

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
ПРИЕМ 2020 г.  
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ**

**Конструирование паровых котлов**

Направление подготовки/ специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Агрегаты электростанций и газоперекачивающих систем		
Специализация	Котлоагрегаты и камеры сгорания		
Уровень образования	Высшее образование – бакалавриат		
Курс	4	семестр	7,8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	11		

Заведующий кафедрой –  
руководитель НОЦ  
И.Н. Бутакова на правах  
кафедры  
Руководитель ООП  
Преподаватель

	Заворин А.С.
	Тайлашева Т.С.
	Гиль А.В.

2020 г.

# 1. Роль дисциплины «Конструирование паровых котлов» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
Конструирование паровых котлов	7,8	ПК(У)-1	Способен руководить производственным коллективом, осуществляющим эксплуатацию котлов, работающих на твердом топливе	И.ПК(У)-1.1	Планирование деятельности по эксплуатации котлов, работающих на твердом топливе	ПК(У)-1.1В1	Владеет навыком планирования работ по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту котельной, работающей на твердом топливе
						ПК(У)-1.1У1	Умеет обрабатывать данные о работе тепломеханического оборудования и составлять материальные отчеты
						ПК(У)-1.1З1	Знает свойства топлива и влияние качества топлива на процесс горения и теплопроизводительность котлоагрегатов
						ПК(У)-1.1З3	Знает режимы работы и настройки парогенерирующего и вспомогательного оборудования
						ПК(У)-1.1З4	Знает технические условия на качество воды и способы ее очистки
				И.ПК(У)-1.2	Организация технического обеспечения эксплуатации котельной, работающей на твердом топливе	ПК(У)-1.2В1	Владеет опытом анализ работы котлоагрегатов и вспомогательного оборудования, трубопроводов, контрольно-измерительных приборов и автоматики
		ПК(У)-1.2У1	Умеет диагностировать техническое состояние парогенерирующего оборудования, вспомогательного оборудования, механизмов, приспособлений и инструмента				
		ПК(У)-1.2З1	Знает передовой отечественный и мировой опыт в отрасли теплоснабжения и эксплуатации тепломеханического теплообменного оборудования				
		ПК(У)-2	Способен руководить производственным коллективом, осуществляющим эксплуатацию котлов газообразном, жидком топливе и электронагреве	И.ПК(У)-2.1	Планирование деятельности персонала по эксплуатации котлов, работающих на газообразном, жидком топливе и электронагреве	ПК(У)-2.1В1	Владеет навыком планирования работ по техническому обслуживанию, текущему и капитальному ремонту котельной, работающей на газообразном, жидком топливе и электронагреве
						ПК(У)-2.1З1	Знает технические характеристики и устройство котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования, КИПиА и трубопроводов, инженерных сетей, зданий и сооружений
		ПК(У)-3	Способен осуществлять подготовку проектной документации по отдельным узлам и элементам теплоэнергетического оборудования	И.ПК(У)-3.1	Выполнение отдельных узлов и элементов по установке оборудования и обвязке трубопроводами	ПК(У)-3.1В1	Владеет опытом компоновки и разбивки чертежа для выполнения отдельных узлов и элементов технологического оборудования
						ПК(У)-3.1У1	Умеет оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				И.ПК(У)-3.2	Выполнение компоновочных решений, тепловых схем, разводки трубопроводов и элементов энергетического оборудования		проектную документацию
						ПК(У)-3.131	Знает правил выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов в отрасли
						ПК(У)-3.132	Знает требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов по проектированию и строительству объектов теплоэнергетики
						ПК(У)-3.2В1	Владеет опытом анализа вариантов тепловой схемы и выбор оптимального решения
						ПК(У)-3.2У1	Умеет работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных энергетического оборудования
						ПК(У)-3.231	Знать номенклатуру и технические характеристики современного энергетического оборудования, арматуры и материалов
						ПК(У)-3.2В2	Владеет опытом выполнения тепловой схемы, разводки трубопроводов, чертежей газоходов и воздухопроводов, сечений, узлов и элементов по тепломеханическим решениям
						ПК(У)-3.2У2	Умеет работать специальными графическими программами для проектирования и моделирования
						ПК(У)-3.232	Знать специальные компьютерные программы, необходимые для разработки проектной и рабочей документации по технологическим решениям
						ПК(У)-4	Способен выполнять специальные расчеты для проектирования котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей
		ПК(У)-4.1У1	Умеет выполнять тепловых и гидравлические расчеты энергетического оборудования				
		ПК(У)-4.131	Знает тепловые и гидравлические расчеты энергетического оборудования				
		И.ПК(У)-4.3	Выполняет расчеты на прочность элементов теплотехнических	ПК(У)-4.3В1	Владеет опытом выполнения прочностного расчета трубопроводов с учетом компенсации и самокомпенсации с составлением расчетной схемы		

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)			
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование		
		ПК(У)-4			установок и систем с учетом условий их работы	ПК(У)-4.3У1	Умеет выполнять специальные прочностные расчеты		
						ПК(У)-4.331	Знает алгоритмы расчетов на прочность элементов теплотехнических установок и систем с учетом условий их работы		
				И.ПК(У)-4.2	Выполнение аэродинамических расчетов и расчетов энергоэффективности	ПК(У)-4.2В1	Владеет опытом выполнения аэродинамических расчетов		
						ПК(У)-4.2У1	Умеет выполнять аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности		
						ПК(У)-4.231	Знает аэродинамические расчеты и расчеты энергоэффективности		
						ПК(У)-4.2В2	Владеет опытом выполнения расчетов энергоэффективности и технико-экономических показателей		
				ПК(У)-5	Способен выполнять работы по организационному и техническому обеспечению полного цикла или отдельных стадий эксплуатации тепломеханического оборудования	И.ПК(У)-5.1	Выполнение работ по эксплуатации тепломеханического оборудования в соответствии со стандартами и нормативными регламентами деятельности	ПК(У)-5.1В1	Владеет опытом разработки стандартов и регламентов по эксплуатации тепломеханического оборудования
								ПК(У)-5.1У1	Умеет оценивать правильность прохождения операций пуска и остановки, причины изменений и отклонений от нормативных эксплуатационных параметров
		ПК(У)-5.131	Знает назначение, виды, принцип действия и технические данные тепломеханического оборудования						
		ПК(У)-5.1В2	Владеет навыком контроля соблюдения технологического регламента при техническом обслуживании, диагностики и ремонте						
		ПК(У)-5.1У2	Умеет классифицировать дефекты и неисправности тепломеханического оборудования						
		ПК(У)-5.132	Знает назначение и принцип действия устройств автоматики и технологической защиты тепломеханического оборудования						
		ПК(У)-5.1В3	Владеет навыком обеспечивать соблюдение последовательности выполнения операций пуска и останова тепломеханического оборудования						
		ПК(У)-5.133	Знает методики технического обслуживания, наладки, ремонта и монтажа энергетического оборудования						

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				И.ПК(У)-5.2	Выполнение работ по планированию эксплуатации тепломеханического оборудования	ПК(У)-5.2В1	Владеет навыком предварительной оценки технико-экономические показатели при выполнении работ по эксплуатации, ремонту и монтажу тепломеханического оборудования
			ПК(У)-5.2У1			Умеет определять состав и последовательность необходимых действий при выполнении работ по эксплуатации, ремонту и монтажу тепломеханического оборудования	
			ПК(У)-5.2З1			Знает общие вопросы технологии производства монтажных и ремонтных работ энергетического оборудования	

## 2. Показатели и методы оценивания

Код	Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
	Код	Наименование			
РД 1		Знать основы конструирования и методы расчета паровых котлов	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-3.2 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-4.2 И.ПК(У)-4.3	Тепловые схемы, классификация и основы теплового расчета котельных агрегатов Низкотемпературные поверхности нагрева Методы регулирования температуры перегретого пара и процессы с наружной стороны поверхностей нагрева Особенности конструирования котельного агрегата Газовоздушный тракт и основы аэродинамического расчета котельной установки	Рубежный контроль, защита курсового проекта, защита отчета, рубежный контроль, экзамен
РД 2		Знать физические процессы в трактах паровых котлов	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-4.1	Испарительные и пароперегревательные поверхности нагрева Низкотемпературные	Рубежный контроль, защита курсового проекта, защита отчета, рубежный контроль, экзамен

		И.ПК(У)-4.2 И.ПК(У)-4.3 И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2	поверхности нагрева Методы регулирования температуры перегретого пара и процессы с наружной стороны поверхностей нагрева Очистка и сепарация пара Газовоздушный тракт и основы аэродинамического расчета котельной установки	
РД 3	Применять современные подходы к проектированию паровых котлов	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-3.2 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-4.2 И.ПК(У)-4.3	Тепловые схемы, классификация и основы теплового расчета котельных агрегатов Низкотемпературные поверхности нагрева Методы регулирования температуры перегретого пара и процессы с наружной стороны поверхностей нагрева Очистка и сепарация пара Особенности конструирования котельного агрегата Газовоздушный тракт и основы аэродинамического расчета котельной установки	Рубежный контроль, Защита курсового проекта, экзамен
РД 4	Использовать нормативную литературу и профессиональную терминологию	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-4.1 И.ПК(У)-4.2 И.ПК(У)-4.3 И.ПК(У)-5.1	Тепловые схемы, классификация и основы теплового расчета котельных агрегатов Особенности конструирования котельного агрегата Газовоздушный тракт и основы аэродинамического расчета котельной установки	Рубежный контроль, Защита курсового проекта
РД 5	Анализировать эффективность и оптимальность принятых решений	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-5.1	Тепловые схемы, классификация и основы теплового расчета котельных	Рубежный контроль, Защита курсового проекта

		И.ПК(У)-5.2	<p>агрегатов</p> <p>Испарительные и пароперегревательные поверхности нагрева</p> <p>Низкотемпературные поверхности нагрева</p> <p>Методы регулирования температуры перегретого пара и процессы с наружной стороны поверхностей нагрева</p> <p>Очистка и сепарация пара</p> <p>Особенности конструирования котельного агрегата</p> <p>Газовоздушный тракт и основы аэродинамического расчета котельной установки</p>	
РД 6	Учитывать и оценивать факторы, влияющие на надежность и эффективность работы котельных агрегатов	<p>И.ПК(У)-1.1</p> <p>И.ПК(У)-1.2</p> <p>И.ПК(У)-2.1</p> <p>И.ПК(У)-4.3</p> <p>И.ПК(У)-5.1</p> <p>И.ПК(У)-5.2</p>	<p>Испарительные и пароперегревательные поверхности нагрева</p> <p>Низкотемпературные поверхности нагрева</p> <p>Методы регулирования температуры перегретого пара и процессы с наружной стороны поверхностей нагрева</p> <p>Очистка и сепарация пара</p> <p>Особенности конструирования котельного агрегата</p> <p>Газовоздушный тракт и основы аэродинамического расчета котельной установки</p>	Рубежный контроль, Защита курсового проекта, экзамен
РД 7	Иметь навыки проектирования паровых котлов	<p>И.ПК(У)-3.1</p> <p>И.ПК(У)-3.2</p> <p>И.ПК(У)-4.1</p> <p>И.ПК(У)-4.2</p>	<p>Тепловые схемы, классификация и основы теплового расчета котельных агрегатов</p> <p>Испарительные и пароперегревательные</p>	Рубежный контроль, Защита курсового проекта

			поверхности нагрева Низкотемпературные поверхности нагрева Особенности конструирования котельного агрегата Газовоздушный тракт и основы аэродинамического расчета котельной установки	
--	--	--	---	--

### 3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

#### Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

### Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90% ÷ 100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

### Шкала для оценочных мероприятий и дифференцированного зачета / зачета

Степень сформированности результатов обучения	Балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90% ÷ 100%	90 ÷ 100	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% ÷ 89%	70 ÷ 89	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% ÷ 69%	55 ÷ 69	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
55% ÷ 100%	55 ÷ 100	«Зачтено»	Результаты обучения соответствуют минимально достаточным требованиям
0% ÷ 54%	0 ÷ 54	«Неудовл.»/ «Не зачтено»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

#### 4. Перечень типовых заданий

Оценочные мероприятия		Примеры типовых контрольных заданий
1.	Контрольная работа	<p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие здания и сооружения составляют генеральный план?</li> <li>2. Изобразить тепловую схему пароперегревателя состоящую из: РПП, ШПП<sub>1</sub>, ШПП<sub>2</sub>, КПП и промежуточного пароперегревателя. Впрыскивающий пароохладитель установлен м/у ступенями ШПП.</li> <li>3. Запишите КПД котла нетто и возможную погрешность.</li> <li>4. В какой из тепловых схем однотипное оборудование указывается только один раз и в каких случаях она составляется?</li> </ol>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Дайте классификацию котлов по давлению.</li> <li>6. Поясните теплообмен между дымовыми газами и рабочим телом.</li> <li>7. Как компоуется каркас здания главного корпуса и котельного отделения в частности?</li> <li>8. Дайте определение номинальной температуры питательной воды.</li> <li>9. На какие геометрические параметры топки может повлиять такая характеристика как напряженность зеркала испарения.</li> <li>10. Влияние неравномерности тепловыделения на динамический двухфазный слой?</li> <li>11. Как изменится распределение паросодержания в динамическом двухфазном слое при увеличении концентрации солей?</li> <li>12. Причины появления железистых отложений и их влияние на надежность работы поверхностей нагрева?</li> <li>13. Механизм уноса влаги паром?</li> <li>14. Закономерности уноса влаги паром от нагрузки и высоты парового объема?</li> </ol>
2.	Защита лабораторной работы	<p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие теплопроводности, теплоемкости, теплопередачи.</li> <li>2. Агрегатные состояния воды.</li> <li>3. Уравнения теплообмена.</li> <li>4. Умение пользоваться таблицами воды и водяного пара.</li> <li>5. Основные потребители перегретого пара.</li> <li>6. Состояния воды и пара при различных давлениях.</li> <li>7. Оценка состояния пароводяной смеси на линии насыщения.</li> <li>8. Условия использования перегретого пара в схеме ТЭС.</li> </ol>
9.	Защита курсового проекта	<p>Тематика проектов (работ):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тепловой расчет и конструирование поверхностей нагрева парового котла Е-220-9,8-550.</li> <li>2. Тепловой расчет и конструирование поверхностей нагрева парового котла Е-320-12,8-555.</li> <li>3. Тепловой расчет и конструирование поверхностей нагрева парового котла Е-360-13,2-545.</li> <li>4. Аэродинамический расчет газового тракта котельной установки с паровым котлом Е-340-14,0-555.</li> <li>5. Аэродинамический расчет газового тракта котельной установки с паровым котлом Е-180-9,2-540.</li> <li>6. Аэродинамический расчет газового тракта котельной установки с паровым котлом Е-420-13,8-550.</li> </ol>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>Вопросы к защите:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Особенности конструктивного теплового расчета?</li> <li>2. Особенности поверочного теплового расчета?</li> <li>3. Пояснить физический смысл коэффициента теплоотдачи?</li> <li>4. Пояснить физический смысл коэффициента теплопередачи?</li> <li>5. Пояснить методику теплового расчета пароперегревателя?</li> <li>6. Влияние габаритов горизонтального газохода на физические процессы в котельном агрегате?</li> <li>7. Коэффициент тепловой эффективности это?</li> <li>8. Тепловой баланс поверхности нагрева?</li> <li>9. Энтальпия это?</li> <li>10. Виды аэродинамических сопротивлений?</li> <li>11. Как рассчитывается массовая скорость?</li> <li>12. Назначение дымососа?</li> <li>13. Способы очистки поверхностей нагрева?</li> </ol>
7.	Экзамен	<p>Вопросы на экзамен:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поверхности нагрева барабанного котла, размещение и назначение.</li> <li>2. Организация принудительной и естественной циркуляции на паровом котле.</li> <li>3. Общая схема прямоточного котла, его устройство и работа.</li> <li>4. Классификация котельных агрегатов и область их применения.</li> <li>5. Котельная установка и ее работа.</li> <li>6. Особенности поверочного и конструкторского расчета.</li> <li>7. Схема барабанного котла. Назначение и работа отдельных его частей.</li> <li>8. Поверхности нагрева, из которых состоит паровой котел. Последовательность их расположения вдоль газового тракта котла.</li> <li>9. Условия работы пароперегревателей и методы повышения их надежности.</li> <li>10. Компоновка пароперегревателей. Влияние на нее параметров пара.</li> <li>11. Основные схемы расположения горелок на стенах топочной камеры пылеугольных котлов.</li> <li>12. Показать влияние параметров пара на конструктивную схему котла и пароперегревателя.</li> <li>13. Основные профили паровых котлов и их особенности.</li> <li>14. Конструкция и схемы включения поверхностных и впрыскивающих пароохладителей.</li> <li>15. Назначение водяных экономайзеров, пути интенсификации теплообмена в них.</li> </ol>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>16. Конструкция и особенности работы газоплотных экранов барабанных и прямоточных котлов.</p> <p>17. Конструкция промпароперегревателя и методы регулирования температуры промперегрева.</p> <p>18. Конструкция и способы компоновки водяных экономайзеров.</p> <p>19. Типы экранов паровых котлов: схемы навивок, двухсветные экраны.</p> <p>20. Конструкция экранных поверхностей нагрева котлов, выполненных по схеме Рамзина.</p>

### 5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Реферат	Студент подготавливает реферат по заданной теме, во время отведенное для самостоятельной работы. Готовую работу, оформленную согласно стандарту ТПУ, сдает в бумажном виде.
2.	Контрольная работа	Контрольная работа проводится в письменном виде на специальном занятии в период конференц-недели, продолжительно работы 45 минут.
3.	Защита лабораторной работы	Защита лабораторных работ проводится при наличии готового отчета во время аудиторного занятия путем опроса и обсуждения выполненных работ и полученных результатов.
4.	Защита курсового проекта	Студенты выполнившие и оформившие курсовой проект допускаются к защите. Защита курсового проекта проводится в назначенное время в период конференц-недели или в другие даты путем проведения опроса по представляемой к защите работы.
5.	Экзамен	Экзамен проводится в период сессии. Студенту предоставляется 45 минут для предварительной подготовки, после чего проводится собеседование по обозначенным вопросам.