

КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИАТЭ
протокол №9 от 28.04.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики

_____ Чичирова Н.Д.

« 21 » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Паровые турбины атомных электрических станций

Специальность: 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и
инжиниринг

Квалификация

специалист

г. Казань, 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО3++ - специалитет по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 154)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н. _____Евгеньев И.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Атомные и Тепловые электрические станции, протокол №21-20/21 от 18.06.2021

Зав. кафедрой _____Чичирова Н.Д.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021

Зам. директора института Теплоэнергетики _____/Власов С.М./

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 05/21 от 21.06.2021

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Паровые турбины атомных электрических станций» является изучение технологических схем производства электроэнергии на АЭС с реакторами ВВЭР и РБМК, тепловых циклов турбинных установок, принципа действия паровых турбин АЭС, классификации паровых турбин АЭС, принципиальных тепловых схем турбоустановок, вопросов повышения экономичности тепловых циклов, преобразования энергии в турбине, конструкций, как турбинной ступени, так и турбины в целом, геометрических, аэродинамических, технико-экономических характеристик турбинных ступеней, работы многоступенчатых турбин как при номинальном, так и при переменном режиме, систем парораспределения, регулирования, защиты и маслоснабжения турбин, а также теплового процесса и конструкции конденсатора турбин.

Задачей данной дисциплины является получение знаний, формирование умений и навыков, позволяющих успешно пройти итоговую государственную аттестацию.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)		
ОПК-1 Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.7 Демонстрирует понимание процессов и принципов работы аппаратов установок, преобразующих энергию ядерного топлива в тепловую и электрическую энергию	<i>Знать:</i> Технологию производства электроэнергии на АЭС. Принцип действия и конструкцию паровых турбин АЭС. Процессы, протекающие в проточной части паровых турбин АЭС. Принцип работы систем парораспределения, регулирования, защиты и маслоснабжения паровых турбин АЭС. Принцип действия и конструкцию конденсационной установки паровых турбин АЭС. <i>Уметь:</i> Выполнять расчёт проточной части паровой турбины АЭС. <i>Владеть:</i> Навыками расчёта проточной части паровой турбины АЭС.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Паровые турбины атомных электрических станций относится к обязательной части учебного плана по направлению подготовки 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-2	Проектная деятельность в ядерной энергетике	
ОПК-1.7		
ОПК-1	Техническая термодинамика Физика Материаловедение Ядерная физика	Атомные электрические станции
ПК-2		Радиационный контроль на АЭС
ПК-3		Современные экспериментальные
ПК-1		Аварийная готовность и реагирование

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- 1) Основы термодинамики, основные законы термодинамики;
- 2) Основы ядерной энергетики;
- 3) Основы теплотехники;
- 4) Основные законы физики и ядерной физики;
- 5) Технологии производства электрической и тепловой энергии;

Уметь:

- 1) планировать и ставить задачи исследования;
- 2) проводить расчёт элементов теплотехнических установок и систем;
- 3) проводить расчёт термодинамических процессов, циклов и их показателей.

Владеть:

- 1) навыками расчёта элементов теплотехнических установок и систем;
- 2) навыками расчёта термодинамических процессов, циклов и их показателей.

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС							Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации					

Раздел 1. Технологические схемы производства электроэнергии на АЭС

1. Технологические схемы производства электроэнергии на АЭС	6	2				6				8	ОПК-1.7-31	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2	Тест		10
Раздел 2. Тепловые циклы турбинных установок АЭС															
2. Тепловые циклы турбинных установок АЭС	6	4	2			6				12	ОПК-1.7-31, ОПК-1.7-32	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л2.5	Тест		10
Раздел 3. Тепловой процесс в турбинной ступени. Конструкция турбинной ступени.															
3. Тепловой процесс в турбинной ступени. Конструкция турбинной ступени	6	6	2	4		14				26	ОПК-1.7-31, ОПК-1.7-32, ОПК-1.7-33	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Тест, лаб. работа		10
Раздел 4. Тепловой процесс в паровой турбине. Многоступенчатые паровые турбины АЭС.															
4. Тепловой процесс в паровой турбине. Многоступенчатые паровые турбины АЭС	6	6	2	12		14				34	ОПК-1.7-31, ОПК-1.7-32, ОПК-1.7-33	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л2.5, Л2.6, Л2.7	Тест, лаб. работа		10
Раздел 5. Работа ступени и турбины при переменном режиме															
5. Работа ступени и турбины при переменном режиме.	6	4	2			10				16	ОПК-1.7-31, ОПК-1.7-32, ОПК-1.7-33	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л2.5, Л2.7	Тест		10
Раздел 6. Система парораспределения паровых турбин АЭС															
6. Система парораспределения паровых турбин АЭС	6	2				10				12	ОПК-1.7-34	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.7	Тест		10
Промежуточная аттестация								36		36				Э	40
Итого за 6 семестр		24	8	16		60		36		144					100

Раздел 7. Конструкция паровых турбин АЭС															
7. Конструкция паровых турбин АЭС.	7	8				6				14	ОПК-1.7-32	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.7	Тест		16
Раздел 8. Маслоснабжение паровых турбин АЭС															
8. Маслоснабжение паровых турбин АЭС	7	2	4			6				12	ОПК-1.7-34	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л2.5, Л2.7	Тест		15
Раздел 9. Регулирование и защита паровых турбин АЭС															
9. Регулирование и защита паровых турбин АЭС.	7	4	6			6				16	ОПК-1.7-34	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л2.5, Л2.7	Тест		15
Раздел 10. Конденсационные установки паровых турбин АЭС															
10. Конденсационные установки паровых турбин АЭС.	7	2	6			4				12	ОПК-1.7-35	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л2.5, Л2.7	Тест		14
Промежуточная аттестация								18		18				ЗаО	40
Итого за 7 семестр		16	16			22		18		72					100
Раздел 11. Расчёт проточной части паровых турбин АЭС															

11. Расчёт проточной части паровых турбин АЭС.	8		12			88				104	ОПК- 1.7-32, ОПК- 1.7-33, ОПК- 1.7-У1, ОПК- 1.7-В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.7	Тест	КП	60
Раздел 12. Расчёт на прочность основных элементов паровых турбин АЭС															
12. Расчёт на прочность основных элементов паровых турбин АЭС.	8		2			2				2	ОПК- 1.7-32, ОПК- 1.7-33, ОПК- 1.7-У1, ОПК- 1.7-В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л2.5, Л2.7	Тест		20
Раздел 13. Вибрация паровых турбин АЭС															
13. Вибрация паровых турбин АЭС.	8		2			2				2	ОПК- 1.7-33	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.2, Л2.3, Л2.5, Л2.7	Тест		20
Промежуточная аттестация														За, КП	100
Итого за 8		0	16	0	0	92				108					200
ИТОГО		40	40	16	0	174		54		324					400

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Технологический процесс производства электроэнергии на АЭС. Ядерное горючее АЭС. Ядерные реакторы АЭС. Технологические схемы производства электроэнергии на АЭС с реакторами типов ВВЭР и РБМК.	2
2	Тепловые циклы турбинных установок АЭС. Цикл Ренкина и КПД конденсационной турбоустановки. Способы повышения экономичности паротурбинных установок АЭС. Регенеративный цикл. Особенности паровых турбин АЭС. Сепарация пара в паротурбинной установке АЭС.	4

3	Конструкция турбинной ступени. Тепловой процесс в турбинной ступени. Истечение пара из сопл. Турбинные решетки. Преобразование энергии в турбинной ступени. Реактивность ступени. Треугольники скоростей. Потери энергии в турбинной ступени. Относительный лопаточный КПД турбинной ступени. Относительный внутренний КПД ступени. Дополнительные потери в ступени. Ступени с закрученными лопатками.	6
4	Тепловой процесс в паровой турбине. Необходимость и преимущества многоступенчатой конструкции турбины. Превращение тепловой энергии в работу в многоступенчатой турбине. Концевые уплотнения турбины. Уравновешивание осевых усилий в турбине. Многоцилиндровые турбины.	6
5	Работа ступени и турбины при переменном режиме. Требования высокой надежности и высокой маневренности, предъявляемые к современной турбине. Зависимость между расходом пара и параметрами пара перед и за решеткой. Степень реактивности и КПД при изменении отношения скоростей ступени. Условия работы последней ступени конденсационной турбины при переменном давлении за ступенью. Работа многоступенчатой турбины при переменном режиме. Распределение давлений и теплоперепадов в ступенях турбины при изменении расхода рабочего тела, а также его параметров.	4
6	Система парораспределения паровых турбин АЭС. Дроссельное парораспределение. Преимущества и недостатки дроссельного парораспределения. Коэффициент дросселирования. Потери от дросселирования.	2
7	Быстроходные и тихоходные турбины для АЭС. Конструкция быстроходных турбин АЭС отечественных и зарубежных производителей. Конструкция тихоходных турбин АЭС отечественных и зарубежных производителей. Конструкция корпусов и роторов паровых турбин АЭС. Конструкция сопловых и рабочих лопаток. Диафрагмы и сопловые аппараты. Уплотнения паровых турбин АЭС. Конструкция соединительных муфт. Конструкция подшипников. Валооборотное устройство. Опоры валопровода турбоагрегата. Опирающие турбоагрегата на фундамент и организация его тепловых расширений.	8
8	Независимый привод насосов маслоснабжения турбоустановки. Повышение пожарной безопасности турбины. Централизованная система смазки турбоустановки. Маслоснабжение системы автоматического регулирования и защиты турбины. Система гидropодъема роторов. Система уплотнения вала турбоагрегата. Маслобак. Маслоохладители. Главный маслонасос.	2
9	Общие принципы построения системы регулирования турбины и ее характеристики. Паровая турбина как объект регулирования. Статическая характеристика регулирования. Нечувствительность регулирования. Механизм управления турбиной. Параллельная работа турбогенераторов. Электрогидравлическая система регулирования. Гидравлическая система регулирования. Гидродинамическая система регулирования. Общие требования к технологическим защитам турбины. Защита по повышению частоты вращения. Защита от осевого сдвига ротора. Защиты, вызывающие отключение турбины со срывом вакуума. Защиты, связанные с работой теплообменных аппаратов. Беззолотниковое защитное устройство. Исполнительные органы системы защиты.	4

10	Назначение и принцип действия конденсатора и конденсационной установки. Тепловые процессы, происходящие в конденсаторе. Воздухоотсасывающие устройства. Системы поддержания чистоты конденсатора. Тепловой баланс конденсатора и его тепловой расчет. Конструкции конденсаторов. Основы экономичной эксплуатации конденсационных установок.	2
Всего		40

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Тепловые циклы турбинных установок АЭС	2
2	Тепловой процесс в турбинной ступени. Конструкция турбинной ступени	2
3	Тепловой процесс в паровой турбине. Многоступенчатые паровые турбины АЭС.	2
4	Работа ступени и турбины при переменном режиме	2
5	Маслоснабжение паровых турбин АЭС.	4
6	Регулирование и защита паровых турбин АЭС.	6
7	Конденсационные установки паровых турбин АЭС.	6
8	Расчёт проточной части паровых турбин АЭС	12
9	Расчёт на прочность основных элементов паровых турбин АЭС.	2
10	Вибрация паровых турбин АЭС.	2
Всего		40

3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Ознакомление с компьютерным тренажёром энергоблока ВВЭР-1000. Изучение принципиальной тепловой схемы и конструкции паровой турбины К-1000-60/1500	4
2	Расчёт термического и относительного внутреннего КПД паровой турбины К-1000-60/1500	4
3	Пуск энергоблока АЭС с реактором ВВЭР-1000. Повышение мощности реактора до 40 % номинальной	4
4	Пуск энергоблока АЭС с реактором ВВЭР-1000. Пуск турбины К-1000-5,9/25-2 и загрузка энергоблока до номинальной мощности	4
Всего		16

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Подготовка к тестированию	Технологические схемы производства электроэнергии на АЭС	6

2	Подготовка к тестированию	Тепловые циклы турбинных установок АЭС	6
3	Подготовка к тестированию	Тепловой процесс в турбинной ступени. Конструкция турбинной ступени	14
4	Подготовка к тестированию	Тепловой процесс в паровой турбине. Многоступенчатые паровые турбины АЭС	14
5	Подготовка к тестированию	Работа ступени и турбины при переменном режиме	10
6	Подготовка к тестированию	Система парораспределения паровых турбин АЭС	10
7	Подготовка к тестированию	Конструкция паровых турбин АЭС	6
8	Подготовка к тестированию	Маслоснабжение паровых турбин АЭС	6
9	Подготовка к тестированию	Регулирование и защита паровых турбин АЭС	6
10	Подготовка к тестированию	Конденсационные установки паровых турбин АЭС.	4
11	Выполнение курсового проекта	Расчёт проточной части паровых турбин АЭС	88
12	Подготовка к тестированию	Расчёт на прочность основных элементов паровых турбин АЭС	2
13	Подготовка к тестированию	Вибрация паровых турбин АЭС	2
Всего			174

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины "Паровые турбины атомных электрических станций" по образовательным программам направления подготовки специалистов 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг" применяются электронные образовательные технологии.

В процессе обучения используются:

- 1) дистанционные курсы (ДК), размещённые на площадке LMS Moodle, URL: <http://lms.kgeu.ru>; Ссылка на курс: <https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=725>
- 2) электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещённые в личных кабинетах.

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ОПК-1	ОПК-1.7	Знать				
		Технологию производства электроэнергии на АЭС.	Знает технологию производства электроэнергии на АЭС. Не допускает ошибок.	Знает технологию производства электроэнергии на АЭС. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает технологию производства электроэнергии на АЭС. Допускает множество мелких ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.

		Принцип действия и конструкцию паровых турбин АЭС.	Знает принцип действия и конструкцию паровых турбин АЭС. Не допускает ошибок.	Знает принцип действия и конструкцию паровых турбин АЭС. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает принцип действия и конструкцию паровых турбин АЭС. Допускает множество мелких ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.
		Процессы, протекающие в проточной части паровых турбин АЭС.	Знает процессы, протекающие в проточной части паровых турбин АЭС. Не допускает ошибок.	Знает процессы, протекающие в проточной части паровых турбин АЭС. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает процессы, протекающие в проточной части паровых турбин АЭС. Допускает множество мелких ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.
		Принцип работы систем парораспределения, регулирования, защиты и маслоснабжения паровых турбин АЭС.	Знает принцип работы систем парораспределения, регулирования, защиты и маслоснабжения паровых турбин АЭС. Не допускает ошибок.	Знает принцип работы систем парораспределения, регулирования, защиты и маслоснабжения паровых турбин АЭС. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает принцип работы систем парораспределения, регулирования, защиты и маслоснабжения паровых турбин АЭС. Допускает множество мелких ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.
		Принцип действия и конструкцию конденсационной установки паровых турбин АЭС.	Знает принцип действия и конструкцию конденсационной установки паровых турбин АЭС. Не допускает ошибок.	Знает принцип действия и конструкцию конденсационной установки паровых турбин АЭС. При ответе может допустить несколько негрубых ошибок.	Плохо знает принцип действия и конструкцию конденсационной установки паровых турбин АЭС. Допускает множество мелких ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, допускает грубые ошибки.
	Уметь					

		Выполнять расчёт проточной части паровой турбины АЭС.	Демонстрирует умение выполнять расчёт проточной части паровой турбины АЭС. Не допускает ошибок.	Демонстрирует умение выполнять расчёт проточной части паровой турбины АЭС. Допускает ряд небольших ошибок.	В целом демонстрирует умение выполнять расчёт проточной части паровой турбины АЭС, допускает ошибки. Задание выполняет не в полном объеме.	При решении типовых задач не демонстрирует умение выполнять расчёт проточной части паровой турбины АЭС, допускает грубые ошибки.
		Владеть				
		Навыками расчёта проточной части паровой турбины АЭС.	Продemonстрированы навыки расчёта проточной части паровой турбины АЭС, без ошибок и недочётов.	Продemonстрированы навыки расчёта проточной части паровой турбины АЭС, допущен ряд мелких ошибок.	Имеется минимальный набор навыков расчёта проточной части паровой турбины АЭС, много ошибок.	Не продemonстрированы базовые навыки расчёта проточной части паровой турбины АЭС, допущены грубые ошибки.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Трухний А. Д., Булкин А.Е.	Тихоходные паровые турбины атомных электрических станций	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2017	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011065.html	1

2	Костюк А. Г., Фролов В. В., Булкин А. Е., Трухний А. Д., Костюк А. Г.	Паровые и газовые турбины для электростан- ций	учебник	М.: Издательский дом МЭИ	2017	http://www.studentlibrary.ru/ book/ISBN97 85383011577. html	1
3	Тевлин С. А.	Атомные электрическ ие станции с реакторами ВВЭР-1000	учебное пособие для вузов	М.: Издательский дом МЭИ	2020	https://www.stu dentlibrary.ru/ book/ISBN978 5383014134.html	5

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляр ов в библиоте ке КГЭУ
1	Трухний А. Д., Крупенников Б. Н., Петрухин С. В.	Атлас конструкци й деталей турбин	атлас	М.: МЭИ	2000		10
2	Костюк А. Г., Фролов В. В., Булкин А. Е., Трухний А. Д.	Турбины тепловых и атомных электрическ их станций	учебник для вузов	М.: МЭИ	2001		58
3	Ривкин С.Л., Александров А.А.	Термодинам ические свойства воды и водяного пара	справочник	М.: Энергоатомиз дат	1984		18
4	Евгеньев И. В.	Расчет многоступе нчатой паровой турбины	метод. указания к выполнению курсового проекта	Казань: КГЭУ	2003		139
5	Евгеньев И. В.	Паровые и газовые турбины ТЭС	практикум	Казань: КГЭУ	2011		30

6	Евгеньев И. В.	Турбины тепловых электрических станций и атомных электрических станций	лабораторный практикум	Казань: КГЭУ	2010	4
7	Евгеньев И. В.	Турбины тепловых и атомных электрических станций	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2010	97

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронная библиотека по атомной энергетике WWER	http://lib.wwer.ru/category/ekspluatatsiya-aes/
2	Электронная библиотека НЭЛБУК	http://www.nelbook.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
2	Scopus	https://www.scopus.com	https://www.scopus.com
3	КиберЛенинка	B https://cyberleninka.ru/	B https://cyberleninka.ru/
4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
5	Электронная библиотека	diss.rsl.ru	diss.rsl.ru
6	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
7	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
8	eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru	www.elibrary.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	«КонсультантПлюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.consultant.ru/
2	ЭБС «Консультант студента»	http://www.studentlibrary.ru/	http://www.studentlibrary.ru/

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 10	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" № 133/2021 от 12.10.2021 Неискл. право. 12.10.2022
2	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
3	Компас-3D V18 Проектирование и конструирование в машиностроении	Программное обеспечение для трёхмерного моделирования	ООО "Аскон-кама консалтинг" 231/20 от 3.08.2020
4	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
5	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
6	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
7	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Зачет	Учебная аудитория для консультаций и зачётов	доска аудиторная, компьютер в комплекте с монитором
2	Курсовой проект	Учебная аудитория для курсового проектирования	доска аудиторная, моноблок, телевизор, компьютер в комплекте с монитором
3	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	доска аудиторная, проектор, моноблок (13 шт.), камера IP, микрофон
4	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения лабораторных работ	телевизор (4 шт.), компьютер в комплекте с монитором (10 шт.), программно-технический моделиру-ющий аналитический тренажер «Атомная электрическая станция с ВВЭР-1000»
5	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	доска аудиторная, компьютер в комплекте с монитором
6	Самостоятельная работа	Учебная аудитория для самостоятельной работы студентов	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокamer), проектор, экран, доска магнитно-маркерная
7	Консультации, сдача и защита Курсового проекта	Учебная аудитория для консультаций и зачётов	доска аудиторная, компьютер в комплекте с монитором

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);
- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);
- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- формирование эстетической картины мира;
- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1	3.1	16.04.2024	Структуру дисциплины читать в новой редакции (см. ниже)	Н.Д. Чичирова	С.О. Гапоненко
2					
3					

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			6	7	8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	9	324	4	2	3
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*		142	58	32	52
АУДИТОРНАЯ РАБОТА		96	48	32	16
Лекции		40	24	16	
Практические (семинарские) занятия		40	8	16	16
Лабораторные работы		16	16		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ		174	60	22	92
Проработка учебного материала		11	6	3	2
Курсовой проект					72
Курсовая работа					
Подготовка к промежуточной аттестации		54	36	18	
Промежуточная аттестация:			Э	Зачет с оценкой	3
					КП

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1		10.03.2025	Данная РПД актуальна для всей специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» (все специализации)	Н.Д. Чичирова	С.О. Гапоненко



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Паровые турбины атомных электрических станций

Специальность: 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и
инжиниринг

Квалификация специалист

РЕЦЕНЗИЯ

на оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине **«Паровые турбины атомных электрических станций»**

Содержание ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» и учебному плану.

Перечень формируемых компетенций: ОПК-1.7, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО.

Показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки уровней сформированности компетенций.

Контрольные задания оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, позволяют объективно оценить уровни сформированности компетенций.

Заключение. Учебно-методический совет делает вывод о том, что представленные материалы соответствуют требованиям ФГОС ВО по специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рассмотрено на заседании учебно-методического совета института теплоэнергетики 21.06.2021 г. протокол №05/21

Председатель УМС

Н.Д. Чичирова

4	Теоретическое изучение тем дисциплины	Тест	ОПК-1	менее 14	14-29	30 - 49	50 - 60
Промежуточный контроль успеваемости в 7 семестре							
5	Теоретическая подготовка к зачету с оценкой	Тест	ОПК-1	Менее 20	20	21-34	35-40
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100
Текущий контроль успеваемости в 8 семестре							
6	Выполнение курсового-проекта	Расчетно-пояснительная записка и 2 чертежа А1	ОПК-1	0 - 54	55-69	70-84	85-100

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Тест (Тест)	Тест из вопросов различной сложности.	Тест из вопросов различной сложности
Курсовой проект (КП)	Курсовой проект включает в себя расчёт регулирующей степени паровой турбины, распределение теплоперепадов по ступеням ЦВД, определение числа ступеней ЦВД и расчёт пяти нерегулируемых ступеней.	Расчетно-пояснительная записка и два листа А1 конструктивных чертежей
Лабораторная работа (ЛР)	Лабораторная работа выполняется согласно Методическим указаниям о выполнении лабораторной работы, выданным преподавателем на занятии. Отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты.	Отчет и защита лабораторных работ
Экзамен	Оценочные материалы, вынесенные на экзамен состоят из экзаменационных билетов с двумя теоретическими вопросами и одной практической задачей.	Экзаменационные билеты
Зачет с оценкой	Оценочные материалы представляют собой тест из вопросов различной сложности, разделенный на четыре модуля.	Тест

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Тест
Представление и содержание оценочных материалов	Оценочные материалы представляют собой тест из вопросов различной сложности, разделенный на четыре модуля. Примеры типовых тестовых заданий первого модуля (6 семестр): Тест № 1 Какое оборудование входит в состав двухконтурной АЭС? 1) ядерный реактор, паровой котел, паровая турбина, вторичный пароперегреватель, конденсатор, электрогенератор, подогреватель низкого давления, деаэратор, питательный насос, подогреватель высокого давления; 2) ядерный реактор, барабан-сепаратор, главный циркуляционный насос, паровая турбина, сепаратор-пароперегреватель, конденсатор, электрогенератор, подогреватель низкого давления, деаэратор, питательный насос, подогреватель высокого давления; 3) ядерный реактор, паровая турбина, сепаратор-пароперегреватель, конденсатор, электрогенератор, подогреватель низкого давления, деаэратор, питательный насос, подогреватель высокого давления; 4) ядерный реактор, парогенератор, паровая турбина, конденсатор, электрогенератор, подогреватель низкого давления, деаэратор, питательный насос, подогреватель высокого давления; 5) ядерный реактор, парогенератор, главный циркуляционный насос, паровая турбина, конденсатор, электрогенератор, подогреватель низкого давления, деаэратор, подогреватель высокого давления. Тест № 2 Какое оборудование входит в состав одноконтурной АЭС? 1) ядерный реактор, главный циркуляционный насос, парогенератор, паровая турбина, сепаратор-пароперегреватель, конденсатор, электрогенератор, система регенерации; 2) ядерный реактор, питательный насос, парогенератор, паровая турбина, сепаратор-пароперегреватель, конденсатор, электрогенератор, система регенерации; 3) ядерный реактор, главный циркуляционный насос, барабан-сепаратор, паровая турбина, сепаратор-пароперегреватель, конденсатор, электрогенератор, система регенерации; 4) ядерный реактор, главный циркуляционный насос, паровая турбина, сепаратор-пароперегреватель, конденсатор, электрогенератор, система регенерации; 5) ядерный реактор, барабан-сепаратор, паровая турбина, конденсатор, электрогенератор, система регенерации; Тест № 3 Как работает одноконтурная АЭС? 1) Главными циркуляционными насосами в ядерный реактор поступает вода, где она преобразуется в пароводяную смесь. Пароводяная смесь поступает в барабан-сепаратор, где происходит его отделение от воды. Пар направляется в ЦВД паровой турбины, а вода на всас главных циркуляционных насосов. После расширения пара в ЦВД турбины, он направляется в сепаратор-пароперегреватель, где его сухость повышается и затем он подается в ЦНД паровой турбины. В турбине пар расширяется и совершает работу вращая ротор турбины. С ротором турбины связан вал электрогенератора. Вращается ротор турбины, вращается вал электрогенератора и вырабатывается электроэнергия. После расширения пара в ЦНД турбины пар поступает в конденсатор, где конденсируется за счёт подачи в конденсатор охлаждающей воды, а турбинный конденсат через систему

питательной воды снова направляется на всас главных циркуляционных насосов и затем снова поступает в ядерный реактор.

2) Главными циркуляционными насосами в ядерный реактор поступает вода, там она нагревается за счёт теплоты, выделяемой ядерным топливом, но не закипает, т.к. в ядерном реакторе поддерживается высокое давление. Нагретая в ядерном реакторе вода поступает в парогенератор куда подаётся питательная вода. В парогенераторе вода первого контура испаряет питательную воду, а пар затем поступает в ЦВД паровой турбины, после расширения в котором через сепаратор-пароперегреватель направляется в ЦНД паровой турбины. В турбине пар расширяется и совершает работу вращая ротор турбины. С ротором турбины связан вал электрогенератора. Вращается ротор турбины, вращается вал электрогенератора и вырабатывается электроэнергия. Отработавший в турбине пар направляется в конденсатор, где конденсируется за счёт подачи в конденсатор охлаждающей воды, а турбинный конденсат через систему регенеративного подогрева питательной воды снова направляется в парогенератор.

3) В ядерном реакторе происходит нагрев жидкого натрия. Выходящий из реактора жидкий натрий является радиоактивным. Далее радиоактивный жидкий натрий поступает в промежуточный теплообменник, где отдает свою теплоту нерадиоактивному натрию. Нерадиоактивный натрий поступает в парогенератор, где отдаёт свою теплоту поступающей в него питательной воде. При этом питательная вода испаряется и превращается в пар, который затем поступает в ЦВД паровой турбины, после расширения в котором через сепаратор-пароперегреватель направляется в ЦНД паровой турбины. В турбине пар расширяется и совершает работу вращая ротор турбины. С ротором турбины связан вал электрогенератора. Вращается ротор турбины, вращается вал электрогенератора и вырабатывается электроэнергия. Отработавший в турбине пар направляется в конденсатор, где конденсируется за счёт подачи в конденсатор охлаждающей воды, а турбинный конденсат через систему регенеративного подогрева питательной воды снова направляется в парогенератор.

Тест № 4 Как работает двухконтурная АЭС?

1) Главными циркуляционными насосами в ядерный реактор поступает вода, где она преобразуется в пароводяную смесь. Пароводяная смесь поступает в барабан-сепаратор, где происходит его отделение от воды. Пар направляется в ЦВД паровой турбины, а вода на всас главных циркуляционных насосов. После расширения пара в ЦВД турбины, он направляется в сепаратор-пароперегреватель, где его сухость повышается и затем он подается в ЦНД паровой турбины. В турбине пар расширяется и совершает работу вращая ротор турбины. С ротором турбины связан вал электрогенератора. Вращается ротор турбины, вращается вал электрогенератора и вырабатывается электроэнергия. После расширения пара в ЦНД турбины пар поступает в конденсатор, где конденсируется за счёт подачи в конденсатор охлаждающей воды, а турбинный конденсат через систему регенеративного подогрева питательной воды снова направляется на всас главных циркуляционных насосов и затем снова поступает в ядерный реактор.

2) Главными циркуляционными насосами в ядерный реактор поступает вода, там она нагревается за счёт теплоты, выделяемой ядерным топливом, но не закипает, т.к. в ядерном реакторе поддерживается высокое давление. Нагретая в ядерном реакторе вода поступает в парогенератор куда подаётся питательная вода. В парогенераторе вода первого контура испаряет питательную воду, а пар затем поступает в ЦВД паровой турбины, после расширения в котором через сепаратор-пароперегреватель направляется в ЦНД паровой турбины. В турбине пар расширяется и совершает работу вращая ротор турбины. С ротором турбины связан вал электрогенератора. Вращается ротор турбины, вращается вал электрогенератора и вырабатывается электроэнергия. Отработавший в турбине пар направляется в конденсатор, где конденсируется за счёт подачи в конденсатор охлаждающей воды, а турбинный конденсат через систему регенеративного подогрева питательной воды снова

пает в промежуточный теплообменник, где отдает свою теплоту нерадиоактивному натрию. Нерадиоактивный натрий поступает в парогенератор, где отдаёт свою теплоту поступающей в него питательной воде. При этом питательная вода испаряется и превращается в пар, который затем поступает в ЦВД паровой турбины, после расширения в котором через сепаратор-пароперегреватель направляется в ЦНД паровой турбины. В турбине пар расширяется и совершает работу вращая ротор турбины. С ротором турбины связан вал электрогенератора. Вращается ротор турбины, вращается вал электрогенератора и вырабатывается электроэнергия. Отработавший в турбине пар направляется в конденсатор, где конденсируется за счёт подачи в конденсатор охлаждающей воды, а турбинный конденсат через систему регенеративного подогрева питательной воды снова направляется в парогенератор.

Тест № 5 Как работает трехконтурная АЭС?

1) Главными циркуляционными насосами в ядерный реактор поступает вода, где она преобразуется в пароводяную смесь. Пароводяная смесь поступает в барабан-сепаратор, где происходит его отделение от воды. Пар направляется в ЦВД паровой турбины, а вода на всас главных циркуляционных насосов. После расширения пара в ЦВД турбины, он направляется в сепаратор-пароперегреватель, где его сухость повышается и затем он подается в ЦНД паровой турбины. В турбине пар расширяется и совершает работу вращая ротор турбины. С ротором турбины связан вал электрогенератора. Вращается ротор турбины, вращается вал электрогенератора и вырабатывается электроэнергия. После расширения пара в ЦНД турбины пар поступает в конденсатор, где конденсируется за счёт подачи в конденсатор охлаждающей воды, а турбинный конденсат через систему регенеративного подогрева питательной воды снова направляется на всас главных циркуляционных насосов и затем снова поступает в ядерный реактор.

2) Главными циркуляционными насосами в ядерный реактор поступает вода, там она нагревается за счёт теплоты, выделяемой ядерным топливом, но не закипает, т.к. в ядерном реакторе поддерживается высокое давление. Нагретая в ядерном реакторе вода поступает в парогенератор куда подаётся питательная вода. В парогенераторе вода первого контура испаряет питательную воду, а пар затем поступает в ЦВД паровой турбины, после расширения в котором через сепаратор-пароперегреватель направляется в ЦНД паровой турбины. В турбине пар расширяется и совершает работу вращая ротор турбины. С ротором турбины связан вал электрогенератора. Вращается ротор турбины, вращается вал электрогенератора и вырабатывается электроэнергия. Отработавший в турбине пар направляется в конденсатор, где конденсируется за счёт подачи в конденсатор охлаждающей воды, а турбинный конденсат через систему регенеративного подогрева питательной воды снова направляется в парогенератор.

3) В ядерном реакторе происходит нагрев жидкого натрия. Выходящий из реактора жидкий натрий является радиоактивным. Далее радиоактивный жидкий натрий поступает в промежуточный теплообменник, где отдает свою теплоту нерадиоактивному натрию. Нерадиоактивный натрий поступает в парогенератор, где отдаёт свою теплоту поступающей в него питательной воде. При этом питательная вода испаряется и превращается в пар, который затем поступает в ЦВД паровой турбины, после расширения в котором через сепаратор-пароперегреватель направляется в ЦНД паровой турбины. В турбине пар расширяется и совершает работу вращая ротор турбины. С ротором турбины связан вал электрогенератора. Вращается ротор турбины, вращается вал электрогенератора и вырабатывается электроэнергия. Отработавший в турбине пар направляется в конденсатор, где конденсируется за счёт подачи в конденсатор охлаждающей воды, а турбинный конденсат через систему регенеративного подогрева питательной воды снова направляется в парогенератор.

Тест № 6

Какое оборудование входит в состав паротурбинной установки АЭС?

конденсатный и питательный насосы, система регенеративного подогрева питательной воды;

3) ядерный реактор, паровая турбина, сепаратор-пароперегреватель, конденсатор, конденсатный и питательный насосы, система регенеративного подогрева питательной воды;

4) парогенератор, паровая турбина, конденсатор, конденсатный и питательный насосы, система регенеративного подогрева питательной воды;

5) парогенератор, паровая турбина, конденсатор, главный циркуляционный насос, система регенеративного подогрева питательной воды;

Тест № 7

По какому циклу работает большинство паротурбинных установок АЭС?

- 1) цикл Карно;
- 2) цикл Ренкина на перегретом паре;
- 3) цикл Ренкина на насыщенном паре;
- 4) цикл Ренкина с промежуточной сепарацией и перегревом пара;
- 5) цикл Брайтона-Ренкина.

Тест № 8

Что называется статором паровой турбины?

- 1) совокупность всех подвижных частей паровой турбины;
- 2) совокупность всех неподвижных частей турбины;
- 3) корпус паровой турбины;
- 4) кожух паровой турбины;
- 5) корпуса подшипников паровой турбины.

Тест № 9

Что называется ротором паровой турбины?

- 1) совокупность всех подвижных частей паровой турбины;
- 2) совокупность всех неподвижных частей турбины;
- 3) совокупность сопловых и рабочих лопаток турбины;
- 4) совокупность сопловых и поворотных лопаток турбины;
- 5) корпуса подшипников паровой турбины.

Тест № 10

Какая ступень турбины называется регулирующей?

- 1) последняя ступень турбины;
- 2) вторая ступень турбины;
- 3) первая ступень турбины с сопловым парораспределением;
- 4) третья ступень турбины;
- 5) первая ступень турбины с дроссельным парораспределением.

Примеры типовых тестовых заданий второго модуля (6 семестр):

Тест № 1

Что такое турбинная ступень?

- 1) совокупность всех подвижных частей паровой турбины;
- 2) совокупность всех неподвижных частей турбины;
- 3) совокупность сопловых и рабочих лопаток турбины;
- 4) совокупность сопловых и поворотных лопаток турбины;
- 5) совокупность поворотных и рабочих лопаток турбины.

Тест № 2

Что происходит в сопловой решётке турбинной ступени?

- 1) ускорение потока и понижение параметров пара;

- 2) торможение потока и увеличение параметров пара;
- 3) ускорение потока и увеличение параметров пара;
- 4) торможение потока и понижение параметров пара;
- 5) ускорение потока пара, параметры остаются неизменными.

Тест № 3

Как изменяется удельный объём пара и высота лопаток при продвижении пара от первой к последней ступени?

- 1) удельный объём пара уменьшается, высота лопаток растёт;
- 2) удельный объём пара и высота лопаток уменьшаются;
- 3) удельный объём пара и высота лопаток увеличиваются;
- 4) удельный объём пара увеличивается, высота лопаток уменьшается;
- 5) удельный объём пара и высота лопаток не изменяются.

Тест № 4

На что идёт количество теплоты, подведённой к рабочему веществу в парогенераторе?

- 1) на повышение энтальпии рабочего вещества от энтальпии питательной воды до энтальпии свежего пара;
- 2) на повышение давления рабочего вещества;
- 3) на повышение энтропии рабочего вещества;
- 4) на повышение температуры рабочего вещества;
- 5) на повышение удельного объёма рабочего вещества.

Тест № 5

Чему равна полезная теоретическая работа 1 кг пара?

- 1) разности между отведённой и подведённой теплотой;
- 2) разности между подведённой теплотой и энтальпией свежего пара;
- 3) разности между подведённой и отведённой теплотой;
- 4) разности между энтальпией свежего пара и энтальпией питательной воды;
- 5) разности между энтальпией отработавшего в турбине пара и энтальпии конденсата отработавшего пара.

Тест № 6

Как изменяется степень сухости пара при его расширении в проточной части ЦВД паровой турбины?

- 1) степень сухости не изменяется;
- 2) степень сухости уменьшается;
- 3) степень сухости увеличивается;
- 4) степень сухости сначала уменьшается, а затем начинает увеличиваться;
- 5) степень сухости сначала увеличивается, а затем начинает уменьшаться.

Примеры типовых тестовых заданий третьего модуля (6 семестр):

Тест № 1

Сумма теплоперепадов ступеней многоступенчатой турбины по сравнению с теплоперепадом, взятым по основной изоэнтропе будет...

- 1) меньше;
- 2) равна теплоперепаду по основной изоэнтропе;
- 3) больше.

Тест № 2

Чему равны потери давления в стопорном и регулирующих клапанах?

- 1) 4 – 6 %
- 2) 1 – 2 %
- 3) 7 – 8 %

- 4) 8 – 9 %
- 5) 2 – 3 %

Тест № 3

Для чего предназначены концевые уплотнения турбины?

- 1) для уменьшения утечки пара через зазор между диафрагмой и ротором;
- 2) для уменьшения утечки пара через зазор между бандажом рабочих лопаток и корпусом турбины;
- 3) для уменьшения утечки пара из отсека с большим давлением в отсек с меньшим давлением;
- 4) для предотвращения утечки пара из турбины;
- 5) для уменьшения утечки пара через корневой зазор между сопловой и рабочей решётками.

Примеры типовых тестовых заданий четвертого модуля (6 семестр):

Тест № 1

Что произойдёт с абсолютной скоростью выхода пара из сопловой решётки при уменьшении располагаемого теплоперепада ступени?

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Тест № 2

Что произойдёт с абсолютной скоростью выхода пара из сопловой решётки при увеличении располагаемого теплоперепада ступени?

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Тест № 3

Какой вид парораспределения обычно используется в турбинах АЭС?

- 1) обводное с наружным обводом;
- 2) обводное с внутренним обводом;
- 3) сопловое;
- 4) дроссельное;
- 5) дроссельно-сопловое.

Тест № 4

Как работает система дроссельного парораспределения?

- 1) пар подводится в турбину через несколько одновременно открывающихся регулирующих клапанов в общую для всех клапанов сопловую группу;
- 2) пар подводится в турбину через четыре регулирующих клапана, открывающихся «крест-накрест». Каждый регулирующий клапан имеет свой сопловой сегмент.
- 3) пар подводится к турбине через четыре регулирующих клапана, расширяется в регулирующей ступени, а затем разделяется на два потока. Первый поток пара направляется в первую нерегулируемую ступень, а второй поток подаётся на обводной клапан, который подает пар в обход первых трёх ступеней к четвертой;
- 4) пар подводится к турбине параллельно через регулирующие клапаны и обводной клапан. Поток пара, подаваемый через регулирующие клапаны, направляется к регулирующей ступени, а поток пара, поступающий через обводной клапан, направляется в обход первых трех ступеней к четвертой нерегулируемой ступени.

Примеры типовых тестовых заданий первого модуля (7 семестр):

Тест № 1

Какие существуют типы роторов паровых турбин?

- 1) короткозамкнутый, с глухозаземлённой нейтралью;
- 2) барабанный, сварной;
- 3) цельнокованный, комбинированный, сварной, сборный, барабанный;
- 4) цельносварной, комбинированный, барабанный;
- 5) комбинированный, сборный с хиртовыми соединениями и центральной стяжкой, сборный с окружными болтами, сварной.

Тест № 2

Какие существуют типы корпусов ЦВД паровых турбин АЭС?

- 1) одностенный, двухстенный с петлевой схемой движения пара;
- 2) однокорпусный, двухкорпусный;
- 3) однопоточный, двухпоточный;
- 4) одностенный обойменной конструкции, двухпоточный с внешней обоймой;
- 5) одностенный, двухпоточный с внешней обоймой, двухпоточный с внутренней обоймой.

Тест № 3

Для чего необходимы концевые уплотнения турбины?

- 1) для уменьшения утечки пара через корневой зазор между сопловой и рабочей решётками;
- 2) для уменьшения утечки пара через зазор между бандажом рабочих лопаток и корпусом цилиндра турбины;
- 3) для уменьшения утечки пара через зазор между диафрагмой и ротором;
- 4) для предотвращения выхода пара из турбины в машинный зал;
- 5) для предотвращения утечки масла из подшипников турбины.

Тест № 4

Для чего предназначены надбандажные уплотнения?

- 1) для уменьшения утечки пара через корневой зазор между сопловой и рабочей решётками;
- 2) для уменьшения утечки пара через зазор между бандажом рабочих лопаток и корпусом цилиндра турбины;
- 3) для уменьшения утечки пара через зазор между диафрагмой и ротором;
- 4) для предотвращения выхода пара из турбины в машинный зал;
- 5) для предотвращения утечки масла из подшипников турбины.

Тест № 5

Для чего предназначены диафрагменные уплотнения?

- 1) для уменьшения утечки пара через корневой зазор между сопловой и рабочей решётками;
- 2) для уменьшения утечки пара через зазор между бандажом рабочих лопаток и корпусом цилиндра турбины;
- 3) для уменьшения утечки пара через зазор между диафрагмой и ротором;
- 4) для предотвращения выхода пара из турбины в машинный зал;
- 5) для предотвращения утечки масла из подшипников турбины.

Примеры типовых тестовых заданий второго модуля (7 семестр):

Тест № 1

На какие отсеки разделен маслбак паровой турбины?

- 1) грязный, чистый;
- 2) грязный, промежуточный, чистый;
- 3) сливной, промежуточный, инжекторный;
- 4) сливной, промежуточный, чистый;
- 5) сливной, инжекторный.

Тест № 2

Для чего дублируются сетчатые фильтры грубой и тонкой очистки в маслобаке?

- 1) для лучшей очистки масла;
- 2) для возможности чистки фильтров при работе турбины;
- 3) для создания необходимого перепада давления на фильтрах.

Тест № 3

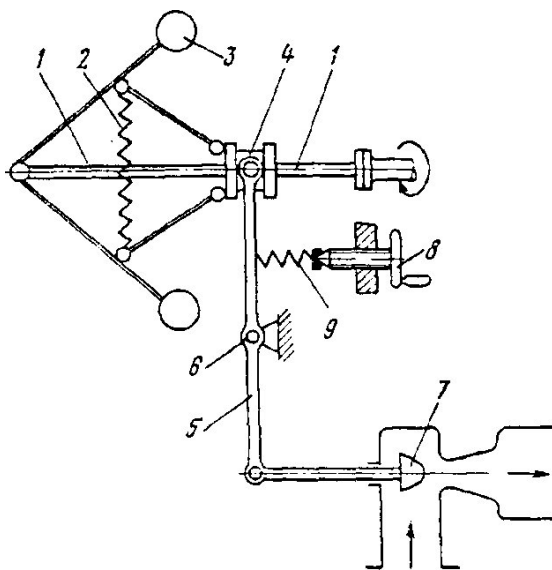
Для чего необходим демпферный масляный бак?

- 1) для обеспечения бесперебойной подачи масла к подшипникам при переключении насосов, а также при обесточивании собственных нужд на время не более 2,5 с;
- 2) для снабжения маслом системы регулирования турбины;
- 3) для подачи масла на подшипники турбины и генератора при пуске турбины;
- 4) для обеспечения бесперебойной подачи масла к подшипникам при переключении насосов, а также при обесточивании собственных нужд на время не более 4,5 с;
- 5) для обеспечения бесперебойной подачи масла к подшипникам при переключении насосов, а также при обесточивании собственных нужд на время не более 3,5 с.

Примеры типовых тестовых заданий третьего модуля (7 семестр):

Тест № 1

Как отреагирует простейшая система регулирования на уменьшение частоты вращения ротора турбины?



- 1) Грузы 3 расходятся, муфта 4 сдвигается влево, верхний конец рычага 5 перемещается влево, регулирующий клапан 7 прикрывается;
- 2) Грузы 3 сближаются, муфта 4 сдвигается вправо, верхний конец рычага 5 перемещается вправо, регулирующий клапан 7 открывается;
- 3) Грузы 3 расходятся, муфта 4 сдвигается влево, верхний конец рычага 5 перемещается влево, регулирующий клапан открывается;
- 4) Грузы 3 сближаются, муфта 4 сдвигается вправо, верхний конец рычага 5 перемещается вправо, регулирующий клапан 7 прикрывается;
- 5) ничего не произойдет.

Тест № 2

Как отреагирует простейшая система регулирования на увеличение частоты вращения ротора турбины (см. рис. выше)?

- 1) Грузы 3 расходятся, муфта 4 сдвигается влево, верхний конец рычага 5 перемещается влево, регулирующий клапан 7 прикрывается;
- 2) Грузы 3 сближаются, муфта 4 сдвигается вправо, верхний конец рычага 5 перемещается вправо, регулирующий клапан 7 открывается;
- 3) Грузы 3 расходятся, муфта 4 сдвигается влево, верхний конец рычага 5 перемещается влево, регулирующий клапан открывается;
- 4) Грузы 3 сближаются, муфта 4 сдвигается вправо, верхний конец рычага 5 перемещается вправо, регулирующий клапан 7 прикрывается;
- 5) ничего не произойдет.

Тест № 3

Что такое статическая характеристика системы регулирования?

- 1) зависимость давления пара от электрической мощности турбины;
- 2) зависимость расхода пара на турбину от электрической мощности;
- 3) зависимость электрической мощности турбины от частоты вращения;
- 4) зависимость электрической мощности турбины от крутящего момента на роторе;
- 5) зависимость электрической мощности турбины от тепловой нагрузки.

Тест № 4 Что входит в электронную часть ЭГСП паровой турбины?

- 1) управляющий вычислительный комплекс, согласующие устройства, пульт управления и отображения информации, датчики положения главных сервомоторов и их отсечных золотников, электромеханические преобразователи;
- 2) управляющий вычислительный комплекс, согласующие устройства, пульт управления и отображения информации, датчики положения главных сервомоторов и их отсечных золотников, отсечные золотники, главные сервомоторы;
- 3) управляющий вычислительный комплекс, переключающие устройства рода работы, пульт управления и отображения информации, датчики положения главных сервомоторов и их отсечных золотников, электромеханические преобразователи;
- 4) управляющий вычислительный комплекс, согласующие устройства, пульт управления и отображения информации, датчики положения главных сервомоторов и их отсечных золотников, электрогидравлические преобразователи;
- 5) переключающие устройства рода работы, отсечные золотники, главные сервомоторы, электрогидравлические преобразователи, гидравлические ограничители скачка нагрузки и темпа ее изменения.

Тест № 5

Что входит в гидравлическую часть ЭГСП паровой турбины?

- 1) управляющий вычислительный комплекс, согласующие устройства, пульт управления и отображения информации, датчики положения главных сервомоторов и их отсечных золотников, электромеханические преобразователи;
- 2) управляющий вычислительный комплекс, согласующие устройства, пульт управления и отображения информации, датчики положения главных сервомоторов и их отсечных золотников, отсечные золотники, главные сервомоторы;
- 3) управляющий вычислительный комплекс, переключающие устройства рода работы, пульт управления и отображения информации, датчики положения главных сервомоторов и их отсечных золотников, электромеханические преобразователи;
- 4) управляющий вычислительный комплекс, согласующие устройства, пульт управления и отображения информации, датчики положения главных сервомоторов и их отсечных золотников, электрогидравлические преобразователи;
- 5) переключающие устройства рода работы, отсечные золотники, главные сервомоторы, электрогидравлические преобразователи, гидравлические ограничители скачка нагрузки и темпа ее изменения.

Примеры типовых тестовых заданий четвертого модуля (7 семестр):

Тест № 1

Для чего необходим конденсатор?

- 1) для накопления электроэнергии;
- 2) для передачи электроэнергии на обмотки электрогенератора;
- 3) для конденсации отработавшего в турбине пара;
- 4) для нагрева отработавшего в турбине пара;
- 5) для нагрева охлаждающей воды, подаваемой в конденсатор.

Тест № 2

Что входит в состав конденсационной установки?

- 1) конденсатор, конденсатный насос, циркуляционный насос;
- 2) конденсатор, циркуляционный насос, конденсатный насос, эжектор;
- 3) конденсатор, циркуляционный насос, конденсатный насос, инжектор;
- 4) конденсатор, циркуляционный насос, конденсатный насос, инжектор, эжектор;
- 5) конденсатор, циркуляционный насос, инжектор, эжектор.

Тест № 3

По расположению конденсаторной группы по отношению к турбине их делят на...

- 1) подвальные, бесподвальные, боковые;
- 2) подвальные, бесподвальные;
- 3) поперечные, продольные;
- 4) односекционные, двухсекционные, трехсекционные;
- 5) односекционные, двухсекционные.

Тест № 4

По расположению конденсаторов по отношению к оси турбины их делят на...

- 1) подвальные, бесподвальные, боковые;
- 2) подвальные, бесподвальные;
- 3) поперечные, продольные;
- 4) односекционные, двухсекционные, трехсекционные;
- 5) односекционные, двухсекционные.

Тест № 5

Продольные конденсаторы в зависимости от числа ЦНД могут выполняться...

- 1) подвальные, бесподвальные, боковые;
- 2) подвальные, бесподвальные;
- 3) поперечные, продольные;
- 4) односекционные, двухсекционные, трехсекционные;
- 5) односекционные, двухсекционные.

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за тест учитываются следующие критерии: За каждое правильно выполненное задание присваивается определенное количество баллов. Максимальное количество баллов за тест по первому модулю – 10 баллов, по второму модулю – 15 баллов, по третьему модулю – 15 баллов, по четвертому модулю – 20 баллов. Шкала оценивания результатов за тест первого модуля: от 3 до 5 баллов – удовлетворительно; от 5 до 7,5 баллов – хорошо; от 7,5 до 10 баллов – отлично. Шкала оценивания результатов за тест второго модуля: от 5 до 7,5 баллов – удовлетворительно; от 7,5 до 11 баллов – хорошо; от 11 – 15 баллов – отлично. Шкала оценивания результатов за тест третьего модуля: от 5 до 7,5 баллов – удовлетворительно; от 7,5 до 11 баллов – хорошо; от 11 – 15 баллов – отлично. Шкала оценивания результатов за тест четвертого модуля: от 7 до 10 баллов – удовлетворительно; от 10 до 15 баллов – хорошо; от 15 – 20 баллов – отлично.
Наименование оценочного средства	Курсовой проект
Представление и содержание оценочных материалов	В качестве курсового проекта студенты проводят расчёт проточной части ЦВД паровой турбины. Пример задания на курсовой проект: <u>ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ</u> Разработать проект (ЧВД) турбины по следующим данным: Электрическая мощность _____ МВт Давление свежего пара _____ МПа Температура свежего пара _____ °С Давление пара за турбиной _____ кПа (Давление пара за ЧВД) _____ МПа Тип регулирующей ступени _____ Прототип турбины _____ <u>РАССЧИТАТЬ:</u> Первую регулирующую ступень турбины, оценить размеры первой и последней нерегулируемых ступеней, определить число ступеней, произвести распределение располагаемого теплоперепада турбины между отдельными ступенями, произвести детальный тепловой расчёт 5 нерегулируемых ступеней, произвести уточнённое определение относительного внутреннего КПД и внутренней мощности разработанной турбины. Произвести расчёт на механическую прочность одной из деталей (узла) турбины. <u>ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ:</u> Лист 1. Сочетание продольного разреза турбины и вида турбины сбоку. Лист 2. Поперечные разрезы или сочетание поперечного разреза с видом турбины спереди.

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке выполненной расчётно-графической работы учитываются следующие критерии: 1) <i>Правильность расчёта двухвечной ступени.</i> - расчёт сделан правильно – 10 баллов - допущены незначительные ошибки, не влияющая на результат – 6 баллов - допущено много мелких ошибок, влияющих на результат расчёта – 2 балла - допущены грубые ошибки, расчёт сделан неверно – 0 баллов. 2) <i>Соответствие расчётно-графической работы требованиям оформления.</i> - расчётно-графическая работа оформлена верно – 10 баллов - в оформлении имеются небольшие недочёты – 5 баллов - расчётно-графическая работа оформлена неверно – 0 баллов 3) <i>Знание методики расчёта и умение отвечать на поставленные вопросы.</i> - знает методику расчёта и уверенно отвечает на поставленные вопросы – 10 баллов - знает методику расчёта, при ответе может допустить небольшие ошибки – 5 баллов - в целом знает методику расчёта, при ответе допускает грубые ошибки – 1 балл - не знает методику расчёта, на поставленные вопросы не отвечает – 0 баллов Максимальное количество баллов - 30
Наименование оценочного средства	Лабораторная работа
Представление и содержание оценочных материалов	Лабораторная работа выполняется согласно лабораторному практикуму по дисциплине, выданным преподавателем на занятии. Лабораторные работы выполняются на компьютерном аналитическом тренажёре «Атомная станция с реактором ВВЭР-1000». Отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты. Примеры заданий на лабораторные работы: Лабораторная работа № 1 Ознакомление с компьютерным тренажёром энергоблока ВВЭР-1000. Изучение принципиальной тепловой схемы и конструкции паровой турбины К 1000-5,9/25-2 1. Изучить принципиальную тепловую схему и конструкцию паротурбинной установки К-1000-5,9/25-2; 2. Изучить состава и принцип работы компьютерного тренажёра «Атомная электрическая станция с реактором ВВЭР-1000»; 3. Изучить мнемосхемы компьютерного тренажёра «Атомная электрическая станция с реактором ВВЭР-1000». Лабораторная работа № 2 Расчёт термического и относительного внутреннего КПД паровой турбины К 1000-5,9/25-2 1. Загрузить номинальное состояние 2. С помощью мнемосхем «Турбинный цех», «Турбина и отборы» и «ПВД и РУ ПГ» зафиксировать параметры пара на входе в ЦВД турбины, на выходе из ЦВД, на входе в СПП и выходе из них, давление в конденсаторе и параметры питательной воды на выходе из ПВД. 3. По полученным параметрам рассчитать термический и относительный внутренний КПД паротурбинной установки К-1000-5,9/25. 4. Проанализировать полученные результаты и составьте отчёт.

	Лабораторная работа № 3 Пуск энергоблока АЭС с реактором ВВЭР-1000. Повышение мощности реактора до 40 % номинальной 1. Привести технические средства энергоблока в исходное состояние перед подъемом мощности реактора. 2. Поднять мощность реактора до значения 3-5 % $N_{ном}$ путем повышения 10-й группы ОР СУЗ. 3. Вывести из 1-го контура борную кислоту (производится каждый раз при достижении 10-й группой ОР СУЗ 8 зоны для снижения ее до 4 зоны). 4. Перевести подачу питательной воды к ПГ от ТПН. 5. Поднять мощность реактора до значения 15 % $N_{ном}$ и стабилизировать её. 6. Поднять мощность реактора до значения 40 % $N_{ном}$. 7. Стабилизировать мощность реактора на уровне 40 % $N_{ном}$. Лабораторная работа № 4 Пуск энергоблока АЭС с реактором ВВЭР-1000. Пуск турбины К-1000-5,9/25-2 и загрузка энергоблока до номинальной мощности 1. Привести технические средств энергоблока в исходное состояние перед пуском ТГ; 2. Осуществить пуск турбогенератора и синхронизировать генератор с внешней электрической сетью; 3. Загрузить энергоблок и турбогенератор до номинальной мощности; 4. Перевести энергоблок в базовый режим работы.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке выполненной лабораторной работы учитываются следующие критерии: 1. <i>Знание материала</i> - содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 3 балла; - содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 1 балл; - не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; 2. <i>Последовательность изложения</i> - содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 3 балла; - последовательность изложения материала недостаточно продумана – 1 балл; - путаница в изложении материала – 0 баллов; 3. <i>Применение конкретных примеров</i> - показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 2 балла; - приведение примеров вызывает затруднение – 1 балл; - неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов; 4. <i>Уровень теоретического анализа</i> - показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 2 балла; - обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 1 балл; - полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов Максимальное количество баллов – 10.

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Экзамен
----------------------------------	---------

Представление и содержание оценочных материалов	Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из экзаменационных билетов с двумя теоретическими вопросами и одной практической задачей. Примеры экзаменационных билетов: Билет 1 1. Турбина – основной двигатель современной тепловой и атомной электростанции. Принцип действия турбины. 2. Влияние числа ступеней на эффективность проточной части турбины. Возврат теплоты. 3. Определить располагаемый теплоперепад паротурбинной установки АЭС, термический КПД цикла насыщенного пара и эквивалентную температуру подвода теплоты в цикле, если задано: начальное давление $p_0 = 6,0$ МПа, степень влажности свежего пара $y_0 = 0,005$, давление в конденсаторе $p_k = 4$ кПа. Билет 2 1. Паротурбинная установка и её экономичность. 2. Рабочий процесс в многоступенчатой турбине. 3. Определить располагаемый теплоперепад турбины при начальных параметрах $p_0 = 5,9$ МПа, $x_0 = 0,995$ и конечном давлении $p_k = 3,9$ кПа. Билет 3 1. Классификация паровых турбин. Маркировка турбин. 2. Эрозия рабочих лопаток и других элементов проточной части. 3. Определить теоретическую скорость выхода (без учета потерь) пара из сопловой решетки c_{1t}, если её располагаемый теплоперепад $\overline{H}_{0c} = 75,0$ кДж/кг. Билет 4 1. Работа ступени при переменном режиме. Требования высокой надёжности и манёвренности, предъявляемые к современной турбине. 2. Способы снижения осевого усилия. 3. Определить расход пара через суживающуюся сопловую решётку, если известны параметры торможения перед ней $p_0 = 0,12$ МПа, $t_0^- = 140^\circ\text{C}$ и давление пара за ней $p_1 = 0,075$ МПа. Выходная площадь $F_1 = 206 \cdot 10^{-4}$ м². Коэффициент расхода $\psi_1 = 0,97$. Билет 5 1. Зависимость между расходом и параметрами пара перед и за решёткой. Сетка расходов А.В. Шегляева. 2. Конструкция корпусов паровых турбин. Диафрагмы. 3. Как изменится расход пара через суживающиеся сопла, если при неизменном давлении пара перед соплами $p_0 = 6$ МПа и постоянной начальной температуре давление пара за соплами повысится от $p_1 = 3$ МПа до $p_{11} = 4,5$ МПа?
--	---

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии: Правильность выполнения практического задания Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины Владение специальными терминами и использование их при ответе. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы Логичность и последовательность ответа Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем От 16 до 20 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. От 11 до 15 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе. От 6 до 10 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа. Максимальное количество баллов за выполнение практических заданий – 20 Максимальное количество баллов за экзамен - 40
Наименование оценочного средства	Зачет с оценкой

Представление и содержание оценочных материалов	Оценочные материалы, вынесенные на зачет с оценкой, состоят из тестов Примеры типовых тестовых заданий первого модуля (7 семестр): Тест № 1 Какие существуют типы роторов паровых турбин? 1) короткозамкнутый, с глухозаземлённой нейтралью; 2) барабанный, сварной; 3) цельнокованный, комбинированный, сварной, сборный, барабанный; 4) цельносварной, комбинированный, барабанный; 5) комбинированный, сборный с хиртовыми соединениями и центральной стяжкой, сборный с окружными болтами, сварной. Тест № 2 Какие существуют типы корпусов ЦВД паровых турбин АЭС? 1) одностенный, двухстенный с петлевой схемой движения пара; 2) однокорпусный, двухкорпусный; 3) однопоточный, двухпоточный; 4) одностенный обойменной конструкции, двухпоточный с внешней обоймой; 5) одностенный, двухпоточный с внешней обоймой, двухпоточный с внутренней обоймой. Тест № 3 Для чего необходимы концевые уплотнения турбины? 1) для уменьшения утечки пара через корневой зазор между сопловой и рабочей решётками; 2) для уменьшения утечки пара через зазор между бандажом рабочих лопаток и корпусом цилиндра турбины; 3) для уменьшения утечки пара через зазор между диафрагмой и ротором; 4) для предотвращения выхода пара из турбины в машинный зал; 5) для предотвращения утечки масла из подшипников турбины. Тест № 4 Для чего предназначены надбандажные уплотнения? 1) для уменьшения утечки пара через корневой зазор между сопловой и рабочей решётками; 2) для уменьшения утечки пара через зазор между бандажом рабочих лопаток и корпусом цилиндра турбины; 3) для уменьшения утечки пара через зазор между диафрагмой и ротором; 4) для предотвращения выхода пара из турбины в машинный зал; 5) для предотвращения утечки масла из подшипников турбины. Тест № 5 Для чего предназначены диафрагменные уплотнения? 1) для уменьшения утечки пара через корневой зазор между сопловой и рабочей решётками; 2) для уменьшения утечки пара через зазор между бандажом рабочих лопаток и корпусом цилиндра турбины; 3) для уменьшения утечки пара через зазор между диафрагмой и ротором; 4) для предотвращения выхода пара из турбины в машинный зал; 5) для предотвращения утечки масла из подшипников турбины. В 20 баллов оцениваются ответы при тестировании во время зачета с оценкой, если обучающийся правильно ответил не менее чем на 20 % тестов. Максимальный балл при тестировании 40 баллов.
---	---