

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

Наименование образовательной программы: Моделирование процессов в ядерных реакторах

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
УСТРОЙСТВО ЯДЕРНЫХ РЕКТОРОВ И АЭС

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 6; 8 семестр - 5; 9 семестр - 6; всего - 17
Часов (всего) по учебному плану:	612 часов
Лекции	7 семестр - 32 часа; 8 семестр - 32 часа; 9 семестр - 32 часа; всего - 96 часа
Практические занятия	7 семестр - 48 часа; 8 семестр - 32 часа; 9 семестр - 48 часа; всего - 128 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 2 часа; 8 семестр - 2 часа; 9 семестр - 2 часа; всего - 6 часов
Самостоятельная работа	7 семестр - 133,5 часа; 8 семестр - 113,5 часов; 9 семестр - 133,5 часа; всего - 380,5 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	9 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,5 часа

Москва 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лукашевский М.В.
	Идентификатор	R#4b7e3cb-LukashevskyMV-6844ab

М.В.
Лукашевский

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

Заведующий выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Цель освоения дисциплины состоит в изучении конструктивных особенностей и принципов работы современных ядерных энергетических реакторов.

Задачи дисциплины

- Ознакомление с принципами работы ядерного реактора;
- Приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технических решений при конструировании современного энергетического реактора и систем его безопасности;
- Ознакомление с физическими и конструкционными особенностями энергетических реакторов различных типов;
- Ознакомление с перспективами развития реакторной техники.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен выполнять расчет оборудования ядерных энергетических установок, использовать специализированное программное обеспечение	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует понимание принципов работы, знание компоновки и физических особенностей реакторных установок различных типов, навыки применения, специализированного ПО для расчета ядерных энергетических установок	знать: - Основные типы ядерных реакторов и их особенности; - Требования предъявляемые к материалам ядерного реактора. уметь: - Определять основные характеристики реакторов, отражающие их состояние.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Моделирование процессов в ядерных реакторах (далее – ОПОП), направления подготовки 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы теплофизики
- знать основы технической термодинамики
- знать основы механики жидкости и газов

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 17 зачетных единиц, 612 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Общие сведения о ядерных реакторах	180	7	32	-	48	-	-	-	-	-	100	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Общие сведения о ядерных реакторах"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Общие сведения о ядерных реакторах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения о ядерных реакторах"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 12-26</p>	
1.1	Общие сведения о ядерных реакторах	180		32	-	48	-	-	-	-	-	100	-		
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	216.0		32	-	48	-	2	-	-	0.5	100	33.5		
	Итого за семестр	216.0		32	-	48	2	-	-	0.5	133.5				
2	Конструкции и физические особенности реакторов различных типов	72	8	16	-	16	-	-	-	-	-	40	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Конструкции и физические особенности реакторов различных типов"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Конструкции и физические особенности реакторов различных типов" подготовка к выполнению заданий на практических</p>	
2.1	Конструкции и физические особенности реакторов различных	72		16	-	16	-	-	-	-	-	40	-		

	ТИПОВ													занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкции и физические особенности реакторов различных типов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 26-118 [2], глава 9
3	Перспективы развития реакторов	72		16	-	16	-	-	-	-	-	40	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Перспективы развития реакторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.1	Перспективы развития реакторов	72		16	-	16	-	-	-	-	-	40	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Перспективы развития реакторов" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Перспективы развития реакторов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 118-128
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	80	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	-	32		2		-	0.5		113.5	
4	Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов	180	9	32	-	48	-	-	-	-	-	100	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов	180		32	-	48	-	-	-	-	-	100	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности"

													ядерных реакторов" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 128-154, стр. 239-290 [3], глава 6
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	216.0		32	-	48	-	2	-	-	0.5	100	33.5
	Итого за семестр	216.0		32	-	48		2	-		0.5		133.5
	ИТОГО	612.0	-	96	-	128		6	-		1.5		380.5

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Общие сведения о ядерных реакторах

1.1. Общие сведения о ядерных реакторах

Принцип работы и основные характеристики реактора. Реакция деления тяжёлых ядер, как источник энерговыделения. Воспроизводящие изотопы. Коэффициент воспроизводства топлива. Реактивность. Период реактора. Дефект массы. Роль запаздывающих нейтронов. Состав и компоновка ядерного реактора. Материалы ядерного реактора и требования к ним. Классификация ядерных реакторов. Основные типы ядерных реакторов..

2. Конструкции и физические особенности реакторов различных типов

2.1. Конструкции и физические особенности реакторов различных типов

Конструкции и физические особенности реактора ВВЭР. Компоненты реактора ВВЭР. Особенности перегрузки ядерного топлива в ВВЭР. Конструкции и физические особенности водо-водяных кипящих реакторов (ВК, АСТ, ВWR). Конструкции и физические особенности графитовых реакторов с водным теплоносителем (АМ, АМБ, ЭГП, РБМК, МКЭР). Особенности перегрузки ядерного топлива в РБМК. Конструкции и физические особенности газографитовых реакторов (Magnox, AGR, HTGR). Российские и советские проекты газографитовых реакторов (ВГ, ВГМ, МГР, ГТ-МГР). Конструкции и физические особенности тяжеловодных реакторов (CANDU, SGHWR, HWGCR, КС). Конструкции и физические особенности реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ, СВБР). Конструкции и физические особенности реакторов на расплавах солей (MSBR)..

3. Перспективы развития реакторов

3.1. Перспективы развития реакторов

Концепции реакторов IV поколения. Газоохлаждаемый быстрый реактор. Быстрый реактор с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем. Жидкосолевой реактор. Быстрый реактор с натриевым теплоносителем. Реактор с водным теплоносителем сверхкритических параметров. Высокотемпературный реактор с графитовым замедлителем. Проекты реакторных установок малой мощности..

4. Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов

4.1. Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов

Режимы работы ядерного реактора. Энерговыделение в активной зоне энергетического реактора. Остаточное энерговыделение при останове энергетического реактора. Возможные аварийные ситуации. Международная шкала ядерных событий (INES). Принцип глубокоэшелонированной защиты. Средства предупреждения и предотвращения аварий..

3.3. Темы практических занятий

1. Определение дефекта массы, периода реактора, коэффициента воспроизводства топлива, величины необходимой загрузки топлива для выработки заданного количества тепловой (электрической) энергии;
2. Физические особенности водо-водяных реакторов и их влияние на конструкционные решения;
3. Физические особенности реакторов с графитовым замедлителем и их влияние на конструкционные решения;

4. Совершенствование конструкции реактора РБМК-1000 и модификации реактора РБМК-1000;
5. Физические особенности тяжеловодных реакторов и их влияние на конструкционные решения;
6. Сравнение конструкций и характеристик реакторов БН-600, БН-800 и БН-1200. Физические и конструкционные особенности реакторов на быстрых нейтронах;
7. Сравнение конструкций и характеристик реакторов БРЕСТ-300 и БРЕСТ-1200;
8. Теплогидравлический расчет реактора;
9. Режимы работы ядерного реактора. Остаточное энерговыделение;
10. Построение и функционирование систем безопасности ядерного энергетического реактора.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по разделу "Общие сведения о ядерных реакторах"
2. Обсуждение материалов по разделу "Конструкции и физические особенности реакторов различных типов"
3. Обсуждение материалов по разделу "Перспективы развития реакторов"
4. Обсуждение материалов по разделу "Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие сведения о ядерных реакторах"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Конструкции и физические особенности реакторов различных типов"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Перспективы развития реакторов"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
Требования предъявляемые к материалам ядерного реактора	ИД-1ПК-2				+	Тестирование/Надёжность и безопасность работы энергетического реактора Тестирование/Режимы работы энергетического ядерного реактора
Основные типы ядерных реакторов и их особенности	ИД-1ПК-2		+	+		Тестирование/Конструкции и физические особенности реакторов различных типов
Уметь:						
Определять основные характеристики реакторов, отражающие их состояние	ИД-1ПК-2	+				Контрольная работа/Принцип работы и основные характеристики ядерного энергетического реактора

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Принцип работы и основные характеристики ядерного энергетического реактора (Контрольная работа)

8 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Конструкции и физические особенности реакторов различных типов (Тестирование)

9 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Надёжность и безопасность работы энергетического реактора (Тестирование)
2. Режимы работы энергетического ядерного реактора (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

Экзамен (Семестр №8)

Экзамен (Семестр №9)

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Дементьев, Б. А. Ядерные энергетические реакторы : Учебник для вузов по специальности "Атомные электростанции и установки" / Б. А. Дементьев. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 280 с.;
2. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта / С. А. Андрушечко, и др. – М. : Логос, 2010. – 604 с. – ISBN 978-5-98704-496-4.;
3. Тевлин С.А.- "Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014134.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	А-406, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	А-406, Учебная аудитория "А"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	А-309, Аудитория для проведения практических занятий	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	А-208, Преподавательская	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-025, Кладовка лабораторного оборудования	стеллаж, оборудование специализированное

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Устройство ядерных реакторов и АЭС

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Принцип работы и основные характеристики ядерного энергетического реактора
(Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1
		Неделя КМ:	15
1	Общие сведения о ядерных реакторах		
1.1	Общие сведения о ядерных реакторах		+
Вес КМ, %:			100

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-2 Конструкции и физические особенности реакторов различных типов (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-2
		Неделя КМ:	15
1	Конструкции и физические особенности реакторов различных типов		
1.1	Конструкции и физические особенности реакторов различных типов		+
2	Перспективы развития реакторов		
2.1	Перспективы развития реакторов		+
Вес КМ, %:			100

9 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-3 Надёжность и безопасность работы энергетического реактора (Тестирование)

КМ-4 Режимы работы энергетического ядерного реактора (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	8	15
1	Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов			
1.1	Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов		+	+
		Вес КМ, %:	50	50