

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШЭ

Матвеев А.С.

« 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

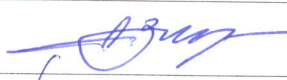
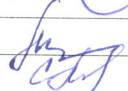
Кинетика ядерных реакторов

Направление подготовки/ специальность	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг		
Специализация	Проектирование и эксплуатация атомных станций		
Уровень образования	высшее образование - специалитет		
Курс	5	семестр	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		152	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации

Экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
---------	---------------------------------	----------------------

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

	Заворин А.С.
	Воробьев А.В.
	Лавриненко С.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-7	Способен анализировать и рассчитывать ядерно-физические и нейтронно-физические процессы реакторных установок в стационарных и нестационарных режимах работы	И.ПК(У)-7.1	Анализирует и рассчитывает нейтронно-физические процессы в активной зоне ядерных реакторов	ПК(У)-7.1B1	Владеет опытом анализа и расчета нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
				ПК(У)-7.1У1	Умеет анализировать и рассчитывать нейтронно-физические процессы в активной зоне ядерных реакторов
				ПК(У)-7.1З1	Знает закономерности протекания нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерного реактора и методы нейтронно-физического расчета

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Анализирует нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	И.ПК(У)-7.1
РД2	Проводит нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы. Выполняет нейтронно-физические расчеты элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств	И.ПК(У)-7.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины
Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Элементарная кинетика теплового реактора	РД-1, РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел 2. Кинетика реактора с учетом запаздывающих нейтронов	РД-1, РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел 3. Основы кинетики подкритического реактора	РД-1, РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	26
Раздел 4. Изменения запаса реактивности при работе реактора	РД-1, РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	26
Раздел 5. Отравление реактора Xe	РД-1, РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	26
Раздел 6. Отравление реактора Sm	РД-1, РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	26

Раздел 1. Элементарная кинетика теплового реактора

Изучение переходных процессов в активной зоне ядерных реакторов на основе элементарного уравнения кинетики реактора, а также основных характеристик нейтронов. Основные допущения элементарной кинетики теплового реактора.

Темы лекций:

1. Элементарное уравнение кинетики реактора.
2. Параметры шести групп запаздывающих нейтронов.

Темы практических занятий:

1. Элементарное уравнение кинетики.

Названия лабораторных работ:

1. Определение критического положения группы поглощающих стержней.
2. Особенности переходных процессов при введении малых и больших реактивностей

Раздел 2. Кинетика реактора с учетом запаздывающих нейтронов

Изучение переходных процессов в активной зоне ядерных реакторов с учетом запаздывающих нейтронов. Вывод и анализ уравнения обратных часов при сообщении

положительных и отрицательных реактивностей. Система ДУ с учётом шести групп запаздывающих нейтронов. ДУ скорости изменения плотности нейтронов. ДУ скоростей изменения эффективных концентраций предшественников запаздывающих нейтронов 6 групп. Решение системы ДУ кинетики. Уравнение обратных часов.

Темы лекций:

3. Система ДУ с учётом шести групп запаздывающих нейтронов.
4. Переходные процессы при сообщении реактору реактивности.

Темы практических занятий:

2. Уравнение обратных часов.

Названия лабораторных работ:

3. Определение критической концентрации борного поглотителя.
4. Определение величины начального скачка при большой положительной реактивности

Раздел 3. Основы кинетики подкритического реактора

Изучение переходных процессов в активной зоне подкритических ядерных реакторов с источниками нейтронов. Пуск ядерного реактора из подкритического состояния.

Темы лекций:

5. Источники нейтронов в подкритическом реакторе.
6. Время практического установления подкритической плотности нейтронов в реакторе после изменения степени подкритичности.
7. Процедура ступенчатого пуска и ядерная безопасность реактора

Названия лабораторных работ:

5. Измерение реактивности методом асимптотического периода.
6. Основные характеристики выгорания

Раздел 4. Изменения запаса реактивности при работе реактора
--

Изучение процессов, происходящих в ядерном реакторе в процессе его эксплуатации (шлакование, выгорание и воспроизводство ядерного топлива, борное регулирование и др.), оказывающих влияние на изменение уровня реактивности, и как следствие на изменение уровня мощности.

Темы лекций:

8. Понятия общего и оперативного запаса реактивности реактора. Уменьшение запаса реактивности с выгоранием ядерного топлива.
9. Уменьшение запаса реактивности за счёт шлакования ядерного топлива.
10. Использование выгорающих поглотителей.

Темы практических занятий:

3. Определение кампании реактора.
4. Схема образования и убыли вторичного топлива.

Названия лабораторных работ:

7. Определение физического веса стержня методом сброса.
8. Кинетика роста потерь запаса реактивности за счёт шлакования.

Раздел 5. Отравление реактора Xe

Изучение процесса отравления ядерного реактора ксеноном. Влияние данного процесса на

изменение уровня мощности. Изучение процесса переотравления реактора после останова реактора (йодная яма).

Темы лекций:

11. Схема образования и убыли ^{135}Xe и дифференциальные уравнения отравления реактора ксеноном.
12. Переотравление после останова реактора («йодная яма»).
13. Переотравления реактора ксеноном после изменения уровня мощности.

Темы практических занятий:

5. Построение графика отравления реактора ксеноном.
6. Переотравление реактора ксеноном после изменения уровня мощности.

Раздел 6. Отравление реактора Sm

Изучение процесса отравления ядерного реактора самарием. Влияние данного процесса на изменение уровня мощности. Изучение процесса переотравления реактора после останова реактора (прометьевый провал).

Темы лекций:

14. Схема образования-убыли Sm и дифференциальные уравнения отравления реактора самарием.
15. Потери реактивности при стационарном отравлении реактора самарием.
16. Нестационарное переотравление реактора Sm после останова («прометиевый провал»).

Темы практических занятий:

7. Построение графика отравления реактора самарием.
8. Переотравление реактора самарием после изменения уровня мощности.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к контрольной работе и экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Бойко, В. И. Физический расчет ядерного реактора на тепловых нейтронах : учебное пособие для вузов : учебное пособие / В. И. Бойко. — Томск : ТПУ, 2009. — 504 с. — Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10291> (дата обращения: 08.12.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ

2. Копосов, Е. Б. Кинетика ядерных реакторов: методические указания / Е. Б. Копосов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 115 с. — ISBN 978-5-7038-4266-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103467> (дата обращения: 08.12.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ.

3. Широков, С. В. Физика ядерных реакторов : учебное пособие / С. В. Широков. — Минск : Вышэйшая школа, 2011. — 352 с. — ISBN 978-985-06-2006-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65424> (дата обращения: 23.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Рисованный В.Д., Поглощающие материалы и органы регулирования ядерных реакторов : учебное пособие для вузов / В.Д. Рисованный, А.В. Захаров, Е.П. Клочков. - М. : Издательский дом МЭИ, 2012. - 392 с. - ISBN 978-5-383-00662-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383006627.html> (дата обращения: 08.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

2. Красников, П. В. Расчеты физических характеристик ядерных реакторов : учебное пособие / П. В. Красников, С. В. Столотнюк, Я. Д. Столотнюк. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 95 с. — ISBN 978-5-7038-3852-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58558>. — для авториз. пользователей.

3. Окунев В.С., Основы прикладной ядерной физики и введение в физику ядерных реакторов : учебное пособие / В.С. Окунев - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. - 534 с. (Физика в техническом университете) - ISBN 978-5-7038-3967-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703839676.html> (дата обращения: 08.12.2020). - Режим доступа : по подписке.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный курс «Кинетика ядерных реакторов». Электронный образовательный ресурс LMS MOODLE. <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=113>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement;
2. Visual C++ Redistributable Package;
3. Mozilla Public License 2.0;
4. K-Lite Codec Pack;
5. GNU Lesser General Public License 3;
6. GNU Affero General Public License 3;
7. Chrome;
8. Berkeley Software Distribution License 2-Clause
9. Программный комплекс SSL DYNCO LAB SYSTEM.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 302	– Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 38	– Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест; – Крепление для проектора Perless PRG-UNV - 1 шт.; – Компьютер - 1 шт.; – Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 31	– Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; – Шкаф для одежды - 1 шт.; – Шкаф для документов - 1 шт.; – Тумба стационарная - 1 шт.; – Стол письменный - 1 шт.; – Компьютер - 16 шт.; – Телевизор - 1 шт.

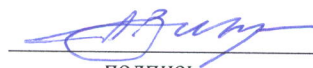
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг специализация «Проектирование и эксплуатация атомных станций» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Степень	ФИО
Старший преподаватель НОЦ И.Н. Бутакова	к.п.н.	С.В. Лавриненко

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от 30.05.2019 г. № 29).

Заведующий кафедрой - руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры,
д.т.н, профессор

 /А.С. Заворин/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020 г.
2020/2021 учебный год	Внесены изменения в разделы учебно-методическое, информационное, программное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	№ 44 от 26.06.2020 г.