

Направление подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»  
Профиль «Атомные электростанции и установки»  
РПД Б1.В.ДВ.03.01 «Ядерные энергетические реакторы»



Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора филиала  
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
канд. техн. наук, доцент  
В.В. Рожков

«27» 10 2025

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Ядерные энергетические реакторы

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

Профиль: «Атомные электростанции и установки»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Смоленск

Программа составлена с учетом образовательного стандарта высшего образования (ОС ВО) по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», утвержденного ректором ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Н.Д. Рогалевым 27.10.2023.

**Программу составил:**

  
подпись

к.т.н., доцент

Новиков Г.Ю.  
ФИО

« 10 » октября 2025 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «**Промышленная теплоэнергетика**»:  
« 15 » октября 2025 г., протокол № 2

**Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»:**

  
подпись

В.А. Галковский  
Ф.И.О.

« 10 » октября 2025 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе  
с ЛОВЗ и инвалидами**

  
подпись

зам. начальника УУ

Е.В. Зуева  
ФИО

« 10 » октября 2025 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины является формирование знаний, умений и навыков в области физических принципов функционирования ядерных энергетических реакторов, оценки их энергетической эффективности и специфики их практического применения на АЭС.

**Задачи:** изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Теплотехнологические процессы и установки» относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору).

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые следующими базовыми дисциплинами:

Физика;  
Химия;  
Ядерная физика.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения данной дисциплины, являются базовыми для изучения дисциплин:

Эксплуатация АЭС  
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-2. Демонстрирует понимание основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ПК-2.2 Демонстрирует понимание основных законов тепломассообмена и применяет их для расчетов элементов теплоэнергетических установок и систем	Знает: основные законы тепломассообмена Умеет: применять законы тепломассообмена для расчетов элементов теплоэнергетических установок и систем АЭС Владеет: навыками оценки эффективности функционирования тепломассообменного оборудования на АЭС



<p>ПК-3. Способен проводить экспериментальные исследования и теоретическое описание основных теплофизических процессов в энергетическом оборудовании</p>	<p>ПК-3.2 Знает и умеет использовать аппарат механики сплошных сред для анализа основных теплофизических процессов в энергетическом оборудовании</p>	<p>Знает: аппарат механики сплошных сред                  Умеет: использовать аппарат механики сплошных сред для анализа основных теплофизических процессов в энергетическом оборудовании АЭС                  Владеет: методологией анализа теплофизических процессов в энергетическом оборудовании АЭС</p>
<p>ПК-4. Способен к участию в эксплуатации и проектировании основного оборудования атомных электростанций и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы</p>	<p>ПК-4.1 Знает принципы работы, компоновку и физические особенности реакторных установок различных типов</p>	<p>Знает: принципы работы, компоновку и физические особенности реакторных установок различных типов                  Умеет: использовать знание принципов работы, компоновку и физические особенности реакторных установок различных типов при их эксплуатации                  Владеет: навыками оценки условий эксплуатации ядерных реакторов</p>
	<p>ПК-4.4 Демонстрирует понимание процессов, происходящих в оборудовании АЭС и их влияния на конструктивные особенности</p>	<p>Знает: процессы, происходящие в оборудовании АЭС и их влияние на конструктивные особенности                  Умеет: анализировать процессы, происходящие в оборудовании АЭС и их влияние на конструктивные особенности реакторов при эксплуатации АЭС                  Владеет: навыками эксплуатации ядерных реакторов</p>



**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>лекционные занятия 9 шт. по 2 часа:</p> <p>1.1. Тема Общие сведения о ядерных реакторах (4 часа).                      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.</p> <p>1.2. Тема Конструкции и физические особенности реакторов различных типов (6 часов).                      Конструкции и физические особенности реактора ВВЭР. Компания 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)..</p> <p>1.3. Тема Перспективы развития реакторов (4 часа).                      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..</p> <p>1.4. Тема Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов (4 часа).                      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..</p>
2	лабораторные работы не предусмотрены
3	<p>практические занятия 8 шт. по 2 часа:</p> <p>2.1. Определение дефекта массы, периода реактора, коэффициента воспроизводства топлива, величины необходимой загрузки топлива для выработки заданного количества тепловой (электрической) энергии.</p> <p>2.2. Физические особенности водо-водяных реакторов и их влияние на конструкционные решения.</p> <p>2.3. Физические особенности реакторов с графитовым замедлителем и их влияние на конструкционные решения.</p> <p>2.4. Совершенствование конструкции реактора РБМК-1000 и модификации реактора РБМК-1000.</p> <p>2.5. Физические особенности тяжеловодных реакторов и их влияние на конструкционные решения.</p> <p>2.6. Сравнение конструкций и характеристик реакторов БН-600, БН-800 и БН-1200. Физи-</p>

	ческие и конструкционные особенности реакторов на быстрых нейтронах. 2.7. Сравнение конструкций и характеристик реакторов БРЕСТ-300 и БРЕСТ-1200. 2.8. Теплогидравлический расчет реактора.
4	курсовая работа (курсовой проект) не предусмотрена
5	расчетно-графическая работа (реферат) не предусмотрена
6	<p>Самостоятельная работа студентов: Подготовка к практическим занятиям самостоятельное изучение разделов дисциплины (101 час).</p> <p><b>Подготовка к практическим занятиям:</b> Изучение материала по разделу "Общие сведения о ядерных реакторах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения о ядерных реакторах"</p> <p><b>Подготовка к текущему контролю:</b> Повторение материала по разделу "Конструкции и физические особенности реакторов различных типов"</p> <p><b>Подготовка к практическим занятиям:</b> Изучение материала по разделу "Конструкции и физические особенности реакторов различных типов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструкции и физические особенности реакторов различных типов"</p> <p><b>Подготовка к текущему контролю:</b> Повторение материала по разделу "Перспективы развития реакторов"</p> <p><b>Подготовка к практическим занятиям:</b> Изучение материала по разделу "Перспективы развития реакторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b> Изучение дополнительного материала по разделу "Перспективы развития реакторов"</p> <p><b>Подготовка к текущему контролю:</b> Повторение материала по разделу "Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов"</p> <p><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b> Изучение дополнительного материала по разделу "Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов"</p> <p><b>Подготовка к практическим занятиям:</b> Изучение материала по разделу "Режимы работы, остаточное энерговыделение и вопросы безопасности ядерных реакторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>

**Текущий контроль:** На 5-6 и 11-12 неделях студенты выполняют контрольные работы, на 3-4, 7-8, 9-10 неделях проводится устный опрос студентов по тематике разделов вынесенных на самостоятельное изучение, По итогам положительной аттестации студентов по всем, предусмотренным видам контроля, осуществляется их допуск к зачету по дисциплине.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятости по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
-------	----------------------	----------------------------

1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция Интерактивная лекция (лекция с заранее запланированными ошибками) Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений Технологии проведения практических занятий в форме семинара: с подготовленными докладами. Технология обучения в сотрудничестве (командная, групповая работа)
3	Лабораторная работа	Не предусмотрены
4	Консультации по курсовой работе (курсовому проекту)	Не предусмотрены
5	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
6	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса Технология письменного контроля, в том числе тестирование

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Вопросы для промежуточного контроля закрепления теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы, выносимые на зачет)

1. Принцип работы и основные характеристики реактора.
2. Реакция деления тяжёлых ядер, как источник энерговыделения.
3. Воспроизводящие изотопы. Коэффициент воспроизводства топлива. Реактивность.
4. Период реактора. Дефект массы. Роль запаздывающих нейтронов.
5. Состав и компоновка ядерного реактора. Материалы ядерного реактора и требования к ним.

6. Классификация ядерных реакторов. Основные типы ядерных реакторов..
7. Конструкции и физические особенности реактора ВВЭР. Компания реактора ВВЭР.
8. Особенности перегрузки ядерного топлива в ВВЭР.
9. Конструкции и физические особенности водо-водяных кипящих реакторов (ВК, АСТ, ВWR).
10. Конструкции и физические особенности графитовых реакторов с водным теплоносителем (АМ, АМБ, ЭГП, РБМК, МКЭР).
11. Особенности перегрузки ядерного топлива в РБМК.
12. Конструкции и физические особенности газографитовых реакторов (Magnox, AGR, HTGR).
13. Российские и советские проекты газографитовых реакторов (ВГ, ВГМ, МГР, ГТ-МГР).
14. Конструкции и физические особенности тяжеловодных реакторов (CANDU, SGHWR, HWGCR, КС).
15. Конструкции и физические особенности реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ, СВБР).
16. Конструкции и физические особенности реакторов на расплавах солей (MSBR)..
17. Концепции реакторов IV поколения. Газоохлаждаемый быстрый реактор.
18. Быстрый реактор с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем. Жидкосолевого реактор.
19. Быстрый реактор с натриевым теплоносителем.
20. Реактор с водным теплоносителем сверхкритических параметров.
21. Высокотемпературный реактор с графитовым замедлителем.
22. Проекты реакторных установок малой мощности.
23. Режимы работы ядерного реактора.
24. Энерговыведение в активной зоне энергетического реактора. Остаточное энерговыведение при останове энергетического реактора.
25. Возможные аварийные ситуации.
26. Международная шкала ядерных событий (INES). Принцип глубокоэшелонированной защиты. Средства предупреждения и предотвращения аварий. .

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – зачет с оценкой в 7-м семестре.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутой».</p>
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившего практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившего другие практические задания из того же раздела дисциплины.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговой».</p>
«неудовлетворительно»/ не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившего практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля.</p> <p>Компетенции на уровне «пороговой», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оснащенная следующим основным оборудованием:

- доска маркерная – 1 шт.;
- доска меловая – 1 шт.;
- проектор LCD с экраном – 1 шт.;
- парты 23 шт. на 45 посадочных мест.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации <https://eleden.sbmpei.ru/>:

- персональный компьютер – 18 шт.;
- принтер – 1 шт.;
- мультимедийный проектор – 1 шт.;
- компьютерная сеть с выходом в Интернет – 1 шт.

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### **для слепых и слабовидящих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

### **для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

### **для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием

*Направление подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»*

*Профиль «Атомные электростанции и установки»*

*РПД Б1.В.ДВ.03.01 «Ядерные энергетические реакторы»*

*дистанционных образовательных технологий.*

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта / С. А. Андрущечко, и др. – М. : Логос, 2010. – 604 с. – ISBN 978-5-98704-496-4.;
2. Тевлин С.А.- "Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000", Издательство: "МЭИ", Москва, 2020 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014134.html>.

### **Дополнительная литература**

1. Дементьев, Б. А. Ядерные энергетические реакторы : Учебник для вузов по специальности "Атомные электростанции и установки" / Б. А. Дементьев. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 280 с.;



### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ванн ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10