

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

**ГИДРОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН В ЯДЕРНОМ РЕАКТОРЕ**

Направление подготовки/ специальность	<b>14.04.02 Ядерные физика и технологии</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Nuclear Science and Technology</b>		
Специализация	<b>Nuclear Power Engineering (Ядерные реакторы и энергетические установки)</b>		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	<b>1</b>	семестр	<b>1</b>
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	<b>4</b>		

Зав. кафедрой-руководитель ОЯТЦ на правах кафедры		А.Г. Горюнов
Руководитель ООП		В.В. Верхотурова
Преподаватель		А.Г. Коротких

2020 г.

## 1. Роль дисциплины «Гидродинамика и теплообмен в ядерном реакторе» 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
Гидродинамика и теплообмен в ядерном реакторе	1	УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	И.УК(У)-4.2	Составляет академические и (или) профессиональные тексты на иностранном языке (английском)	УК(У)-4.2В1	Владеет навыками монологического высказывания на иностранном языке (английском) по профилю своей специальности, аргументировано излагая свою позицию и используя вспомогательные средства (таблицы, графики, диаграммы и т.п.)
						УК(У)-4.2У1	Умеет составлять и представлять техническую и научную информацию, используемую в профессиональной деятельности, в виде презентации
				И.УК(У)-4.3	Организует обсуждение результатов исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях на иностранном языке (английском), выбирая подходящий формат	УК(У)-4.3В1	Владеет полученными знаниями по иностранному языку (английскому) на достаточном уровне в своей будущей профессиональной деятельности
						УК(У)-4.3У1	Умеет воспринимать на слух аутентичные аудио- и видео материалы, связанные с направлением подготовки
						УК(У)-4.3З1	Знает основы структурирования доклада и подготовки презентаций на иностранном языке (английском), принятых в международной среде
				ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	И.ОПК(У)-1.1	Планирует, организует и проводит научно-исследовательские работы с представлением полученных результатов
		ОПК(У)-1.1У1	Умеет составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов				
		ОПК(У)-1.1З1	Знает цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации				
		ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.1	Выполняет, производит оценку и представляет результаты выполненной работы, руководствуясь современными методами исследования	ОПК(У)-2.1В2	Владеет методикой расчета в исследовании процесса теплообмена в энергетическом оборудовании и опытом представления результатов выполненных задач.
						ОПК(У)-2.1У2	Умеет осуществлять выбор основных уравнений расчета и представлять результаты выполненной работ
						ОПК(У)-2.1З2	Знает основные уравнения гидродинамики и теплообмена, этапы проведения теоретического исследования, оценивания и представления результатов выполненной работы

		ОПК(У)-3	Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	И.ОПК(У)-3.1	Оформляет результаты научно-исследовательской деятельности с применением систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ	ОПК(У)-3.1В1	Владеет навыками оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
						ОПК(У)-3.1У1	Умеет оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ
		ПК(У)-4	Способен создавать теоретические и математические модели, описывающие конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом, физику кинетических явлений, процессы в реакторах, ускорителях, воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды	И.ПК(У)-4.1	Использует методы и средства для создания теоретических и математических моделей, описывающих конденсированное состояние вещества, распространение и взаимодействие излучения с веществом, физику кинетических явлений, процессы в реакторах, ускорителях, воздействие ионизирующего излучения на материалы, человека и объекты окружающей среды	ПК(У)-4.1В9	Владеет навыками математического моделирования процесса теплообмена в энергетических установках
						ПК(У)-4.1У9	Умеет выбирать основные уравнения, граничные и начальные условия теплообмена и использовать современные подходы в теплогидравлическом расчете энергетических установок
						ПК(У)-4.138	Знает основные процессы энерговыделения, энергетические характеристики и схемы охлаждения активной зоны, процессы теплообмена при работе ядерных энергетических установок
		ПК(У)-6	Способен оценивать перспективы развития ядерной отрасли, использовать её современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательских работах, связанных с разработкой технологий получения новых видов топлива и конструкционных материалов, способов обращения с радиоактивными отходами	И.ПК(У)-6.1	Анализирует перспективы разработки технологии получения новых видов ядерного топлива для энергетических и исследовательских реакторов, существующих и перспективных реакторов АЭС, технологии обращения с радиоактивными отходами	ПК(У)-6.1В1	Владеет навыками анализа для оценки результатов поиска информации, связанной с конструкциями ядерных энергетических установок и тепловыделяющих элементов
						ПК(У)-6.1У1	Умеет осуществлять поиск информации по конструкциям и использованию ядерных энергетических установок с использованием международных и Российских баз данных научного цитирования
						ПК(У)-6.131	Знает перспективы развития ядерной энергетики и особенности конструкций, принципы работы проектируемых ядерных энергоустановок
		ПК(У)-9	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования для решения научных и производственных задач с использованием современной техники, методов расчета и проведения исследования	И.ПК(У)-9.1	Проводит критический анализ работы существующих ядерных установок и использует данные анализа при проектировании перспективных ядерных установок, технологий и оборудования	ПК(У)-9.1В2	Владеет навыками теплового расчета тепловыделяющих элементов, конструкционных материалов и активной зоны ядерных энергетических установок.
						ПК(У)-9.1У2	Умеет выполнять сравнительный анализ эффективности работы ядерных энергетических установок и теплогидравлический расчет в проектировании энергооборудования

						ПК(У)-9.132	Знает технические характеристики, принцип работы и особенности конструкций, теплоносителей существующих и перспективных ядерных энергетических установок и тепловыделяющих сборок
						ПК(У)-9.133	Знать назначение, устройство и принцип работы основных систем и оборудования АЭС
				И.ПК(У)-9.2	Использует современные численные методы и профессиональные расчетные пакеты прикладных программ при проектировании перспективных ядерных установок, технологий и оборудования	ПК(У)-9.233	Знает современные методы теплового расчета энергооборудования и существующие прикладные компьютерные программы расчетов

## 2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код индикатора достижения контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД 1	Владеть навыками составления и оформления текстовых отчетов, презентаций, публикаций на иностранном языке с целью представления результатов исследования, научно-технической информации на семинарских и практических занятиях, конференциях.	И.УК(У)-4.2, И.УК(У)-4.3, И.ОПК(У)-3.1	Раздел 1. Тепловыделение в ядерном реакторе Раздел 2. Теплопроводность в ядерном реакторе Раздел 3. Конвективный теплообмен в ядерном реакторе Раздел 4. Теплообмен излучением в газоохлаждаемом ядерном реакторе	Решение заданий и представление результатов на практических занятиях, решение и защита индивидуального задания, реферат
РД 2	Составлять план работы, формулировать цели и задачи исследования, выполнять теплогидравлические расчеты ядерных энергетических установок, теплообменного оборудования с применением современных методов, программ расчета и источников информации, проводить анализ результатов выполненной работы.	И.ОПК(У)-1.1, И.ОПК(У)-2.1, И.ПК(У)-4.1, И.ПК(У)-9.1, И.ПК(У)-9.2	Раздел 1. Тепловыделение в ядерном реакторе Раздел 2. Теплопроводность в ядерном реакторе Раздел 3. Конвективный теплообмен в ядерном реакторе Раздел 4. Теплообмен излучением в газоохлаждаемом ядерном	Решение заданий и представление результатов на практических занятиях, решение и защита индивидуального задания, реферат, коллоквиум, контрольная работа

			реакторе	
РД 3	Осуществлять поиск и анализ информации, связанной с конструкциями и опыта эксплуатации ядерных энергетических установок, тепловыделяющих элементов, конструкционных материалов с применением баз данных научного цитирования.	И.ПК(У)-6.1	<b>Раздел 1.</b> Тепловыделение в ядерном реакторе <b>Раздел 2.</b> Теплопроводность в ядерном реакторе <b>Раздел 3.</b> Конвективный теплообмен в ядерном реакторе <b>Раздел 4.</b> Теплообмен излучением в газоохлаждаемом ядерном реакторе	Решение заданий и представление результатов на практических занятиях, решение и защита индивидуального задания, реферат

### 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

#### 4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Решение заданий и представление результатов на практических занятиях	<b>Задачи:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет количества тепла, образующегося в активной зоне ядерного реактора.</li> <li>2. Расчет теплового потока и распределения температуры в телах различной формы.</li> <li>3. Расчет теплового потока на поверхности конструкций ядерного реактора.</li> <li>4. Расчет теплового потока и распределения температуры в тепловыделяющем элементе.</li> <li>5. Расчет тепловыделения при остановке реактора и температур в конструкциях при их охлаждении (нагреве).</li> <li>6. Расчет теплоотдачи при естественной циркуляции теплоносителя.</li> </ol>
2.	Ращение и защита индивидуального задания	<b>Задачи:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет тепловой мощности и расхода воды ядерного реактора.</li> <li>2. Расчет распределения температуры в ТВЭЛ.</li> <li>3. Расчет теплогидравлических характеристик канала ядерного реактора.</li> </ol>
3.	Коллоквиум	<b>Вопросы:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие типы ядерных реакторов являются перспективными в энергетике?</li> <li>2. Какой массовый расход теплоносителя протекает через активную зону реактора ВВЭР-1000?</li> <li>3. Какими параметрами характеризуется тепловыделение в активной зоне реактора?</li> <li>4. Какие параметры теплоносителя являются исходными в теплогидравлическом расчете?</li> <li>5. Каким уравнением определяется тепловой поток с единицы поверхности ТВЭЛа, охлаждаемого теплоносителем?</li> <li>6. Что показывает значение числа Нуссельта?</li> </ol>
4.	Реферат	<b>Тематика рефератов:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ядерные реакторы АЭС.</li> </ol>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		2. Особенности теплогидравлического расчета перспективных ядерных реакторов. 3. Ядерные реакторы на сверхкритических параметрах теплоносителя. 4. Анализ эффективности работы ядерных энергетических установок. 5. Особенности конструкции и теплообмена газоохлаждаемых ядерных реакторов. 6. Теплообмен в ядерном реакторе на быстрых нейтронах. 7. Теплообмен в кипящем ядерном реакторе типа BWR. 8. Теплообмен в ядерном реакторе под давлением типа PWR.
5.	Контрольная работа	<b>Задачи и вопросы:</b> 1. Определить критический тепловой поток при кипении воды и начальных исходных данных. 2. Представить дифференциальное уравнение теплопроводности с граничными и начальными условиями. 3. Указать последовательность расчета теплового потока при вынужденном течении жидкости в канале. 4. Представить основные уравнения теплогидравлического расчета ядерного реактора. 5. Показать зависимости распределения тепловыделения в ядерном реакторе от радиуса и высоты активной зоны.

### 5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Решение заданий и представление результатов на практических занятиях	Решение практических задач студентом осуществляется на практических занятиях с использованием лекционного материала, учебников и учебных пособий. Работа выполняется студентом в письменной форме. Результаты расчета заданий оформляются в рабочих тетрадях или отдельных листах и сдаются в конце практического занятия на проверку. Максимальное количество баллов за выполнение задания – 3 балла. Оценка работы осуществляется на основе следующих критериев: 1. Оформление условий задачи и результатов расчета (0.5 балла); 2. Правильность и оригинальность решения задач (2.5 балла).
2.	Ращение и защита индивидуального задания	Студенту выдается индивидуальное задание, включающее решение практических задач. Работа выполняется студентом самостоятельно в письменной форме. Результаты расчета оформляются в виде отчета, согласно требованиям оформления работ в ТПУ. При сдаче отчета студенту задаются 2–3 вопроса, связанные с методикой решения задач и теорией. Максимальное

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		<p>количество баллов за выполнение задания – 5 баллов. Оценка работы осуществляется на основе следующих критериев:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оформление отчета (0.5 балла);</li> <li>2. Правильность и оригинальность решения задачи (3.5 балла).</li> <li>3. Ответы на вопросы (1 балл).</li> </ol>
3.	Контрольная работа	<p>Контрольная работа проводится на конференц-недели 1 в письменной форме. Каждому студенту выдается индивидуальное задание, состоящее из двух теоретических вопросов и практической задачи. Работа выполняется на отдельных листах с указанием вопросов и условий задачи. На выполнение задания дается 60 минут, после чего листы с ответами собираются и оцениваются. Максимальное количество баллов за контрольную работу – 10 баллов, из них правильные ответы на вопросы – 6 баллов, решение задачи – 4 балла.</p>
4.	Реферат	<p>Тема реферата студенту выдается преподавателем с указанием базы данных и сроков сдачи задания. Работа выполняется студентом самостоятельно в письменной форме, согласно требованиям оформления работ в ТПУ. Реферат должен включать обзор литературы по теме и состоять из следующих частей: титульный лист, план, введение, основные разделы работы, заключение и список литературы. Максимальное количество баллов за выполнение задания – 5 баллов. Оценка работы осуществляется на основе следующих критериев:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оформление и структура реферата (0.5 балла);</li> <li>2. Полнота раскрытия темы реферата, списка литературы (3 балла);</li> <li>3. Навыки изложения информации (0.5 балла);</li> <li>4. Ответы на вопросы по теме реферата (1 балл).</li> </ol>
5.	Коллоквиум	<p>Коллоквиум проводится на конференц-недели 2 в устной форме. Студенту предварительно выдаются контрольные вопросы для подготовки ответов. В ходе собеседования каждому студенту задаются 3 вопроса по темам изученных разделов дисциплины. При ответе на вопросы в случае необходимости студенту могут быть заданы дополнительные уточняющие вопросы. Максимальное количество баллов за ответы на устные вопросы – 11 баллов.</p> <p>Критерии оценивания ответов на контрольные вопросы:</p>

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания		
6.		<b>Баллы</b>	<b>Соответствие традиционной оценке</b>	<b>Определение оценки</b>
		11-10	«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
		9-8	«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
		7-5	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
		4-0	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям