

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович  
Должность: И.О.Р.  
Дата подписания: 20.01.2026 17:23:16  
Уникальный программный ключ:  
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ИР НИУ МИЭТ

А.А.Дронов

2025 г.

## ПРОГРАММА АСПИРАНТУРЫ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.2.2. «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств»

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы промышленной метрологии и калибровки»

Москва 2025 г.

Рабочая программа дисциплины «Основы промышленной метрологии и калибровки» разработана в соответствии с требованиями ФЗ РФ от 29.12.2012 г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации», на основании федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре от 20 октября 2021 года.

Программа предназначена для аспирантов очной формы обучения.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель:** формирование у аспирантов знаний:

- о роли метрологии, стандартизации и сертификации в обеспечении качества производственных процессов;
- нормативно-технической документации;
- об обосновании выбора средств измерений и обработке экспериментальных данных;
- методов обработки результатов экспериментов и разработки стандартов, а также подтверждения соответствия.

**Задачи:** усвоение аспирантами знаний по:

- изучению принципов и методов измерений, оценка правильности результата измерения, метрологических характеристик средств измерений.
- овладению методами обработки результатов экспериментов, разработки стандартов и подтверждения соответствия.
- формированию представлений о необходимых и достаточных методах контроля и измерения параметров технологических процессов и оборудования.
- овладению теоретическими и практическими методами определения источников неопределенности измерений средств измерений.
- практическому освоению современных методов контроля, измерений, испытаний и управления качеством, эксплуатации контрольно-измерительных средств.
- изучению основных положений в области стандартизации и сертификации, организации разработки и утверждения нормативных технических документов.
- освоению методики выполнения работ по сертификации продукции и услуг.

Программа дисциплины посвящена:

- изучению вопросов обеспечения единства и точности измерений, проводимых в разных местах и в разное время;
- деятельности по разработке, опубликованию и применению стандартов, для достижения оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного применения в отношении реально существующих или потенциальных задач;
- вопросам безопасности товаров и услуг на протяжении всего жизненного цикла продукции, что критически важно для науки, промышленности, торговли и повседневной жизни.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Основы промышленной метрологии и калибровки» является *элективной/факультативной дисциплиной*, направленной на расширение образовательной траектории подготовки аспиранта.

Выбор аспирантом данной дисциплины как элективной, делает ее обязательной для освоения.

Для элективной/факультативной дисциплины: Трудоемкость дисциплины - 3 з.е. (108 академических часов). Дисциплина читается в соответствии с учебным планом по мере формирования групп аспирантов, в соответствии с поданными ими заявлениями (согласно локально-нормативным актам МИЭТ). Форма промежуточного контроля – зачет.

### **3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины «Основы промышленной метрологии и калибровки» аспиранты должны:

- знать основные понятия и определения в области метрологии;
- знать принципы государственного метрологического контроля и надзора;
- знать правила пользования стандартами и другой нормативной документацией;
- знать требования международной и отечественной системы стандартизации;
- владеть основными понятиями в области метрологии, связанных с объектами измерения, видами неопределенности измерений, методами их определения и устранения, обработкой результатов измерений;
- уметь использовать полученные знания при решении конкретных прикладных задач;
- уметь работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с использованием стандартов, норм и правил.

Особенности изучения курса:

- сочетание лекций с элементами семинара для активизации слушателей;
- самостоятельная работа аспирантов, в части подготовки рефератов на выбранную тему по профилю специальности, с индивидуальными консультациями преподавателя, с целью усвоения аспирантами нормативно-правовых документов в области обеспечения единства измерений.

Самостоятельная работа аспиранта по дисциплине дополнительно к изучению основной литературы, представленной в данной программе, предусматривает изучение и анализ научной литературы последних лет по данной тематике в периодических реферируемых изданиях входящих в международные системы Web of Science, Scopus, РИНЦ, журналах из списка ВАК, а также нормативно-правовых документов действующих на территории страны в области метрологии и метрологического обеспечения.

При подготовке к зачету аспиранту рекомендуется ознакомиться и изучить:

- Федеральный закон № 102 «Об обеспечении единства измерений»;
- Федеральный закон № 184 «О техническом регулировании»;
- РМГ 29-2013 «Метрология. Основные термины и определения»;
- VIM «Международный словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины»;
- ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерений. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения»;
- ГОСТ Р 1.0 – 2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»;

- ГОСТ Р 1.2-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждение, обновление и отмены»;
- ГОСТ Р 1.12-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения»;
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 17021-2008 «Оценка соответствия. Требования к органам, проводящим аудит и сертификацию систем менеджмента»;
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 17011-2008 «Оценка соответствия. Общие требования к органам по аккредитации, аккредитуемым органам по оценке соответствия»;
- ГОСТ Р 40.003-2008 «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр качества. Порядок сертификации систем качества на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ИСО 9001:2008);
- ГОСТ 8.009-84 «Нормируемые метрологические характеристики средств измерений»;
- РМГ 43-2001 «Руководства по выражению неопределенности измерений»;
- ГОСТ 7.32-2017 «Отчет о научно-исследовательской работе»;
- ГОСТ Р 2.105-2019 «Общие требования к текстовым документам».

Изучение дисциплины «Основы промышленной метрологии и калибровки» обеспечивается:

- усвоением рекомендованной учебной литературы, в ходе которого должны быть получены основные знания;
- проведением аудиторных занятий, среди которых *чтение лекций*, раскрывает наиболее важные вопросы изучаемых тем, указывает основные направления и методические рекомендации по самостоятельному изучению материала; *инновационные формы учебных занятий и индивидуальная работа с аспирантами*, позволяет выработать индивидуальную траекторию для углубленной самостоятельной работы обучающихся;
- самостоятельной работой аспирантов.

При организации изучения дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья (инвалидами) при необходимости могут быть использованы адаптивные технологии.

1. Учет ведущего способа восприятия информации:

*при нарушениях зрения*

- возможность использования раздаточных материалов (в том числе опорных конспектов), напечатанных крупным шрифтом;
- предоставления учебных материалов в электронном виде;

*при нарушениях слуха*

- для облегчения понимания материала использования наглядных опорных схем на лекциях;
- преимущественное выполнение учебных заданий в письменной форме (письменный опрос, тестирование, эссе и др.).

2. Увеличение времени на анализ учебного материала.

- для подготовки к ответу на зачете (кандидатском экзамене), среднее время подготовки увеличивается.

3. Создание эмоционально-комфортной атмосферы при проведении занятий, консультаций, промежуточной аттестации:

– учитываются особенности психофизического состояния, создаются условия, способствующие повышению уверенности в собственных силах;

– даются четкие рекомендации по дальнейшей работе над изучаемой дисциплиной (разделом дисциплины, темой).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Рабочий учебный план

| № п/п | Наименование разделов и тем                                            | Трудо-<br>емкость<br>час | Количество часов  |                                             | Форма текущего<br>контроля |
|-------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------------------------------------|----------------------------|
|       |                                                                        |                          | Аудиторная работа | Индивидуальная<br>самостоятельная<br>работа |                            |
| 1.    | Основные понятия и технические средства метрологии.                    |                          | 2                 | 12                                          |                            |
| 2.    | Международное сотрудничество по метрологии.                            |                          | 2                 | 16                                          |                            |
| 3.    | Международная и отечественная система обеспечения единства измерений   |                          | 2                 | 16                                          |                            |
| 4.    | Законодательная метрология                                             |                          | 2                 | 18                                          |                            |
| 5.    | Практические аспекты выполнения калибровок в различных видах измерений |                          | 2                 | 16                                          |                            |
| 6.    | Оформление результатов калибровки                                      |                          | 2                 | 18                                          |                            |
|       | Всего                                                                  | 108                      | 12                | 96                                          | зачет                      |

##### 4.2. Содержание дисциплины по разделам и темам учебной работы

Тема 1. Основные понятия и технические средства метрологии.

1.1. Основные международные понятия и термины по метрологии.

1.2. Международный словарь по метрологии (VIM).

1.3. Выражение точности измерений в терминах неопределенности измерений.

1.4. Серия межгосударственных стандартов ГОСТ 34100 (GUM).

Тема 2. Международное сотрудничество по метрологии.

2.1. Организации, учрежденные Метрической конвенцией.

2.2. Объединенный комитет региональных метрологических организаций и МБМВ.

2.3. Региональные метрологические организации.

2.4. Международная организация по сотрудничеству в области аккредитации лабораторий.

2.5. Международная организация по стандартизации (ИСО).

2.6. Международные и межгосударственные документы.

Тема 3. Международная и отечественная система обеспечения единства измерений.

3.1. Брошюра СИ (9-я редакция) – основные единицы СИ.

- 3.2. Признание результатов калибровки. Сертификат калибровки международного образца.
- 3.3. Единство и прослеживаемость измерений.
- 3.4. Классификация эталонов в России и за рубежом. Понятия национального и международного эталона.
- 3.5. Государственная поверочная схема и их разновидности.
- 3.6. Методы передачи единиц величин

#### Тема 4. Законодательная метрология.

- 4.1. Нормативно-правовая и нормативно-методическая подсистема обеспечения единства измерений в России.
- 4.2. Основные термины и определения. Виды поверок и калибровок средств измерений.
- 4.3. Организация работ по поверке и калибровке средств измерений в России и за рубежом.
- 4.4. Калибровка средств измерений в Российской Федерации и за рубежом.
- 4.5. Государственные метрологические институты и их задачи.

#### Тема 5. Практические аспекты выполнения калибровок в различных видах измерений.

- 5.1. Классификация по видам измерений.
- 5.2. Методика оценивания результата измерений и их неопределенности.
- 5.3. Обработка результатов измерений на основе концепции неопределенности измерений.
- 5.4. Обработка результатов измерений и их автоматизация и систематизация (принципы построения и сертификации программного обеспечения на основе нейросетей).
- 5.5. Представление результатов измерений.

#### Тема 6. Оформление результатов калибровки.

- 6.1. Прослеживаемость результатом измерений.
- 6.2. Цифровые сертификаты калибровки.
- 6.3. Российская система калибровки.
- 6.4. Цифровой репозиторий цифровых сертификатов калибровки.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Тестирование**

*Тестовые задания (ТЗ) закрытой формы* предусматривают выбор правильного ответа из данного набора вариантов ответов к тексту задания. Назначение – выявление и оценка как фактологических знаний, так и знаний более высокого уровня – определений, законов, правил и т.д.

*Тестовые задания открытой формы* требуют при выполнении самостоятельного формулирования ответа. Назначение заданий – определение степени усвоения тестируемым фактологических знаний в данной предметной области. К тестовым заданиям открытого типа относятся два вида ТЗ:

- задания дополнения;
- задания свободного изложения.

#### **Примеры тестовых заданий**

**1. К какому классу измерений относятся измерения, при которых погрешность результата определяется характеристиками средств измерений?**

- а) максимально возможной точности

- б) контрольно-поверочные
  - в) технические
  - г) классические
- 2. Какая единица измерения является внесистемной?**
- а) км
  - б) калория
  - в) с
  - г) кг
- 3. Какая единица не является единицей системы СИ?**
- а) свеча
  - б) А
  - в) м
  - г) кг
- 4. Какая единица не является основной единицей системы СИ?**
- а) м<sup>2</sup>
  - б) К
  - в) моль
  - г) с
- 5. При выборе универсальных средств измерений для контроля изделий не следует рассматривать?**
- а) погрешность средств измерения
  - б) цену деления
  - в) конструктивное исполнение
  - г) диапазон измерений
- 6. Систематические погрешности, зависящие от применяемых средств измерений это?**
- а) погрешности метода
  - б) инструментальные погрешности
  - в) погрешности, обусловленные неправильной установкой и взаимным расположением средств измерений
  - г) личные погрешности
- 7. Средства измерений, предназначенные для получения измерительной информации о величине, подлежащей измерению, в форме, удобной для восприятия наблюдателем называются?**
- а) мерами
  - б) измерительными преобразователями
  - в) измерительными приборами
  - г) вспомогательными средствами
- 8. Какие функции не выполняет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии?**
- а) осуществления государственного метрологического контроля и надзора
  - б) руководства предприятиями по производству средств измерений
  - в) руководства деятельностью государственной метрологической службы
  - г) международных организаций по вопросам единства измерений
- 9. Какие сферы деятельности ИСО не охватывает области стандартизации?**
- а) автомобилестроения
  - б) станкостроения
  - в) электротехники, электроники и радиотехники
  - г) единиц измерений

10. Электрическое сопротивление определяется выражением  $R = U/I$ . Размерность напряжения  $U$  равна  $L^2M^1T^{-3}I^1$ , а размерность тока  $I$  равна  $I$ . Чему равна размерность  $R$ ?

- а)  $L^2M^1T^3I^2$
- б)  $L^{-2}M^{-1}T^{-3}$
- в)  $L^2M^1T^3$
- г)  $L^{-2}M^{-1}T^{-3}I^{-2}$

- 11. Что означает буква Р в обозначении ГОСТР?
- 12. Дайте определение составляющей погрешности средства измерения, которая принимается постоянной или закономерно изменяющейся
- 13. Нормативный документ, начинающийся с букв РД, называется?
- 14. Создание изделий из унифицированных элементов путем их установки в различном числе и различных сочетаниях называют?
- 15. Что подлежит обязательной сертификации?
- 16. С какой целью осуществляется аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров)?
- 17. Какие органы по сертификации предусматривает ФЗ о техническом регулировании?
- 18. Как обозначается международный стандарт?
- 19. Главной задачей метрологии является?
- 20. Требования к продукции (процессам, услугам), указанные в технических регламентах обязательны?
- 21. Вид сертификации, которая осуществляется только по инициативе заявителя?
- 22. Дайте определение неопределенности измерений.
- 23. Перечислите основные единицы СИ.
- 24. В какие международные организации по метрологии входит Российская Федерация?
- 25. Для чего нужна методика измерений?

#### Критерии оценки

Оценка «отлично» выставляется, если аспирант ответил верно на 86-100 % тестовых заданий (22 и более правильных ответов).

Оценка «хорошо» выставляется, если аспирант ответил верно на 76-85 % тестовых заданий (от 19 до 21 правильных ответов).

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если аспирант ответил верно на 61-75 % тестовых заданий (от 15 до 18 правильных ответов).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если аспирант ответил верно менее чем на 60 % тестовых заданий (от 0 до 14 правильных ответов).

## 5.2 Подготовка и защита реферата

Подготовка научно-исследовательской работы (реферата) по профильному направлению.

При подготовке научно-исследовательской работы обратить внимание на качество оформления, а также на соответствие нормативным документам, например, ГОСТ 7.32-2017.

При формировании структуры научно-исследовательской работы следует отразить методы воспроизведения, произвести анализ уравнения воспроизведения, а также составляющих бюджета неопределенности измерений при воспроизведении единиц величин на основе выбранного метода измерения.

#### Критерии оценки

Оценка **«отлично»** выставляется, если аспирант при выполнении индивидуальных заданий использует полученные знания в оформлении, материал излагает последовательно и грамотно в соответствии с особенностями научного стиля, аргументировано обосновывает свою позицию.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если ответ аспиранта в целом соответствует вышеизложенным требованиям, но допущены 2-3 ошибки при оформлении, которые он сам же исправляет.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется если аспирант показывает знания только на базовом уровне, излагает материал поверхностно и непоследовательно, не может аргументировать свою позицию.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если аспирант демонстрирует незнание основных аспектов темы, допускает серьезные ошибки в изложении материала.

**Для зачета необходимо успешно выполнить:**

- иметь посещаемость лекционных занятий не менее 60 %;
- тестирование на оценку не ниже «удовлетворительно»;
- подготовит и защитит реферат на оценку не ниже «удовлетворительно».

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Основная литература**

1. Райкова, Е. Ю. Стандартизация, подтверждение соответствия, метрология : учебник и практикум для вузов / Е. Ю. Райкова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 382 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14247-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560317> (дата обращения: 03.12.2025).

### **6.2. Дополнительная литература и периодические издания**

1. Федеральный закон № 412 «Об аккредитации в национальной системе аккредитации»
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17065 «Оценка соответствия. Требования к органам по сертификации продукции, процессов и услуг»
3. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»
4. ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерений. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерений»
5. ПП РФ от 31.10.2009 № 879 «Об утверждении положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации»
6. ПП РФ от 23.09.2010 № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений»
7. Приказ Минпромторга России от 21.01.2025 № 219 «Порядок утверждения стандартных справочных данных»
8. Приказ Минпромторга России от 27.01.2025 № 336 «Порядок признания результатов калибровки и использования их при поверке средств измерений»
9. Р 50.2.077-2014 «Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения»
10. ГОСТ 8.061-2024 «Поверочные схемы. Содержание и построение»

Примечание: Современные достижения, отраженные в лекциях, основываются на оригинальных статьях и частично обзорах. Ссылки будут указываться в лекциях.

Аспирантам обеспечен доступ к следующим профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

– Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru>

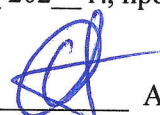
## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины «Основы промышленной метрологии и калибровки» для научной специальности – 2.2.2. «Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств».

РАЗРАБОТЧИК:  
НПР Института ПМТ

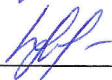
  
С.Г.Федоров

Программа утверждена на заседании НТС МИЭТ «05» 12 2025 г., протокол № 4.  
Председатель НТС,  
Проректор по НР

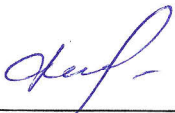
  
А.А. Дронов

СОГЛАСОВАНО:

Научный руководитель научной специальности  Т.Ю. Крупкина

Начальник ОДА  Ю.М. Романенко

Программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  Т.П. Филиппова