

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 2025.02.25
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»



ПРОГРАММА АСПИРАНТУРЫ ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

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, аккредитующим органы 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-емкость час	Количество часов		Форма текущего контроля
			Аудиторная работа	Индивидуальная самостоятельная 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) m^2
 - 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 $L^2 M^1 T^{-3} I^1$, а размерность тока I равна I . Чему равна размерность R ?

- а) $L^2 M^1 T^3 I^2$
- б) $L^{-2} M^{-1} T^{-3}$
- в) $L^2 M^1 T^3$
- 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 защитить 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 - 2.3.5. «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

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

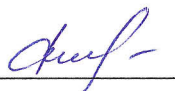
СОГЛАСОВАНО:

Научный руководитель научной специальности  А.А. Прокофьев

Начальник ОДА


Ю.М. Романенко

Программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки  Т.П. Филиппова