

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ДИНАМИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Направление подготовки/ специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерные физика и технологии		
Специализация	Ядерные реакторы и энергетические установки		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		

Заведующий кафедрой - руководитель отделения		А.Г. Горюнов
Руководитель ООП		П.Н. Бычков
Преподаватель		Ю.Б. Чертков

2020г.

1. Роль дисциплины «Динамика и безопасность ядерно-энергетических установок» 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
Динамика и безопасность ядерно-энергетических установок	8	ОПК(У)-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	И.ОПК(У)-1.2.	Применяет математический аппарат уравнений в частных производных, уравнений теплопроводности и диффузии, уравнения Даламбера в инженерной деятельности	ОПК(У)-1.2В1	Владеет аппаратом математической физики для проведения теоретического исследования и моделирования физических и химических процессов и явлений, а также, для решения профессиональных задач.
						ОПК(У)-1.2У1	Умеет решать дифференциальные уравнения в частных производных
						ОПК(У)-1.2З1	Знает основные понятия, определения и методы теории дифференциальных уравнений в частных производных
		ПК(У)-2	способностью проводить математическое моделирование процессов и объектов атомной отрасли с использованием стандартных методов и компьютерных кодов для проектирования и анализа	И.ПК(У)-2.2	Способен использовать современные компьютерные технологии для проведения математического моделирования из различных предметных областей	ПК(У)-2.2В1	Владеет опытом моделирования различных физических явлений на основе различных математических подходов
						ПК(У)-2.2У1	Умеет применять методы для моделирования различных процессов, как с использованием стандартных пакетов, так и путем написания программ.
						ПК(У)-2.2З1	Знает методы математического моделирования в частности методы сеточного, статистического, конечно-разностного и д.р. решения поставленных задач
				И.ПК(У)-2.6	Демонстрирует знание и понимание динамики физических процессов, происходящих в ядерном реакторе при его выводе в критическое состояние, при работе на мощности и при его остановке (при приведении реактора в безопасное подкритическое состояние); может анализировать пространственно-временные процессы в исследовательских и	ПК(У)-2.6В1	Владеет опытом проведения нейтронно-физических расчетов реактивных и энергетических параметров реактора, расчетов коэффициентов неравномерности энерговыделения; обработки результатов этих расчетов и экспериментов; интерпретации полученных результатов в рамках изученных закономерностей.
						ПК(У)-2.6У1	Умеет применять законы кинетики и динамики ядерных реакторов для прогнозирования протекания нестационарных процессов в ядерных реакторах; рассчитывать реактивные параметры реактора, эффективности

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
					энергетических реакторах		органов регулирования, эффекты интерференции; проводить перегрузку реактора перед проведением очередной кампании.
						ПК(У)-2.63I	Знает понятия реактивности, периода реактора и связь этих параметров, внутренние обратные связи в реакторе, их стабилизирующая и дестабилизирующая роль, методики и способы расчета основных нейтронно-физических характеристик реактора, методы и программы расчета распределений плотности потока нейтронов и энерговыделения по радиусу элементарной и сложной ячейки реактора; методы и способы расчета основных нейтронно-физических характеристик реактора методы и программы расчета распределений плотности потока нейтронов по объему реактора.
		ПК(У)-13	способностью к оценке ядерной и радиационной безопасности, к оценке воздействия на окружающую среду, к контролю за соблюдением экологической безопасности, техники безопасности, норм и правил производственной санитарии, пожарной, радиационной и ядерной безопасности, норм охраны труда	И.ПК(У)-13.3	Анализирует параметры безопасной эксплуатации ядерных установок	ПК(У)-13.3B1	Владеет навыками расчёта динамических процессов, протекающих в активной зоне ядерного реактора, оказывающих влияние на безопасную эксплуатацию
						ПК(У)-13.3V1	Умеет применять законы кинетики для прогнозирования нестационарных процессов в ядерных реакторах, рассчитывать внутренние обратные связи в реакторе (температурные, мощностные, плотностные эффекты и коэффициенты реактивности), прогнозировать поведение реакторов при малых и больших возмущениях реактивности;
						ПК(У)-13.331	Знает особенности и потенциальную опасность нестационарных процессов в ядерных реакторах, кинетика реактора в точечном приближении, понятие реактивности, эффекты реактивности, поведение реакторов при малых и больших возмущениях реактивности.

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 работ в области прогнозирования работы ядерного реактора.	ОПК(У)-1.2 И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-2.6 И.ПК(У)-2.5	Раздел (модуль) 1. Элементарная кинетика ядерного реактора. Раздел (модуль) 2. Кинетика реактора с учетом запаздывающих нейтронов. Раздел (модуль) 3. Кинетика реактора с учетом шести групп запаздывающих нейтронов. Раздел (модуль) 4. Кинетика подкритического реактора. Раздел (модуль) 5. Изменения запаса реактивности при работе реактора.	Контрольная работа. Коллоквиум. Индивидуальное домашнее задание.
РД 2	Способен создавать расчетные модели ядерных реакторов, анализировать пространственно-временные процессы в исследовательских и энергетических реакторах.	И.ПК(У)-2.2 И.ПК(У)-2.6	Раздел (модуль) 2. Кинетика реактора с учетом запаздывающих нейтронов. Раздел (модуль) 3. Кинетика реактора с учетом шести групп запаздывающих нейтронов.	Контрольная работа.
РД 3	Способен выполнять расчеты нейтронно-физических характеристик реакторных установок.	И.ОПК(У)-1.2 И.ПК(У)-13.3	Раздел (модуль) 5. Изменения запаса реактивности при работе реактора.	Контрольная работа.
РД 4	Способен анализировать параметры безопасной эксплуатации ядерных установок.	И.ПК(У)-13.3	Раздел (модуль) 5. Изменения запаса реактивности при работе реактора.	Защита практических работ. Контрольная работа.

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.	Семинар	Темы семинаров: 1. Подкритическое состояние реактора. Доклад и обсуждение особенностей поведения реактора в подкритическом состоянии. 2. Доклад о влиянии обратных связей на устойчивость реактора. Обсуждение проблемы устойчивости ядерных реакторов. 3. Доклад о поведении реактора при вводе больших реактивностей при моделировании таких ситуаций на компьютере. 4. Доклад об особенностях поведения мгновенно-критического реактора. Результаты моделирования на компьютере. Обсуждение полученных результатов.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
2.	ИДЗ	Задания: 1. Методы численного моделирования уравнений кинетики с учетом обратных связей. 2. Решение уравнения переноса нейтронов методом сферических гармоник. 3. Решение уравнения переноса нейтронов методом вероятности первых столкновений. 4. Решение уравнения переноса нейтронов методом дискретных ординат.
3.	Коллоквиум	Вопросы: 1. Характеристики мгновенных нейтронов 2. Характеристики запаздывающих нейтронов 3. Времена жизни мгновенных и запаздывающих нейтронов. 4. Реактивность и единицы ее измерения. 5. Температурные эффекты реактивности 6. Мощностной эффект реактивности
4.	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
5.	Контрольная работа	<i>Контрольная работа 1</i> 1. В активную зону ядерного реактора загружено горючее ^{235}U и замедлитель нейтронов Be с отношением ядер $N_{\text{U-235}}/N_{\text{Be-9}} = 0,4\%$. Определить отношение масс горючего и замедлителя. 2. При $k_g = 1.4$ и $k_z = 1.5$ реактор работает на максимальной для него мощности 200 МВт. Какую мощность можно получить в этом ЯР, если $k_g = 1.2$ и $k_z = 1.6$? 3. Определить мощность ЯР на т.н. при средней $\Phi_{\text{т.н.}} = 10^{14} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$, если загрузка по урану составляет 1000 кг с обогащением 3%. 4. В ЯР на т.н. кампания равна 2500 часов, мощность 100 МВт, загрузка - 600 кг урана-235, обогащение – 1.5 %. Оценить глубину выгорания. 5. Оценить процентное содержание делящихся изотопов в горючем после выработки $5 \cdot 10^5 \text{ МВт} \cdot \text{час}$ тепла, если начальная загрузка составляла 10 т природного урана, а $K_B = 20\%$ (без учета выгорания плутония). 6. Какой процент урана может быть теоретически использован при полном выгорании в топливе всех делящихся нуклидов. Обогащение топлива 2%. 7. Плотность потока нейтронов с энергией $E_1 = 0,025 \text{ эв}$ равна $\Phi_1 = 10^5 \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$, а с энергией $E_2 = 1 \text{ Мэв}$ - $\Phi_2 = 10^4 \text{ нейтр}/(\text{см}^2\text{с})$.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		Оценить плотность нейтронов? Каких нейтронов больше. 8. Реактор работает на мощности 2 МВт. Потеря нейтронов за счет поглощения без деления составляет 55 %. Сколько нейтронов вылетает за пределы активной зоны? 9. ЯР на т.н. имеет загрузку 1.5 т урана с обогащением 3%. Определить $\Phi_{т.н.}$ при работе на мощности 250 МВт. 10. В ЯР на тепловых нейтронах загрузка топлива 10 т U с $\epsilon = 4.4$ %. Оценить обогащение урана после 800 суток работы на мощности 100 МВт.
6.	Экзамен	Вопросы на экзамен: 1. Влияние запаздывающих нейтронов на период реактора. 2. Эффективная доля запаздывающих нейтронов. 3. Нестационарное диффузионное уравнение с учетом запаздывающих нейтронов. 4. Реактивность реактора. Единицы измерения. Запас реактивности. 5. Большие и малые реактивности. 6. Анализ переходного процесса при положительном скачке реактивности. 7. Анализ переходного процесса при отрицательном скачке реактивности. 8. Условия мгновенной критичности. 9. Отравление реактора ксеноном. 10. Стационарное отравление ксеноном. Предельное стационарное отравление. 11. Кинетика отравления в первый период работы реактора на заданной мощности. 12. Влияние мощности реактора на стационарное отравление. 13. “Йодная яма”. 14. Необходимое условие для накопления ксенона после остановки реактора. 15. Влияние отравления на реактивность. 16. Кинетика отравления при переходе на больший уровень мощности. 17. Кинетика отравления при понижении мощности реактора. 18. Соотношение между равновесными концентрациями йода и ксенона при увеличении мощности при ужесточении спектра нейтронов. 19. Радикальные методы уменьшения отрицательного эффекта “йодной ямы”. 20. Пространственные ксеноновые колебания мощности в объеме активной зоны реактора. 21. Отравление самарием. 22. Стационарное отравление самарием. 23. Кинетика отравления самарием после включения реактора. “Прометиевый провал”. 24. Изменение реактивности из-за отравления ксеноном и самарием после остановки реактора.

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		25. Нестационарное отравление самарием при изменении мощности реактора. 26. Шлакование реактора 27. Последовательные поглощения нейтронов. 28. Влияние шлакования на реактивность. 29. Выгорание урана и накопление плутония. 30. Глубина выгорания ядерного топлива. 31. Воспроизводство ядерного топлива. 32. Особенности температурного эффекта реактивности с борным регулированием. 33. Ядерный температурный эффект реактивности. Составляющие эффекта. 34. Анализ составляющих ядерного температурного эффекта реактивности. 35. Плотностной эффект реактивности. Составляющие эффекта. 36. Анализ составляющих плотностного температурного эффекта реактивности. 37. Соотношение между ядерным температурным эффектом реактивности и плотностным температурным эффектом реактивности в реакторах типа ВВЭР. 38. Получение различных форм кривой температурного эффекта реактивности. 39. Мощностной эффект реактивности. 40. Использование мощностного эффекта реактивности для получения дополнительного энергозапаса. 41. Паровой эффект реактивности в реакторе типа РБМК.

5. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
1.	Семинар	Обсуждение результатов докладов и сообщений о результатах НИР. При проведении основных видов оценивания используется балльная шкала. Учебные достижения студентов оцениваются в баллах. В баллах оцениваются и интересные выступления студентов при обсуждении.
2.	ИДЗ	ИДЗ студентов оцениваются преподавателем. Некоторые сообщения могут выноситься на семинар. Обсуждение результатов заданий оцениваются баллами.
3.	Коллоквиум	Собрание студентов, целью которого является слушание и обсуждение <u>доклада</u> , претендующего на самостоятельное <u>исследование</u> . Выступления студентов оцениваются баллами.
4.	Реферат	Доклады и презентации студентов по поиску информации по заданным темам. Оцениваются преподавателем в баллах.
5.	Контрольная работа	Проводятся в устной или письменной форме, на бумаге или с помощью компьютера по

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		тестированию теоретических знаний или по решению задач по тематике дисциплины, Оцениваются баллами.
6.	Экзамен	Проверка знаний студентов в виде решения тематических задач и ответов на теоретические вопросы. Шкала оценки приведена в разделе 3.