

Направление подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»  
Профиль «Атомные электростанции и установки»  
РПД Б1.В.ДВ.02.01 «Измерительные системы на АЭС»



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

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

«27» 10 2025

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Измерительные системы на АЭС**

(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

Направление подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»  
Профиль «Атомные электростанции и установки»  
РПД Б1.В.ДВ.02.01 «Измерительные системы на АЭС»



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

ст. преподаватель

Фокин А.М.  
ФИО

« 10 » октября 2025 г.

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

**Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика»:**

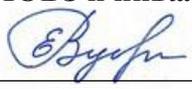
  
подпись

В.А. Галковский  
Ф.И.О.

« 20 » 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

« 20 » октября 2025 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач учета тепловой энергии и теплоносителя как на источнике теплоты, так и у потребителя.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Измерительные системы на АЭС» относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору).

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

Тепломассообмен;

Атомные и тепловые электростанции. Часть 1: Тепловые схемы и режимы работы станций;

Атомные и тепловые электростанции. Часть 2: Тепломеханическое оборудование электростанций;

Парогенераторы атомных и тепловых электростанций и их эксплуатация;

Турбомашины АЭС;

Тепломассообменное оборудование АЭС;

Электрооборудование АЭС.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения данной дисциплины, являются базовыми для подготовки к процедуре защиты и защите 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: правила учета тепловой энергии и теплоносителя и нормативно-техническую документацию. Умеет: составлять теплоэнергетические балансы в системах теплопотребления. Владеет: методиками расчета погрешностей при учете тепловой энергии и теплоносителя.
ПК-4. Способен к участию в эксплуа-	ПК-4.1 Знает принципы работы, компоновку и физические особен-	Знает: принципиальную схему атомной станции, нейтронно-физические



<p>тации и проектировании основного оборудования атомных электростанций и других энергетических установок с учетом экологических требований и обеспечения безопасной работы</p>	<p>ности реакторных установок различных типов</p>	<p>измерения и расчеты, номенклатуру нейтронно-физических расчетов.                  Умеет: использовать аппаратуру физического контроля, обрабатывать и анализировать результаты расчетов и измерений.                  Владеет: методиками реакторных расчетов, обработки нейтронно-физических и тепло-гидравлических измерений и параметров технологических систем на атомных электростанциях.</p>
	<p>ПК-4.2 Владеет навыками принятия и обоснования конкретных технических решений при конструировании оборудования АЭС</p>	<p>Знает: принципы работы технологического оборудования и основные правила обеспечения безопасной эксплуатации АЭС.                  Умеет: читать и понимать технологические схемы атомной станции и технологические регламенты безопасной эксплуатации атомных станций.                  Владеет: методиками обеспечения оперативных и качественных исследований, нарушений в работе оборудования и выявления причин, их вызвавших.</p>
	<p>ПК-4.3 Демонстрирует знание основ исследования и проектирования технологической схемы АЭС применительно к ее основному технологическому процессу</p>	<p>Знает: существующие схемы размещения технических средств для паровых и водяных систем теплоснабжения.                  Умеет: выбрать оборудование для построения узлов учета тепловой энергии с заданными метрологическими характеристиками.                  Владеет: правилами составления принципиальных электрических схем узлов учета.</p>



### Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p>Лекционные занятия 10 шт. по 2 часа:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя. Формулы учета.</li><li>1.2. Метрологическое обеспечение и контроль ЯЭУ.</li><li>1.3. Режимы работы реактора и диапазоны измерения мощности реактора ядерно-физическим методом.</li><li>1.4. Типы измерительных преобразователей температуры и давления и особенности их применения в узлах учета.</li><li>1.5. Тахометрические преобразователи расхода и расходомеры переменного перепада давления. Ядерно-физический метод определения расхода теплоносителя.</li><li>1.6. Акустические, электромагнитные, вихревые и корреляционные преобразователи расхода.</li><li>1.7. Измерение ядерно-физических параметров реакторов.</li><li>1.8. Адаптеры для передачи информации по телефонному каналу и GSM каналу.</li><li>1.9. Разработка принципиальных электрических схем узлов учета тепловой энергии и теплоносителя.</li><li>1.10. Тепловычислители и комплектные теплосчетчики. Правила подбора приборов узлов учета.</li></ol>
2	<p>Практические занятия 10 шт. по 2 часа:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>2.1. Изучение тепловычислителя СПТ-961 и его модификаций.</li><li>2.2. Программирование каналов тепловычислителя и общесистемных параметров.</li><li>2.3. Правила выбора технических средств, обеспечивающих их совместимость с СПТ-961.</li><li>2.4. Программирование трубопроводов и потребителей.</li><li>2.5. Разработка базы данных для учета в системе теплоснабжения по индивидуальному заданию (1 занятие).</li><li>2.6. Разработка базы данных для учета в системе теплоснабжения по индивидуальному заданию (2 занятие).</li><li>2.7. Отладка программы учета тепловой энергии и теплоносителя на модели объекта теплоснабжения (1 занятие).</li><li>2.8. Отладка программы учета тепловой энергии и теплоносителя на модели объекта теплоснабжения (2 занятие).</li><li>2.9. Проверка метрологических характеристик теплосчетчика.</li><li>2.10. Изучение тепловычислителей малой и средней степени сложности. Составление схем учета по индивидуальному заданию.</li></ol>
3	<p>Самостоятельная работа студентов:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Метрологические характеристики узлов учёта.</li><li>2. Особенности учёта количества тепловой энергии воды и пара на источнике теплоты.</li><li>3. Принципиальные схемы расположения точек размещения измерительных преобразователей.</li><li>4. Допплеровские, камерные и ролико-лопастные расходомеры.</li><li>5. Блоки извлечения корня и блоки питания расходомеров переменного перепада давления.</li><li>6. Защитные меры электробезопасности в узлах учета.</li><li>7. Схемы применения тепловычислителей семейства ВКТ.</li></ol>

**Текущий контроль:** проверка работоспособности разработанных по индивидуальному заданию узлов учета на действующих моделях объектов.

## 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 Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине
2	Практические занятия	Технология выполнения практических заданий – индивидуально. Технология выполнения практических заданий в малой группе (в бригаде) Технология проблемного обучения на основе анализа результатов разработанных программ и проверки их работоспособности на моделях объектов теплоснабжения.: индивидуальный опрос, собеседование в малой группе (разрабатывающей по частям общую базу данных тепловычислителя), представление студентом или группой студентов результатов практической работы в форме отчета.
3	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
4	Контроль (промежуточная аттестация: зачет с оценкой)	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.

Текущий контроль - проверка работоспособности разработанных на практических занятиях узлов учета на действующих моделях объектов. Работоспособность узла учета проверяется по соответствию технологических параметров объектов заданным и по отсутствию нештатных ситуаций во время работы теплосчетчика.

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 8-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».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	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. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	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 выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	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 выполнившему 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. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

## **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 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. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М.: ЭНАС, 2012. — 56 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=38585](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38585) — Загл. с экрана.

2. Арнольдов М. Н. Основы метрологического обеспечения температурного контроля реакторных установок : учеб. пособие для студ. вузов / М. Н. Арнольдов, В. А. Каржавин, А. И. Трофимов. - М. : МЭИ, 2012. - 248 с.

3. Тепловычислитель СПТ-961. Руководство по эксплуатации РАЖГ.421412.012 РЭ

### **Дополнительная литература**

1. Зорин В. М. Атомные электростанции : учеб. пособие для студ. вузов / В. М. Зорин. - М.: МЭИ, 2012. - 672 с.

2. Иванова Г. М. Теплотехнические измерения и приборы : учеб. для студ. вузов / Г. М. Иванова, Н. Д. Кузнецов, В. С. Чистяков. - 3-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2007. - 460 с.

### **Список авторских методических разработок**

1. Бобылев М.Г. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу



*Направление подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»*

*Профиль «Атомные электростанции и установки»*

*РПД Б1.В.ДВ.02.01 «Измерительные системы на АЭС»*

«Учет энергии в системах энергообеспечения предприятий», СФМЭИ, 2012.

2. Бобылев М.Г., А.М.Фокин А.М. Исследование тепловычислителей. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Учет энергии в системах теплоснабжения», СФМЭИ, 2008г.



### 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