48736)

Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «*Тепловые энергетические установки*»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Турбины тепловых и атомных электрических станций»

основной профессиональной образовательной программы подготовки <u>бакалавров</u> по направлению <u>13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»</u> профиль «Тепловые электрические станции»

Форма обучения

заочная

Технология обучения

<u>традиционная</u>

Автор рабочей программы	А.Ю. Попов
доцент каф ТЭУ, к.т.н., доцент	« <u>23</u> » <u>03</u> 20 <u>/</u> 2r.
СОГЛАСОВАНО	
T	
Директор библиотеки	И.А. Романовская
	« <u>24</u> »
Заведующий кафедрой « <i>Тепловые энер</i> -	А.В. Смирнов
гетические установки», к.т.н, доцент	«23» o3 20/2г.
Заведующий выпускающей кафедрой	А.В. Смирнов
«Тепловые энергетические установки»,	« 23 » 03 20 /7r.
к.т.н, доцент	
	60
Декан факультета <u>«Заочного и</u>	М.В. Семибратова
<u>дистанционного обучения»</u>	« <u>23</u> » <u>0</u> 3 <u>20</u> 17 г.
	D
Начальник учебно-методического	Е.Е. Поздеева
УПравления	«24» ω2 2017 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «*Турбины тепловых и атомных электрических станций*» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от *1 октября 2015 № 1081* и основной профессиональной образовательной программы подготовки *бакалавров* по направлению *13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»*.

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Турбины тепловых и атомных электрических станций							
Цель дисциплины	элемента энергии	Формирование у обучающихся знаний в области рабочих процессов в элементах энергетических турбомашин при преобразовании тепловой энергии в электрическую, умений и навыков их использования в практической деятельности						
Задачи дисциплины	ной тепл	Состоят в получении знаний, умений и навыков в области промышленной теплоэнергетики при разработке и применении турбоустановок, производящих тепловую и электрическую энергию						
Основные разделы дисциплины Общая	1. Турбины и паротурбинные установки. 2. Теория турбинной ступени. Конструкции турбин и их основных элементов. 3. Многоступенчатые турбины. 4. Работа турбин на переменных режимах. 5. Турбины для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии. 6. Конденсационная установка. 8 з.е. / 288 академических часа							
трудоемкость				ная нагруз	вка, ч		Проме-	Всего
дисциплины	Семестр	Лек ции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектиро- вание	CPC,	жуточ- ная ат- теста- ция, ч	за се- местр, ч
	<u>7</u> семестр	6	6	6	_	117	9	144
	<u>8</u> семестр	8	6	_	_	126	4	144
	ИТОГО:	14	12	6	_	243	13	288

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «*Турбины тепловых и атомных электрических станций*» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

	таолица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки						
Наименование и шифр		Перечень формируемых знаний, умений, навыков,					
компетенции, в форми-		нных образовательно	• •				
ровании которой	Перечень знаний	Перечень умений	Перечень навыков				
принимает участие	(с указанием	(с указанием	(с указанием				
дисциплина	шифра)	шифра)	шифра)				
ПК-1: Способность	3-1(ПК-1-2):	У-1(ПК-1-2):	H-1(ПК-1-2) : вла-				
участвовать в сборе и	знать особенности	уметь произво-	деть навыками				
анализе исходных дан-	конструкций па-	дить поиск ис-	сбора и анализа				
ных для проектирова-	ровых и газовых	ходных данных по	исходных данных				
ния энергообъектов и	турбин;	турбоустановкам;	существующих				
их элементов в соот-	3-1(ПК-1-3):	У-1(ПК-1-3):	турбомашин;				
ветствии с норматив-	знать специфику	уметь формиро-	H-1(ПК-1-3) : вла-				
ной документацией	формирования	вать исходные	деть навыками				
	исходных данных	данные для про-	подготовки исход-				
	для проектирова-	ектирования тур-	ных данных для				
	ния турбин и их	бин и их элемен-	проектирования				
	элементов.	тов.	турбин и их эле-				
			ментов.				
ПК-2: Способность	3-1(ПК-2-5):	У-1(ПК-2-5):	H-1(ПК-2-5): вла-				
проводить расчеты по	знать основы теп-	уметь произво-	деть навыками				
типовым методикам,	ловых расчетов	дить расчеты тур-	проведения расче-				
проектировать техно-	турбоагрегатов и	боагрегатов и их	тов турбоагрегатов				
логическое оборудова-	их элементов;	элементов;	и их элементов;				
ние с использованием	3-1(ПК-2-6):	У-1(ПК-2-6):	H-1(ПК-2-6): вла-				
стандартных средств	знать способы	уметь пользовать-	деть навыками				
автоматизации проек-	проектирования	ся системами про-	проектирования				
тирования в соответ-	турбоагрегатов и	ектирования тур-	элементов и узлов				
ствии с техническим	их элементов.	боагрегатов и их	турбин.				
заданием		элементов.					
ДПК-1: Способность	3-1(ДПК-1-4):	У-1(ДПК-1-4):	Н-1(ДПК-1-4):				
демонстрировать зна-	знать назначение	уметь демонстри-	владеть навыками				
ния в области назначе-	элементов тепло-	ровать результаты	представления ре-				
ния, устройства и	вых схем турбо-	тепловых расче-	зультатов				
принципа действия ос-	агрегатов;	тов турбоагрега-	тепловых расчетов				
новного и вспомога-		тов;	турбоагрегатов;				
тельного энергетиче-	3-1(ДПК-1-5):	У-1(ДПК-1-5):	Н-1(ДПК-1-5):				
ского оборудования	знать о способах	уметь демонстри-	владеть навыками				
тепловых электриче-	расчетов элемен-	ровать результаты	представления ре-				
ских станций	тов турбины.	расчетов элемен-	зультатов				
		тов турбины.	расчетов элементов				
			турбины.				

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина(модуль) «*Турбины тепловых и атомных электрических станций*» изучается на 4-м курсе в 7-м семестре и в 8-м семестре.

Дисциплина является *базовой дисциплиной* входит в состав блока Б1 «Дисциплины (модули)» и относится к *вариативной* части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции **ПК-1**: «Способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией», в процессе изучения дисциплины «Психология делового общения» (этап 1), «Котельные установки и парогенераторы» (этап 2)

Дисциплина «Турбины тепловых и атомных электрических станций» совместно с дисциплинами «Технология инженерного творчества», «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций», «Тепловые и атомные электрические станции», «Основы стандартизации и патентоведение», «Преддипломная практика» являются основой для успешного прохождения государственной итоговой аттестации на заключительном этапе освоения компетенции ПК-1.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции **ПК-2**: «Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием», в процессе изучения дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика», «Учебная практика» (этап 1), «Котельные установки и парогенераторы», «Физические основы теории горения» (этап 2).

Дисциплина «Турбины тепловых электрических станций» совместно с дисциплинами «Специальные технологии проектирования теплоэнергетического оборудования», «Специальные компьютерные технологии», «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций», «Тепловые и атомные электрические станции» являются основой для успешного прохождения государственной итоговой аттестации на заключительном этапе освоения компетенции ПК-2.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенции **ДПК-1**: «Способность демонстрировать знания в области назначения, устройства и принципа действия основного и вспомогательного энергетического оборудования тепловых электрических станций», в процессе изучения дисциплины «Учебная практика» (этап 1), «Котельные установки и парогенераторы» (этап 2).

Дисциплина «Турбины тепловых и атомных электрических станций» совместно с дисциплинами «Тепломеханическое и вспомогательное оборудование электростанций», «Производственная практика», «Электрооборудование тепловых электрических станций», «Парогазовые установки» являются основой для успешного прохождения государственной итоговой аттестации на заключительном этапе освоения компетенции ДПК-1.

Входной контроль не проводится.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет <u>7</u> зачетных единиц, 252 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

	Всего академических часов
Объем дисциплины	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	288
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	32
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	14
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	18
Самостоятельная работа обучающихся и контактная	
работа, включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	243
Промежуточная аттестация обучающихся	13

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов,	Компонент учебного пла-	Трудо- емкость	Форма	Планируемые (контролируемые) результаты освоения			
тем и содержание	на	(в часах)	проведения	Компе-	Знания,		
материала				тенции	умения, навыки		
7 семестр							
Раздел 1 Турбины и паротурбинные установки							
Тема Типы турбин и	Лекция	1	Интерак-	ПК-1	3-1(ПК-1-2)		
их принцип действия:			тивная	ДПК-1	3-1(ДПК-1-4)		
Турбина как основной							

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного пла- на	Трудо- емкость (в часах)	Форма проведения	(контр	нируемые оолируемые) аты освоения Знания, умения, навыки
двигатель современной тепловой и атомной электрической станции. Принцип действия турбины. Краткий исторический очерк развития паровых и газовых турбин. Современное состояние развития турбиностроения. Активные и реактивные турбины. Турбинные установки ТЭС и АЭС. Конструкция паровой турбины, ее основных узлов и деталей.					
Тема Способы повышения экономичности цикла ПТУ: Паротурбинная установка и ее экономичность. Влияние начальных и конечных параметров пара на КПД цикла ПТУ. Промежуточный перегрев пара. Регенерированный подогрев питательной воды. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии.	Лекция	0,5	Традици-онная	ПК-1 ПК-2 ДПК-1	3-1(ПК-1-2) 3-1(ПК-2-5) 3-1(ДПК-1-4)
Тема Классификация турбин: Основы классификации турбин. Технико-экономические характеристики мощных современных турбин, устанавливаемых на ТЭС и АЭС в России.	Лекция	0,5	Традици- онная	ПК-1 ДПК-1	3-1(ПК-1-2) 3-1(ДПК-1-4)
Тема Простые циклы ПТУ	Практическое занятие	1	Интерак- тивная, на ПК	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2), H-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)
Тема Сложные циклы ПТУ	Практическое занятие	1	Активная, на ПК	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2), H-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)
Тема Изучение тепловой схемы конден-	Лабораторная работа	2	Традици- онная	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2),

Наименование разделов,	Компонент	Трудо-	Форма	Планируемые (контролируемые) результаты освоения		
тем и содержание материала	учебного пла- на	емкость (в часах)	проведения	Компе-	Знания, умения, навыки	
сационного турбо- агрегата					H-1(ΠK-1-2), 3-1(ΠK-2-5), У-1(ΠK-2-5), H-1(ΠK-2-5)	
Самостоятельная работа обучающихся	Изучение теоретиче- ских разделов дисциплины	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-1	3-1(ΠK-1-2)	
	Выполнение РГР	25	Выполнение РГР	ПК-1 ПК-2	У-1(ПК-1-2), H-1(ПК-1-2), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)	
	Подготовка к практическим занятиям (семинарам) и лабораторным работам	7	Чтение основной и дополнительной литературы, подготовка презентаций, подготовка отчетов к лабораторным работам	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2), H-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)	
ИТОГО	Лекции	2	-	_	_	
по разделу 1	Практические занятия	2	-	-	-	
	Лабораторные работы	2	-	-	-	
	Самостоятель- ная работа обучающихся	39	-	-	-	
Раздел 2 Теория турб	инной ступени. 1	Конструкці	ии турбин и их	с основны:		
Тема Преобразование энергии в турбинной ступени: Конструктивное выполнение турбинной ступени. Основные уравнения рабочего процесса турбинной ступени. Основные характеристики и пара-	Лекция	1	Традици- онная	ПК-1 ПК-2 ДПК-1	3-1(ПК-1-2) 3-1(ПК-2-5) 3-1(ДПК-1-4)	

Наименование разделов,	Компонент Трудо- учебного пла- емкости	Трудо-	Форма	Планируемые (контролируемые) результаты освоения		
тем и содержание материала	на	(в часах)	проведения	Компе-	Знания, умения, навыки	
метры потоков в каналах. Преобразование энергии в турбинной ступени. Треугольники скоростей. Силы, действующие на рабочие лопатки. Теоретический и действительный процессы в соплах и рабочих лопатках.						
Тема Относительный лопаточный КПД. Потери энергии в турбинных решетках: Мощность, работа пара (газа), относительный лопаточный КПД ступени. Зависимость лопаточного КПД активной и реактивной ступеней от отношения скоростей. Использование энергии выходной скорости. Ступени скорости. Потери энергии в решетках. Коэффициент расхода. Потери профильные и концевые. Влияние режимных параметров на характеристики решеток	Лекция	0,5	Традици-	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2) 3-1(ПК-2-5)	
Тема Характеристики турбинных решеток. Внутренний относительный КПД: Турбинные решетки и их геометрические характеристики. Определение основных размеров сопловых и рабочих решеток. Выбор профилей лопаток и геометрических и конструктивных параметров. Внутренний относительный КПД турбинной ступени. Дополнительные потери. Особенности течения влажного пара в решетках турбинной ступени. Эрозия рабочих лопаток. Выбор оптимального отношения скоростей для ступеней различного типа.	Лекция	0,5	Традици- онная	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2) 3-1(ПК-2-5)	
Тема Расчет параметров ступеней актив-	Практическое занятие	2	Активная, на ПК	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2),	

Наименование разделов,	Компонент	Трудо-	Форма	Планируемые (контролируемые) результаты освоения		
тем и содержание материала	учебного пла- на	емкость (в часах)	проведения	Компе-	Знания, умения, навыки	
ных и реактивных турбин					H-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)	
Тема Влияние начальных параметров пара на влажность отработавшего пара	Лабораторная работа	1	Интерак- тивная, на ПК	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2), H-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)	
Тема Влияние сепарации пара на влажность отработавшего пара	Лабораторная работа	1	Активная, на ПК	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2), H-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)	
Самостоятельная работа обучающихся	Изучение теоретических разделов дисциплины	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-1	3-1(ПК-1-2)	
	Выполнение РГР	25	Выполнение РГР	ПК-1 ПК-2	У-1(ПК-1-2), H-1(ПК-1-2), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)	
	Подготовка к практическим занятиям (семинарам) и лабораторным работам	7	Чтение основной и дополнительной литературы, подготовка презентаций, подготовка отчетов к лабораторным работам	ПК-1 ПК-2	3-1(ΠK-1-2), У-1(ΠK-1-2), H-1(ΠK-1-2), 3-1(ΠK-2-5), У-1(ΠK-2-5), H-1(ΠK-2-5)	
итого	Лекции	2	-	-	-	
по разделу 2	Практические занятия	2	-	-	-	
	Лабораторные работы	2	-	-	-	

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана на Самостоятель-	Трудо- емкость (в часах)	Форма проведения	(контр	нируемые оолируемые) гаты освоения Знания, умения, навыки
	ная работа обучающихся	39	-	-	-
	Раздел 3 Много	ступенчат	ые турбины		
Тема Типы многосту- пенчатых турбин. Тепловой процесс в многоступенчатых турбинах: Турбины со ступенями скорости/давления. Тепло- вой процесс в многосту- пенчатой турбине. Конце- вые уплотнения. Потери	Лекция	1	Традици- онная	ПК-1 ПК-2 ДПК-1	3-1(ПК-1-2) 3-1(ПК-2-5) 3-1(ДПК-1-4)
энергии. Влияние числа ступеней на эффективность проточной части турбины. Коэффициент возврата теплоты.					
Тема Порядок теплового расчета много- ступенчатой турбины: Порядок теплового расчета многоступенчатой паровой турбины. Оценка числа ступеней многоступенчатой турбины. Предельная мощность однопоточной турбины. Особенности детального расчета ступеней турбины. Обзор конструкций многоступенчатых паровых турбин с промежуточным перегревом пара, без промежуточного перегрева пара. Оценка экономической эффективности современных конструкций турбин	Лекция	1	Традици- онная	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2) 3-1(ПК-2-5)
Тема Конструкции многоступенчатых турбин со ступенями скорости и ступенями давления	Практическое занятие	2	Семинар	ДПК-1	У-1(ДПК-1-4), Н-1(ДПК-1-4)
Тема Влияние параметров промежуточного перегрева пара на эффективность турбоустановки	Лабораторная работа	2	Активная, на ПК	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2), H-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)

Наименование разделов,	Компонент	Трудо-	Форма	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
тем и содержание материала	учебного пла- на	емкость (в часах)	проведения	Компе- тенции	Знания, умения, навыки
Самостоятельная работа обучающихся	Изучение теоретических разделов дисциплины	6	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-1	3-1(ПК-1-2)
	Выполнение РГР	27	Выполнение РГР	ПК-1 ПК-2	У-1(ПК-1-2), H-1(ПК-1-2), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)
	Подготовка к практическим занятиям (семинарам) и лабораторным работам	6	Чтение основной и дополнительной литературы, подготовка презентаций, подготовка отчетов к лабораторным работам	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2), H-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)
ИТОГО	Лекции	2	-	-	-
по разделу 3	Практические занятия	2	-	-	-
	Лабораторные работы	2	-	-	-
	Самостоятель- ная работа обучающихся	39	-	-	-
ИТОГО за седьмой семестр:	Лекции	6	-	_	-
cemeerp.	Практические занятия	6	-	-	-
	Лабораторные работы	6	-	-	-
	Самостоя- тельная рабо- та обучаю- щихся	117	-	-	-
Промежуточная аттес по дисциплине	тация	9	Экзамен	ПК-1 ПК-2 ДПК-1	3-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), 3-1(ДПК-1-4)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного пла- на	Трудо- емкость (в часах)	Форма проведения	(контр	нируемые оолируемые) гаты освоения Знания, умения, навыки
Door		В семестр	011011111111111111111111111111111111111	111000	
	цел 4 <i>Работа тур</i> Пекция	ооин на пер З		<i>имах</i> ПК-1	3_1(ПК ₋ 1-2)
Тема Работа турбинной ступени на переменном режиме: Работа ступени и турбины на переменном режиме. Зависимость между расходом пара и параметрами пара перед и за решеткой. Степени реактивности и КПД при изменении отношения скоростей ступени. Условия работы последней ступени конденсационной турбины при переменном давлении за	Лекция	3	Интерак- тивная	ПК-1 ПК-2 ДПК-1	3-1(ПК-1-3) 3-1(ПК-2-6) 3-1(ДПК-1-5)
тупенью. Тема Способы парораспределения: Работа многоступенчатой турбины на переменном режиме. Распределение давлений и теплоперепадов в ступенях турбины при изменении расхода рабочего тела, также его параметров. Дроссельное парораспределение. Потери дросселирования в конденсационной и противодавленческой турбинах. Сопловое парораспределение. Обводное парораспределение. Изменение расхода пара через турбину методом скользящего давления.	Лекция	1	Традици- онная	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-3) 3-1(ПК-2-6)
Тема Изменение расхода пара через турбину методом скользящего давления	Практическое занятие	1	Интерак- тивная, на ПК	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-3), У-1(ПК-1-3), H-1(ПК-1-3), 3-1(ПК-2-6), У-1(ПК-2-6), H-1(ПК-2-6)
Тема Влияние параметров пара на мощность и экономичность турбины	Практическое занятие	1	Семинар	ПК-1 ПК-2 ДПК-1	3-1(ПК-1-3), У-1(ПК-1-3), Н-1(ПК-1-3), 3-1(ПК-2-6), У-1(ПК-2-6), Н-1(ПК-2-6), У-1(ДПК-1-5),

Наименование разделов,	Компонент	Трудо-	Форма	(контр	нируемые ролируемые) таты освоения
тем и содержание материала	учебного пла- на	емкость (в часах)	проведения	Компе-	Знания, умения, навыки
					Н-1(ДПК-1-5)
Самостоятельная работа обучающихся	Изучение теоретических разделов дисциплины	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-1	3-1(ПК-1-3)
	Выполнение КР	28	Выполнение КР	ПК-1 ПК-2	У-1(ПК-1-3), H-1(ПК-1-7, У-1(ПК-2-6), H-1(ПК-2-6)
	Подготовка к практическим занятиям	7	Чтение основной и дополни- тельной литературы	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-3), 3-1(ПК-2-6)
ИТОГО	Лекции	4	_	_	_
по разделу 4	Практические занятия	2	-	-	-
	Самостоятель- ная работа обучающихся	42	-	-	-
Раздел 5 Турбины для г	комбинированной	й выработк	и тепловой и	электриче	еской энергии
Тема Теплофикаци- онные турбины: Экономическая эффектив- ность при использовании турбин для комбиниро- ванной выработки теплоты и электрической энергии. Паровые турбины с про- тиводавлением.	Лекция	1	Традици- онная	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-3) 3-1(ПК-2-6)
Тема Турбины с отборами пара: Турбины с одним и двумя регулируемыми отборами пара. Турбины с отопительными отборами пара при ступенчатом подогреве сетевой воды.	Лекция	1	Традици- онная	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-3) 3-1(ПК-2-6)
Тема Диаграмма режимов турбины с противодавлением	Практическое занятие	1	Активная, на ПК	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-3), У-1(ПК-1-3), H-1(ПК-1-3), 3-1(ПК-2-6), У-1(ПК-2-6), H-1(ПК-2-6)

Наименование	Компонент	Трудо-	Форма	(контр	нируемые олируемые)
разделов, тем и содержание материала	учебного пла- на	емкость (в часах)	проведения	результ Компе- тенции	аты освоения Знания, умения, навыки
Тема Диаграмма режимов турбины с 2-мя регулируемыми отборами пара	Практическое занятие	1	Интерак- тивная, на ПК	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-3), У-1(ПК-1-3), H-1(ПК-1-3), 3-1(ПК-2-6), У-1(ПК-2-6), H-1(ПК-2-6)
Самостоятельная работа обучающихся	Изучение теоретических разделов дисциплины	7	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-1	3-1(ПК-1-3)
	Выполнение КР	28	Выполне- ние КР	ПК-1 ПК-2	У-1(ПК-1-3), H-1(ПК-1-7, У-1(ПК-2-6), H-1(ПК-2-6)
	Подготовка к практическим занятиям	7	Чтение основной и дополнительной литературы	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-3), 3-1(ПК-2-6)
ИТОГО	Лекции	2	-	_	_
по разделу 5	Практические занятия	2	-	-	-
	Самостоятель- ная работа обучающихся	42	-	-	-
	Раздел 6 Конде	енсационна			
Тема Конструкция конденсаторной установки: Схема конденсационной установки и ее элементы. Конструкция конденсаторов паровых турбин. Тепловой процесс в конденсаторе. Паровое сопротивление конденсаторов, температура конденсата и его переохлаждение. Водяная и воздушная плотность конденсаторе. Деаэрация в конденсаторе. Тема Тепловой про-	Лекция	1	Традици-	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-3) 3-1(ПК-2-6) 3-1(ПК-1-3)
цесс в конденсаторе: Тепловой расчет конден-	ЛОКЦИЯ	1	онная	ПК-1	3-1(ПK-2-6)

Наименование разделов,	Компонент	Трудо-	Форма	(контр	нируемые оолируемые) таты освоения
тем и содержание материала	учебного пла- на	емкость (в часах)	проведения	Компе-	Знания, умения, навыки
сатора. Выбор краткости охлаждения, числа трубок и их длины. Гидравлическое сопротивление конденсатора. Способы крепления трубок. Соединение турбины с конденсатором, опоры конденсатора. Характеристики конденсатора при переменном режиме его работы. Воздушно отсасывающие насосы. Водоструйные и пароструйные эжекторы.					
Тема Конструкции конденсаторов тур-бин, пароструйные эжекторы	Практическое занятие	2	Активная, на ПК	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-3), У-1(ПК-1-3), Н-1(ПК-1-3), 3-1(ПК-2-6), У-1(ПК-2-6), H-1(ПК-2-6), У-1(ДПК-1-5), H-1(ДПК-1-5)
Самостоятельная работа обучающихся	Изучение теоретических разделов дисциплины, подготовка к экзамену	6	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-1	3-1(ПК-1-3)
	Выполнение КР	30	Выполне- ние КР	ПК-1 ПК-2	У-1(ПК-1-3), H-1(ПК-1-7, У-1(ПК-2-6), H-1(ПК-2-6)
	Подготовка к практическим занятиям	6	Чтение основной и дополнительной литературы	ПК-1 ПК-2	3-1(ПК-1-3), 3-1(ПК-2-6)
ИТОГО	Лекции	2	_	_	_
по разделу 6	Практические занятия	2	-	_	_
	Самостоятель- ная работа обучающихся	42	_	_	_
ИТОГО за восьмой	Лекции	8	_	_	_
семестр:	Практические занятия	6	_	_	_

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного пла- на	Трудо- емкость (в часах)	Форма проведения	(контр	нируемые олируемые) аты освоения Знания, умения, навыки
	Самостоя- тельная рабо- та обучаю- щихся	126	-	-	_
Курсовая работа					
Промежуточная аттес по дисциплине	Промежуточная аттестация			ПК-1 ПК-2 ДПК-1	3-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), 3-1(ПК-1-3), 3-1(ПК-2-6), 3-1(ДПК-1-4), 3-1(ДПК-1-5)
ИТОГО	Лекции	14	_	_	_
по дисциплине	Практические занятия	12	_		_
	Лабораторные работы	6	_	_	_
ИТОГО . С	Самостоя- тельная рабо- та обучаю- щихся	243	_	_	_

ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 288 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 8 часов

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Турбины тепловых и атомных электрических станций», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к занятиям (подготовка к практическим занятиям, подготовка презентаций, подготовка отчетов к лабораторным работам); подготовка и оформление расчетно-графической работы; подготовка и оформление курсовой работы.

Для успешного выполнения самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

- 1. Турбины тепловых и атомных электростанций: методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Турбины тепловых и атомных электростанций»: / А.Ю. Попов. Комсомольск-на-Амуре: «КнАГТУ», 2011. 25 с.
- 2. Основы теории тепловых процессов и машин [Электронный ресурс]: в 2 ч. Ч. 2: Учебное пособие / Александров Н.Е., Богданов А.И., Костин К.И.; Под ред. Прокопенко Н.И., 5-е изд., (эл.) М.:БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. 574 с.: ISBN 978-5-9963-2613-6 Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/366681
- 3. Каталог продукции группы компаний "Силовые машины" [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.powerm.ru/upload/iblock/13f/SM all 2018.pdf.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.1, 4.2.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы.

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Правила оформления студенческих текстовых в РД 013-2016 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления» (https://knastu.ru/media/files/page_files/page_425/omk/rd/RD_013-2016 izm.1.pdf).

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 4,5-6,5 часа в неделю. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный поря-

док, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (построение графиков и т.п.).

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Таблица 4.1 Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов в седьмом семестре

Вид самостоятель-									Ча	асов в	недел	ІЮ									Итого по
ной работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	видам работ
Изучение теоретических разделов дисциплины	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
Подготовка, оформление и защита РГР	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	77
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
ИТОГО в 7 семестре	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	117

Таблица 4.2 Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов в восьмом семестре

Вид самостоятель-									Ча	асов в	недел	ІЮ									Итого по
ной работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	видам работ
Изучение теоретических разделов дисциплины	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
Подготовка, оформление и защита КР	4	4	4	4	4	4	4	4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	86
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
ИТОГО в 8 семестре	6	6	6	6	6	6	6	6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	126

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

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контроли- руемой компе- тенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
	3-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), 3-1(ДПК-1-4)	Конспект лекций	- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2), H-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), H-1(ПК-2-5)	Задания практических занятий	- способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
1. Турбины и паротурбинные установки. 2. Теория турбинной ступени. Конструкции турбин и их основных элементов.	3-1(ДПК-1-4), У-1(ДПК-1-4), Н-1(ДПК-1-4)	Доклад (со- общение) по тематике практическо- го занятия	- соответствие выступления теме, поставленным целям и задачам; - глубина / полнота рассмотрения темы; - логичность / структурированность / целостность выступления; - речевая культура; - используются ссылки на информационные ресурсы (сайты, литература); - наглядность / презентабельность; - самостоятельность суждений / владение материалом / компетентность
3. Многоступенчатые турбины.	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2), Н-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), Н-1(ПК-2-5)	Задачи лабораторных работ	- способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2), Н-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), Н-1(ПК-2-5)	Расчетно- графическая работа	Содержание работы: - понимание методик расчетов и навык их применения; - полнота выполнения задания; - качество выполнения расчетов; - достаточность пояснений. Качество оформления: - степень соответствия оформления работы РД 013-2016. Защита РГР: - соответствие ответов поставленным вопросам; - владение материалом.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контроли- руемой компе- тенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Промежуточная аттестация	3-1(ПК-1-2), У-1(ПК-1-2), 3-1(ПК-2-5), У-1(ПК-2-5), 3-1(ДПК-1-4)	Экзамен	- глубина знаний теоретических вопросов билета; - глубина знаний дополнительных вопросов; - логика рассуждений.
	3-1(ПК-1-3), 3-1(ПК-2-6), 3-1(ДПК-1-5)	Конспект лекций	- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала); - логическое построение и связность текста; - полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей); - визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки); - оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).
4. Работа турбин на переменных режимах. 5. Турбины для	3-1(ПК-1-3), У-1(ПК-1-3), H-1(ПК-1-7, 3-1(ПК-2-6), У-1(ПК-2-6), H-1(ПК-2-6), У-1(ДПК-1-5), H-1(ДПК-1-5)	Задания практических занятий	- способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
комбинированной выработки тепловой и электрической энергии. 6. Конденсационная установка.	3-1(ΠK-1-2), У-1(ΠK-1-2), H-1(ΠK-1-2), 3-1(ΠK-2-5), У-1(ΠK-2-5), H-1(ΠK-2-5)	Задачи лабораторных работ	- способность анализировать и обобщать информацию; - способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
	3-1(ПК-1-3), У-1(ПК-1-3), H-1(ПК-1-3), 3-1(ПК-2-6), У-1(ПК-2-6), H-1(ПК-2-6)	Курсовая ра- бота	Содержание работы: - понимание методик расчетов и навык их применения; - полнота выполнения задания; - качество выполнения расчетов; - достаточность пояснений. Качество оформления: - степень соответствия оформления работы РД 013-2016. Защита КР: - соответствие ответов поставленным вопросам; - владение материалом.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена в 7 семестре и в форме зачета в 8 семестре.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

1 4000	ица 6 – Гехноло			
	Наименование	Сроки	Шкала	Критерии
	оценочного	выпол-	оценива-	оценивания
	средства	нения	ния	
	-		7 семес	
1			ая аттесто	пция в форме экзамена
	Конспект лекций	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта. 24 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта. 18 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта. 12 баллов – В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта. 0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.
2	Задачи практических занятий	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям 20 баллов - студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. 0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
3	Отчеты по лабораторным работам	В течение семестра	40 баллов	результаты. 40 баллов - студент правильно сделал отчет. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 30 баллов - студент сделал отчет с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 20 баллов - Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополни-

	Наименование оценочного	Сроки выпол-	Шкала оценива-	Критерии
	средства	нения	оценива- ния	оценивания
	средетва	псиих	ши	тельные вопросы на защите было допущено много неточностей. 0 баллов - При выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень
				владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.
4	Расчетно- графическая работа	17 неделя	40 баллов	40 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, РГР
				оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов - Студент полностью выполнил за-
				дание, показал хорошие умения навыки в рам- ках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного
				решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении. 20 баллов - Студент полностью выполнил за-
				дание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты,
				качество оформления РГР имеет недостаточный уровень. 0 баллов - Студент не полностью выполнил
				задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.
5	Экзамен	На экза- менаци-	50 баллов	50 баллов - Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные
		онной сессии		знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.
				40 баллов - Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями.
				Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
				25 баллов - Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностя-
				ми. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При
				ответах на дополнительные вопросы было до- пущено много неточностей. 0 баллов - При ответе на теоретический вопрос
				билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено мно-
ИТО	 ΓΩ:	_	200 баллов	жество неправильных ответов.
	renuu опенки nesvala			

Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:

^{0 - 64 %} от максимально возможной суммы баллов. До 128 оценка «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 129-144 оценка «удовлетворитель-

но» (пороговый (минимальный) уровень);

^{75 – 84 %} от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 145-168 оценка «хорошо» (средний

уровень); 85-100~% от максимально возможной суммы баллов. В диапазоне 169-200 оценка «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

	Наименование	Сроки	Шкала	V numanyy
	оценочного	выпол-	оценива-	Критерии оценивания
	средства	нения	ния	,
	Пра	межуточі	8 семес ная аттесп	тр пация в форме зачета
1	Конспект лекций	В течение семестра	20 баллов	20 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта.
				15 балла — студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта.
				10 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта.
				7 баллов В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта. 0 баллов — отсутствует более 2-х лекций.
2	Задачи практиче- ских занятий	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно
				ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в
				соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов - задание по работе выполнено в
				полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует
				требованиям 20 баллов - студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в
				установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью
				объяснить полученные результаты. 0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные
ИТО	ΓΩ:		150 баллов	результаты.
Кри т Поро	герии оценки результ	гатов обучен) уровень для	ия по дисципл	ине: форме зачета – 75 % от максимально возможной
	Курсовая работа	В течение семестра	5 баллов	5 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках
				усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 4 балла - студент выполнил задание с
				небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного
				профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 3 балла - студент выполнил задание с
				существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками

	Наименование оценочного	Сроки выпол-	Шкала оценива-	Критерии
	средства	нения	ния	оценивания
				применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей. О баллов - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.
ИТО	ГО:	-	100 баллов	-

- Критерии оценки результатов обучения по курсовой работе:
 0 баллов "неудовлетворительно" (недостаточный уровень);
 3 балла "удовлетворительно" (пороговый (минимальный) уровень);
 4 балла "хорошо" (средний уровень);
 5 баллов "отлично" (высокий (максимальный) уровень)

Задания для текущего контроля

Совокупность задач практических занятий и задания к лабораторным работам, а также, задания на курсовую и расчетно-графической работы дисциплины «Турбины тепловых электрических станций» сформулирована в методических указаниях:

- Турбины тепловых и атомных электростанций : методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Турбины тепловых и атомных электростанций»: / А.Ю. Попов. Комсомольск-на-Амуре: «КнАГТУ», 2011. 25 с.
- общий сетевой ресурс (доступ из локальной компьютерной сети ФЭТМТ) \\1.1.30\Shared_Тепловые электрические станции\3 курс\Турбины тепловых электрических станций (6 семестр).
- общий сетевой ресурс (доступ из локальной компьютерной сети ФЭТМТ) $\1.1.30\$ Shared _Тепловые электрические станции 4 курс Турбины тепловых электрических станций (7 семестр).

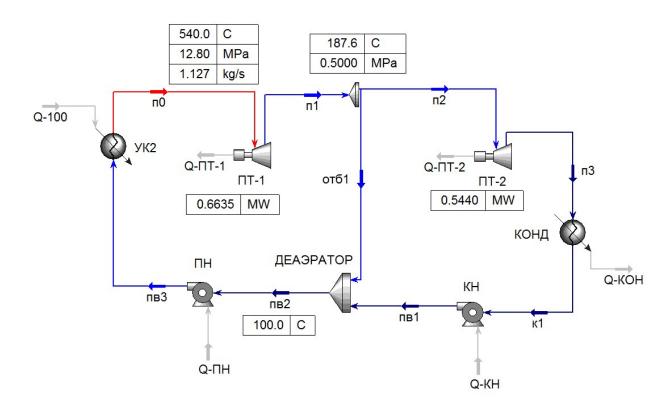
Примеры типовых практических задач:

- 1) В реактивной ступени пар с начальным давлением $p_0 = 3$ МПа и температурой $t_0 = 450$ °C расширяется до $p_1 = 1,6$ МПа. Определить действительную скорость истечения пара из сопл, окружную скорость на середине лопатки и относительную скорость входа пара на лопатки, если скоростной коэффициент сопла $\phi = 0,96$, угол наклона сопла к плоскости диска $\alpha_1 = 16$ °, средний диаметр ступени d = 0,9 м, частота вращения вала турбины n = 3000 об/мин, начальная скорость пара перед соплом $c_0 = 150$ м/с и степень реактивности ступени $\rho = 0,12$.
- 2) Определить работу 1 кг пара на лопатках реактивной ступени, если располагаемый теплоперепад ступени $h_0 = 240$ кДж/кг, скоростной коэффициент сопла $\phi = 0.96$, скоростной коэффициент лопаток $\psi = 0.9$, угол наклона сопла к плоскости диска $\alpha_1 = 16^\circ$, отношение окружной скорости на середине лопатки к действительной скорости истечения пара из сопл $u/c_1 = 0.44$, относительная скорость входа пара на лопатки $\omega_1 = 260$ м/с, угол выхода пара из рабочей лопатки $\beta_2 = \beta_1 2^\circ$ и степень реактивности ступени $\rho = 0.48$.

Пример типового задания к лабораторной работе:

Цель: оценить влияние начальных параметров пара паротурбинной установки на к.п.д. цикла.

Задание: на основе математической модели паротурбинной установки со смешивающем регенеративным отбором пара оценить влияние начальных параметров пара (давление, температура) на к.п.д. цикла



Пример задания к курсовой работе:

Выполнить расчет турбины с начальными параметрами пара: $p_0=13$ МПа, $t_0=550$ °C. Давление на выхлопе турбины $p_K=0,004$ МПа. Частота вращения ротора n=3000 об/мин. Мощность турбины $N_e=180$ МВт. Построить чертеж продольный разрез цилиндра высокого давления (формат A1).

Структура курсового проекта:

- 1. Построение рабочего процесса турбины
- 2. Определение расхода пара на турбину
- 3. Выбор и расчёт регулирующей ступени
- 4. Предварительный расчёт нерегулируемых ступеней
- 5. Тепловой расчет группы активных ступеней паровой турбины
- 6. Детальный расчет ступеней турбины
- 7. Определение показателей экономичности работы
- 8. Чертеж продольного разреза цилиндра турбины

Пример типового задания к расчетно-графической работе:

Определить расход пара на турбину. Построить процесс расширения пара в диаграмме I-S.

Расчётная мощность турбины N_9 =60 МВт Давление пара перед стопорным клапаном p_0 =12,8 МПа Температура пара перед стопорным клапаном t_0 =550 °C Давление на выхлопе турбины p_κ =0,004 МПа.

Контрольные вопросы к практическим занятиям

- 1. Что собой представляет паротурбинный агрегат?
- 2. В чем принципиальное различие паровых турбин активного и реактивного типа?
- 3. Из каких основных элементов состоит типичная энергетическая паровая турбина?
 - 4. Из чего состоит валопровод турбоагрегат?
 - 5. Типы уплотнений турбины и места применения.
 - 6. Варианты конструктивного исполнения роторов турбины.
 - 7. Что входит в состав системы регулирования паровой турбины?
- 8. Чему примерно равен абсолютный теоретический (термический) КПД турбоустановки?
- 9. В чем принципиальная разница абсолютных и относительных КПД? Какой из них больше?
- 10. Чем отличается эффективная мощность турбоагрегата от электрической? Какая из них больше?
- 11. Почему экономически целесообразны ТЭЦ с комбинированной выработкой тепловой и электрической энергии?
- 12. Расшифруйте обозначения турбины ПТ–60/75–12,8/1,3–2 и К-1000-5,9/25-1.

Контрольные вопросы к защите лабораторных работ

- 1. Какие преимущества дает многоцилиндровая компоновка турбины?
- 2. Какой тип подшипников используется в качестве опор ротора?
- 3. Перечислите детали проточной части турбины?
- 4. Перечислите детали регулировочной ступени.
- 5. Зависит ли КПД регулировочного колеса от количества венцов?
- 6. Чем отличается активная ступень от реактивной?
- 7. Расшифруйте марку турбины Т-100-130.
- 8. Назовите функцию стопорного клапана.
- 9. Перечислите способы сепарации пара из проточной части ЦНД.
- 10. Назначение диафрагмы паровой турбины.
- 11. Какие типы турбин (по назначению) используются в энергетике?
- 12. Что такое номинальная мощность турбоагрегата?

Контрольные вопросы к защите РГР

- 1. Конструкция турбинной ступени активного и реактивного типа.
- 2. Принцип действия турбинной ступени активного и реактивного типа.

- 3. Как по внешнему виду профиля сопловой и рабочей лопаток ступени определить, к какой ступени относятся: к активной или реактивной?
- 4. Какие основные, фундаментальные уравнения используются для газодинамического расчета элементов турбин?
- 5. Уравнение неразрывности для определения выходного сечения рабочей решетки при сверхзвуковой скорости на выходе из решетки.
- 6. Что называется конффузорным, безградиентным и диффузорным течением?
- 7. Как определяются располагаемые теплоперепады ступени и ее решеток?
- 8. Что такое степень реактивности турбинной ступени и каков ее физический смысл? 9. Что такое параметры торможения и как они определяются?
- 10. Уравнение для определения критического расхода при заданных параметрах торможения перед решеткой.
- 11. Уравнение для определения критического расхода при заданных параметрах за решеткой и выходной скорости.
- 12. Каковы преимущества и недостатки турбинных решеток с расширяющимися каналами?
- 13. Почему отношение скоростей является определяющей характеристикой эффективности ступени?
- 14. От каких главных параметров ступени зависит оптимальное отношение скоростей?
- 15. Какие недостатки у ступени, спроектированной с отрицательной степенью реактивности?

Контрольные вопросы защите курсовой работы

- 1. За счет чего создается окружное усилие, действующее на рабочие лопатки?
- 2. Что такое относительный лопаточный КПД ступени и какие потери энергии он учитывает?
- 3. Что такое пограничный слой? В чем удобство расчета каналов турбинных решеток с использованием характеристик пограничного слоя?
- 4. Изобразите эпюры скоростей в пограничном слое при ламинарном и турбулентном режимах. При каком из этих режимов потери от трения будут больше? При каком из этих режимов больше вероятность отрыва пограничного слоя обтекаемой поверхности? Когда и почему при диффузорном течении, происходит отрыв пограничного слоя?
- 5. Назовите основные геометрические и режимные параметры турбинных решеток.

- 6. Где больше величина оптимального относительного шага у сопловых или рабочих решеток?
- 7. В каких случаях можно не учитывать влияние шероховатости поверхности на коэффициент потерь?
- 8. По каким параметрам подбирается типоразмер решетки? Что означают обозначения решеток С-90-15 В и Р-30-21 А?

Вопросы к экзамену

- 1. Принцип работы турбинного двигателя. Типы турбинных ступеней.
- 2. Классификация паровых и газовых турбин.
- 3. Современное состояние стационарного турбиностроения в России и за рубежом.
 - 4. Конструктивные элементы проточной части турбин.
 - 5. Особенности роторов и лопаточных машин стационарных турбин.
- 6. Скорость истечения газа из каналов рабочего и соплового аппаратов турбомашин.
 - 7. Уравнение энергии для турбинной ступени.
 - 8. Основное уравнение одномерного установившегося течения.
 - 9. Процесс расширения рабочего тела в турбинной ступени.
 - 10. Термодинамическая и кинематическая степени реактивности.
 - 11. Преобразование энергии в осевой ступени турбины.
- 12. Кинематика потока в проточной части ступени. Треугольники скоростей.
- 13. Коэффициенты скорости, потерь энергии, скоростная характеристика.
- 14. Полные параметры совершенного газа и их изменение в процессе истечения газового потока из соплового канала.
- 15. Определение расхода рабочего тела и площади поперечного сечения лопаточных венцов турбинной ступени.
- 16. Коэффициент расхода, показатель политропы в действительном процессе расширения газа в турбинной ступени.
- 17. Особенности течения газового потока в конфузорных и диффузорных каналах
 - 18. Эффективность диффузорного канала.
- 19. Увеличение мощности последней ступени турбины при использовании диффузорного выхлопного патрубка.
 - 20. Уравнение Эйлера для турбинной ступени.
- 21. Окружные потери энергии в каналах сопловых и рабочих аппаратов.

- 22. Номенклатура окружных КПД турбинной ступени.
- 23. Окружной КПД элементарной ступени.
- 24. Окружной КПД активной турбинной ступени.
- 25. Общий случай окружного КПД промежуточной ступени.
- 26. Окружной КПД промежуточной ступени с произвольной реакцией.
- 27. Окружной КПД турбинной конгруэнтной ступени.
- 28. Зависимость окружного КПД от скоростной характеристики и степени реактивности.
 - 29. Внутренние потери турбинной ступени.
 - 30. Внутренний КПД и внутренняя мощность турбинной ступени.
- 31. Геометрические характеристики профилей сопловых и рабочих лопаток, решёток профилей.
- 32. Процесс в i-s диаграмме расширения рабочего тела в турбинной ступени с учётом окружных и внутренних потерь энергии.
 - 33. Потери энергии от трения и вентиляции.
 - 34. Потери энергии от неполноты впуска в парциальных ступенях.
- 35. Потери энергии от утечек и протечек в зазорах лопаточных аппаратов.
 - 36. Потери энергии от влажности
 - 37. Особенности рабочего процесса многоступенчатой турбины.
 - 38. Активные и реактивные многоступенчатые турбины.
 - 39. Использование выходной энергии в многоступенчатых турбинах.
 - 40. Принцип возвращённой тепловой энергии.
 - 41. Внутренние и внешние потери энергии в турбинном энергоблоке.
- 42. Потери энергии от утечек в наружных уплотнениях, уплотнениях в штоках клапанов и продувок. Внешние потери.
 - 43. Эффективная мощность и эффективный КПД турбоагрегата.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

- 1. Трухний, А.Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: Учебное пособие для вузов / А.Д. Трухний, Ломакин Б.В., -М: МЭИ, 2002.- 540 с.
- 2. Щинников, П. А. Проектирование одноцилиндровой конденсационной турбины / Щинников П.А. Новосиб.:НГТУ, 2013. 83 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. Режим доступа: http://www.znanium.com/catalog.php, ограниченный. Загл. с экрана..

8.2 Дополнительная литература

- 1. Паровые и газовые турбины /Под ред Б.М.Трояновского, Г.С.Самойловича.- М.: Энергоатомиздат, 1987.
- 2. Тихоненков, Б. П. Гидравлические машины. Часть 2. Турбины [Электронный ресурс]: уч. пособие / Б. П. Тихоненков. М.: МГАВТ, 2005. 92 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система. Режим доступа: http://www.znanium.com/catalog.php, ограниченный. Загл. с экрана..
 - 9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)
 - 1. Электронные образовательные ресурсы КнАГУ https://knastu.ru/page/538, http://www.iprbookshop.ru,
 - 2. Электронно-библиотечные системы https://e.lanbook.com http://znanium.com
 - 3. Научная электронная библиотека http://elibrary.ru/defaultx.asp
 - 4. Архив научных журналов http://arch.neicon.ru/xmlui/

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Промежуточной аттестацией по дисциплине в 6-м семестре является экзамен. Общая оценка выставляется студенту по сумме баллов текущего контроля знаний, умений и навыков в семестре по результатам выполненных лабораторных работ, практических работ в объёме учебной программы и успешной сдачи экзамена.

Курсовую работу студенты выполняют самостоятельно. Дополнительно преподаватель назначает консультации для контроля работы студентов, подведения итогов и оказания помощи при выполнении курсовой работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине в 7-м семестре является зачёт. Общая оценка «зачтено» выставляется студенту по сумме баллов текущего контроля знаний, умений и навыков в семестре по результатам выполненных практических работ и расчетно-графической работы в объёме учебной программы.

Расчетно-графическую работу студенты выполняют самостоятельно. Дополнительно преподаватель назначает консультации для контроля работы студентов, подведения итогов и оказания помощи при выполнении контрольной работы

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины «Турбины тепловых электрических станций» основывается на использовании пакета программ **Open Office**, для выполнения отчетов по лабораторным работам, самостоятельной работе и оформления курсовой и расчетно-графической работы.

Практические занятия и курсовая работа выполняются в программе *SMath Studio (https://ru.smath.info)*.

Графическая часть курсовой работы выполняется в программе *КОМПАС-3D LT (http://kompas.ru/kompas-3d-lt)*.

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационнотелекоммуникационной сети «Интернет» по адресу https://knastu.ru/students. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством

организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины «*Турбины тепловых* электрических станций» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
	ВЦ ФЭТМТ, ВЦ КнАГУ	Персональные компьютеры	Выполнение и оформление практических заданий и лабораторных работ. Выполнение и оформление РГР и курсовой работы.
		Локальная вы-	Доступ к методическим указа-
		числительная сеть	ниям, заданиям к контроль- ным и курсовым работам.
			Доступ к сайту университета: - личный кабинет студента; - документы СМК.
		Мультимедийный	Интерактивное проведение
		экран	занятий

приложение

Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Содержание изменения / основание / дата внесе-	Количество	Подпись
• ·= II/ II	ния изменения	страниц РПД	автора РПД
1	Изменение наименования вуза на 1 листе - Приказ от 25.02.2016 № 70-О «О переименовании университета», 16 марта 2016 г.	1 - титульный лист	
2	Изменение КУГ - изменения в Учебный план и календарный учебный график, одобренные Ученым советом, протокол № 6 от 01.09.2017, 5 сентября 2017 г.	9 страниц с ука- занием часов	
3	Изменение наименования вуза на 1 листе - от 17.11.2017 № 467-«О» «О внесении изменений в реквизиты бланков документов университета», 16 января 2018 г.	1 - титульный лист	