

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра Тепловых электрических станций

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Мирошников С.Ф.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ОД.7.Турбины тепловых и атомных электрических станций

на 288 часа(ов), 8 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Профиль – Тепловые электрические станции (для набора 2018)

Форма обучения очная, заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

подготовка студента к выполнению эксплуатационной, научно-исследовательской, монтажно-наладочной и организационно-управленческой деятельности в области паротурбинных и газотурбинных установок для ТЭС и АЭС

Задачи изучения дисциплины:

- исследование рабочих процессов в элементах энергетических машин при эксплуатации;
- разработка узлов и элементов энергетических машин и установок и их связь с эксплуатацией;
- расчет элементов энергетических машин, разработка вариантов решения и их анализ;
- использование информационных технологий при расчете и конструировании энергетических машин;
- использование компьютерных технологий моделирования и обработки результатов;
- осуществление технического контроля, испытаний и управления качеством в процессе производства и эксплуатации энергетических машин.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Для освоения дисциплины обучающийся должен иметь базовую подготовку по математике и физике в объеме программы общеобразовательной средней школы. При изучении дисциплины должна быть обеспечена ее преемственность и логическая связь с предшествующими теплоэнергетическими дисциплинами. Данный курс предполагает получение студентами необходимой теоретической и практической подготовки при изучении ими основных дисциплин специальности: «Техническая термодинамика», «Гидрогазодинамика». Предварительно для успешного освоения дисциплины в вузе обучающемуся необходимо: знать: термодинамические процессы и циклы; основные гидрогазодинамические зависимости. уметь: пользоваться термодинамическими таблицами и диаграммами состояния воды и водяного пара в i - s координатах. иметь опыт: решения типовых задач по гидрогазодинамике и тепло-массообмену. Предполагается также, что обучающиеся получили определенные практические знания в ходе своей работы на энергетических предприятиях региона. Дисциплина «Турбины тепловых и атомных электрических станций» входит в состав вариативной части блока 1 учебного плана направления подготовки и является ее обязательной дисциплиной. Дисциплина изучается: при очной форме обучения на 3 курсе в 5 и 6 учебном семестре; при заочной форме обучения на 4 курсе в 7 и 8 учебном семестре.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы), 288 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам		Всего часов
	5 семестр	6 семестр	
Общая трудоемкость			288
Аудиторные занятия, в т.ч.	72	54	126
лекционные (ЛК)	18	36	54

практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	54	18	72
лабораторные (ЛР)	0	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	54	90
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	Экзамен	72
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		КП	

Заочная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам		Всего часов
	7 семестр	8 семестр	
Общая трудоемкость			288
Аудиторные занятия, в т.ч.	10	18	28
лекционные (ЛК)	4	8	12
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	6	10	16
лабораторные (ЛР)	0	0	0
Самостоятельная работа студентов (СРС)	98	90	188
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	Экзамен	72
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		КП	

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ПК-1	Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией

ПК-2	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием
------	--

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

Результат обучения	
Знать	Пороговый: 1) современные технологии, применяемые на электростанциях для производства тепловой и электрической энергии; 2) основные пути повышения энергетической эффективности турбин на стадии их проектирования 1) типовые методики теплотехнических расчетов турбин; 2) общую методику расчета турбин; 3) нормы технологического проектирования турбин
	Стандартный: 1) современные и перспективные технологии производства тепловой и электрической энергии турбинами; 2) пути повышения энергетической эффективности турбин на стадии их проектирования 1) типовые методики теплотехнических расчетов турбин; 2) общую методику расчета принципиальных тепловых схем и особенности расчета для различных турбин; 3) нормы технологического проектирования турбин
	Эталонный: 1) современные и перспективные технологии для производства тепловой и электрической энергии турбинами; 2) современные и перспективные пути повышения энергетической эффективности турбин на стадии их проектирования 1) типовые методики теплотехнических расчетов турбин ТЭС и АЭС; 2) общую методику расчета принципиальных тепловых схем э турбин и особенности расчета отдельных регенеративных схем турбоустановок; 3) нормы технологического проектирования турбин
	Пороговый: 1) анализировать литературные источники; 2) представлять итоги анализа различных исходных данных в виде рефератов, сообщений; 1) проводить теплотехнические расчеты по типовым методикам; 2) пользоваться стандартными номограммами и диаграммами режимов турбин; 3) обосновывать принятые проектные решения; 4) выбирать серийное оборудование для проектируемых турбин ТЭС и АЭС

Уметь	Стандартный:) анализировать литературные источники, в т.ч. нормативные документы; 2) представлять итоги анализа различных исходных данных в виде рефератов, сообщений, докладов-презентаций 1) проводить теплотехнические расчеты по типовым методикам, не затрудняясь с решениями видоизмененных задач; 2) пользоваться стандартными номограммами и диаграммами режимов турбин, вводя поправки на отклонения параметров от стандартных значений; 3) последовательно и четко обосновывать принятые проектные решения; 4) выбирать серийное оборудование для проектируемых турбин ТЭС и АЭС
	Эталонный: 1) анализировать литературные источники, в т.ч. нормативные документы различных уровней; 2) представлять итоги анализа различных исходных данных в виде рефератов, сообщений, докладов-презентаций) проводить теплотехнические расчеты по типовым методикам, не затрудняясь с решениями новых задач; 2) пользоваться стандартными номограммами и диаграммами режимов турбин, умело вводя поправки на отклонения параметров от стандартных значений; 3) исчерпывающе и четко обосновывать принятые проектные решения; 4) выбирать серийное и нестандартное оборудование для проектируемых турбин ТЭС и АЭС
Владеть	Пороговый: 1) методами упрощенного сбора и анализа данных для проектирования турбин; 2) навыками использования справочной литературы и специальных нормативных документов 1) навыками использования справочной литературы и специальных нормативных документов в ходе проектирования; 2) общими принципами системного подхода к выбору структуры и параметров турбин; 3) методами компьютерного общего расчета тепловых схем
	Стандартный:) методами сбора и анализа данных для проектирования турбин; 2) навыками использования справочной литературы и специальных нормативных документов 1) навыками умелого использования справочной литературы и специальных нормативных документов в ходе проектирования; 2) принципами системного подхода к выбору структуры и параметров турбин; 3) методами компьютерного общего расчета тепловых схем и их отдельных узлов

	Эталонный: 1) методами сбора и углубленного анализа данных для проектирования турбин; 2) навыками использования справочной литературы и специальных нормативных документов 1) навыками умелого использования справочной литературы и специальных нормативных документов в ходе проектирования; 2) принципами системного подхода к выбору структуры и параметров турбин; 3) методами компьютерного углубленного расчета тепловых схем и их отдельных узлов
--	---

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Краткая история развития турбомашин. Современное состояние и перспективы развития.	7	3	-		4
	2	Типы турбин ТЭС и АЭС	8	3	-		5
2	3	Технико-экономические показатели турбин	17	3	10		4
	4	Методы повышения экономичности турбин	16	3	8		5
3	5	Основные уравнения для расчета ступеней турбин	17	3	10		4
	6	Особенности расчета многоступенчатой турбины	16	3	8		5
4	7	Особенности турбин АЭС.	14	-	10		4
	8	Турбины большой мощности и их надежность.	13	-	8		5
5	9	Работа ступени при переменном режиме	19	6	4		9
	10	Работа турбины при переменном режиме.	17	6	2		9
6	11	Системы парораспределения	19	6	4		9
	12	Влияние изменения параметров пара на мощность, экономичность и надежность турбины.	17	6	2		9
7	13	Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии	19	6	4		9

	14	Конденсационные устройства паровых турбин	17	6	2		9
Итого			216	54	72	0	90

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
				ЛК	ПЗ(СЗ)	ЛР	
1	1	Краткая история развития турбомашин. Современное состояние и перспективы развития.	5				5
	2	Типы турбин ТЭС и АЭС	5				5
2	3	Технико-экономические показатели турбин	21	1	1		19
	4	Методы повышения экономичности турбин	21	1	1		19
3	5	Основные уравнения для расчета ступеней турбин	27	1	1		25
	6	Особенности расчета многоступенчатой турбине	27	1	1		25
4	7	Особенности турбин АЭС.	10		1		9
	8	Турбины большой мощности и их надежность.	10		1		9
5	9	Работа ступени при переменном режиме.	28	2	1		25
	10	Работа турбины при переменном режиме.	28	2	1		25
6	11	Системы парораспределения	15	1	2		12
	12	Влияние изменения параметров пара на мощность, экономичность и надежность турбины.	15	1	2		12
7	13	Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии	11	1	2		8
	14	Конденсационные устройства паровых турбин	11	1	2		8
Итого			234	12	16	0	206

3.2. Лекционные занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
--------	---------------	-------------------------------

1	1	Предмет и задачи курса. Классификация энергетических турбомашин: паровая и газовая турбина, компрессор, вентилятор, насос. Применение турбомашин в энергетике и других отраслях промышленности. Турбинные установки ТЭС и АЭС. Краткая история развития турбомашин. Современное состояние и перспективы развития. Принцип действия турбины. Конструкция типовой паровой и газовой турбин, компрессора.
	2	Паротурбинная установка и ее экономичность. Пути повышения КПД. Газо-турбинная установка и ее экономичность. Пути повышения КПД. Маневренность ГТУ. Парогазовые установки. Основные уравнения для потока сжимаемой жидкости: уравнение состояния, уравнение неразрывности, уравнение количества движения, уравнение сохранения энергии.
2	3	Ступень турбины. Преобразование энергии в турбинной ступени. Усилия, действующие на рабочие лопатки. Мощность ступени. Удельная работа.
	4	Треугольники скоростей. Степень реактивности. Относительный лопаточный КПД ступени. Зависимость его от режимных факторов. Оптимальное отношение скоростей. Баланс потерь в ступени. Геометрические и газодинамические характеристики турбинных решеток. Потери энергии в турбинных решетках. Определение размеров решеток в турбинной ступени.. Внутренний относительный КПД ступени. Дополнительные потери. Ступени с длинными лопатками. Изменение параметров потока по радиусу ступени. Закрутка лопаток
3	5	Тепловой процесс в многоступенчатой турбине. Общие потери в турбине. Коэффициент возврата теплоты. Осевые усилия в многоступенчатой турбине и способы их уравновешивания.
	6	Эрозия деталей турбины. Особенности ступеней влажного пара турбин АЭС. Сепарация влаги в турбине. Тепловой расчет паровой турбины. Особенности расчета газовых турбин. Предельная мощность однопоточной турбины и выбор размеров последней ступени. Обзор конструкций многоступенчатых паровых и газовых турбин. Конструктивные проблемы создания турбин большой мощности и обеспечения их надежности.

5	9	Понятие расчетного режима. Нерасчетные режимы. Пример фактической работы турбоагрегатов на ТЭС и АЭС. Турбинные решетки при переменном режиме работы. Сетка расходов пара. Расширение в косом срезе сопла. Работа ступени при переменном режиме. Степень реактивности и КПД при изменении отношения скоростей в ступени.
	10	Работа турбины при переменном режиме. Распределение давлений и теплоперепадов по ступеням турбины при переменном пропуске рабочего тела и его параметров. Формулы Стодоль-Флюгеля. Работа последней ступени в группе. Работа турбин с дроссельным и сопловым парораспределением при переменном режиме работы. Обводное парораспределение. Выбор системы парораспределения. Регулирование мощности турбины способом скользящего давления.
6	11	Влияние изменения параметров пара на мощность, экономичность и надежность турбины. Влияние состояния проточной части (отложение солей, повреждения лопаточного аппарата) на мощность и экономичность турбины. Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.
	12	Диаграммы режимов турбин с регулируемыми отборами пара. Газотурбинные установки. Особенности конструкций и тепловых схем. Основные элементы ГТУ и их конструкции. Схемы и особенности парогазовых установок. Экономическая эффективность использования ПГУ.
	13	Условия работы узлов и деталей турбины в выборе материалов для них. Материалы для основных элементов. Критерии прочности. Запасы прочности. Корпус турбины. Прочность и деформация диафрагм. Расчет рабочих лопаток на прочность: растяжение лопатки центробежными силами, статический изгиб. Колебания лопаток. Возмущающие силы. Вибрационная диаграмма для рабочих лопаток и методы отстройки от резонансов. Вибрация валопроводов. Критическая частота вращения ротора. Низкочастотная вибрация роторов турбин. Подшипники

7	14	Причины температурных напряжений и их определение. Малоцикловая уста-лость. Изменение зазоров при тепловых расширениях, система организации тепловых расширений. Конденсационные устройства паровых турбин. Схема конденсационной уста-новки, конструкция конденсаторов. Тепловые процессы в конденсаторе. Паро-вое сопротивление конденсатора, переохлаждение конденсата. Тепловой расчет конденсатора. Основы эксплуатации конденсационных установок, в том числе при переменных режимах. Воздушная и водяная плотности конденсатора Регулирование турбин. Задачи регулирования турбины. Принципиальные схемы регулирования турбин различных типов. Статические характеристики регулирования. Система защиты турбоагрегата. Система маслоснабжения. Особенности пусков паровых турбин из разного теплового состояния. Автома-тизация управления турбиной и турбоустановкой.
---	----	--

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание лекционных занятий
2	4	Ступень турбины. Преобразование энергии в турбинной ступени. Усилия, дей-ствующие на рабочие лопатки. Мощность ступени. Удельная работа. Треуголь-ники скоростей. Степень реактивности. Относительный лопаточный КПД сту-пени. Зависимость его от режимных факторов. Оптимальное отношение скоро-стей. Баланс потерь в ступени. Геометрические и газодинамические характери-стики турбинных решеток. Потери энергии в турбинных решетках. Определе-ние размеров решеток в турбинной ступени. Внутренний относительный КПД ступени. Дополнительные потери. Ступени с длинными лопатками. Изменение параметров потока по радиусу ступени. Закрутка лопаток.
3	6	Тепловой процесс в многоступенчатой турбине. Общие потери в турбине. Ко-эффициент возврата теплоты. Осевые усилия в многоступенчатой турбине и способы их уравнивания. Эрозия деталей турбины. Особенности ступеней влажного пара турбин АЭС. Сепарация влаги в турбине. Тепловой расчет паровой турбины. Особенности расчета газовых турбин. Предельная мощность однопоточной турбины и выбор размеров последней ступени. Обзор конструкций многоступенчатых паровых и газовых турбин. Конструктивные проблемы создания турбин большой мощности и обеспечения их надежности.

5	9	Понятие расчетного режима. Нерасчетные режимы. Пример фактической рабо-ты турбоагрегатов на ТЭС и АЭС. Турбинные решетки при переменном режиме работы. Сетка расходов пара. Расширение в косом срезе сопла. Работа ступени при переменном режиме. Степень реактивности и КПД при изменении отношения скоростей в ступени.
	10	Работа турбины при переменном режиме. Распределение давлений и теплопе-репадов по ступеням турбины при переменном пропуске рабочего тела и его параметров. Формулы Стодолы-Флюгеля. Работа последней ступени в группе. Работа турбин с дроссельным и сопловым парораспределением при перемен-ном режиме работы. Обводное парораспределение. Выбор системы парорас-пределення. Регулирование мощности турбины способом скользящего давле-ния.
6	12	Влияние изменения параметров пара на мощность, экономичность и надеж-ность турбины. Влияние состояния проточной части (отложение солей, повре-ждения лопаточного аппарата) на мощность и экономичность турбины. Турби-ны для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии. Диа-граммы режимов турбин с регулируемыми отборами пара. Газотурбинные ус-тановки. Особенности конструкций и тепловых схем Основные элементы ГТУ и их конструкции. Схемы и особенности парогазовых установок. Экономиче-ская эффективность использования ПГУ.
7	14	Условия работы узлов и деталей турбины в выбор материалов для них. Мате-риалы для основных элементов. Критерии прочности. Запасы прочности. Кор-пус турбины. Прочность и деформация диафрагм. Расчет рабочих лопаток на прочность: растяжение лопатки центробежными силами, статический изгиб. Колебания лопаток. Возмущающие силы. Вибрационная диаграмма для рабо-чих лопаток и методы отстройки от резонансов. Вибрация валопроводов. Кри-тическая частота вращения ротора. Низкочастотная вибрация роторов турбин. Подшипники. Причины температурных напряжений и их определение. Мало-цикловая усталость. Изменение зазоров при тепловых расширениях, система организации тепловых расширений. Конденсационные устройства паровых турбин. Схема конденсационной установки, конструкция конденсаторов. Теп-ловые процессы в конденсаторе. Паровое сопротивление конденсатора, пере-охлаждение конденсата. Тепловой расчет конденсатора. Основы эксплуатации конденсационных установок, в том числе при переменных режимах. Воздуш-ная и водяная плотности конденсатора. Регулирование турбин. Задачи регули-рования турбины. Принципиальные схемы регулирования турбин различных типов. Статические характеристики регулирования. Система защиты турбоаг-регата. Система маслоснабжения. Особенности пусков паровых турбин из раз-ного теплового состояния. Автоматизация управления турбиной и турбоуста-новкой.

3.3. Практические (семинарские) занятия

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
2	3	Расчет показателей экономичности турбоустановки типа К-100. Расчет показателей экономичности турбоустановки типа К-500. Расчет показателей экономичности турбоустановки типа Т 100. Расчет показателей экономичности турбоустановки типа Т 250. Расчет показателей экономичности турбоустановки типа ПТ 60.
	4	Расчет характеристик и параметров потоков в каналах ступени турбомаши-ны. Расчет характеристик и параметров потоков в каналах ступени турбомаши-ны. Расчет характеристик и параметров потоков в каналах ступени турбомаши-ны. Расчет характеристик и параметров потоков в каналах ступени турбомаши-ны.
3	5	Расчет характеристик и параметров потоков в каналах двухвенечной ступе-ни турбомашины. Расчет относительного лопаточного КПД ступени. Расчет относительного лопаточного КПД двухвенечной ступени. Расчет характеристик турбинных решеток. Расчет размеров турбинной сту-пени. Расчет характеристик турбинных решеток, расчет размеров двухвенечной турбинной ступени.
	6	Расчет характеристик турбинных решеток Расчет характеристик турбинных решеток Расчет характеристик турбинных решеток Расчет характеристик турбинных решеток

4	7	Расчет и проектирование ступени с учетом изменения параметров потока по радиусу последней ступени турбины К-100 Расчет и проектирование ступени с учетом изменения параметров потока по радиусу последней ступени турбины К-1200 Расчет и проектирование ступени с учетом изменения параметров потока по радиусу последней ступени турбины Т-250 Расчет и проектирование ступени с учетом изменения параметров потока по радиусу последней ступени турбины Т-250 Расчет и проектирование ступени с учетом изменения параметров потока по радиусу последней ступени турбины Т-250
	8	Тепловой расчет многоступенчатой турбины К-100 Тепловой расчет многоступенчатой турбины К-1200 Тепловой расчет многоступенчатой турбины Т-250 Тепловой расчет многоступенчатой турбины Т-250
5	9	Расчет переменного режима работы решеток турбины типа Т-100. Переменный режим работы турбинных решеток турбины типа Т-250.
	10	Работа турбины ПТ-135 при переменном режиме.
6	11	Расчет турбин с дроссельным и сопловым парораспределением по параметрам турбины К-100. Расчет турбин с дроссельным и сопловым парораспределением по параметрам турбины К-500.
	12	Расчет влияния изменения параметров пара на характеристики турбоустановки К 100.
7	13	Расчет режимов работы турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии типа Т. Расчет режимов работы турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии типа ПТ.
	14	Расчет конденсационного устройства паровой турбины типа К-100

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание практических(семинарских) занятий
2	4	Изучение основных узлов деталей, конструкции, тепловой схемы и характеристик паровых и газовых турбин. Расчет показателей экономичности турбоустановки.
3	6	Расчет характеристик и параметров потоков в каналах ступеней турбома-шин. Расчет относительного лопаточного КПД ступени.
4	8	Расчет и проектирование ступени с учетом изменения параметров потока по радиусу. Тепловой расчет многоступенчатой турбины
5	10	Переменный режим работы турбинных решеток. Переменный режим работы турбинной ступени. Работа турбины при переменном режиме.
6	11	Расчет турбин с дроссельным и сопловым парораспределением.
	12	Расчет влияния изменения параметров пара на характеристики турбоустановки. Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.
7	13	Расчет на прочность деталей статора. Расчет на прочность рабочих лопаток..
	14	Расчет критической частоты вращения ротора

3.4. Лабораторные занятия

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
--------	---------------	---	-----------------------------

1	1	Изучение основных узлов деталей, конструкции, тепловой схемы и характеристик паровых и газовых турбин.	Работа с электронными образовательными ресурсами Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
1	2	Расчет показателей экономичности турбо-установки	Работа с электронными образовательными ресурсами Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
2	3	Расчет характеристик и параметров потоков в каналах ступеней турбомашин.	Работа с электронными образовательными ресурсами Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
2	4	Расчет относительного лопаточного КПД ступени.	Работа с электронными образовательными ресурсами Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
3	5	Расчет характеристик турбинных решеток. Расчет размеров турбинной ступени.	Работа с электронными образовательными ресурсами Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
3	6	Расчет относительного лопаточного КПД ступени.	Работа с электронными образовательными ресурсами Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
4	7	Расчет и проектирование ступени с учетом изменения параметров потока по радиусу.	Работа с электронными образовательными ресурсами Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
4	8	Тепловой расчет многоступенчатой турбины	Работа с электронными образовательными ресурсами Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
5	9	Переменный режим работы турбинных решеток. Переменный режим работы турбинной ступени.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта
5	10	Работа турбины при переменном режиме.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта
6	11	Расчет турбин с дроссельным и сопловым парораспределением.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта

6	12	Расчет влияния изменения параметров пара на характеристики турбоустановки.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта
7	13	Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта
7	14	Расчет на прочность деталей статора. Расчет на прочность рабочих лопаток.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта

Заочная форма

Модуль	Номер раздела	Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы
1	1	Изучение основных узлов деталей, конструкции, тепловой схемы и характеристик паровых и газовых турбин.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
1	2	Расчет показателей экономичности турбоустановки	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
2	3	Расчет характеристик и параметров потоков в каналах ступеней турбомашин.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
2	4	Расчет относительного лопаточного КПД ступени.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
3	5	Расчет характеристик турбинных решеток. Расчет размеров турбинной ступени.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
3	6	Расчет относительного лопаточного КПД ступени.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
4	7	Расчет и проектирование ступени с учетом изменения параметров потока по радиусу.	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта. Выполнение контрольной работы

4	8	Тепловой расчет многоступенчатой турбины	Работа с электронными образовательными ресурсами. Составление конспекта. Выполнение контрольной работы
5	9	Переменный режим работы турбинных решеток. Переменный режим работы турбинной ступени.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта
5	10	Работа турбины при переменном режиме.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта
6	11	Расчет турбин с дроссельным и сопловым парораспределением.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта
6	12	Расчет влияния изменения параметров пара на характеристики турбоустановки.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта
7	13	Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта
7	14	Расчет на прочность деталей статора. Расчет на прочность рабочих лопаток.	Анализ нормативного документа. Работа с электронными образовательными ресурсами. Выполнение курсового проекта

4. Интерактивные формы образовательных технологий

Модуль	Номер раздела	Вид учебных занятий	Образовательные технологии	Количество часов
1	1-2	ЛК	Лекция с использованием видеопрезентаций (Основные элементы конструкции турбины. Турбинные ступени.)	2
2	3-4	ЛК	Лекция с использованием видеопрезентаций (Тепловой цикл паротурбинной установки и показатели экономичности. Роль промежуточного перегрева.).	2
3	5-6	ЛК	Лекция с использованием видеопрезентаций (Конструкция турбинной ступени. Степень реактивности. Относительный кпд.).	2

5	9-10	ЛК	Лекция с использованием видеопрезентаций (Работа тур-бинных ступеней при переменных режимах эксплуатации ПТУ. Переменный режим работы группы ступеней турби-ны и последних ступеней ее ЦНД.).	2
6	11-12	ЛК	Лекция с использованием видеопрезентаций (Системы па-рораспределения паровых турбин. Обводное парораспреде-ление. Влияние начальных и конечных параметров).	2
7	13-14	ЛК	Лекция с использованием видеопрезентаций (Паровые тур-бины для комбинированной выработки теплоты и электри-ческой энергии. Конденсационные установки паровых турбин. Основы эксплуатации конденсационных установок. Воздухоудаляющие устройства конденсаторов).	2

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. Печатные издания

Трухний, Алексей Данилович. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки : учеб. пособие / Трухний Алексей Данилович, Ломакин Борис Владимирович. - Москва : МЭИ, 2002. - 540 с. : ил. - ISBN 5-7046-0722-5 : 929-39.

Александров, Алексей Александрович. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок : учеб. пособие / Александров Алексей Александрович. - 2-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2006. - 158 с. : ил. - ISBN 5-903072-60-7 : 345-00.

Турбины тепловых и атомных электрических станций : учебник / Костюк Аскольд Глебович [и др.]; под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2001. - 488с. : ил. - ISBN 5-7046-0844-2 : 1400-00.

6.1.2. Издания из ЭБС

-

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. Печатные издания

Турбины ТЭС и АЭС. Курсовое проектирование : учеб. пособие / Басс Максим Станиславович, Иванов Сергей Анатольевич. - Чита : ЧитГУ, 2006. - 103с. + эл. версия. - ISBN 5-9293-0212-X : 54-80.

Цанев, Стефан Вичев. Газотурбинные и парагазовые установки тепловых электростанций : учеб. пособие / Цанев Стефан Вичев, Буров Валерий Дмитриевич, Ремезов Александр Николаевич. - 2-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2006. - 584 с. : ил. - ISBN 5-903072-19-4 : 1580-00.

Альбицкий, Ф.Ф. Наладка и настройка систем регулирования паровых турбин / Ф. Ф. Альбицкий. - Москва : Энергоатомиздат, 1987. - 88с. : ил. - 0-30.

6.2.2. Издания из ЭБС

-

6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Библиотека ЗабГУ; <http://library.zabgu.ru/>
2. ЭБС «Троицкий мост»; www.trmost.ru
3. ЭБС «Лань»; www.e.lanbook.ru
4. ЭБС «Юрайт»; www.biblio-online.ru
5. ЭБС «Консультант студента»; www.studentlibrary.ru
6. ЭБС «Юрайт»; www.biblio-online.ru
7. ЭБС «Консультант студента»; www.studentlibrary.ru
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/>
9. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU– Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
10. Библиотека строительства – Режим доступа: <http://www.zodchii.ws>
11. Библиотека технической литературы. – Режим доступа: <http://techlib.org>
12. Библиотека технической литературы. – Режим доступа: <http://listlib.narod.ru/>
13. Техническая библиотека. – Режим доступа: <http://techlibrary.ru/>
14. Книги по технике – Режим доступа: <http://www.yugzone.ru/x/science-technical/>
15. Автомобильная литература. – Режим доступа: <http://www.driveforce.ru/>
16. ТехЛит.ру – Режим доступа: <http://www.tehlit.ru/>
17. Электронная библиотека «eKNIGI». – Режим доступа: <https://eknigi.org/tehnika/>

7. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

672039, г. Чита, ул. Баргузинская, 49 корпус 1, ауд. 03-120 Учебная аудитория для проведения курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы.

Комплект специализированной учебной мебели. Доска аудиторная маркерная. Мультимедийное оборудование (переносное): ноутбук, проектор (хранится в ауд.03-116).

ПК-6 шт. (в т.ч. преподавательский), принтер - 3 шт. Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

672039, г. Чита, ул. Баргузинская, 49 корпус 1, ауд. 03-118 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Комплект специализированной учебной мебели. Доска аудиторная маркерная. Мультимедийное оборудование: ноутбук (переносной (хранится в ауд.03-116)), интерактивная доска, стационарный проектор.

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для эффективного освоения материала дисциплины необходимым является выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных занятий, способствующее системному овладению материалом курса;
- все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фиксировать (на любых носителях информации);
- обязательное самостоятельное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и условием формирования целостного и системного знания по дисциплине;

- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;
- необходимым условием является самостоятельность и инициативность студентов при контроле набора баллов по дисциплине для успешного прохождения промежуточной аттестации.

Для эффективного освоения материала дисциплины в ходе практических занятий необходимо выполнение следующих требований:

- четко понимать цели предстоящих занятий (предварительно формулируются преподавателем);
- владеть навыками поиска, обработки, адаптации и презентации необходимого материала;
- уметь четко формулировать и отстаивать собственный взгляд на рассматриваемые проблемные вопросы, который необходимо подкреплять адекватной аргументацией;
- уметь выделять и формулировать противоречия по рассматриваемым проблемам, понимая их источники;
- владеть навыками публичного выступления (логично, ясно и лаконично излагать свои мысли; адекватно оценивать восприятие и понимание слушателями представляемого материала; отвечать на задаваемые вопросы; приводить адекватные и убедительные аргументы в защиту своей позиции и т.д.);
- уметь критически оценивать собственные знания, умения и навыки в динамике в сравнении с таковыми у других, с целью раскрытия дополнительных возможностей их развития;
- при подготовке к занятиям обязательно изучить рекомендуемую литературу;
- оценить различные точки зрения на проблемные вопросы нескольких исследователей, а не ограничиваться рассмотрением позиции одного автора;
- при формулировке собственной точки зрения предусмотреть убедительную ее аргументацию и возможность возникновения спорных ситуаций;
- владеть навыками работы в команде (при выполнении определенных заданий, предполагающих работу в микрогруппах, при проведении ролевых игр, дискуссий и т.д.).

Порядок организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Подготовка индивидуальных сообщений (докладов) в рамках самостоятельной работы студента предполагает достаточно длительную системную работу студента, а также в случае необходимости консультативную помощь преподавателя.

Работа должна быть тщательно продумана, спланирована и разделена на соответствующие этапы, каждый из которых требует целого ряда определенных умений и навыков:

- определение и формулировка темы сообщения или доклада (либо осмысление темы, сформулированной преподавателем в соответствующих случаях);
- составление плана с использованием анализа, синтеза, обобщения и логики построения изложения материала;
- определение источников информации;
- работа с источниками научной информации (подбор, анализ, обобщение,

систематизация, адаптация и т.д.);

- формулировка основных обобщений и выводов по результатам анализа изученного материала.

Выполнению курсовой работы по данной дисциплине в рамках само-стоятельной работы студента способствуют методические указания (Турбины ТЭС и АЭС. Курсовое проектирование : учеб. пособие / Басс Максим Станиславович, Иванов Сергей Анатольевич. - Чита : ЧитГУ, 2006. - 103с. + эл. версия. - ISBN 5-9293-0212-X : 54-80.).

Разработчик/группа разработчиков: Басс Максим Станиславович, доцент

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 01.09.2018 г. № 1)**