

Направление подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»  
Профиль «Атомные электростанции и установки»  
РПД Б1.О.20 «Теплотехнические приборы и измерения»



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

### Теплотехнические приборы и измерения

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

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

Профиль: «Атомные электростанции и установки»

Уровень высшего образования: бакалавриат

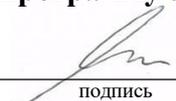
Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

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 производственно-технологической 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.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Теплотехнические приборы и измерения» относится к обязательной части программы.

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

*Физика;*

*Электротехника и электроника;*

*Метрология, сертификация, технические измерения автоматизация тепловых процессов.*

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения данной дисциплины, являются базовыми для подготовки к 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
ОПК-1. Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.2 Применяет методы численного моделирования и экспериментального исследования	Знает: основные принципы и средства измерения электрических величин при производстве и потреблении тепловой энергии, в том числе, применяемые в современных информационно-измерительных системах. Умеет: использовать, обобщать, анализировать научно-техническую и справочную информацию в области метрологии и технических измерений, использовать и анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, выполнять необходимые расчеты. Владеет: методами оценки качества технических средств измерений

		электрических величин для объектов теплоэнергетики и теплотехники
	ОПК-1.3 Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	<p>Знает: основные принципы и средства измерения неэлектрических величин при производстве и потреблении тепловой энергии, в том числе, применяемые в современных информационно-измерительных системах.</p> <p>Умеет: использовать, обобщать, анализировать научно-техническую и справочную информацию в области метрологии и технических измерений, использовать и анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований, выполнять необходимые расчеты.</p> <p>Владеет: методами оценки качества технических средств измерений неэлектрических величин для объектов теплоэнергетики и теплотехники</p>
	ОПК-1.4 Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	<p>Знает: правила организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования.</p> <p>Умеет: осуществлять измерения необходимых величин применительно к объектам теплоэнергетики и теплотехники</p> <p>Владеет: методами оценки качества проводимых измерений и расчета погрешностей прямых и косвенных измерений.</p>
УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	УК-9.4 Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения поставленных целей	<p>Знает: принципы действия и устройство типовых приборов для измерения электрических и неэлектрических величин.</p> <p>Умеет: выбирать методы измерений, определяющих работу энергетических машин и установок и определять метрологические характеристики средств измерения (СИ) в заданных единицах.</p> <p>Владеет: принципами и знаниями, определяющих работу энергетических машин и установок атомных электростанций.</p>



**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	Лекционные занятия 8 шт. по 2 часа: 1. Нормирование погрешностей и их оценка. 2. Термометры расширения. 3. Термометры сопротивления и нормирующие преобразователи. 4. Термоэлектрические преобразователи и пирометры. 5. Приборы для измерения давления. Дифференциально-трансформаторные и тензометрические преобразователи. 6. Измерение уровня и влажности. 7. Измерение расхода. Анализ состава веществ. 8. Системы теплотехнического контроля.
2	Практические занятия 7 шт. по 2 часа: 1. Нормирование и расчет погрешностей при прямых и косвенных измерениях. 2. Термометры расширения и термометры сопротивления. 3. Термоэлектрические преобразователи. 4. Контрольная работа. 5. Измерение давления и перепада давления. 6. Измерение уровня и расхода. 7. Контрольная работа.
3	Самостоятельная работа студентов: 1. Подготовка к выполнению контрольных работ. 2. Методы измерения температуры. 3. Расчет параметров потока расходомера переменного перепада давления. 4. Расчет диафрагмы. 5. Поверка и градуировка измерительных преобразователей. 6. Изучение и градуировка автоматических потенциометров. 7. Методы измерения влажности воздуха и газа. Методы измерения влажности твердых и сыпучих тел. 8. Измерительные системы теплотехнических исследований.

**Текущий контроль:** защита лабораторных работ; проверка результатов расчета параметров потока; проверка результатов расчета параметров диафрагмы.

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

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

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция Лекция, составленная на основе результатов научных исследований, в том числе с учётом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников.
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения

		упражнений. Технология развития критического мышления: метод контрольных вопросов, прием «взаимоопрос».
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 или экзамен)	Технология устного опроса. Технология письменного контроля, в том числе тестирование. Рейтинговая система контроля.

## 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.

### Типовые задачи:

1. Напишите в общем виде выражение для определения абсолютной погрешности измерения температуры и рассчитайте относительную погрешность измерения температуры  $110^{\circ}\text{C}$ , если известно, что для платинового термометра сопротивление  $R_0=100,1 \text{ Ом}$ ;  $\alpha^*=3,913 \cdot 10^{-3}\text{K}^{-1}$ . Градуировочные таблицы составлены для  $R_0=100 \text{ Ом}$ ,  $\alpha=3,91 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ .
2. Определите изменение показаний манометрического ртутного термометра, если при градуировке термобаллон и показывающий прибор находились на одном уровне, а в реальных условиях показывающий прибор расположен на 1,8 м ниже, чем термобаллон. Шкала термометра  $0-400^{\circ}\text{C}$ . При изменении температуры от  $0$  до  $400^{\circ}\text{C}$  давление в системе изменяется от 6,14 до 13,67 МПа. Плотность ртути  $\rho=13595 \text{ кг/м}^3$ .
3. Определить в общем виде абсолютную и относительную методические погрешности измерения мощности постоянного тока по методу амперметра-вольтметра для приведенной схемы. Известны внутренние сопротивления амперметра и вольтметра.
4. Погрешность измерения давления чашечным манометром, вызванная конечным отношением диаметров плюсового и минусового сосудов, составляет 0,15 %. Чему равно отношение диаметров плюсового и минусового сосудов?

### Вопросы для тестирования знаний студентов.

1. Измерения. Виды измерений.
2. Средства измерений и их оценка.
3. Погрешности измерений и их оценка.
4. Метрологические характеристики средств измерений. Нормирование погрешностей.

5. Средства измерения температуры. Термометры расширения.
6. Манометрические термометры. Биметаллические и полупроводниковые термометры.
7. Термометры сопротивления.
8. Устройство термоэлектрических термометров.
9. Удлиняющие термоэлектродные провода.
10. Милливольтметры.
11. Компенсационный метод измерения термо-ЭДС.
12. Автоматические потенциометры.
13. Устройство термометров сопротивления.
14. Мостовые схемы измерения сопротивления.
15. Логометры.
16. Компенсационный метод измерения сопротивлений.
17. Основы теории пирометров.
18. Методы измерения температуры по излучению.
19. Устройство пирометров.
20. Источники погрешностей измерения температуры.
21. Общие сведения об измерительных преобразователях.
22. Дифференциально-трансформаторные преобразователи.
23. Принцип действия приборов магнитоэлектрической и электромагнитной систем.
24. Тензопреобразователи.
25. Жидкостные манометры и дифманометры.
26. Деформационные манометры и дифманометры.
27. Грузопоршневые манометры.
28. Электрические и прочие манометры.
29. Методика измерения давления.
30. Основы теории сужающих устройств.
31. Градуировочная характеристика сужающих устройств.
32. Методика использования сужающих устройств.
33. Погрешности измерения расхода.
34. Сужающие устройства при малых  $Re$ .
35. Особые случаи измерения расхода и общая характеристика сужающих устройств.
36. Тахометрические расходомеры.
37. Акустические расходомеры.
38. Электромагнитные расходомеры.
39. Корреляционные расходомеры.
40. Вихревые расходомеры.
41. Перспективные типы расходомеров.
42. Уровнемеры с визуальным отсчетом.
43. Гидростатические уровнемеры.
44. Поплавковые и буйковые уровнемеры.
45. Емкостные уровнемеры.
46. Индуктивные уровнемеры.
47. Радиоволновые уровнемеры.
48. Акустические уровнемеры.
49. Измерение уровня сыпучих материалов.
50. Общие сведения о влажности.
51. Измерение влажности воздуха и газа.
52. Измерение влажности твердых и сыпучих тел.
53. Объемные химические газоанализаторы.
54. Тепловые газоанализаторы.

55. Магнитные газоанализаторы.
56. Оптические газоанализаторы.
57. Хроматографические газоанализаторы.
58. Электрические газоанализаторы.
59. Кондуктометрический метод анализа растворов.
60. Электродные кондуктометры.
61. Потенциометрический метод анализа растворов.
62. Измерительные преобразователи рН-метров.
63. Оптический метод анализа жидкости.
64. Измерение концентрации газов, растворенных в воде и паре.
65. Эксплуатация анализаторов состава жидкости.
66. Системы теплотехнического контроля.
67. Теплосчётчики.

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

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен в 6-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)»	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 практи-

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«зачтено»	<p>ческих 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..</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».</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 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.</p> <p>Компетенции на уровне «пороговый», 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 25 шт. на 50 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. Бодров М. В. Теплотехнические измерения и приборы [Текст]: учеб. пособие / М. В. Бодров, В. Ю. Кузин; Нижегород. гос. архитектур. - строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2015. – 176 с.

2. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Теплотехнические измерения и приборы. Учебник для вузов./ Г.М.Иванова.– М.: МЭИ, 2007. – 460 с

### **Дополнительная литература**

1. Бикулов А.М. Методы и средства измерений: Учебное пособие для поверителей средств теплотехнических и физико-химических измерений: [Электронный ресурс]: учебное пособие - Электрон.дан. - М.: АСМС, 2005 - 133 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135721&sr=1> - Загл. с экрана.

### **Список авторских методических разработок.**

1. Бобылев, М.Г., Матраев, В.Ю. Технические измерения в теплоэнергетике и теплотехнике. Учебно-практическое пособие. [Текст]: / М.Г. Бобылев, В.Ю. Матраев – Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2017. – 49 с.

2. Бобылев М.Г. Методические указания к лабораторным работам №8,10 по курсу «Теплотехнические приборы и измерения» . СФМЭИ, 2015г.- 35 с.

3. Бобылев, М.Г., Бредников, А.В. Методические указания к расчетно-графической работе «Определение метрологических характеристик расходомера жидкости» по курсу «Теплотехнические приборы и измерения» [Текст]: методические указания / М.Г. Бобылев, А.В. Бредников – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленске, 2017. – 28 с.

4. Бобылев, М.Г., Матраев, В.Ю. Методические указания к лабораторной работе № 1 по курсу «Теплотехнические приборы и измерения» [Текст]: методические указания / М.Г. Бобылев, В.Ю. Матраев – Смоленск: РИО филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, 2016. – 24 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