

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

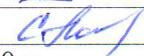
УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИШЭ

 Матвеев А.С.
 « 30 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 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	32	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	80	
	Самостоятельная работа, ч	136	
	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. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-16	способностью анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	Р17	ПК(У)- 16.В2	Владеет опытом анализа нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
			ПК(У)- 16.У2	Умеет анализировать нейтронно-физические процессы в активной зоне ядерных реакторов
			ПК(У)- 16.32	Знает закономерности протекания нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерного реактора
ПК(У)-17	способностью проводить нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты ядерных реакторов в стационарных и нестационарных режимах работы	Р17	ПК(У)- 17.В1	Владеет опытом расчета нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
			ПК(У)- 17.У1	Умеет рассчитывать нейтронно-физические процессы в активной зоне ядерных реакторов
			ПК(У)- 17.31	Знает методы расчета нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
ПСК(У)-1.4	способностью выполнять теплогидравлические, нейтронно-физические и прочностные расчеты узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств	Р17	ПСК(У)-1.4.В4	Владеет опытом использования современных средств расчета нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
			ПСК(У)-1.4.У4	Умеет использовать современные средства расчета нейтронно-физических процессов в активной зоне ядерных реакторов
			ПСК(У)-1.4.34	Знает современные средства нейтронно-физического расчета активной зоны ядерного реактора

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		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Анализирует нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы	ПК(У)-16
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	ПСК(У)-1.4 ПК(У)-17

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	РД1	Лекции	4
	РД2	Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20

Раздел 2. Кинетика реактора с учетом запаздывающих нейтронов	РД1	Лекции	4
	РД2	Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Основы кинетики подкритического реактора	РД1	Лекции	4
	РД2	Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 4. Изменения запаса реактивности при работе реактора	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	28
Раздел 5. Отравление реактора Xe	РД1	Лекции	8
	РД2	Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	28
Раздел 6. Отравление реактора Sm	РД1	Лекции	6
	РД2	Практические занятия	6
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Элементарная кинетика теплового реактора

В разделе рассматриваются основные понятия кинетики реакторов: эффективный коэффициент размножения, избыточный коэффициент реактивности, реактивность, период реактора и др. Также анализируются переходные процессы в ядерном реакторе, выявленные при создании первого ядерного реактора под руководством Э. Ферми.

Основные допущения элементарной кинетики теплового реактора. Элементарное уравнение кинетики реактора. Мгновенные и запаздывающие нейтроны и их характеристики. Параметры шести групп запаздывающих нейтронов. Среднее время жизни поколения нейтронов в тепловом реакторе. Период реактора, период удвоения мощности и их взаимосвязь.

Темы лекций:

1-2. Элементарная кинетика ядерных реакторов.

Темы практических занятий:

1-2. Элементарное уравнение кинетики и его анализ.

Названия лабораторных работ:

1-2. Определение критического положения группы поглощающих стержней.

Раздел 2. Основы кинетики подкритического реактора

В разделе рассматриваются процессы, происходящие в подкритическом реакторе. Анализируются причины наличия плотности потока нейтронов в остановленном реакторе, а также опасность работы подкритического реактора.

Темы лекций:

3-4. Подкритический реактор и его особенности.

Темы практических занятий:

3-4. Определение мощности в подкритическом реакторе с источником нейтронов.

Названия лабораторных работ:

3-4. Определение критической концентрации борного поглотителя.

Раздел 3. Кинетика реактора с учетом запаздывающих нейтронов

Рассматриваются вопросы переходных процессов в ядерном реакторе с учетом мгновенных и запаздывающих нейтронов. Вывод и анализ уравнения обратных часов.

Темы лекций:

5. Основные допущения кинетики реактора. Система ДУ с учётом шести групп запаздывающих нейтронов.
6. Уравнение обратных часов и переходные процессы в реакторе на его основе.

Темы практических занятий:

- 5-6. Уравнение обратных часов.

Названия лабораторных работ:

- 5-6. Измерение реактивности методом асимптотического периода.

Раздел 4. Изменения запаса реактивности при работе реактора

Рассматривается общий и оперативный запас реактивности, а также процессы влияющие на их изменение в процессе эксплуатации реактора: выгорание и воспроизводство вторичного ядерного топлива, выгорание выгорающих поглотителей, шлакование и др.

Темы лекций:

7. Понятия общего и оперативного запаса реактивности реактора. Выгорание и воспроизводство ядерного топлива.
8. Шлакование ядерного топлива.
9. Использование выгорающих поглотителей.

Темы практических занятий:

- 7-9. Определение кампании реактора.

Названия лабораторных работ:

- 7-8. Определение физического веса стержня методом сброса.

Раздел 5. Отравление реактора Хе

Рассматриваются вопросы отравления ядерного реактора ксеноном ^{135}Xe : схема образования и убыли, дифференциальные уравнения, потери реактивности в стационарном и переходных процессах.

Темы лекций:

- 10-11. Стационарное отравление реактора Хе.
- 12-13. Нестационарное отравление реактора Хе – «йодная яма».

Темы практических занятий:

- 10-13. Построение графика отравления реактора ксеноном.

Раздел 6. Отравление реактора Sm

Рассматриваются вопросы отравления ядерного реактора самарием ^{149}Sm : схема образования и убыли, дифференциальные уравнения, потери реактивности в стационарном и переходных процессах.

Темы лекций:

- 14-15. Стационарное отравление реактора Sm.
16. Нестационарное отравление реактора Sm – «прометьевый провал».

Темы практических занятий:

14-16. Построение графика отравления реактора самарием.

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

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. Рисованый В.Д., Поглощающие материалы и органы регулирования ядерных реакторов : учебное пособие для вузов / В.Д. Рисованый, 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	<ul style="list-style-type: none"> – 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	<ul style="list-style-type: none"> – 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	<ul style="list-style-type: none"> – 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 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик:

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

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС (протокол от 18.05.2017 г. № 19).

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)
2018/2019 учебный год	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС 5. Изменена система оценивания 	№ 11 от 19.06.2018 г.
	Изменена система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете во всех дисциплинах и практиках, реализация которых начнётся с осеннего семестра 2018/19 учебного года и далее до завершения реализации программы.	№ 11/1 от 27.08.2018 г.
2019/2020 учебный год	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС 	№ 29 от 30.05.2019
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.