с комплексными числами;

Навыки: применения аппарата математического анализа для решения задач оптимизации, построения систем дифференциальных уравнений для описания динамических процессов в технических системах;

- Физика:

Знания: основные понятия статистической физики, кинетической теории, механики и электродинамики сплошных сред;

Умения: строить статистические и кинетические модели;

Навыки: владеть навыками кинетического, статистического и гидродинамического описания физико-химических процессов;

- Электротехника и электроника:

Знания: государственные стандарты правил выполнения электрических схем; параметры и характеристики различных электронных устройств; методы и средства автоматизации схемотехнического моделирования;

Умения: проводить анализ и разработку структурных и принципиальных схем современных электронных устройств; составлять схемы замещения различных электронных устройств

Навыки: владение навыками работы с электронными измерительными приборами; владение методиками расчета и экспериментального определения параметров электронных устройств, синтезом логических схем;

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- Производственная практика;
- Выпускная квалификационная работа.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС3++ ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) универсальных (УК):

- Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2).

Таблица 1

Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
УК-2	УК-2.1 Определяет совокупность взаимосвязанных задач и ресурсное обеспечение, условия достижения поставленной цели, исходя из действующих правовых норм	УК-2.2 Оценивает вероятные риски и ограничения, определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач	УК-2.3 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единицы (144 часа), в том числе 49 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 16 часов – лекции, 32 часов – практические занятия), и 95 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2

Структура и содержание дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела, темы	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
				Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
1	Тема 1. Основные законы термодинамики. Основы термодинамического анализа	7		4	6			16	Опрос, реферат
2	Тема 2. Процессы идеального газа	7		2	6			16	Реферат, защита практической

									работы
3	Тема 3. Компрессия газов	7		2	6			16	Реферат, защита практической работы
4	Тема 4. Реальные газы	7		2	2			15	Реферат, защита расчетной работы
5	Тема 5. Холодильные установки	7		2	6			16	Реферат
6	Тема 6. Тепловые двигатели. Промышленное получение энергии	7		4	6			16	Реферат, опрос
	ИТОГО			16	32			95	ЭКЗАМЕН

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

Таблица 3
Матрица соотнесения тем/разделов
учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции	общее количество компетенций
		ПК-3 ПК-5	
Тема 1. Основные законы термодинамики. Основы термодинамического анализа	10	+	1
Тема 2. Процессы идеального газа	8	+	1
Тема 3. Компрессия газов	8	+	1
Тема 4. Реальные газы	4	+	1
Тема 5. Холодильные установки	8	+	1
Тема 6. Тепловые двигатели. Промышленное получение энергии	10	+	1
ИТОГО	48		

Содержание дисциплины

Тема 1. Основные законы термодинамики. Основы термодинамического анализа

Термодинамика, как наука об энергии, ее свойствах и превращениях, как научная основа анализа и проектирования энергетических и химико-технологических процессов. Основные способы передачи энергии. Параметры состояния системы (рабочего тела). Уравнение состояния. Диаграммы состояния. Термодинамический процесс, равновесность, обратимость. Первый закон термодинамики для закрытых и открытых систем. Второй закон термодинамики. Основы термодинамического анализа. Метод циклов. Метод характеристических функций. Эксергетический метод анализа.

Тема 2. Процессы идеального газа

Политропный процесс. Уравнения процесса. Расчет термодинамических величин. Расчет энтропии и ее изменения в политропном процессе. Частные процессы идеального газа.

Тема 3. Компрессия газов

Цикл идеального компрессора одноступенчатого и многоступенчатого. Расчет мощности и отводимой теплоты

Тема 4. Реальные газы

Реальные газы. Фазовые превращения первого и второго рода. Диаграммы состояния $p - T$, $p - v$, $T - s$, $i - s$ для реальных газов. Критическая точка. Тройная точка. Аномальные свойства воды. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Определение параметров состояния. Расчет частных процессов и их изображение на диаграммах состояния.

Тема 5. Холодильные установки

Принципы получения низких температур. Парокомпрессионная холодильная установка. Требования к хладагентам.

Тема 6. Тепловые двигатели. Промышленное получение энергии

Тепловые двигатели; паротурбинные установки (ПТУ); тепловой цикл паротурбинной установки, мощность и КПД турбины; влияние параметров пара на КПД идеального цикла; действие рабочего тела на лопатки; классификация турбин

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения

Указания по организации и проведению лекционных, практических (семинарских) и лабораторных занятий с перечнем учебно-методического обеспечения

При разработке учебных программ по ФГОС-3 поколения предполагается использование кроме традиционных форм проведения занятий также активные и интерактивные формы. При этом студенты глубже понимают учебный материал, память также акцентируется на проблемных ситуациях, что способствует запоминанию учебного материала.

В процессе обучения необходимо обращать внимание в первую очередь на те методы, при которых слушатели идентифицируют себя с учебным материалом, включаются в изучаемую ситуацию, побуждаются к активным действиям, переживают состояние успеха и соответственно мотивируют свое поведение. Всем этим требованиям в наибольшей степени отвечают интерактивные методы обучения.

Интерактивные лекционные занятия проводятся в следующей форме.

1. Лекция-беседа

В названном виде занятий планируется диалог с аудиторией, это наиболее простой способ индивидуального общения, построенный на непосредственном контакте преподавателя и студента.

Участие (внимание) слушателей в данной лекции обеспечивается путем вопросно-ответной беседы с аудиторией (постановка проблемного задания).

Вначале лекции и по ходу ее преподаватель задает слушателям вопросы не для контроля усвоения знаний, а для выяснения уровня осведомленности по рассматриваемой проблеме.

Вопросы могут быть элементарными: для того, чтобы сосредоточить внимание, как на отдельных нюансах темы, так и на проблемах.

2. Лекция с элементами обратной связи.

В данном случае подразумевается изложение учебного материала и использование знаний по смежным предметам (межпредметные связи) или по изученному ранее учебному материалу. Обратная связь устанавливается посредством ответов студентов на вопросы преподавателя по

ходу лекции. Чтобы определить осведомленность студентов по излагаемой проблеме, в начале какого-либо раздела лекции задаются необходимые вопросы.

Если студенты правильно отвечают на вводный вопрос, преподаватель может ограничиться кратким тезисом или выводом и перейти к следующему вопросу.

Если же ответы не удовлетворяют уровню желаемых знаний, преподаватель сам излагает подробный ответ, и в конце объяснения снова задает вопрос, определяя степень усвоения учебного материала.

Если ответы вновь демонстрируют низкий уровень знаний студентов – следует изменить методику подачи учебного материала.

В форме лекции с элементами обратной связи проводятся занятия, в которых необходимо связать уже имеющиеся знания с излагаемым материалом.

3. Проектная работа

Учебный процесс, опирающийся на использование интерактивных методов обучения, организуется с учетом включенности в процесс познания всех студентов группы без исключения. Совместная деятельность означает, что каждый вносит свой особый индивидуальный вклад, в ходе работы идет обмен знаниями, идеями, способами деятельности. Организуются проектная работа, осуществляется работа с научно-технической документацией. Такие методы основаны на принципах взаимодействия, активности обучаемых, опоре на групповой опыт, обязательной обратной связи. Создается среда образовательного общения, которая характеризуется открытостью, взаимодействием участников, равенством их аргументов, накоплением совместного знания, возможностью взаимной оценки и контроля.

Студенты делятся на 3..4 группы, выдается общее задание, но задаются различные варианты решения задачи, каждая группа анализирует предложенное решение, корректирует его и защищает перед студентами других подгрупп. Преподаватель выполняет роль рецензента. Задание желательно формировать на основе ситуаций, которые рассматривались при проведении нескольких занятий в активной форме. При проведении таких занятий преподаватель должен объяснить студентам значение компетентностного подхода для формирования современного специалиста, сформировать основные компетенции по специальности и показать пути их освоения.

4. Комплекс семинарских и лабораторных работ

Ведущий преподаватель вместе с новыми знаниями ведет участников обучения к самостоятельному поиску. Активность преподавателя уступает место активности студентов, его задачей становится создание условий для их инициативы. Преподаватель отказывается от роли своеобразного фильтра, пропускающего через себя учебную информацию, и выполняет функцию помощника в работе, одного из источников информации.

Студентам выдается список тем практических/семинарских занятий. Каждый студент готовит отчет с элементами анализа литературных источников изучаемой проблемы.

Промежуточная аттестация студентов подразделяется на зачетную, именуемую зачетной неделей, и экзаменационную сессию. Зачеты сдаются в течение одной недели перед экзаменационной сессией. Продолжительность экзаменационных сессий (а их две: зимняя и летняя) в учебном году устанавливается Госстандартом.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Таблица 4

Содержание самостоятельной работы обучающихся

Номер радела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
1	Тема 1. Основные законы термодинамики. Основы термодинамического анализа	16	Внеаудиторная, изучение учебных пособий

2	Тема 2. Процессы идеального газа	16	Внеаудиторная, изучение учебных пособий
3	Тема 3. Компрессия газов	16	Внеаудиторная, изучение учебных пособий
4	Тема 4. Реальные газы	15	Внеаудиторная, изучение учебных пособий
5	Тема 5. Холодильные установки	16	Внеаудиторная, изучение учебных пособий
6	Тема 6. Тепловые двигатели. Промышленное получение энергии	16	Внеаудиторная, изучение учебных пособий

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

Программой предусмотрены расчетное задание. Однако, по усмотрению преподавателя или по просьбе студента, студент для повышения своей оценки имеет право взять дополнительную письменную работу, выполняемую внеаудиторно. Работа может носить характер доклада, реферата, проекта и т.д.

Критерии выставления оценок за названные работы сформулированы в ФОСах. Здесь приводятся требования к оформлению работы.

Общие требования оформления доклада/проектной работы/контрольной работы

Указанные работы выполняются на листах писчей бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-15 страниц текста для отчета. Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; с нумерацией страниц сверху страницы посередине, абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля.

Все формулы, единицы измерений, расчеты приводятся и ведутся в системе СИ.

При оформлении работы соблюдаются поля:

левое – 25 мм;

правое – 10 мм;

нижнее – 20 мм;

верхнее – 20 мм.

Оформление таблиц:

1. Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире.

2. При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

3. Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

4. На все таблицы должны быть ссылки в реферате. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Оформление иллюстраций:

1. Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице.

2. Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные.
3. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в реферате.
4. Иллюстрации, за исключением иллюстрации приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией.
5. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1». Слово «рисунок» и его наименование располагают посередине строки.
6. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например, Рисунок 1.1.
7. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают следующим образом: Рисунок 1 — Схема карты сайта.
8. Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, Рисунок А.3.
9. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Приложения:

1. Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа.
2. В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением справочного приложения «Библиография», которое располагают последним.
3. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения и степени.
4. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.
5. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность.
6. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O.
7. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.
8. Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».
9. Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.
10. Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

Представление.

Работа должна быть представлена в **двух видах**: печатном и электронном.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Интерактивных занятий (25%)

№	Формы	Описание
1.	Работа с Microsoft	Подготовка презентаций докладов в PowerPoint

	PowerPoint	
2.	Интернет. Поиск информации по теме.	Проведение самостоятельного поиска информации по темам дисциплины с использованием интернет-ресурсов.

Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Основные законы термодинамики. Основы термодинамического анализа	Обзорная лекция	Семинар	Не предусмотрено
Тема 2. Процессы идеального газа	Лекция-диалог	Семинар	Не предусмотрено
Тема 3. Компрессия газов	Лекция-диалог	Практическое занятие	Не предусмотрено
Тема 4. Реальные газы	Обзорная лекция	Практическое занятие	Не предусмотрено
Тема 5. Холодильные установки	Лекция-диалог	Практическое занятие	Не предусмотрено
Тема 6. Тепловые двигатели. Промышленное получение энергии	Обзорная лекция	Практическое занятие	Не предусмотрено

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

Максимальный объем занятий обучающегося с применением электронных образовательных технологий не должен превышать 25%.

6.2. Информационные технологии

Для оперативного обмена информацией, получения заданий и выставления оценок широко используется электронная почта преподавателя.

Интернет и IT технологии широко используются при подготовке лекций, презентаций, кейс-заданий и пр.

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии: виртуальная обучающая среда (или система управления обучением LMS Moodle) или иные информационные системы, сервисы и мессенджеры.

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

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение

Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
KOMPAS-3D V13	Создание трехмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
Google Chrome	Браузер
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
Sofa Stats	Программное обеспечение для статистики, анализа и отчетности
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
Maple 18	Система компьютерной алгебры
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>.
2. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на электронной платформе ООО «БИБЛИОТЕХ»: <https://biblio.asu.edu.ru>.
3. Электронный каталог «Научные журналы АГУ»: <http://journal.asu.edu.ru/>.
4. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных

периодических изданий ООО «ИВИС»: <http://dlib.eastview.com/>

5. Электронно-библиотечная система elibrary. <http://elibrary.ru>

6. Справочная правовая система КонсультантПлюс: <http://www.consultant.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 (модулю) «Теплотехнические расчеты в машиностроении» 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

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Тема 1. Основные законы термодинамики. Основы термодинамического анализа	УК-2	Опрос, реферат
2	Тема 2. Процессы идеального газа	УК-2	Реферат, защита практической работы
3	Тема 3. Компрессия газов	УК-2	Реферат, защита практической работы
4	Тема 4. Реальные газы	УК-2	Реферат, защита расчетной работы
5	Тема 5. Холодильные установки	УК-2	Реферат
6	Тема 6. Тепловые двигатели. Промышленное получение энергии	УК-2	Реферат, опрос

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 «удовлетвори»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные

тельно»	ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
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, не способен применить знание теоретического материала при выполнении заданий, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

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

На практических занятиях студенты выполняют индивидуальные задания по каждой теме.

Тема 1. Основные законы термодинамики. Основы термодинамического анализа

1. Опрос

1. Термодинамическая система. Взаимодействие системы с окружающей средой. Открытая, закрытая, адиабатная, изолированная, термодинамическая системы.
2. Экстенсивные и интенсивные параметры состояния. Уравнения состояния для идеального и реального газов (уравнение Клапейрона-Менделеева и уравнение Ван-дер-Ваальса).
3. Зависимость количества передаваемой теплоты, работы закрытой и открытой систем от параметров состояния. Изображение работы и теплоты в $p - v$ и $T - s$ диаграммах.
4. Понятие истинной и средней теплоемкостей. Уравнение Майера. Расчет теплоемкостей c_p и c_v идеального газа. Зависимость теплоемкости от показателя политропы (формула и график).
5. Внутренняя энергия, энтальпия. Физический смысл. Расчет изменения внутренней энергии и энтальпии идеального газа.
6. Первый закон термодинамики (первое и второе уравнения). Физический смысл, различные формы записи.
7. Термодинамический процесс. Равновесность. Обратимость. Политропный процесс. Вывод уравнений политропного процесса.
8. Расчет термодинамических величин (работы закрытой и открытой систем, количества теплоты, изменения внутренней энергии и энтальпии) в политропном процессе.

9. Расчет энтропии и ее изменения в политропном процессе.

2. Темы для рефератов

- 1) Термодинамика, как наука об энергии, ее свойствах и превращениях, как научная основа анализа и проектирования энергетических и химико-технологических процессов.
- 2) Основные способы передачи энергии.
- 3) Параметры состояния системы (рабочего тела).
- 4) Уравнение состояния. Диаграммы состояния.
- 5) Термодинамический процесс, равновесность, обратимость.
- 6) Первый закон термодинамики для закрытых и открытых систем.
- 7) Второй закон термодинамики.
- 8) Основы термодинамического анализа.
- 9) Метод циклов.
- 10) Метод характеристических функций.
- 11) Эксергетический метод анализа.

Тема 2. Процессы идеального газа

1. Темы для рефератов

- 1) Частные процессы идеального газа. Изображение на диаграммах состояния.
- 2) Частные процессы идеального газа. Расчет термодинамических величин (работы закрытой и открытой систем, количества теплоты, изменения внутренней энергии и энтальпии).
- 3) Анализ политропного процесса по диаграммам состояния.
- 4) Определение показателя политропы. Расчет произвольного процесса идеального газа.
- 5) Прямые и обратные циклы. Определение эффективности циклов (коэффициент полезного действия, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент). Циклы как метод термодинамического анализа.
- 6) Прямой цикл Карно. Основные выводы, получаемые при анализе цикла Карно.
- 7) Второй закон термодинамики. Физический смысл, математическое выражение. Примеры (неравновесный теплообмен).
- 8) Характеристические функции. Аналитические выражения, области применения.
- 9) Эксергия. Физический смысл. Вывод уравнения для расчета эксергии и ее изменения в термодинамическом процессе. Эксергетический к.п.д.

2. Практическое задание

Расчет термодинамических величин политропного процесса.

Расчет одноступенчатых и многоступенчатых компрессоров.

Тема 3. Компрессия газов

1. Темы для рефератов

- 1) Анализ процесса сжатия газа в компрессоре.
- 2) Изотермическое и адиабатное сжатие.
- 3) Приемы снижения энергозатрат при сжатии газов
- 4) Выбор числа ступеней компрессора.
- 5) Цикл идеального компрессора одноступенчатого и многоступенчатого. Расчет мощности и отводимой теплоты. Изображение в $p - v$ и $T - s$ диаграммах.
- 6) Особенности реального компрессора и их учет.

2. Практическое задание

Задача. Воздух политропно расширяется. Объем газа увеличивается от $1,2 \text{ м}^3$ до 3 м^3 . Начальная температура газа 50°C , начальное давление 15 бар . Показатель политропы равен $0,6$. Определить конечные температуру, давление, энтропию и эксергию газа, а также количество переданной теплоты, работу, совершенную газом, изменение внутренней энергии, энтропии и эксергии газа. Температура окружающей среды 25°C давление окружающей среды $p_{\text{oc}} = 1 \text{ бар}$. Изобразить

процесс в $p - v$ и $t - s$ координатах и проанализировать его.

Задача. В компрессоре, производительностью $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$, необходимо сжимать воздух от атмосферного давления до давления p_K . Температура воздуха в каждой ступени не должна превышать 150°C . Начальная температура воздуха равна 27°C . Сжатие политропное, показатель политропы равен $1,2$. Определить минимальное число ступеней компрессора, затрачиваемую мощность, температуру воздуха после сжатия, расход охлаждающей воды при изменении температуры воды на 20 К . Определить также затрачиваемую мощность и температуру воздуха после сжатия в одноступенчатом компрессоре и при изотермическом сжатии.

Задача $0,85 \text{ м}^3$ насыщенного водяного пара с давлением 1 бар адиабатно сжимается до давления 3 бара , а затем изобарно переходит в состояние с влажностью 20% . Определить изменение внутренней энергии пара, количество передаваемой теплоты и работу для совокупности процессов. Изобразить процессы на $i - s$, $p - v$ и $T - s$ диаграммах. **Задача № 2** Парокомпрессионная холодильная установка, работающая на фреоне 22, производит 500 кг/час льда с температурой минус 10°C из воды с температурой 10°C . Давление хладагента в испарителе $0,2 \text{ МПа}$, температура конденсации 38°C , температура пара перед компрессором минус 10°C . Конденсат хладагента переохлаждается на 15К . Определить холодопроизводительность установки, расход хладагента, холодильный коэффициент, теоретическую мощность двигателя компрессора, теоретически максимальный холодильный коэффициент (для обратного цикла Карно). Определить также температуру и давление в узловых точках цикла. Изобразить цикл в $\lg p - i$, $T - s$ и $p - v$ координатах.

Тема 4. Реальные газы

1. Темы для рефератов

- 1) Реальный газ. Фазовые превращения первого и второго рода.
- 2) Реальный газ. Диаграммы состояния $p - T$, $p - v$, $T - s$, $i - s$. Критическая точка. Тройная точка. Пограничные кривые. Изображение частных процессов на диаграммах состояния.
- 3) Определение параметров состояния реального газа на пограничных кривых. Определение параметров состояния влажного и перегретого пара.
- 4) Вывод уравнений для расчета теплоты парообразования. Зависимость теплоты парообразования от температуры и давления. Изображение в $T - s$ координатах.
- 5) Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Вывод уравнения, физический смысл. Интегральные формы уравнения. Связь уравнения с диаграммой состояния $p - T$.
- 6) Реальные газы. Расчет частных процессов и их изображение на диаграммах состояния $p - v$, $T - s$, $i - s$.
- 7) Течение газов через конфузур. Предельная скорость течения. Учет трения.
- 8) Получение сверхзвуковых скоростей. Сопло Лаваля.
- 9) Дросселирование. Дроссель-эффект.
- 10) Струйные аппараты. Принцип работы. Схема аппарата. Коэффициент инжекции. Изображение в $i - s$ координатах.

2. Расчетная работа

Задание 1. РАСЧЕТ ГАЗОВОГО ЦИКЛА

Цикл отнесен к 1 кг воздуха. Принимаем $c_p = 1,0 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$, $c_v = 0,71 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ и $R = 287 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$.

Требуется: 1. Определить параметры p , v , T , u , h всех основных точек цикла.

2. Для каждого процесса, входящего в состав цикла, определить n , c , Δu , Δh , Δs , l , q , а также a и b (доли теплоты процесса, идущие на изменение внутренней энергии и на

работу). 3. Построить цикл в масштабе в координатах $lg p - lg v$, $p - v$, $T - s$. При построении наносят основные точки цикла; кривые процессов строятся по трем промежуточным точкам, а одну из политроп в $p - v$ - координатах строят по логарифмическим координатам. 4. Определить работу цикла l_u , термический к.п.д. η_t и среднее индикаторное давление p_i . 4 5. Полученные данные поместить в таблицы, формы которых приведены в примере расчета газового цикла

Тема 5. Холодильные установки

1. Темы для рефератов

- 1) Методы получения низких температур. Основные параметры характеризующие работу холодильной установки. Обратный цикл Карно.
- 2) Воздушная холодильная установка. Схема установки. Расчет основных характеристик. Изображение в $p - v$ и $T - s$ диаграммах.
- 3) Парокомпрессионная холодильная установка. Схема установки. Расчет основных характеристик. Изображение в $T - s$ и $p - i$ диаграммах.
- 4) Парокомпрессионная холодильная установка. Схема установки. Виды циклов и их изображение в $T - s$ диаграмме. Требования к хладагентам.
- 5) Парокомпрессионная холодильная установка. Схема установки. Изображение холодопроизводительности и затраченной работы в $p - i$ и $T - s$ диаграммах.
- 6) Абсорбционная холодильная установка. Схема установки. Принцип работы. Коэффициент использования теплоты.

Тема 6. Тепловые двигатели. Промышленное получение энергии

1. Темы для рефератов

- 1) Промышленное производство энергии. Цикл Ренкина. Схема установки. Расчет основных характеристик. Изображение в $T - s$ диаграмме. Влияние температуры испарения и температуры конденсации на к.п.д.
- 2) Циклы тепловых двигателей. Основные допущения, используемые при анализе циклов. Невозможность реализации цикла с высоким к.п.д. Циклы Отто и Дизеля. Их сравнение.
- 3) Цикл газовой турбины. Схема установки. К.п.д. цикла. Сравнение с циклами Отто и Дизеля.
- 4) Первичные источники энергии. Их характеристика. Основные энергоемкие процессы.
- 5) Вторичные энергоресурсы (ВЭР). Классификация. Повышение потенциала ВЭР. Примеры использования ВЭР (многокорпусное выпаривание, выпаривание с тепловым насосом.)

Вопросы к экзамену

1. Термодинамическая система. Взаимодействие системы с окружающей средой. Открытая, закрытая, адиабатная, изолированная, термодинамическая системы.
2. Экстенсивные и интенсивные параметры состояния. Уравнения состояния для идеального и реального газов (уравнение Клапейрона-Менделеева и уравнение Ван-дер-Ваальса).
3. Зависимость количества передаваемой теплоты, работы закрытой и открытой систем от параметров состояния. Изображение работы и теплоты в $p - v$ и $T - s$ диаграммах.
4. Понятие истинной и средней теплоемкостей. Уравнение Майера. Расчет теплоемкостей c_p и c_v идеального газа. Зависимость теплоемкости от показателя политропы (формула и график).
5. Внутренняя энергия, энтальпия. Физический смысл. Расчет изменения внутренней энергии и энтальпии идеального газа.
6. Первый закон термодинамики (первое и второе уравнения). Физический смысл, различные формы записи.
7. Термодинамический процесс. Равновесность. Обратимость. Политропный процесс. Вывод уравнений политропного процесса.

8. Расчет термодинамических величин (работы закрытой и открытой систем, количества теплоты, изменения внутренней энергии и энтальпии) в политропном процессе.
9. Расчет энтропии и ее изменения в политропном процессе.
10. Частные процессы идеального газа. Изображение на диаграммах состояния.
11. Частные процессы идеального газа. Расчет термодинамических величин (работы закрытой и открытой систем, количества теплоты, изменения внутренней энергии и энтальпии).
12. Анализ политропного процесса по диаграммам состояния.
13. Определение показателя политропы. Расчет произвольного процесса идеального газа.
14. Прямые и обратные циклы. Определение эффективности циклов (коэффициент полезного действия, холодильный коэффициент, отопительный коэффициент). Циклы как метод термодинамического анализа.
15. Прямой цикл Карно. Основные выводы, получаемые при анализе цикла Карно.
16. Второй закон термодинамики. Физический смысл, математическое выражение. Примеры (неравновесный теплообмен).
17. Характеристические функции. Аналитические выражения, области применения.
18. Эксергия. Физический смысл. Вывод уравнения для расчета эксергии и ее изменения в термодинамическом процессе. Эксергетический к.п.д.
19. Реальный газ. Фазовые превращения первого и второго рода.
20. Реальный газ. Диаграммы состояния $p - T$, $p - v$, $T - s$, $i - s$. Критическая точка. Тройная точка. Пограничные кривые. Изображение частных процессов на диаграммах состояния.
21. Определение параметров состояния реального газа на пограничных кривых. Определение параметров состояния влажного и перегретого пара.
22. Вывод уравнений для расчета теплоты парообразования. Зависимость теплоты парообразования от температуры и давления. Изображение в $T - s$ координатах.
23. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Вывод уравнения, физический смысл. Интегральные формы уравнения. Связь уравнения с диаграммой состояния $p - T$.
24. Реальные газы. Расчет частных процессов и их изображение на диаграммах состояния $p - v$, $T - s$, $i - s$.
25. Течение газов через конфузор. Предельная скорость течения. Учет трения.
26. Получение сверхзвуковых скоростей. Сопло Лавая.
27. Дросселирование. Дроссель-эффект.
28. Струйные аппараты. Принцип работы. Схема аппарата. Коэффициент инжекции. Изображение в $i - s$ координатах.
29. Цикл идеального компрессора одноступенчатого и многоступенчатого. Расчет мощности и отводимой теплоты. Изображение в $p - v$ и $T - s$ диаграммах.
30. Особенности реального компрессора и их учет.
31. Методы получения низких температур. Основные параметры характеризующие работу холодильной установки. Обратный цикл Карно.
32. Воздушная холодильная установка. Схема установки. Расчет основных характеристик. Изображение в $p - v$ и $T - s$ диаграммах.
33. Парокомпрессионная холодильная установка. Схема установки. Расчет основных характеристик. Изображение в $T - s$ и $p - i$ диаграммах.
34. Парокомпрессионная холодильная установка. Схема установки. Виды циклов и их изображение в $T - s$ диаграмме. Требования к хладагентам.
35. Парокомпрессионная холодильная установка. Схема установки. Изображение холодопроизводительности и затраченной работы в $p - i$ и $T - s$ диаграммах.
36. Абсорбционная холодильная установка. Схема установки. Принцип работы. Коэффициент использования теплоты.

37. Анализ процесса сжатия газа в компрессоре. Изотермическое и адиабатное сжатие. Приемы снижения энергозатрат при сжатии газов. Выбор числа ступеней компрессора.
38. Парокомпрессионная холодильная установка. Влияние температуры испарения и температуры конденсации на холодильный коэффициент.
39. Промышленное производство энергии. Цикл Ренкина. Схема установки. Расчет основных характеристик. Изображение в $T-s$ диаграмме. Влияние температуры испарения и температуры конденсации на к.п.д.
40. Циклы тепловых двигателей. Основные допущения, используемые при анализе циклов. Невозможность реализации цикла с высоким к.п.д. Циклы Отто и Дизеля. Их сравнение.
41. Цикл газовой турбины. Схема установки. К.п.д. цикла. Сравнение с циклами Отто и Дизеля.
42. Первичные источники энергии. Их характеристика. Основные энергоемкие процессы.
43. Вторичные энергоресурсы (ВЭР). Классификация. Повышение потенциала ВЭР. Примеры использования ВЭР (многокорпусное выпаривание, выпаривание с тепловым насосом.)

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

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Выполнение практической работы	5	20	В течение семестра
2.	Ответ на занятии	5	20	В течение семестра
Всего			40	-
Блок бонусов				
3.	Посещение занятий	6	10	В течение семестра
Всего			10	-
Дополнительный блок**				
4.	Зачет	1	50	-
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Нарушение сроков сдачи самостоятельных работ	5

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

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

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины (модуля) 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. Бердышев, В. Ф. , Шатохин К. С. Методы теплотехнических исследований : Лаб. практикум / Бердышев В. Ф. , Шатохин К. С. - Москва : МИСиС, 2010. - 44 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/Misis_034.html (ЭБС «Консультант студента»)
2. Беляев, В. С. Методики расчетов теплотехнических характеристик энергоэкономичных зданий / Беляев В. С. - Москва : Издательство АСВ, 2016. - 272 с. - ISBN 978-5-93093-960-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939606.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Драпалюк, Н. А. Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений : учебно-методическое пособие / Н. А. Драпалюк, Д. А. Драпалюк, А. В. Исакова. - Москва : Инфра-Инженерия, 2023. - 96 с. - ISBN 978-5-9729-1527-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972915279.html> (ЭБС «Консультант студента»)
4. Беляев, В. С. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ТЕПЛОЗАЩИТА ЗДАНИЙ / Беляев В. С. , Граник Ю. Г. , Матросов Ю. А. - Москва : Издательство АСВ, 2016. - 400 с. - ISBN 978-5-93093-838-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938388.html> (ЭБС «Консультант студента»)
5. Кудинов, В. А. Теплотехника : учебное пособие / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - Москва : Абрис, 2012. - 423 с. - ISBN 978-5-4372-0044-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200445.html> (ЭБС «Консультант студента»)

8.2. Дополнительная литература

1. Ляшков, В. И. Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие / В. И. Ляшков. - Москва : Абрис, 2012. - 167 с. - ISBN 978-5-4372-0050-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200506.html> (ЭБС «Консультант студента»)

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. **Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента».** Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения занятий по дисциплине необходима аудитория, оборудованная учебной мебелью, мультимедийной техникой с возможностью презентации обучающих материалов, средствами наглядного представления учебных материалов; программное обеспечение; зал самостоятельной работы, оборудованный компьютерами, имеющими доступ к сети Интернет.

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).