

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института
арктических технологий
Федорова О.А.



подпись

2021 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина Б1.В.03 «Нагнетатели и тепловые двигатели»
код и наименование дисциплины

Направление подготовки/специальность 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
код и наименование направления подготовки /специальности
(уровень бакалавриата)

Направленность/специализация «Энергообеспечение предприятий»
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

Квалификация выпускника бакалавр
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик кафедра Строительства, энергетики и транспорта
наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск
2021

Лист согласования

1 Разработчик(и)

Старший преподаватель	Кафедра СЭиТ		Куренков В.В.	
Часть 1 должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.	
Часть 2	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.
Часть 3	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

кафедра Строительства, энергетики и транспорта 21.06.21
наименование кафедры дата

протокол № 4

 Челтыбашев А.А.
подпись Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика

3. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки /специальности.

Заведующий выпускающей кафедры СЭиТ
наименование кафедры

21.06.21  Челтыбашев А.А.
дата подпись Ф.И.О.

Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели», входящей в состав ОПОП по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленности (профилю) Энергообеспечение предприятий, 2020 года начала подготовки.

Таблица 1 Изменения и дополнения

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Дополнения и изменения внесены « ____ » _____ _____ г

Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
Б1	Дисциплины (модули)	
Б1.В	Часть, формируемая участниками образовательного процесса	
Б1.В.03	Нагнетатели и тепловые двигатели	<p>Цель дисциплины: формирование профессиональных знаний о теоретических основах, принципов действия, методов расчета и конструирования, характерных режимов и технико-экономических показателей работы компрессоров, насосов, вентиляторов, паровых и газовых турбин, двигателей внутреннего сгорания, используемых в энергетическом хозяйстве промышленных предприятий.</p> <p>Задачи дисциплины:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формирование систематизированных знаний о процессах, протекающих в нагнетателях и тепловых двигателях. - Изучение методик расчета для определения их основные геометрических размеров и эксплуатационных характеристик. - Участие в разработке схем размещения нагнетателей и тепловых двигателей в соответствии с технологией производства. - Изучение и выбор экономичных и надежных режимов эксплуатации работы нагнетателей и тепловых двигателей. <p>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – конструктивное оформление нагнетателей и тепловых двигателей; – методы их расчета и конструирования; – характерные режимы и технико-экономические показатели их работы; – системы защиты и автоматического регулирования; – схемы и оборудование компрессорных, насосных, вентиляционных, паро- и газотурбинных установок. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – оценивать и анализировать процессы преобразования энергии, протекающие в рассматриваемом тепломеханическом оборудовании; – рассчитывать основные характеристики машин с учетом изменяющихся условий эксплуатации, типоразмеров, природы рабочего тела;

Коды циклов дисциплин, модулей	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
		<ul style="list-style-type: none"> – определять основные геометрические размеры машин по заданным условиям; – выбирать и рассчитывать наиболее экономичные, надежные и безопасные режимы работы и регулирования; – обеспечивать правильную эксплуатацию машин. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методиками проведения термодинамических и гидравлических расчетов нагнетателей и тепловых двигателей с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации и применением средств и систем автоматизации выполнения; – методиками проведения экспериментов на нагнетателях и тепловых двигателях различного типа с привлечением соответствующего математического аппарата. <p style="text-align: center;"><u>Содержание разделов дисциплины:</u></p> <p style="text-align: center;">Тема 1. Введение</p> <p>Значение дисциплины в формировании инженера-промтеплоэнергетика. Отечественные и зарубежные достижения в исследовании и создании нагнетателей и тепловых двигателей. Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Перспективы их разработки, производства и применения в народном хозяйстве исходя из задач ускорения научно-технического прогресса в промышленности и энергетике.</p> <p>Классификация нагнетателей и тепловых двигателей, основные понятия и определения. Общность теоретических положений при комплексном изучении нагнетателей и тепловых двигателей. Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения. Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя и теплового двигателя.</p> <p style="text-align: center;">Тема 2 Гидрогазодинамические и термодинамические основы работы нагнетателей.</p> <p>Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров. Предельная степень повышения давления в ступени, распределение давления между ступенями.</p> <p>Рабочие параметры машин, подающих жидкости и газы. Основные положения теории течения сжимаемой и несжимаемой сред в нагнетателях.</p>

Коды циклов дисциплин, модулей	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
		<p>Отличия компрессорного процесса от процессов в насосах и вентиляторах. Термодинамика компрессорного процесса. Коэффициенты полезного действия компрессоров. Охлаждение и ступенчатое сжатие в компрессорах, количество ступеней, промежуточное давление. Общая классификация потерь в нагнетателях. Учет потерь и переход к действительной характеристике, понятие о рабочей зоне характеристики.</p> <p>Условия работы нагнетателя на сеть, устойчивая и не устойчивая работа нагнетателей, помпаж. Совместная работа нагнетателей. Параллельная и последовательная работа нагнетателей на общую сеть.</p> <p>Принцип работы и область применения нагнетателей кинетического действия. Понятие удельной работы, напора и давления.</p> <p>Тема 3. Центробежные насосы и вентиляторы.</p> <p>Классификация вентиляторов. Области применения, устройство и принцип действия. Способы изменения характеристики вентилятора. Основные допущения струйной теории центробежных нагнетателей. Треугольники скоростей, уравнение Эйлера. Теоретический и действительный напоры, развиваемые колесом. Влияние геометрии рабочих лопастей на создаваемый напор. Мощность и КПД. Многоступенчатые и многопоточные центробежные машины.</p> <p>Теоретические и действительные характеристики нагнетателей. Подобие центробежных машин, коэффициент быстроходности, формулы пропорциональности. Безразмерные и универсальные характеристики. Способы регулирования.</p> <p>Типы рабочих колес насосов различной быстроходности и формы характеристик. Определение основных размеров рабочего колеса, особенности конструкции насосов. Кавитация, допустимая высота всасывания. Меры по предотвращению и ослаблению кавитации. Выбор насосов по заданным рабочим параметрам, приводные двигатели. Устройство, автоматизация и эксплуатация насосных установок.</p> <p>Конструктивное выполнение вентиляторов. Шум в вентиляторах и способы борьбы с ним. Вентиляторные установки. Вопросы эксплуатации и техники безопасности.</p> <p>Тема 4. Осевые насосы и вентиляторы.</p> <p>Классификация насосов. Устройство и принцип действия, решетка профилей. Основные допущения и</p>

Коды циклов дисциплин, модулей	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
		<p>уравнения вихревой теории осевых турбомашин. Многоступенчатые осевые турбомашин. Теоретический и действительный напоры, потери энергии, КПД. Характеристики осевых насосов и вентиляторов, регулирование режимов работы. Определение основных размеров рабочего колеса. Сопоставление показателей и обоснование преимущественных зон применения центробежных и осевых компрессоров.</p> <p>Конструкции осевых насосов и вентиляторов, области рационального применения, основы эксплуатации и автоматизации. Особенности работы насосов в сети. Вопросы эксплуатации и техники безопасности.</p> <p>Тема 5. Поршневые, роторные и струйные насосы.</p> <p>Принцип действия и индикаторная диаграмма поршневого насоса. Подача, мощность и КПД. Способы уменьшения неравномерности всасывания и подачи. Теоретические и действительные характеристики, регулирование подачи. Допустимая высота всасывания. Определение основных размеров насосов, особенности конструкции и эксплуатации.</p> <p>Области применения роторных насосов (шестеренных, винтовых). Подача, потери энергии. Характеристики, основы эксплуатации. Отличительные особенности поршневых и роторных насосов.</p> <p>Устройство, принцип действия и области применения струйных насосов. Основные рабочие параметры, определение геометрических размеров. Вопросы эксплуатации и техники безопасности.</p> <p>Тема 6. Центробежные и осевые компрессоры.</p> <p>Области применения. Преобразование энергии в ступени центробежного и осевого компрессоров. Работа, КПД и степень реактивности. Расчет основных размеров ступени. Многоступенчатые турбокомпрессоры. Основные способы изменения характеристики компрессора. Пересчет характеристик турбокомпрессора при изменении частоты вращения, начальных условий всасывания, природы сжимаемой среды. Особенности регулирования. Схема защиты от помпажа.</p> <p>Конструкции турбокомпрессоров и их узлов. Особенности компрессоров для сжатия паров холодильных агентов, кислорода, агрессивных газов. Выбор турбокомпрессора и привода к нему. Технико-экономические показатели серийно выпускаемых</p>

Коды циклов дисциплин, модулей	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
		<p>компрессоров. Вопросы эксплуатации и техники безопасности.</p> <p>Тема 7. Поршневые и роторные компрессоры. Схемы поршневых компрессоров. Нормализованные базы. Принцип работы поршневого детандера.</p> <p>Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы поршневого компрессора. Мертвое пространство и его влияние на подачу, коэффициент подачи. Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера. Характеристики поршневых компрессоров и способы регулирования подачи. Предельная степень повышения давления в одном цилиндре компрессора. Многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением и его энергетические преимущества. Определение основных размеров поршневых компрессоров, конструктивное оформление. Экономичность работы компрессора.</p> <p>Роторные компрессоры (пластинчатые и винтовые). Подача, мощность, КПД, регулирование подачи. Конструкции роторных компрессоров.</p> <p>Схемы компрессорных установок, выбор привода и оборудования. Вопросы эксплуатации и техники безопасности.</p> <p>Тема 8 Теоретические основы работы турбинной ступени.</p> <p>Область применения различных типов тепловых двигателей. Классификация. Типы паровых турбин. Стандартные параметры пара. Схема устройства, принцип работы турбинной ступени. Активная и реактивная турбинная ступени. Сопловая и рабочая решетки. Особенности работы сопла с косым срезом. Преобразование энергии потока на лопатках активной и реактивной ступеней. Треугольники скоростей. Определение относительных и абсолютных скоростей потока в активной и реактивной ступенях. Силовое взаимодействие потока с обтекаемой им рабочей решеткой.</p> <p>Работа и мощность турбинной ступени. Типы потерь в проточной части турбины. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Относительный лопаточный КПД, его зависимость от отношения окружной скорости лопатки и скорости истечения рабочего тела из сопла. Относительный внутренний КПД ступени. Анализ потерь в характерных сечениях турбины. Работа турбинной ступени в переменном режиме. Понятие о диаграмме переменных режимов паровой турбины. Основы регулирования мощности</p>

Коды циклов дисциплин, модулей	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
		<p>паровых турбин.</p> <p>Парциальный подвод рабочего тела, степень парциальности. Потери энергии при парциальном подводе рабочего тела. Турбинная ступень скорости, ее назначение, схема устройства, принцип действия. Недостатки одноступенчатых турбин и переход к многоступенчатым.</p> <p>Тема 9 Многоступенчатые паровые турбины.</p> <p>Преимущества многоступенчатой конструкции. Изображение рабочего процесса многоступенчатой паровой турбины в $i-s$ диаграмме. Коэффициент возврата теплоты, его влияние на КПД. Характеристический коэффициент многоступенчатой турбины. Основы предварительного теплового расчета многоступенчатых турбин.</p> <p>Классификация, обозначения, типы, основные параметры отечественных конденсационных и теплофикационных турбин в соответствии с ГОСТ 3618-78. Конструкции многоступенчатых конденсационных турбин. Конструкции турбин с противодавлением. Турбины для комбинированной выработки.</p> <p>Тема 10 Переменный режим работы, авторегулирование и защита паровых турбин.</p> <p>Переменный режим работы сопловой решетки. Работа проточной части турбины при расходах и параметрах пара, отличных от номинальных. Зависимость расходов пара от мощности турбины. Связь расходов рабочего тела с давлением по отсекам турбины. Формула Флюгеля.</p> <p>Парораспределение: дроссельное, сопловое, обводное, скользящим давлением.</p> <p>Регулируемые и нерегулируемые отборы пара, пределы и методы регулирования.</p> <p>Схемы авторегулирования конденсационных и теплофикационных паровых турбин. Масляная система, ее назначение, основные схемы и элементы.</p> <p>Защита паровых турбин от разгона, осевого сдвига ротора, повышения давления в конденсаторе, снижения давления в системах смазки и регулирования.</p> <p>Тема 11 Схемы, оборудование и вопросы эксплуатации паротурбинных установок.</p> <p>Принципиальные тепловые схемы современных паротурбинных установок. Термический, абсолютный, внутренний, эффективный и электрический КПД установки, пути их увеличения. Стандартные параметры пара. Энергетические показатели турбоустановок.</p>

Коды циклов дисциплин, модулей	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
		<p>Вспомогательное оборудование паротурбинных установок: конденсаторы, эжекторы, регенеративные подогреватели, деаэраторы, циркуляционные, питательные и конденсатные насосы.</p> <p>Пуск и остановка турбины, наблюдение за ее работой. Причины неполадок в работе турбины. Основные мероприятия, предупреждающие аварии. Вопросы техники безопасности при эксплуатации турбоустановок.</p> <p>Тема 12 Газовые турбины и газотурбинные установки</p> <p>Газодинамические основы расчета турбомашин. Принцип работы и схемы газотурбинных установок (ГТУ). Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных газотурбинных установок. Основные способы повышения экономичности и единичной мощности ГТУ. Влияние ступенчатого сжатия воздуха, ступенчатого подогрева газа и регенерации на внутренний КПД установки</p> <p>Тема 12 Двигатели внутреннего сгорания.</p> <p>Роль двигателей внутреннего сгорания (ДВС) в народном хозяйстве. Принцип работы, классификация и область применения двигателей внутреннего сгорания, двигателей Стерлинга. Схемы двигателей, основные показатели работы двигателей. Схема устройства и принцип действия четырех- и двухтактного ДВС, их сравнение. Индикаторные диаграммы. Среднее индикаторное давление. Индикаторная и эффективная мощность, КПД и удельный расход топлива. Тепловой баланс ДВС. Определение основных размеров цилиндра двигателя.</p> <p>Типы топлив, применяемых в ДВС. Физико-химические свойства и эксплуатационно-технические показатели газообразного и жидкого топлив. Топливоподающая система и смесеобразование в дизелях. Топливоприготовление в ДВС с внешним смесеобразованием. Принцип действия, карбюратора и газосмесителя. Система зажигания карбюраторных и газовых двигателей. Конструктивные особенности и основные элементы ДВС. Повышение мощности ДВС, системы наддува.</p> <p>Режимы работы ДВС, скоростные и нагрузочные характеристики. Утилизация теплоты выхлопных газов и охлаждающей воды. Основы эксплуатации ДВС. Мероприятия по охране труда.</p> <p>Реализуемые компетенции</p>

Коды циклов дисциплин, модулей	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
		ПК-1 Формы отчетности Очная форма обучения: 5 семестр – зачет, контрольная работа, 6 семестр – экзамен, курсовой проект. Заочная форма обучения: 3 курс – экзамен, курсовой проект.

Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 № 143 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата)», учебного плана в составе ОПОП по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленности (профилю) «Энергообеспечение предприятий», 2020 года начала подготовки.

2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» является формирование компетенций в соответствии с учебным планом для специальности 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Задачи изучения дисциплины:

- Формирование систематизированных знаний о процессах, протекающих в нагнетателях и тепловых двигателях.
- Изучение методик расчета для определения их основные геометрических размеров и эксплуатационных характеристик.
- Участие в разработке схем размещения нагнетателей и тепловых двигателей в соответствии с технологией производства.
- Изучение и выбор экономичных и надежных режимов эксплуатации работы нагнетателей и тепловых двигателей.

3. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата):

Таблица 2 – Результаты обучения

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Индикаторы сформированности компетенций
2	ПК-1. Способен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности (ОПД) в соответствии с технологией производства.	Компоненты компетенции реализуются полностью	ИПК-1.1 Участвует в разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства. ИПК-1.2 Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности.

4. Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

Таблица 3 - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 288 часов.

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения								
	Очная			Очно-заочная		Заочная			
	Семестр		Всего часов	Семестр		Всего часов	Семестр/Курс		Всего часов
	5	6					5/3	6/3	
Лекции	18	22	40			6	4	10	
Практические занятия	10	20	30			6	6	12	
Лабораторные занятия	8	10	18			-	-	-	
Самостоятельная работа	72	56	128			60	161	221	
Подготовка к промежуточной аттестации	-	36	36			-	9	9	
Всего часов по дисциплине	108	144	252			72	180	252	

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен	-	1	1				-	+	+
Зачет/зачет с оценкой	1/-	-	1/-				-	-	-
Курсовая работа (проект)	-	-/1	-/1				-	-/1	-/1
Количество расчетно-графических работ	-	-	-				-	-	-
Количество контрольных работ	1	-	1				-	-	-

Таблица 4 - Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
Тема 1. Введение	2	-	-	6					1	-	-	10
Тема 2 Гидрогазодинамические и термодинамические основы работы нагнетателей.	2	-	8	10					1	-	4	17
Тема 3. Центробежные насосы и вентиляторы.	4	4	-	8					-	-	-	10
Тема 4. Осевые насосы и вентиляторы.	2	-	-	4					-	-	-	10
Тема 5. Поршневые, роторные и струйные насосы.	2	4	2	4					-	-	-	10
Тема 6. Центробежные и осевые компрессоры.	2	-	-	4					-	-	-	10
Тема 7. Поршневые и роторные компрессоры.	2	-	-	4					1	-	-	10
Тема 8 Теоретические основы работы турбинной ступени.	6	2	2	4					2	-	2	16
Тема 9 Многоступенчатые паровые турбины.	4	-	4	3					1	-	2	14
Тема 10 Переменный режим работы, авторегулирование и защита паровых турбин.	2	-	-	3					-	-	-	8
Тема 11 Схемы, оборудование и вопросы эксплуатации паротурбинных установок.	2	4	-	2					-	-	-	8
Тема 12 Газовые турбины и газотурбинные установки	4	2	2	4					2	-	-	14
Тема 13 Двигатели внутреннего сгорания.	6	2	8	4					2	-	2	14
ИТОГО	40	18	30	128					10	-	12	221

Таблица 5 - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм контроля

Перечень компетенций	Виды занятий								Формы контроля
	Л	ЛР	ПР	КР/КП	р	к/р	РГР	СР	
ПК-1	+	+	+	-/+		+	-	+	Отчет по лабораторной работе, практической работе, Опрос на лекции Контрольная работа Тестирование Экзамен

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПЗ – практические занятия, КР/КП – курсовая работа (проект), р – реферат, к/р – контрольная работа, э - эссе, СРС – самостоятельная работа студентов

Таблица 6 - Перечень лабораторных работ

№ п\п	Темы лабораторных работ	Количество часов		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
1	2	3		5
1.	Испытание электроприводного поршневого насоса.	2		-
2.	Построение универсальной характеристики центробежного насоса.	2		-
3.	Исследование совместной работы центробежных насосов.	2		-
4.	Испытание роторного насоса.	2		
5.	Определение геометрических размеров сопловых и рабочих лопаток турбинной ступени.	2		-
6.	Изучение методов статической и динамической балансировки роторов ТК.	4		-
7.	Изучение конструкций турбокомпрессоров.	2		-
8.	Испытание дизеля на режимах нагрузочной характеристике.	2		-
	Итого:	18		-

Таблица 7 - Перечень практических работ

№ п\п	Темы практических работ	Количество часов		
		Очная	Очно-заочная	Заочная
1	2	3		5
1	Определение основных параметров нагнетателей динамического действия. Расчет высоты всасывания.	2		2
2	Пересчет характеристик центробежных нагнетателей при изменении частоты вращения, начальных условий всасывания.	2		2
3	Работа насосов на сеть. Расчет характеристик сети при последовательном и параллельном включении центробежных нагнетателей.	2		-
4	Определение основных размеров и параметров поршневого компрессора с дифференциальным поршнем.	2		-
5	Построение треугольников скоростей на лопатках турбины.	2		-
6	Изучение конструкций паровых турбин.	4		2
7	Алгоритм теплового расчета турбинной ступени	4		2
8	Изучение конструкций газотурбинных установок.	2		-
9	Расчет циклов ДВС	2		-
10	Изучение деталей остова и кривошипно-шатунного механизма двигателя внутреннего сгорания	2		2
11	Изучение механизма газораспределения двигателя внутреннего сгорания.	2		-
12	Изучение систем двигателей внутреннего сгорания	2		-
	Итого:	30		12

5. Перечень примерных тем курсовой работы /проекта

Курсовой проект представляют собой тепловой расчет паровой осевой турбины согласно варианту, выполняемый в семестрах 6 (очной формы обучения), на 3 курсе (заочной формы обучения).

Варианты заданий для курсового проекта приведены в «Методические указания и задание на выполнение курсового проекта: «Тепловой расчет паровой осевой турбины» по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» для направления подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль подготовки: «Энергообеспечение предприятий».

6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

1. Куренков В.В. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль подготовки «Энергообеспечение предприятий».

2. Куренков В.В. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль подготовки «Энергообеспечение предприятий».

3. Куренков В.В. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль подготовки «Энергообеспечение предприятий».

4. Куренков В.В. Методические указания к выполнению курсового проекта «Тепловой расчет паровой осевой турбины» по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль подготовки «Энергообеспечение предприятий».

7. Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя:

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

8. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимый для освоения дисциплины

Основная литература

1. Гримитлин, А. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий : учеб. пособие / А. М. Гримитлин, О. П. Иванов, В. А. Пухкал. - Санкт-Петербург : АВОК Северо-Запад, 2006. - 203 с. - (Серия "Учебная библиотека АВОК Северо-Запад"). - ISBN 5-902146-09-0 : 170-00.38.76 - Г 84 (количество экземпляров - 18).

2. Щегляев, А. В. Паровые турбины: теория теплового процесса и конструкции турбин : учебник для вузов / А. В. Щегляев. - Изд. 5-е, доп. - Москва : Энергия, 1976. - 356, [1] с. : ил., чертежи. - 2-39.31.363 - Щ 33 (количество экземпляров - 21).

3. Паровые и газовые турбины для электростанций: учебник для вузов / А. Г. Костюк [и др.]; под ред. А. Г. Костюка. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва : Изд. дом МЭИ, 2008. - 556 с. : ил. - Библиогр.: с. 555-556. - ISBN 978-5-383-00268-1 : 1156-91. 31.363 - П 18 (количество экземпляров - 30).

Дополнительная литература

1. Черкасский В. М. Насосы. Вентиляторы. Компрессоры : учебник для теплоэнергет. специальностей вузов / В. М. Черкасский. - Москва : Энергия, 1977. - 421, [1] с. - Библиогр.: с. 416-417. - 1-30. 39.459 - Ч-48 (количество экземпляров - 6).

2. Шляхин, П. Н. Паровые и газовые турбины : учебник / П. Н. Шляхин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Энергия, 1974. - 224 с. - 1-75.31.363 - Ш 70 (количество экземпляров - 6).

4. Паровые турбины: Курсовое проектирование : учеб. пособие для вузов / М. М. Зуб. - Киев : Вища шк., 1974. - 88 с. : табл. - 0-25. 31.363 - 3-91, (количество экземпляров - 45).
Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей : учебник для вузов / [С. И. Ефимов и др.] ; под общ. ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1985. - 455, [1] с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - 2-00.39.455.5 - Д 23 (количество экземпляров - 2).

5. Двигатели внутреннего сгорания : Теория поршневых и комбинированных двигателей : учебник для вузов / [Д. Н. Вырубов и др.] ; под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1983. - 374, [1] с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - 1-70.39.455.5 - Д 23 (количество экземпляров - 3).

9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронный каталог библиотеки МГТУ <http://lib.mstu.edu.ru/MegaPro/Web/>

10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN лицензия № 44335756 от 29.07.2008(договор №32/379 от 14.07.08г.)

2. Офисный пакет Microsoft Office 207 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/285 от 27.07.10г)

3. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0, 2009г (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009)

4. Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite (комплексная защита) договор №7236 от 03.11.2017г.

5. Autodesk AutoCAD Architecture бесплатные образовательные лицензии, сетевые версии), участие в академической программе Autodesk (договор б/н т 21 февраля 2013г.).

6. АИБС «МегаПро» лицензия 43-2014 от 23.06.14 (договор №5314 от 06.06.14), модуль «Квалификационные работы» лицензия 117-2015 от 25.12.2015 (договор №13115 от 01.12.15).

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 8 - Материально-техническое обеспечение

№ п./п.	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	128 В Лаборатория теплотехники и гидравлики. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации. г. Мурманск, ул. Кирова, д.2	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации в аудитории: – моноблок Lenovo IdeaCentre AIO 3 27IMB05- 1 шт.; – телевизор TFT, 75” Samsung UE75TU7100UX - 1 шт; Посадочных мест - 24

	(корпус «В»)	
2.	138 В Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2 (корпус «В»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации в аудитории: – проектор TOSHIBA TLP-XD2000-1 шт.; – экран Projecta Slim 180X180- 1 шт.; – ультрабук ASUS Процессор Intel Core i5-3317U -1 шт.; – ноутбук Asus F3Re Athlon MK-36 (2.0) 15.4" - 1 шт.; – ноутбук Asus X553MA 15.6" -1 шт.; – ноутбук Asus X55U-SX025H- 1 шт.; – ноутбук Lenovo G50-30- 1 шт.; Посадочных мест – 24
2.	201С Специальное помещение для самостоятельной работы г. Мурманск, ул. Советская, д. 10 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения: – доска аудиторная – 1 шт. – персональные компьютеры (Intel(R) Core(TM) 2 DUO CPU E7200 2,53 ГГц, 1 Гб ОЗУ) – 7 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. Посадочных мест – 19
4.	413/1 В Помещение для самостоятельной работы, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций обучающихся Института арктических технологий г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2 (корпус «В»)	Укомплектовано специализированной мебелью, техническими средствами обучения, оснащено компьютерной: – проектор - 1 шт.; – экран– 1 шт.; – компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета: – персональные компьютеры – 8 шт.; – учебные столы - 5 шт. Посадочных мест – 9.
5.	227В Специальное помещение для самостоятельной работы - зал электронных и информационных ресурсов г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2 (корпус «В»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета: компьютером AquariusElitEF 300 (3 шт.), компьютером AquariusStdDS 180 (2 шт.), компьютером Vist 100MtP233 (1 шт.), компьютером DEPONeos 230 (3 шт.), компьютером AquariusElitSF 300 (5 шт.), компьютером FormozaASUSP8H61-M/ PentiumG-860 (1 шт.), компьютером «Март» базовый 1 (2 шт.), монитором AOC A22+ (2 шт.), монитором AsusMM17/TG-B 17 дюймов (1 шт.), монитором Belinea 1730S1 17 дюймов (9 шт.), монитором NECTNTFT 19 дюймов (1 шт.), монитором SamsungTFT 943N 19 дюймов (1 шт.), монитором Samsung 500S (1 шт.), монитором SamsungS19 19 дюймов (1 шт.), монитором Viewsonic 21.5 (1 шт.) Посадочных мест – 6
6.	123В	Укомплектовано специализированной мебелью и

	<p>Лаборатория СВМ и систем</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации</p> <p>г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2 (корпус «В»)</p>	<p>техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> - столы – 16 шт.; - переносное проекционное оборудование: мультимедиа проектор Epson EB-X12 HDMI – 1 шт., ноутбук ASUS F80 Lseries – 1 шт.; - стенд для испытания эл. поршневого насоса – 1 шт.; - стенд для испытания центробежных насосов – 1 шт.; - стенд для испытания водоструйного инжектора – 1 шт.; - стенд для испытания роторных насосов – 1 шт.; - разрезные стенды для изучения конструкции – 34 шт. <p>Посадочных мест – 32</p>
7.	<p>121 В. Кабинет судовых ДВС</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации и итоговой аттестации</p> <p>г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2 (корпус «В»)</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> - столы – 16 шт.; - переносное проекционное оборудование: мультимедиа проектор Epson EB-X12 HDMI – 1 шт., ноутбук ASUS F80 Lseries – 1 шт.; - разрезы ДВС – 4шт.; - плакаты, стенды с деталями двигателей и топливной аппаратуры. <p>Посадочных мест – 32</p>
8.	<p>130В</p> <p>Лаборатория судовых двигателей внутреннего сгорания</p> <p>Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, текущего контроля</p> <p>г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2 (корпус «В»)</p>	<p>Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> - тренажеры для регулировки рабочих параметров и процессов - двигатели внутреннего сгорания: 6 ЧН 12/14 (с наддувом) – 1 шт., 3NVD 24 – 1 шт. - насосы 5 шт., вентиляторы – 4 шт; воздушные компрессора - 3 шт.
9.	<p>130В</p> <p>Лаборатория судовых турбомашин</p> <p>Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, текущего контроля</p> <p>г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2 (корпус «В»)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - разрез ГТД – 1 шт.; - установка для выполнения статической балансировки роторов – 1 шт.; - установка для выполнения динамической балансировки роторов – 1 шт.; - турбокомпрессор для выполнения операций по разборке и сборке устройства – 1 шт. - разрезы турбокомпрессоров – 4 шт.;

Таблица 9 - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – зачет 5 семестр ОФО) Дисциплина: Б1.В.03 «Нагнетатели и тепловые двигатели»

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1	Посещение лекций (9 лекции)	14	18	В течение семестра
	Нет посещений – 0 баллов, (2 лекций) 25 % - 3 балла; (5 лекций) 50% - 5 баллов; (7 лекций) 75% - 14 баллов; (9 лекций) 100 % - 18 баллов			
2	Выполнение и защита лабораторных работ (4 лаб.)	16	28	По расписанию
	Выполнение и защита одной л/р в срок – 7 балла, не в срок – 4 балла (выполнение фиксируется преподавателем)			
3	Выполнение и защита практических работ (5 пр.)	20	35	По расписанию
	Выполнение и защита одной п/р – 7 баллов, не в срок – 4 балла (выполнение фиксируется преподавателем)			
5	Контрольная работа (1)	10	19	10,14-ая неделя
	Одна к/р – от 10 до 19 баллов. Отлично – 19 баллов, хорошо – 15 баллов, удовлетворительно – 10 баллов			
ИТОГО за работу в семестре		60	100	Последняя неделя семестра
Если обучающийся не набрал минимальное зачетное количество баллов, то он не допускается к промежуточной аттестации (экзамену). В этом случае, ему предоставляется возможность повысить рейтинг до минимального зачетного путем ликвидации задолженностей по отдельным точкам текущего контроля.				
Промежуточная аттестация «зачет»				
ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ		60	100	
<p>1. Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с зачетом, то он считается аттестованным.</p> <p>2. Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с дифференцированным зачетом, то он считается аттестованным с оценкой согласно шкале баллов для определения итоговой оценки:</p> <p>91 - 100 баллов - оценка «5», 81-90 баллов - оценка «4», 60- 80 баллов - оценка «3».</p> <p>Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетку обучающегося</p>				

Таблица 10 - Технологическая карта дисциплины с экзаменом. Дисциплина: «Нагнетатели и тепловые двигатели» (6 семестр)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1	Посещение лекций (11 лекций)	10	15	В течение семестра
	Нет посещений – 0 баллов, (3 лекций) 25 % - 3 баллов; (6 лекций) 50% - 7 балла; (8 лекций) 75% - 10 балла; (11 лекций) 100 % - 15 балла			
2	Выполнение и защита лабораторных работ (5 лаб.)	20	25	По расписанию
	Выполнение и защита одной л/р в срок – 5 балла, не в срок – 4 балла (выполнение фиксируется преподавателем)			
3	Выполнение и защита практических работ (10 пр.)	30	40	По расписанию
	Выполнение и защита одной п/р – 4 баллов, не в срок – 3 балла (выполнение фиксируется преподавателем)			
ИТОГО за работу в семестре		60	80	Последняя неделя семестра
Если обучающийся не набрал минимальное зачетное количество баллов, то он не допускается к промежуточной аттестации (экзамену). В этом случае, ему предоставляется возможность повысить рейтинг до минимального зачетного путем ликвидации задолженностей по отдельным точкам текущего контроля.				
Промежуточная аттестация				
Экзамен		10	20	Сессия
Оценка «5» - 20 баллов, Оценка «4» - 15 баллов,				

	Оценка «3» - 10 баллов			
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	70	100	
	Итоговая оценка определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итого за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен) Шкала баллов для определения итоговой оценки: 91 - 100 баллов - оценка «5», 81 - 90 баллов - оценка «4», 70 - 80 баллов - оценка «3», 69 и менее баллов - оценка «2» Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетку обучающегося			

Таблица 11 - Технологическая карта промежуточной аттестации (промежуточная аттестация курсовой проект)

№	Критерии оценивания	Зачетное количество баллов		График прохождения
		min	max	
Выполнение курсового проекта				
1.	Степень полноты обзора состояния вопроса и корректность постановки задачи	6	10	
2.	Уровень и корректность использования в работе методов исследований, математического моделирования, расчетов	8	10	
3.	Степень комплексности работы, применение в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин	8	10	
4.	Применение современного математического и программного обеспечения, компьютерных технологий	6	10	
5.	Качество оформления (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям стандартов)	8	10	
6.	Объем и качество выполнения графического материала, его соответствие тексту	8	10	
7.	Обоснованность и доказательность выводов работы	8	10	
8.	Своевременная сдача на проверку курсовой работы/проекта	8	10	
	ИТОГО	min - 60	max - 80	
Промежуточная аттестация				
	Защита курсовой работы/проекта	min – 10	max - 20	
	Отлично - 20 баллов Хорошо - 15 баллов Удовлетворительно - 10 баллов			
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ЗА КУРСОВУЮ РАБОТУ/ПРОЕКТ	min - 70	max - 100	
	Итоговая оценка определяется по итоговым баллам за курсовую работу (проект) и складывается из баллов, набранных за качество выполнения курсовой работы (проекта) и ее (его) защиты Шкала баллов для определения итоговой оценки: 91 - 100 баллов - оценка «5» 81-90 баллов - оценка «4» 70- 80 баллов - оценка «3» 69 и менее баллов - оценка «2» Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетную книжку обучающегося			