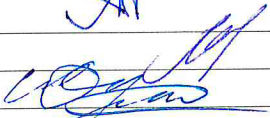
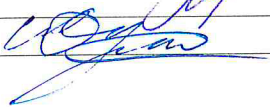


ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Направление подготовки/ специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	«Ядерные реакторы и энергетические установки»		
Специализация	«Ядерные реакторы и энергетические установки»		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		

Заведующий кафедрой-
руководитель отделения
Руководитель ООП
Преподаватель

	А.Г. Горюнов
	М.С. Кузнецов
	Ю.Б. Чертков

2020г.

1. Роль дисциплины «Теория управления ядерных реакторов» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции (СУОС)	Наименование компетенции (СУОС)	Индикаторы достижения компетенции		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
				Код	Наименование	Код	Владение опытом
Теория управления ядерных реакторов	3	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.УК-2.1	Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения и план реализации проекта с использованием инструментов планирования	УК-2.1B1	Владеет опытом разработки концепции проекта, ведения и контроля реализации проекта
						УК-2.1У1	Умеет формулировать цель, задачи, значимости ожидаемых результатов проекта
						УК-2.131	Знает основные принципы, закономерности и методы управления проектом на всех этапах его жизненного цикла; требования к проектам и их результатам
				И.УК-2.2	Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта.	УК-2.2B1	Владеет опытом оценки эффективности реализации проекта и разработки плана действий по его корректировке
						УК-2.2У1	Умеет определять потребности в ресурсах для реализации проекта
						УК-2.231	Знает основные способы оценки эффективности проектной деятельности
		ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	И.ОПК-1.1	Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели исследования и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач	ОПК-1.1B3	Владеть опытом получения информации профессионального назначения о реакторной установке в объеме необходимом для анализа условий безопасной эксплуатации
						ОПК-1.1У3	Умеет осуществлять грамотную и безаварийную эксплуатацию реакторного оборудования АЭС на основе технических данных и физических характеристик реактора и вспомогательного оборудования
						ОПК-1.133	Знает взаимосвязь конструктивного исполнения отдельных элементов реакторных установок с физическими характеристиками, маневренными качествами и надежностью ядерных реакторов
		ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК-2.1	Демонстрирует понимание физических особенностей динамических процессов и оценивает их протекание в активной зоне ядерной энергетической установке	ОПК-2.1B1	Владеть навыками расчета динамических процессов, протекающих в активной зоне ядерного реактора

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции (СУОС)	Наименование компетенции (СУОС)	Индикаторы достижения компетенции		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
				Код	Наименование	Код	Владение опытом
						ОПК-2.1У1	Умеет решать практические задачи по расчёту текущего значения нейтронной мощности реактора по измеренной величине установившегося периода и величины мгновенного изменения периода реактора; решать практические задачи по расчёту изменений реактивности реактора при действии частных эффектов реактивности; решать практические задачи по определению режимных параметров реактора при синхронном действии нескольких эффектов реактивности
						ОПК-2.1З1	Знает основные закономерности изменения нейтронной мощности реактора при вводе реактивности постоянной величины, закономерности выгорания ядерного топлива, шлакования, стационарного отравления реактора ксеноном и характер переотравления при изменениях уровня стационарной мощности и после останова реактора, воспроизводства ядерного топлива и факторы, определяющие величину коэффициента воспроизводства
		ПК(У)-2	Готовность применять методы исследования и расчета процессов, происходящих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий	И.ПК(У)-2.1.	Анализирует и исследует процессы, протекающие в активной зоне реакторных установок и оборудовании первого контура АЭС	ПК(У)-2.1В3	Владеет навыками контроля и управления протекания внутриреакторных процессов реакторной установки на основе расчетов и данных измерительных приборов
						ПК(У)-2.1У3.2	Умеет решать практические задачи по расчёту изменений реактивности реактора при действии частных эффектов реактивности; решать практические задачи по определению режимных параметров реактора при синхронном действии нескольких эффектов реактивности

Элемент образовательной программы (дисциплина, практика, ГИА)	Семестр	Код компетенции (СУОС)	Наименование компетенции (СУОС)	Индикаторы достижения компетенции		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
				Код	Наименование	Код	Владение опытом
						ПК(У)-2.133.2	Знает физический смысл членов и комплексов системы уравнений кинетики реактора с учётом запаздывающих нейтронов; роль уравнения «обратных часов» и его практическое значение; понятие мгновенной критичности реактора и вытекающее из него понятия ядерной безопасности реакторной установки
		ПК(У)-8	Способность провести расчет, концептуальную и проектную проработку современных физических установок и приборов	И.ПК-8.3.	Рассчитывает пусковые параметры ядерных реакторных установок различного типа	ПК-8.3В1	Владеет навыками расчета пусковой концентрации борной кислоты, определения критических загрузок активной зоны, положения стержней системы управления и защиты
						ПК-8.3У1	Умеет рассчитывать пусковые характеристики реакторной установки
						ПК-8.331	Знает конструкцию стержней ОР СУЗ и характеристики их эффективности; принципиальную схему системы борного регулирования ВВЭР и характеристики эффективности борной кислоты в ВВЭР; принцип расчёта; организацию физического пуска ядерного реактора и экспериментальное определение первой критической загрузки его активной зоны

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД 1	Способен применять математические, естественнонаучные и профессиональные знания для теоретических и экспериментальных исследований в области прогнозирования работы ядерного реактора	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-2.2	Раздел (модуль) 1. Задачи управления. Основные понятия кинетики реактора Раздел (модуль) 2. Кинетика реактора с учетом запаздывающих нейтронов Раздел (модуль) 3. Кинетика подкритического реактора	Контрольная работа Коллоквиум Защита лабораторных работ

РД 2	Способен выполнять расчеты нейтронно-физических характеристик реакторных установок	И.ПК(У)-8.3	Раздел (модуль) 4. Динамика реактора	Контрольная работа Коллоквиум Защита лабораторных работ
РД 3	Способен анализировать параметры безопасной эксплуатации ядерных установок	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-8.3	Раздел (модуль) 5. Перегрузки топлива. Опыт крупных аварий	Контрольная работа Коллоквиум Защита лабораторных работ

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.	Коллоквиум	Вопросы: 1. Времена жизни мгновенных и запаздывающих нейтронов. 2. Реактивность и единицы ее измерения. 3. Температурные эффекты реактивности 4. Мощностной эффект реактивности
2.	Реферат	Тематика рефератов: 1. Подкритическое состояние реактора. 2. Надкритическое состояние реактора 3. Отравление ядерного реактора ксеноном-135 4. Отравление ядерного реактора самарием-149 5. Температурные эффекты реактивности 6. Перегрузки ядерного реактора 7. Непрерывные перегрузки ядерного топлива 8. Режим частичных перегрузок ядерного топлива 9. Мощностной эффект реактивности 10. Коэффициент воспроизводства ядерного топлива
3.	Контрольная работа	<i>Контрольная работа 1</i> 1. При коэффициентах неравномерности $k_r = 1,3$ и $k_z = 1,5$ максимально допустимая мощность реактора равна 100 МВт. Какую мощность можно получить в данном реакторе, если объемный

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		коэффициент неравномерности стал равным 1,69? 2. Оценить, сколько нужно загрузить U^{235} в активную зону реактора на тепловых нейтронах, чтобы получить мощность 150 МВт при средней плотности потока нейтронов 10^{12} нейтр/(см² · сек). 3. Определить мощность реактора на тепловых нейтронах при средней плотности потока нейтронов $5 \cdot 10^{13}$ нейтр/(см² · сек), если загрузка U^{235} равна 30 кг. 4. Какое количество U^{235} разделится и превратится в U^{236} за 1 год работы реактора на тепловых нейтронах на мощности 200 МВт? 5. Реактор работает на мощности 50 МВт. Масса урана составляет 71.5 т. Обогащение $\chi = 3.3\%$. Кампания реактора – один год. Определить среднюю глубину выгорания топлива после одной, двух и трех кампаний (без перегрузок). 6. Определить глубину выгорания топлива в реакторе за 300 суток работы на мощности 137 МВт при первоначальной загрузке по ^{235}U - 2 т и обогащении топлива 2.5%. 7. Сколько урана с обогащением 5% надо загрузить в ЯР, чтобы при мощности 100 МВт плотность потока тепловых нейтронов в нем равнялась бы 10^{14} см⁻² с⁻¹. 8. Определить глубину выгорания топлива в реакторе за 200 суток работы на мощности 600 МВт при первоначальной загрузке 10 т урана с обогащением 5%. Ответ дать в основных единицах измерения. 9. На какой тепловой мощности работает ядерный реактор, если расход горючего составляет 1 кг ^{235}U в сутки? 10. Реактор на тепловых нейтронах выработал 300 000 МВт*час на мощности 100 МВт. Определить скорость выгорания горючего в единицу времени. 11. Реактор работает на мощности 2 МВт. Потеря нейтронов за счет поглощения без деления составляет 55 %. Сколько нейтронов вылетает за пределы активной зоны? 12. ЯР на т.н. имеет загрузку 1.5 т урана с обогащением 3%. Определить $\Phi_{т.н.}$ при работе на мощности 250 МВт. 13. В ЯР на тепловых нейтронах загрузка топлива 10 т U с $\chi = 4.4 \%$. Оценить обогащение урана после 800 суток работы на мощности 100 МВт.
4.	Защита лабораторных работ	Вопросы, выносимые на защиту: 1. Что такое запаздывающие нейтроны? 2. Реактивность реактора. Единицы измерения. Запас реактивности. 3. Описать динамику реактора при большом положительном скачке реактивности.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		4. Описать динамику реактора при малом положительном скачке реактивности. 5. Описать динамику реактора при отрицательном скачке реактивности. 6. Мощностной эффект реактивности. 7. Выгорание ядерного топлива. 8. Единицы измерения глубины выгорания. Физический смысл. 9. Профиль энерговыделения в ЯР цилиндрической формы. 10. Способы повышения глубины выгорания.
5.	Экзамен	Вопросы на экзамен: 11. Влияние запаздывающих нейтронов на кинетику реактора. 12. Нестационарное диффузионное уравнение с учетом запаздывающих нейтронов. 13. Реактивность реактора. Единицы измерения. Запас реактивности. 14. Большие и малые реактивности. 15. Анализ переходного процесса при положительном скачке реактивности. 16. Анализ переходного процесса при отрицательном скачке реактивности. 17. Условия мгновенной критичности. 18. Стационарное отравление ксеноном. 19. Кинетика отравления в первый период работы реактора на заданной мощности. 20. Влияние мощности реактора на стационарное отравление. 21. Необходимое условие для накопления ксенона после остановки реактора. 22. Влияние отравления на реактивность. 23. Кинетика отравления при переходе на больший уровень мощности. 24. Кинетика отравления при понижении мощности реактора. 25. Соотношение между равновесными концентрациями йода и ксенона при увеличении мощности при ужесточении спектра нейтронов. 26. Пространственные ксеноновые колебания мощности в объеме активной зоны реактора. 27. Отравление самарием. 28. Стационарное отравление самарием. 29. Кинетика отравления самарием после включения реактора. “Прометиевый провал”. 30. Изменение реактивности из-за отравления ксеноном и самарием после остановки реактора. 31. Нестационарное отравление самарием при изменении мощности реактора. 32. Шлакование реактора 33. Последовательные поглощения нейтронов. 34. Влияние шлакования на реактивность.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		35. Выгорание урана и накопление плутония. 36. Глубина выгорания ядерного топлива. 37. Воспроизводство ядерного топлива. 38. Особенности температурного эффекта реактивности с борным регулированием. 39. Ядерный температурный эффект реактивности. Составляющие эффекта. 40. Анализ составляющих ядерного температурного эффекта реактивности. 41. Плотностной эффект реактивности. Составляющие эффекта. 42. Анализ составляющих плотностного температурного эффекта реактивности. 43. Соотношение между ядерным температурным эффектом реактивности и плотностным температурным эффектом реактивности в реакторах типа ВВЭР. 44. Мощностной эффект реактивности. 45. Использование мощностного эффекта реактивности для получения дополнительного энергозапаса.

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Отчета по лабораторной работе	Доклад студента с презентацией по результатам работы, обсуждение полученных результатов.
2.	Коллоквиум	Собрание студентов, целью которого является слушание и обсуждение доклада, претендующего на самостоятельное исследование. Выступления студентов оцениваются баллами.
3.	Реферат	Доклады и презентации студентов по поиску информации по заданным темам. Оцениваются преподавателем в баллах.
4.	Контрольная работа	Проводятся в устной или письменной форме, на бумаге или с помощью компьютера по тестированию теоретических знаний или по решению задач по тематике дисциплины, Оцениваются баллами.
5.	Защита курсового проекта	Выступление студента с презентацией по полученным в результате выполнения курсового проекта результатам с обсуждением полученных данных.
6.	Экзамен	Проверка знаний студентов в виде решения тематических задач и ответов на теоретические вопросы. Шкала оценки приведена в разделе 3.