Автономная некоммерческая организация высшего образования

"Современный технический университет"

УТВЕРЖДАЮ
Ректор
_____А.Г. Ширяев
_____ 2023 г.

Турбины ТЭС и АЭС

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Энергетики и сервиса**

Учебный план 13.03.01_очка 2023.plx
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **8 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 288
в том числе:
аудиторные занятия 114
самостоятельная работа 138
часов на контроль 14

Виды контроля в семестрах:
экзамены 6
зачеты 5
курсовые проекты 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**5 (3.1)**		**6 (3.2)**		Итого	
Недель	16 4/6		19 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	16	16	48	48
Практические	32	32	34	34	66	66
Курсовое проектирование			20	20	20	20
Консультации			2	2	2	2
В том числе инт.	4	4	4	4	8	8
В том числе в форме практ.подготовки	16	16	10	10	26	26
Итого ауд.	64	64	50	50	114	114
Контактная работа	64	64	52	52	116	116
Сам. работа	76	76	62	62	138	138
Часы на контроль	4	4	10	10	14	14
Итого	144	144	144	144	288	288

Программу составил(и):
к.т.н., доц., Паршков А.В.

Рабочая программа дисциплины
Турбины ТЭС и АЭС

разработана в соответствии с ФГОС ВО:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
утвержденного учёным советом вуза от 29.08.2023 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Энергетики и сервиса

Протокол от 29.08.2023г. № 8
Срок действия программы: 2023-2028 уч.г.
Зав. кафедрой к.т.н., доц. Лопатин Е.И.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	формирование знаний и умений в области теории и практики турбинных двигателей, используемых на тепловых и атомных электрических станциях, и устойчивой мотивации к самообразованию.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Гидрогазодинамика
2.1.2	Тепломассообмен
2.1.3	Электротехника и электроника
2.1.4	Материаловедение и технология конструкционных материалов
2.1.5	Прикладная механика
2.2	**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Производственная практика: эксплуатационная практика
2.2.2	Тепловые и атомные электростанции

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ОПК-3 : Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
Индикатор достижения компетенции
ОПК-3.1: Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа
ОПК-3.2: Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установков и систем
ОПК-3.3: Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем
ОПК-3.5: Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей
ОПК-3.6: Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы
ОПК-3.7: Применяет знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	основные законы движения жидкости и газа ОПК-3.1
3.1.2	основы гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установков и систем ОПК-3.2
3.1.3	основы термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей ОПК-3.5
3.1.4	основные законы и способы переноса теплоты и массы ОПК-3.6
3.2	**Уметь:**
3.2.1	использовать знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем ОПК-3.3
3.2.2	применять знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках ОПК-3.7

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1.						

1.1	Тема 1 Энергетические машины и принципы их действия и экономические показатели Принцип действия турбомашины. Классификация энергетических машин - тепловых турбомашин: паровая и газовая турбина, компрессор, вентилятор, насос. Преимущества турбомашин. Применение турбомашин в энергетике и других отраслях промышленности. Турбинные установки ТЭС и АЭС. Краткая история развития турбомашин. Современное состояние. Конструкции типовой паровой и газовой турбин. Паротурбинная установка и ее экономичность. Пути повышения КПД. Газотурбинная установка и ее экономичность. Пути повышения КПД. Маневренность ГТУ. Парогазовые установки. /Лек/	5	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.2	Тема 1 Энергетические машины и принципы их действия и экономические показатели Принцип действия турбомашины. Классификация энергетических машин - тепловых турбомашин: паровая и газовая турбина, компрессор, вентилятор, насос. Преимущества турбомашин. Применение турбомашин в энергетике и других отраслях промышленности. Турбинные установки ТЭС и АЭС. Краткая история развития турбомашин. Современное состояние. Конструкции типовой паровой и газовой турбин. Паротурбинная установка и ее экономичность. Пути повышения КПД. Газотурбинная установка и ее экономичность. Пути повышения КПД. Маневренность ГТУ. Парогазовые установки. /Пр/	5	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	2	
1.3	Тема 1 Энергетические машины и принципы их действия и экономические показатели Принцип действия турбомашины. Классификация энергетических машин - тепловых турбомашин: паровая и газовая турбина, компрессор, вентилятор, насос. Преимущества турбомашин. Применение турбомашин в энергетике и других отраслях промышленности. Турбинные установки ТЭС и АЭС. Краткая история развития турбомашин. Современное состояние. Конструкции типовой паровой и газовой турбин. Паротурбинная установка и ее экономичность. Пути повышения КПД. Газотурбинная установка и ее экономичность. Пути повышения КПД. Маневренность ГТУ. Парогазовые установки. /Ср/	5	20		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

1.4	Тема 2 Ступени турбины, типы, характеристики и методы расчета Схема ступени турбины и компрессора. Абсолютное и относительное движение, треугольники скоростей, изменение параметров, решетки профилей. Ступень турбомашины. Постановка задач в теории турбомашин. Понятие элементарной ступени. Приложение уравнений МЖГ к турбомашинам. Закон сохранения массы. Уравнение расхода в относительном и абсолютном движении. Закон сохранения количества движения. Определение сил, действующих на профиль. Уравнения для работы, крутящего момента, мощности ступени турбомашины. Работа одного килограмма рабочего тела. Закон сохранения энергии для ступени турбомашины. Тепловой процесс в ступени турбины: изображение в hs-диаграмме, степень реактивности, расчет треугольников скоростей, потери в решетках, лопаточный КПД. Условия достижения максимального КПД ступени турбины. Баланс потерь. Дополнительные потери в ступени турбины: потери на трение диска и бандажа, потери от парциального подвода, утечек и двухфазности рабочего тела. Отно /Лек/	5	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.5	Тема 2 Ступени турбины, типы, характеристики и методы расчета Схема ступени турбины и компрессора. Абсолютное и относительное движение, треугольники скоростей, изменение параметров, решетки профилей. Ступень турбомашины. Постановка задач в теории турбомашин. Понятие элементарной ступени. Приложение уравнений МЖГ к турбомашинам. Закон сохранения массы. Уравнение расхода в относительном и абсолютном движении. Закон сохранения количества движения. Определение сил, действующих на профиль. Уравнения для работы, крутящего момента, мощности ступени турбомашины. Работа одного килограмма рабочего тела. Закон сохранения энергии для ступени турбомашины. Тепловой процесс в ступени турбины: изображение в hs-диаграмме, степень реактивности, расчет треугольников скоростей, потери в решетках, лопаточный КПД. Условия достижения максимального КПД ступени турбины. Баланс потерь. Дополнительные потери в ступени турбины: потери на трение диска и бандажа, потери от парциального подвода, утечек и двухфазности рабочего тела. Отно /Пр/	5	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	2	

1.6	Тема 2 Ступени турбины, типы, характеристики и методы расчета Схема ступени турбины и компрессора. Абсолютное и относительное движение, треугольники скоростей, изменение параметров, решетки профилей. Ступень турбомашины. Постановка задач в теории турбомашин. Понятие элементарной ступени. Приложение уравнений МЖГ к турбомашинам. Закон сохранения массы. Уравнение расхода в относительном и абсолютном движении. Закон сохранения количества движения. Определение сил, действующих на профиль. Уравнения для работы, крутящего момента, мощности ступени турбомашины. Работа одного килограмма рабочего тела. Закон сохранения энергии для ступени турбомашины. Тепловой процесс в ступени турбины: изображение в hs-диаграмме, степень реактивности, расчет треугольников скоростей, потери в решетках, лопаточный КПД. Условия достижения максимального КПД ступени турбины. Баланс потерь. Дополнительные потери в ступени турбины: потери на трение диска и бандажа, потери от парциального подвода, утечек и двухфазности рабочего тела. Отно /Ср/	5	16		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.7	Тема 3 Многоступенчатые турбины Преимущества многоступенчатых турбин. "Возврат" тепла в турбине. Соотношение КПД ступени и многоступенчатой турбины. Процесс в hs-диаграмме, определение числа ступеней, предельные характеристики однопоточных турбомашин. Осевые усилия в многоступенчатых турбинах и способы их уравновешивания. Потери энергии в клапанах, утечки в концевых уплотнениях, во входных, выходных патрубках, в перепускных каналах и ресиверах. Механические потери. /Лек/	5	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.8	Тема 3 Многоступенчатые турбины Преимущества многоступенчатых турбин. "Возврат" тепла в турбине. Соотношение КПД ступени и многоступенчатой турбины. Процесс в hs-диаграмме, определение числа ступеней, предельные характеристики однопоточных турбомашин. Осевые усилия в многоступенчатых турбинах и способы их уравновешивания. Потери энергии в клапанах, утечки в концевых уплотнениях, во входных, выходных патрубках, в перепускных каналах и ресиверах. Механические потери. /Пр/	5	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

1.9	Тема 3 Многоступенчатые турбины Преимущества многоступенчатых турбин. "Возврат" тепла в турбине. Соотношение КПД ступени и многоступенчатой турбины. Процесс в hs-диаграмме, определение числа ступеней, предельные характеристики однопоточных турбомашин. Осевые усилия в многоступенчатых турбинах и способы их уравновешивания. Потери энергии в клапанах, утечки в концевых уплотнениях, во входных, выходных патрубках, в перепускных каналах и ресиверах. Механические потери. /Ср/	5	20		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.10	Тема 4 Конструкции турбин и их основных элементов Обзор конструкций многоступенчатых паровых и газовых турбин. Конструктивные проблемы создания турбин большой мощности и обеспечения их надежности. Системный подход к проектированию турбин. Экономические аспекты. /Лек/	5	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.11	Тема 4 Конструкции турбин и их основных элементов Обзор конструкций многоступенчатых паровых и газовых турбин. Конструктивные проблемы создания турбин большой мощности и обеспечения их надежности. Системный подход к проектированию турбин. Экономические аспекты. /Пр/	5	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.12	Тема 4 Конструкции турбин и их основных элементов Обзор конструкций многоступенчатых паровых и газовых турбин. Конструктивные проблемы создания турбин большой мощности и обеспечения их надежности. Системный подход к проектированию турбин. Экономические аспекты. /Ср/	5	20		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.13	/Зачёт/	5	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1	0	

1.14	Тема 5 Работа ступени и турбины при переменном режиме Понятие расчетного режима. Его характеристика. Нерасчетные режимы. Характеристики нерасчетных режимов. Примеры фактической работы турбоагрегатов на электростанциях. Влияние нерасчетных режимов на надежность и экономичность. Основные задачи перед конструктором в связи с нерасчетными режимами работы. Треугольники скоростей при расчетных и нерасчетных режимах ста-ционарных и транспортных турбин. Влияние теплоперепада ступени, числа Рейнольдса, отношения скоростей u/сф на экономичность ступени. Влияние u/сф на реактивность ступени. Переменный режим решеток с суживающимися соплами. Сетка расходов суживающегося сопла. Расширение в косом срезе сопла. Определение угла отклонения в косом срезе. Переменный режим решеток с расширяющимися каналами. Расчет ступеней при изменении расхода пара через турбину. Итерационный расчет переменного режима от конечного состояния пара при выходе из турбины. Распределение давлений, теплоперепадов и других параметров по ступе /Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

1.15	Тема 5 Работа ступени и турбины при переменном режиме Понятие расчетного режима. Его характеристика. Нерасчетные режимы. Характеристики нерасчетных режимов. Примеры фактической работы турбоагрегатов на электростанциях. Влияние нерасчетных режимов на надежность и экономичность. Основные задачи перед конструктором в связи с нерасчетными режимами работы. Треугольники скоростей при расчетных и нерасчетных режимах ста-ционарных и транспортных турбин. Влияние теплоперепада ступени, числа Рейнольдса, отношения скоростей u/сф на экономичность ступени. Влияние u/сф на реактивность ступени. Переменный режим решеток с суживающимися соплами. Сетка расходов суживающегося сопла. Расширение в косом срезе сопла. Определение угла отклонения в косом срезе. Переменный режим решеток с расширяющимися каналами. Расчет ступеней при изменении расхода пара через турбину. Итерационный расчет переменного режима от конечного состояния пара при выходе из турбины. Распределение давлений, теплоперепадов и других параметров по ступе /Пр/	6	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	4	

1.16	Тема 5 Работа ступени и турбины при переменном режиме Понятие расчетного режима. Его характеристика. Нерасчетные режимы. Характеристики нерасчетных режимов. Примеры фактической работы турбоагрегатов на электростанциях. Влияние нерасчетных режимов на надежность и экономичность. Основные задачи перед конструктором в связи с нерасчетными режимами работы. Треугольники скоростей при расчетных и нерасчетных режимах ста-ционарных и транспортных турбин. Влияние теплоперепада ступени, числа Рейнольдса, отношения скоростей u/сф на экономичность ступени. Влияние u/сф на реактивность ступени. Переменный режим решеток с суживающимися соплами. Сетка расходов суживающегося сопла. Расширение в косом срезе сопла. Определение угла отклонения в косом срезе. Переменный режим решеток с расширяющимися каналами. Расчет ступеней при изменении расхода пара через турбину. Итерационный расчет переменного режима от конечного состояния пара при выходе из турбины. Распределение давлений, теплоперепадов и других параметров по ступе /Ср/	6	12		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.17	Тема 6 Способы пароораспределения и изменения мощности турбины Дроссельное пароораспределение. Пример исполнения. Сопловое пароораспределение. Варианты выполнения. Примеры. Поперечные нагрузки, действующие на ротор при сопловом пароораспределении. Обводное пароораспределение. Изменение расхода пара в турбину методом скользящего давления. Примеры выполнения. Выбор системы пароораспределения. Влияние изменения параметров (отклонений начального, промежуточного и конечного давлений и температур) на мощность, экономичность и надежность турбины. /Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

1.18	Тема 6 Способы парораспределения и изменения мощности турбины Дроссельное парораспределение. Пример исполнения. Сопловое парораспределение. Варианты выполнения. Примеры. Поперечные нагрузки, действующие на ротор при сопловом парораспределении. Обводное парораспределение. Изменение расхода пара в турбину методом скользящего давления. Примеры выполнения. Выбор системы парораспределения. Влияние изменения параметров (отклонений начального, промежуточного и конечного давлений и температур) на мощность, экономичность и надежность турбины. /Пр/	6	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.19	Тема 6 Способы парораспределения и изменения мощности турбины Дроссельное парораспределение. Пример исполнения. Сопловое парораспределение. Варианты выполнения. Примеры. Поперечные нагрузки, действующие на ротор при сопловом парораспределении. Обводное парораспределение. Изменение расхода пара в турбину методом скользящего давления. Примеры выполнения. Выбор системы парораспределения. Влияние изменения параметров (отклонений начального, промежуточного и конечного давлений и температур) на мощность, экономичность и надежность турбины. /Ср/	6	18		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.20	Тема 7 Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии Турбины с противодавлением. Турбины с промежуточным регулируемым отбором пара. Турбины с противодавлением и регулируемым отбором пара. Турбины с двумя регулируемыми отборами пара. Турбины с двумя отопительными отборами пара. Использование встроенных пучков в конденсаторах теплофикацион-ных турбин. Диаграммы режимов турбин: - с противодавлением; - с одним регулируемым отбором; - с двумярегулируемыми отборами; - с двумя отопительными отборами. /Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

1.21	Тема 8 Газотурбинные и парогазовые установки Конструктивные схемы энергетических ГТУ. Основные элементы ГТУ и их конструкции. Одноступенчатые и многоступенчатые газотурбинные установки. особенности рабочих процессов в элементах ГТУ. Высокотемпературные газовые турбины и способы охлаждения их элементов. Осевые компрессоры ГТУ, элементы конструкции, режимы работы. Камера сгорания – основные характеристики, особенности сжигания топлива, конструктивные схемы. Переменные режимы работы ГТУ. Пути повышения экономичности ГТУ. Газотурбинная установка – основной элемент тепловой схемы парогазовых установок. /Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.22	Тема 9 Материалы для турбин и расчет на прочность и вибрацию основных элементов Условия работы основных элементов и требования к материалам. Материалы для основных элементов. Расчет рабочих лопаток на растяжение и изгиб. Критерии прочности. Запасы прочности. Расчет диафрагм. Режимы работы установок и запасы прочности. Колебания лопаток. Возмущающие силы. Вибрационная диаграммы. Критерии вибрационной надежности. Методы отстройки от резонансов. Динамические напряжения в лопатках; Температурные напряжения. Эрозия, коррозия лопаток. Вибрация роторов и подшипников. Причины вибрации. Силы действующие на ротор, опоры и корпусные элементы. Расцентровки опор и роторов. Критерии надежности. Основные задачи в вибрации роторов. Собственные частоты роторов и валопроводов. Низкочастотная вибрация. Запасы устойчивости. Субгармонические колебания. Критические частоты и амплитудно-частотные характеристики. Вибрация роторов и подшипников в эксплуатации. Нормы ПТЭ и Госты на вибрацию. /Пр/	6	18		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.23	Тема 10 Термические напряжения в корпусах, роторах и пароподводящих трубопроводах Причины температурных напряжений и их определение; Малоцикловая усталость. Коробление и деформация статорных элементов; Изменение зазоров при тепловых расширениях, система организации тепловых расширений. Маневренность турбины. /Ср/	6	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

1.24	Тема 11 Конденсационная установка Схема и основные элементы конденсаторов. Распределение параметров в конденсаторе. Сопротивление по паровому и водяному трактам. Переохлаждение конденсата. Причины и последствия. Воздушная и водяная плотности конденсатора. Деаэрация в конденсаторе. Тепловой расчет конденсатора. Формула Бермана. Характеристики конденсатора при переменном режиме работы. Проблемы обеспечения надежности элементов конденсатора. /Ср/	6	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.25	Тема 12 Регулирование, маслоснабжение и защита турбин Задачи регулирования, маслоснабжения и защиты. Принципиальные схемы регулирования турбин различного типа. Статические характеристики регулирования. Система защиты турбоагрегата. Система маслоснабжения. /Ср/	6	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.26	Тема 13 Пуски и остановы паровых турбин. Критерии надежного пуска Особенности пусков из разного теплового состояния. Автоматизация управления турбиной и турбоустановкой. Расчетное задание включает в себя тепловой расчет турбомашины с построением треугольников скоростей, подбором профилей сопловой и рабочей решеток в ступенях и определением потерь энергии в них. Оцениваются дополнительные потери в ступеней и определяется мощность и КПД. /Ср/	6	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.27	Выполнение КП /Курс пр/	6	20		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.28	Консультация и защита КП /Консульт./	6	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	
1.29	/Экзамен/	6	10		Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1	0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Вопросы к промежуточной аттестации

1. Термодинамические свойства воды и насыщенного пара. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
2. Термодинамические свойства влажного и перегретого пара. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
3. Цикл Ренкина. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
4. КПД конденсационной установки. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
5. Цикл и КПД турбоустановки с противодавлением. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
6. Истечение пара из сопел. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7

7. Турбинные решетки. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
8. Реактивность ступеней. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
9. Относительный лопаточный КПД ступени. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
10. Относительный внутренний КПД ступени. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
11. Ступени с частичным подвозом тепла и ступени с большой верности. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
12. Парораспределение турбины. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
13. Уравновешивание осевых усилий в турбине. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
14. Материалы деталей турбины. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
15. Конструкция опорных подшипников. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
16. Опорно-упорные подшипники. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
17. Смазка подшипников турбоагрегатов. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
18. Принцип действия систем автоматического регулирования турбин. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
19. Статическая характеристика регулирования. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
20. Гидродинамическая система регулирования. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
21. Регулятор частоты вращения, золотники и сервомотор. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
22. Регулирующие, стопорные, обратное клапана и их привод. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
23. Автоматическая система защиты турбины. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
24. Защита турбины от осевого сдвига. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
25. Конденсат турбины. Конструкция и принцип его работы. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
26. Эжектор. Конструкция и принцип работы. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
27. Назначение и конструкция сетевых подогревателей. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
28. Система циркуляции сетевой воды на ТЭЦ. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
29. Схема конденсато - питательного тракта блочной ТЭЦ. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
30. Схема конденсато- питательного тракта ТЭЦ с поперечными связями. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
31. ПНД, деаэраторы. Конструкция и принцип работы. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
32. Конструкция ПВД. Схема защиты ПВД от переполнения. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
33. Особенности турбин с одним и с двумя регулируемыми отборами. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
34. Классификация режимов работы турбин. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
35. Работа турбин при переменном пропуске пара. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
36. Диаграммы режимов турбоагрегата. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
37. Работа турбины при отклонении начальных параметров пара от номинальных. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
38. Работа турбины при переменной тепловой нагрузке. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
39. Работа турбины по электрическому графику. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
40. Обслуживание систем защиты и регулирования. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
41. Наблюдение за работающей турбиной. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
42. Отложения в турбинах и борьба с ними. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
43. Пусковая схема неблочных ПТУ. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
44. Пусковая схема энергоблока. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
45. Пуск неблочной ПТУ из холодного и горячего состояний. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
46. Пуск энергоблока из холодного и горячего состояний. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
47. Маневренность турбин. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
48. Вибрация турбоагрегата, небаланс ротора. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7
49. Низкочастотная, высокочастотная вибрация турбоагрегата. ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.3, ОПК-3.7

5.2. Текущий контроль и контроль СРС

Тепловой расчёт паровой турбины
Тепловой расчёт газовой турбины
Расчет цилиндра конденсационной турбины
Расчет цилиндра высокого давления
Примечание:
внутри группы студентов задания по расчету турбины выбирать различной мощности

5.3. Критерии выставления оценки студенту

«зачтено» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач
«незачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценка «5»«отлично» ставится за самостоятельно написанную работу по теме; умение излагать материал последовательно и грамотно, делать необходимые обобщения и выводы; проявлено умение применять методы и средства познания для интеллектуального развития, повышения культурного уровня, профессиональной компетентности и навык философского мышления для выработки системного, целостного взгляда на проблемы общества.
Оценка «4» (хорошо) ставится, если: работа удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание работы; допущены один – два недочета при освещении основного содержания темы, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя. В работе может быть недостаточно полно развернута аргументация.
Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после замечаний преподавателя; при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если: не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких замечаний преподавателя; нарушена логика в изложении материала, нет необходимых обобщений и выводов; недостаточно сформированы навыки письменной речи; работа является плагиатом других работ более чем на 90%.

5.4. Форма промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачета, экзамена.
Контроль за усвоением теоретических знаний и практических навыков (текущий контроль) осуществляется преподавателями при проверке умения анализировать научные теории, аргументировано отстаивать свою точку зрения; в ходе решения практических заданий, ситуационных задач, при защите докладов на практических занятиях, дебатов, проверке самостоятельной работы студента.
Фонд оценочных средств разработан и утвержден протоколом заседания кафедры.

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1		ЭЭЭ Паровые турбины ТЭС и АЭС: Комплекс программных средств для подготовки инженеров-энергетиков и переподготовки работников энергетических предприятий (энциклопедия тепломеханических и физико-химических технологий в энергетике, видеосюжеты по ТБ и системе нарядов-заданий энергопредприятия, сервисное обслуживание и ремонт тепломеханического оборудования, обучающий курс и тренажер по тепловым сетям, свойства теплоносителей и рабочих тел энергетики) - сетевая лицензия на 20 компьютеров.Договор № 702 от 23.07.2007г. Лицензия №23495D1A	М.:МЭИ, 2012
Л1.2		ЭЭЭ Ситуационные тренажеры по ликвидации нарушений ВХР ТЭЦ с барабанными котлами и турбинами типа Т и ПТ: Комплекс программных средств для подготовки инженеров-энергетиков и переподготовки работников энергетических предприятий (энциклопедия тепломеханических и физико-химических технологий в энергетике, видеосюжеты по ТБ и системе нарядов-заданий энергопредприятия, сервисное обслуживание и ремонт тепломеханического оборудования, обучающий курс и тренажер по тепловым сетям, свойства теплоносителей и рабочих тел энергетики) - сетевая лицензия на 20 компьютеров.Договор № 702 от 23.07.2007г. Лицензия №23495D1A	М.:МЭИ, 2012

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1		ЭЭЭ Тренажер "Противоаварийные тренировки по ВХР на паротурбинной установке с турбиной ПТ-60/90-130": Комплекс программных средств для подготовки инженеров-энергетиков и переподготовки работников энергетических предприятий (энциклопедия тепломеханических и физико-химических технологий в энергетике, видеосюжеты по ТБ и системе нарядов-заданий энергопредприятия, сервисное обслуживание и ремонт тепломеханического оборудования, обучающий курс и тренажер по тепловым сетям, свойства теплоносителей и рабочих тел энергетики) - сетевая лицензия на 20 компьютеров.Договор № 702 от 23.07.2007г. Лицензия №23495D1A	М.:МЭИ, 2012
Л2.2		ЭЭЭ Нефтяные масла для паровых турбин: Комплекс программных средств для подготовки инженеров-энергетиков и переподготовки работников энергетических предприятий (энциклопедия тепломеханических и физико-химических технологий в энергетике, видеосюжеты по ТБ и системе нарядов-заданий энергопредприятия, сервисное обслуживание и ремонт тепломеханического оборудования, обучающий курс и тренажер по тепловым сетям, свойства теплоносителей и рабочих тел энергетики) - сетевая лицензия на 20 компьютеров.Договор № 702 от 23.07.2007г. Лицензия №23495D1A	М.:МЭИ, 2012

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Липатов А.Е.	Методические указания по самостоятельной работе студентов и подготовке к семинарским занятиям [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://109.195.167.114/pub/mr/_samost_rab_stud.pdf	Совр. тех. универ-т. рязань, 2021

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	. www.http://biblioclub.ru/ - Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн"

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Windows XP, Home Edition OEM softwere
6.3.1.2	MS Office 2007. Н/лиц. 4667472 22.03.2010г.
6.3.1.3	Комплекс программных средств для подготовки инженеров-энергетиков и переподготовки работников энергетических предприятий (энциклопедия тепломеханических и физико-химических технологий в энергетике, видеосюжеты по ТБ и системе нарядов-заданий энергопредприятия, сервисное обслуживание и ремонт тепломеханического оборудования, обучающий курс и тренажер по тепловым сетям, свойства теплоносителей и рабочих тел энергетики) - сетевая лицензия на 20 компьютеров.Договор № 702 от 23.07.2007г. Лицензия №23495D1A
6.3.1.4	Свободно распространяемое ПО
6.3.1.5	1. Mathcad Express
6.3.1.6	2. Офисное приложение Libre Office;
6.3.1.7	3. Архиватор 7-zip;
6.3.1.8	4. Браузер изображений Fast Stone Image Viewer;
6.3.1.9	5. PDFридер Foxit Программа для работы с графикой XnView;
6.3.1.10	6. Звуковой редактор Audacity;
6.3.1.11	7. Reader;
6.3.1.12	8. Медиа проигрыватель VLCmediaplayer;
6.3.1.13	9. Браузер Google Chrom, FireFox;

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Справочная система "Гарант"
6.3.2.2	1. www.http://biblioclub.ru/ - Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн";
6.3.2.3	2. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека;
6.3.2.4	3. www.openedu.ru - «Национальная платформа открытого образования»;

6.3.2.5	4. https://uisrussia.msu.ru - Университетская информационная система «Россия».
6.3.2.6	
6.3.2.7	Профессиональные базы данных:
6.3.2.8	http://www.tehlit.ru/ ТехЛит библиотека
6.3.2.9	http://www.raasn.ru/index.php Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН)
6.3.2.10	https://www.iaea.org/ru/resursy/bazy-dannykh/informacionnaya-sistema-po-usovershenstvovannym-reaktoram-aris
6.3.2.11	Информационная система МАГАТЭ по усовершенствованным реакторам (АРИС)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд.119,Медиа-Аудитория, оборудованная мультимедийным оборудованием: компьютер Pentium-IV с DVD-RW, Проектор
7.2	390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд.215 Компьютерный класс. Состав: рабочее место: Pentium IV-2Гб – 12 шт. Принтер: МФУ HP 1020 Комплект периферийного мультимедийного оборудования. Подключение к скоростному Интернет. Компьютерные программы: Windows XP, MS Office 2007, AutoCad, Лира, Мономах и др.
7.3	390048, г. Рязань, ул. Новоселов, д. 35 "А", ауд.117,Помещение для самостоятельной работы обучающихся.Оборудование: рабочее место: Pentium IV-2Гб – 4 шт. Серверы – 2 шт; Принтеры-сканеры-копиры: МФУ HP 125 – 1шт; Canon -2520 (A3) – 1шт; Canon -2318 (A3) – 1шт; Сканер (A3) Mystec – 1 шт; Цветной принтер Canon J 1411; Комплект периферийного мультимедийного оборудования. Подключение к скоростному Интернету.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Комплексное изучение предлагаемой студентам учебной дисциплины предполагает овладение материалами лекций, учебника, творческую работу студентов в ходе проведения семинарских занятий, а также систематическое выполнение тестовых и иных заданий для самостоятельной работы студентов.
В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемой темы, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студента к семинарским занятиям.
Основной целью семинарских и практических занятий является контроль за степенью усвоения пройденного материала, ходом выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы занятия. Ряд вопросов дисциплины, заслушиваются на семинарских занятиях в форме подготовленных студентами сообщений (10-15 минут) с последующей их оценкой всеми студентами группы.
Практические занятия проводятся по материалам лекций, печатных изданий, электронных источников. Предусмотрено проведение индивидуальной работы (консультаций) со студентами в ходе изучении материала данной дисциплины.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ИНВАЛИДАМ И ЛИЦАМ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Специальные условия обучения и направления работы с инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья (далее - обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья) определены на основании:
- Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки России от 05.04.2017 № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»;
- методических рекомендаций по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утвержденных Минобрнауки России 08.04.2014 № АК-44/05вн).
Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья понимаются условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания вуза и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.
Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется университетом с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.
Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:
1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
- наличие альтернативной версии официального сайта института в сети «Интернет» для слабовидящих;
- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собакупроводника, к зданию института.
2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);
3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).
Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие обучающимся с ограниченными возможностями адаптироваться к учебному процессу.
В процессе ведения учебной дисциплины профессорско-преподавательскому составу рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ограниченными возможностями здоровья в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающихся, создании комфортного психологического климата в учебной группе.
Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и другое). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (зачете).