Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 19.09.2025 09:41:13
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
27 февраля 2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Нагнетатели тепловые двигатели»

Направление подготовки
08.03.01 Строительство

Профиль
Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Декан., к.т.н. _____/ ___К. И. Лушин _____ /

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское и подземное строительство», к.т.н., доцент _____ / _____И.С. Пуляев____ /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 9
4.2 Основная литература 9
4.3 Дополнительная литература 9
4.4 Электронные образовательные ресурсы 9
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 10
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 10
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 11
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 12
7. Фонд оценочных средств 12
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 12
7.3 Оценочные средства 13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» относятся:

– изучение тепловых двигателей и нагнетателей, применяемых в промышленности;

– овладение современными методами технологических расчетов и выбором энергетического оборудования для промышленных установок с различным целевым направлением;

– расширение кругозора, проявление самостоятельности при выполнении расчетов и технико-экономического обоснования принятых технических решений.

К основным задачам освоения дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» относятся:

– приобретение студентами знаний о типах и конструкциях основных нагнетателей и тепловых двигателей, применяемых в промышленных установках;

– изучение технических характеристик тепловых двигателей и нагнетателей, а также методы выбора их для энергетических установок;

– освоение способов регулирования производительности тепловых двигателей и нагнетателей;

– приобретение навыков использования методических нормативных материалов, технических и технологических документаций, современных информационных средств и технологий.

Обучение по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен выполнять работы по проектированию объектов профессиональной деятельности (ОПД)	ИПК-1.1. Выбирает исходные данные для проектирования ОПД ИПК-1.2. Выбирает нормативно-технические и нормативно-методические документы, определяющие требования для проектирования ОПД ИПК-1.3. Выбирает аналоги и типовые технические (технологические) решения отдельных элементов и узлов ОПД и их адаптация в соответствии с техническим заданием ИПК-1.4. Выбирает компоновочные решения ОПД ИПК-1.5. Выбирает оборудование и арматуры ОПД ИПК-1.6. Готовит и оформляет графическую часть проектной и рабочей документации ОПД
ПК-2. Способен выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения	ИПК-2.3. Расчет аэродинамических параметров системы вентиляции воздуха ИПК-2.6. Готовит текстовую часть проектной документации ОПД
ПК-3. Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту ОПД	ИПК-3.1. Выбор нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих работу по эксплуатации, ремонту ОПД ИПК-3.2. Оценка соответствия ОПД требованиям санитарной, пожарной и экологической безопасности ИПК-3.5. Установление возможных причин отказов и аварийных ситуаций на ОПД ИПК-3.6. Выбор способов проведения работ по ликвидации аварийных ситуаций, аварийному

	обслуживанию ОПД
ПК-4. Способность организовывать работы по монтажу и наладке элементов и оборудования ОПД	ИПК-4.1. Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов по строительству, монтажу и наладке ОПД ИПК-4.3. Контроль качества строительно-монтажных работ ОПД ИПК-4.4. Контроль качества пусконаладочных работ и испытаний ОПД ИПК-4.7. Контроль выполнения требований охраны труда при проведении строительно-монтажных и пусконаладочных работ, работ по ремонту ОПД

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла (Б.1.2) основной образовательной программы бакалавриата.

«Нагнетатели и тепловые двигатели» взаимосвязаны логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:
«Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика»,
«Механика жидкости и газа»,
«Основы теплогазоснабжения и вентиляции»,
«Нагнетатели и тепловые двигатели»,
«Строительная теплофизика и микроклимат зданий»,
«Устройство и эксплуатация промышленных зданий»,
«Производственная практика (технологическая)»,
«Производственная практика (преддипломная)».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетных единицы (**144** часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
			4
1	**Аудиторные занятия**	72	72
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия		
2	**Самостоятельная работа**	72	72
	В том числе:		
2.1	Самостоятельное изучение	72	72
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Экзамен	Экзамен
	Итого	144	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Назначение и содержание курса.**	**16**	4	4			8
2	**Раздел 2. Термодинамический анализ работы нагнетателей и тепловых машин.**	**16**	4	4			8
3	**Раздел 3. Газодинамический анализ процессов расширения нагнетательных и расширительных машин.**	**16**	4	4			8
4	**Раздел 4. Паровые турбины.**	**16**	4	4			8
5	**Раздел 5. Газовые турбины.**	**16**	4	4			8
6	**Раздел 6. Нагнетатели объемного действия.**	**16**	4	4			8
7	**Раздел 7. Нагнетатели кинетического действия.**	**16**	4	4			8
8	**Раздел 8. Детандеры.**	**16**	4	4			8
9	**Раздел 9. Двигатели внутреннего сгорания.**	**16**	4	4			8
	Итого	**144**	**36**	**36**			**72**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Назначение и содержание курса.

Назначение курса. Схемы и области применения нагнетателей и тепловых двигателей в системах энергоснабжения предприятий. История создания и развития. Основные понятия и определения. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей по принципу действия.

Раздел 2. Термодинамический анализ работы нагнетателей и тепловых машин.

Основные параметры, характеризующие нагнетательные и расширительные машины. Термодинамические процессы сжатия и расширения газов. Применение законов термодинамики к описанию процессов. Уравнение сохранения энергии для потока массы при сжатии и расширении. Идеальные и реальные процессы. Общая классификация тепловых потерь. Интерпретация процессов в диаграммах состояния. Определение работы и мощности, КПД расширительных и нагнетательных машин.

Раздел 3. Газодинамический анализ процессов расширения нагнетательных и расширительных машин.

Динамический нагнетатель. Кинематика процессов, треугольники скоростей в осевой и радиальной ступенях. Активный и реактивный принцип работы. Параметры ступени нагнетателя. Определение окружного и осевого усилий в нагнетательной и расширительной машинах. Газодинамические основы расчета турбомашин. Уравнение Эйлера. Анализ уравнения Эйлера применительно к осевой и радиальной ступеням.

Раздел 4. Паровые турбины.

Активная и реактивная турбинная ступень. Общие сведения. Анализ уравнения Эйлера

для турбинной ступени. Тепловой процесс в ступени паровой турбины. Расширение пара в сопловых и направляющих лопатках. Характер изменения параметров рабочего тела в проточной части турбинной ступени. Работа, мощность, расход пара турбинной ступени. Внутренние и внешние потери в проточной части турбинной ступени, их физическое толкование. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Методика теплового расчета турбинной ступени. Турбинная ступень скорости, ее назначение, схема устройства и принцип действия. Конструктивные особенности многоступенчатых активных и реактивных турбин. Влияние коэффициента возврата на КПД многоступенчатой турбины. Регулирование паровых турбин. Предварительный тепловой расчет многоступенчатых турбин. Классификация, и энергетические характеристики конденсационных и теплофикационных паровых турбин.

Раздел 5. Газовые турбины.

Реальные циклы газотурбинных установок. Стандартные параметры пара. Парораспределение. Классификация, типы, принципиальные схемы, энергетическиехарактеристики газотурбинных установок. Парогазовые установки. Особенности конструкциигазовых турбин. Применение ГТУ в промышленности и энергетике.

Раздел 6. Нагнетатели объемного действия.

Классификация нагнетателей объемного действия, особенности их работы и область применения. Ротационные и поршневые нагнетатели. Работа сжатия в идеальном и реальном поршневом компрессоре. Удельная и полная работа, мощность поршневого компрессора. Мертвое пространство и его влияние на производительность поршневого компрессора. КПД компрессора. Способы регулирования производительности поршневых компрессоров. Методика определения основных размеров поршневых компрессоров, подбор привода.

Раздел 7. Нагнетатели кинетического действия.

Классификация нагнетателей кинетического действия. Теоретический напор центробежного нагнетателя. Зависимость напора от характерных размеров и частоты вращения колеса центробежного нагнетателя. Теоретические и действительные характеристики центробежных нагнетателей. Совместная работа нагнетателей. Параллельная и последовательная работа нагнетателей на общую сеть. Условия работы нагнетателя на сеть. Допустимая высота всасывания центробежного насоса. Кавитация. Типы насосов и вентиляторов, области их применения. Особенности конструкции центробежных и осевых насосов и вентиляторов. Работа компрессора на сеть. Устойчивая и неустойчивая работа нагнетателей. Помпаж. Влияние начальных условий и рода газа на характеристики компрессора. Центробежный и осевой компрессоры, преимущественные области их применения. Особенности конструкций многоступенчатых центробежных и осевых компрессоров. Методы расчета основных размеров турбокомпрессоров. Выбор компрессора и привода к нему. Струйные нагнетатели.

Раздел 8. Детандеры.

Детандеры. Типы и характеристики детандеров, особенности их конструкции и области применения.

Раздел 9. Двигатели внутреннего сгорания.

Классификация двигателей внутреннего сгорания. Схемы, устройство и основные показатели работы двигателей внутреннего сгорания. Двигатели Стерлинга. Экономические показатели работы двигателей внутреннего сгорания.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. «Назначение и содержание курса».

Практическое занятие 2. «Термодинамический анализ работы нагнетателей и тепловых машин».

Практическое занятие 3. «Газодинамический анализ процессов расширения нагнетательных и расширительных машин».

Практическое занятие 4. «Паровые турбины».

Практическое занятие 5. «Газовые турбины».

Практическое занятие 6. «Нагнетатели объемного действия». Практическое занятие 7. «Нагнетатели кинетического действия».

Практическое занятие 8. «Детандеры».

Практическое занятие 9. «Двигатели внутреннего сгорания».

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ Р 52744-2007. Насосы погружные и агрегаты насосные. Требования безопасности.
2. ГОСТ 31839-2012 (EN 809:1998). Насосы и агрегаты насосные для перекачки жидкостей. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 52615-2006 (EN 1012:1996). Компрессоры и вакуумные насосы. Общие требования безопасности.

4 ГОСТ Р 58644-2019 Компрессоры и компрессорно-конденсаторные агрегаты холодильные. Методы испытаний по определению основных характеристик.

5. ГОСТ Р 24278-2016. Установки турбинные паровые стационарные для привода электрических генераторов ТЭС. Общие технические требования.
6. ГОСТ Р 54403-2011. Установки газотурбинные для привода турбогенераторов. Общие технические условия.
7. ГОСТ 34365-2017. Турбины тепловые промышленного применения (паровые турбины, газовые турбины со ступенями давления). Общие требования.
8. ГОСТ 10150-2014. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Общие технические условия.
9. ГОСТ Р 54202-2010. Ресурсосбережение. Газообразные топлива. Наилучшие доступные технологии сжигания.
10. ГОСТ 33115-2014. Установки электрогенераторные с дизельными и газовыми двигателями внутреннего сгорания. Общие технические условия.

4.2 Основная литература

1. Цанев С.В. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учеб. пособие для вузов. /Буров В.Д., Ремизов А.Н.; под ред. С.В. Цанева М.: МЭИ, 2009 Гриф УМО.

4.3 Дополнительная литература

2. Теплоэнергетика и теплотехника: справ.: в 4 кн. Кн. 3: Тепловые и атомные электростанции/ М.С.Алхутов, А.Н.Безгрешнов, Р.Г.Богоявленский и др. / под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина М.: МЭИ, 2007.
3. Журнал «Главный энергетик», ИД "Панорама".

4.4 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР находится в разработке.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/

3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/

4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/

5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2224, АВ2218 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2224, АВ2218 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательного комплекса «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или

зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

– контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

– промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

– доклад по теме: «Нагнетатели и тепловые двигатели» (индивидуально для каждого

обучающегося);

– подготовка и выступление на семинарском занятии с докладом и обсуждением;

– тест, экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины – защита докладов, решение задач.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).
Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:
Форма промежуточной аттестации: экзамен.
Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется экзамен. Необходимым условием прохождения промежуточной аттестации является выполнение всех видов работ, предусмотренных данной рабочей программой.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения в форме экзамена представлена в следующих таблицах**:**

Оценка по экзамену

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены не все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, но не может применить их в ситуациях повышенной сложности.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при

	оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: разноуровневые задачи и задания; доклад, сообщение; устный опрос, собеседование; тест.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится 3-м семестре обучения в форме зачета.

Регламент проведения зачета и экзамена:

1. Зачет проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

Регламент проведения зачета и экзамена:

1. В билет включается (2-3) вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания
2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и лабораторных занятиях (прилагается).
3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.
4. Проведение аттестации (зачета и экзамена) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете «Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий».

Форма, предусмотренная учебным планом – зачет. Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все практические и лабораторные работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Перечень обязательных работ

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Самостоятельная \практическая работа.	Файл с выполненными лабораторными работами в формате программы nanoCad и представленный преподавателю на проверку. Файл на проверку может быть направлен по электронному адресу, указанному преподавателем.

Если не выполнены требования к оформлению текстовой частей практических работ или устава проекта, либо не предоставлен на проверку файл в формате программы Project Libre в указанный в задании срок или отправлен не по тому электронному адресу, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и семинарских занятиях (прилагается). Время на подготовку письменных ответов – до 40 мин, устное собеседование – до 10 минут.

7.3.3. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей по принципу действия.
2. Динамический нагнетатель. Кинематика процессов, треугольники скоростей в осевой и радиальной ступенях. Активный и реактивный принцип работы. Параметры ступени нагнетателя.
3. Определение окружного и осевого усилий в нагнетательной и расширительной машинах.
4. Газодинамические основы расчета турбомашин. Уравнение Эйлера. Анализ уравнения Эйлера применительно к осевой и радиальной ступеням.
5. Основные параметры, характеризующие нагнетательные и расширительные машины. Термодинамические процессы сжатия и расширения газов. Применение законов термодинамики к описанию процессов.
6. Уравнение сохранения энергии для потока массы при сжатии и расширении. Идеальные и реальные процессы. Интерпретация процессов в диаграммах состояния.
7. Определение работы и мощности, КПД расширительных и нагнетательных машин.
8. Тепловой процесс в ступени паровой турбины. Расширение пара в сопловых и направляющих лопатках.
9. Характер изменения параметров рабочего тела в проточной части турбинной ступени.
10. Работа, мощность, расход пара турбинной ступени.
11. Внутренние и внешние потери в проточной части турбинной ступени, их физическое толкование.
12. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Методика теплового расчета турбинной ступени.
13. Турбинная ступень скорости, ее назначение, схема устройства и принцип действия.
14. Конструктивные особенности многоступенчатых активных и реактивных турбин.
15. Влияние коэффициента возврата на КПД многоступенчатой турбины.
16. Регулирование паровых турбин.
17. Предварительный тепловой расчет многоступенчатых турбин.
18. Классификация, и энергетические характеристики конденсационных и теплофикационных паровых турбин.
19. Реальные циклы газотурбинных установок. Стандартные параметры пара. Парораспределение.
20. Классификация, типы, принципиальные схемы, энергетические характеристики газотурбинных установок.
21. Парогазовые установки.
22. Особенности конструкции газовых турбин. Применение ГТУ в промышленности и энергетике.
23. Классификация нагнетателей объемного действия, особенности их работы и область применения.
24. Ротационные и поршневые нагнетатели.
25. Работа сжатия в идеальном и реальном поршневом компрессоре. Удельная и полная

работа, мощность поршневого компрессора.
26. Мертвое пространство и его влияние на производительность поршневого компрессора.
27. КПД компрессора. Способы регулирования производительности поршневых компрессоров.
28. Методика определения основных размеров поршневых компрессоров, подбор привода.
29. Классификация нагнетателей кинетического действия.
30. Теоретический напор центробежного нагнетателя. Зависимость напора от характерных размеров и частоты вращения колеса центробежного нагнетателя.
31. Теоретические и действительные характеристики центробежных нагнетателей.
32. Совместная работа нагнетателей. Параллельная и последовательная работа нагнетателей на общую сеть. Условия работы нагнетателя на сеть.
33. Допустимая высота всасывания центробежного насоса.
34. Кавитация.
35. Типы насосов и вентиляторов, области их применения.
36. Особенности конструкции центробежных и осевых насосов и вентиляторов.
37. Работа компрессора на сеть. Устойчивая и неустойчивая работа нагнетателей. Помпаж.
38. Влияние начальных условий и рода газа на характеристики компрессора.
39. Центробежный и осевой компрессоры, преимущественные области их применения.
40. Особенности конструкций многоступенчатых центробежных и осевых компрессоров.
41. Методы расчета основных размеров турбокомпрессоров. Выбор компрессора и привода к нему.
42. Струйные нагнетатели.
43. Детандеры. Типы и характеристики детандеров, особенности их конструкции и области применения.
44. Классификация двигателей внутреннего сгорания. Схемы, устройство и основные показатели работы двигателей внутреннего сгорания.
45. Двигатели Стерлинга.
46. Эрозия деталей паровых турбин; защитные мероприятия.
47. Турбины с двумя регулируемыми отборами пара.
48. Турбины с двумя отопительными отборами пара.
49. Встроенные пучки в конденсаторах теплофикационных турбин.
50. Диаграммы режимов турбин с двумя отопительными отборами пара.