

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 4 от 26.04.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Метрология, стандартизация и сертификация

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

28.04.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Направленность образовательной программы

Квантовые и нейроморфные технологии

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.05 Метрология, стандартизация и сертификация относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-7: Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий и микросистемной техники	ОПК-7.1: Понимает принципы разработки и актуализации научно-технической документации в области нанотехнологий и микросистемной техники ОПК-7.2: Может подбирать материалы, необходимые для разработки и актуализации научно-технической документации в области нанотехнологий и микросистемной техники ОПК-7.3: Осуществляет разработку и актуализацию научно-технической документации в области нанотехнологий и микросистемной техники	ОПК-7.1: Знать способы разработки научно-технической документации в области нанотехнологий с учетом требованием действующих стандартов. Уметь разрабатывать научно-техническую документацию в области нанотехнологий с учетом требованием действующих стандартов. Владеть навыками разработки научно-технической документации в области нанотехнологий с учетом требованием действующих стандартов. ОПК-7.2: Знать способы актуализации научно-технической документации в области нанотехнологий с учетом требованием действующих стандартов. Уметь актуализировать научно-техническую документацию в области нанотехнологий с учетом требованием действующих стандартов.	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>Владеть навыками актуализации научно-технической документации в области нанотехнологий с учетом требований действующих стандартов.</p> <p>ОПК-7.3: Знать способы разработки и актуализации научно-технической документации в области микросистемной техники с учетом требований действующих стандартов.</p> <p>Уметь разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области микросистемной техники с учетом требований действующих стандартов.</p> <p>Владеть навыками разработки и актуализации научно-технической документации в области микросистемной техники с учетом требований действующих стандартов.</p>		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0
	Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Правовые основы метрологии. Государственная система обеспечения единства измерений. Законодательная база	5	1	1	2	3
Тема 2. Объекты метрологии. Физические величины, международная система единиц, качественные и количественные характеристики	6	1	2	3	3
Тема 3. Органы и службы по метрологии. Аттестация методик измерений	6	2	1	3	3
Тема 4. Нанометрология	7	1	2	3	4
Тема 5. Средства измерений. Метрологические характеристики	11	2	3	5	6
Тема 6. Методики измерений	14	3	4	7	7
Тема 7. Поверка и калибровка средств измерений	5	1	1	2	3
Тема 8. Техническое регулирование и технические регламенты. Системы качества	6	2	1	3	3
Тема 9. Система стандартизации в Российской Федерации. Документы в области стандартизации. Органы и службы. Стандарты организаций	8	2	1	3	5
Тема 10. Обязательное и добровольное подтверждение соответствия. Аккредитация испытательных лабораторий	3	1	0	1	2
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	16	16	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Правовые основы обеспечения единства измерений. Государственная система обеспечения единства измерений. Законы РФ в области обеспечения единства измерений.

Тема 2. ГОСТы. Исследователь, измерения, метрологическая служба, стандарт, сертификат. Физические величины, международная система единиц, качественные и количественные характеристики.

Тема 3. Международные организации по обеспечению метрологического контроля и их функции. Метрологические службы. Организация метрологических служб на примере ННГУ им. Н.И.

Лобачевского. Аттестация методик измерения. Региональные центры по стандартизации и метрологии. Этапы аттестации. Проблемы аттестации в области диагностики состава.

Тема 4. Основные задачи метрологии в области измерений характеристик, параметров и свойств наносистем. Документы в области нанометрологии. Проблемы аттестации методик в области наноиндустрии.

Тема 5. Средства измерений. Классификация средств измерений по типам. Схема измерений и влияние прибора на измеряемую величину. Прямые, косвенные измерения и оценка погрешностей.

Тема 6. Методы экспериментальной оценки погрешностей средств измерения. Методы определения погрешности по эталону и по образцовому прибору. Поверенное и калиброванное измерительное оборудование. Источники погрешностей. Классификация погрешностей. Способы устранения погрешностей на примерах методов атомно-силовой микроскопии, растровой электронной микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

Тема 7. Поверка и калибровка средств измерения. Поверочные схемы для различных стандартов.

Тема 8. Техническое регулирование в Российской Федерации. Технические регламенты, их функции, порядок принятия и применения. Обеспечение качества и безопасности товаров и услуг. Системы качества. Государственный надзор в области обязательных требований к продукции.

Тема 9. Цели стандартизации. Отечественные и зарубежные стандарты. Принципы стандартизации в РФ. Государственный контроль и надзор в области стандартизации РФ. Маркировка технической продукции. Этапы развития стандартизации. Закон РФ «О стандартизации». Органы и службы в области стандартизации. Зарубежные организации по стандартизации. Соответствие стандартов РФ и стандартов ISO. Гармонизация стандартов. Стандарты в области нанотехнологий. Национальный институт стандартов и технологий NIST, европейская организация РТВ и их функции в области стандартизации технологий nanoиндустрии.

Национальные стандарты. Разработка и применение. Информация о национальных стандартах, технических регламентах, метрологических органах и службах, методиках измерений (Информационный фонд Росстандарта РФ).

Стандарты организаций. Ведомственные стандарты. Роль стандартов организаций. Порядок разработки, применения, контроля за соблюдением норм.

Тема 10. Закон РФ «О сертификации продукции и услуг». Основные понятия в области подтверждения соответствия. Процедура подтверждения соответствия. Сравнительная характеристика обязательной и добровольной сертификации. Участники обязательной и добровольной сертификации.

Принципы сертификации. Виды сертификации. Схемы сертификации.

Аккредитация в области оценки соответствия. Аккредитация испытательных лабораторий.

Межлабораторные испытания.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Презентация со ссылками на нормативные документы, ГОСТы, правила, СТО.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-7:

Вопрос 1. Метрология – это ____.

а) теория передачи размеров единиц физических величин от эталонов

- б) теория эталонных средств измерений
- в) наука об измерениях, методах, средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности
- г) теория нахождения функциональной зависимости между действительным и измеренным значением

Вопрос 2. Основной постулат метрологии: "___".

- а) любой отсчет является случайным
- б) отсчет является постоянным, заранее известным числом
- в) сравнение неизвестного размера с известным и выражение первого через второй в кратном или дольном отношении
- г) сравнение происходит под влиянием множества случайных и неслучайных факторов, точный учет которых невозможен, а результат совместного воздействия непредсказуем.

Вопрос 3. Физическая величина – это ___.

- а) объект измерения
- б) величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи
- в) одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них
- г) количественная характеристика объекта измерения

Вопрос 4. Количественная характеристика физической величины - это ___.

- а) размер
- б) размерность
- в) объект измерения
- г) размер с указанием погрешности

Вопрос 5. Измерением называется ___.

- а) выбор технического средства, имеющего нормированные метрологические характеристики
- б) опытное нахождение значения физической величины с помощью технических средств
- в) операция сравнения неизвестного с известным

г) опытное нахождение значения физической величины с использованием эталонного средства измерения

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Не менее 60% правильных ответов на вопросы теста.
не зачтено	Менее 60% правильных ответов на вопросы теста.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие	При решении	Имеется	Продemonс	Продemonс	Продemonс	Продemonс

	базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	трированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	трированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	трированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	ирован творческий подход к решению нестандартных задач
--	---	---	---	--	---	---	--

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-7

1. Метрология. Цели и задачи метрологии. Правовые основы обеспечения единства измерений. Государственная система обеспечения единства измерений.
2. Международные организации по обеспечению метрологического контроля и их функции. Метрологические службы.
3. Аттестация методик измерения. Этапы аттестации методик. Содержание методики измерения как документа. Проблемы аттестации нестандартных методик измерений. Проблемы аттестации методик в области наноиндустрии.
4. Метрология и технические измерения в области изучения свойств наносистем. Основные проблемы и пути их преодоления. Документы в области нанометрологии.

5. Средства измерений. Классификация средств измерений по типам. Схема измерений и влияние прибора на измеряемую величину. Прямые, косвенные измерения и оценка погрешностей.
6. Источники погрешностей. Классификация погрешностей. Способы устранения погрешностей.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Обучающийся продемонстрировал изложение формулировок основных теоретических положений курса и успешно показал умения и навыки выполнения практических заданий базового уровня сложности.
не зачтено	Обучающийся не продемонстрировал представления об основных теоретических разделах курса, не показал минимально допустимый уровень умений и навыков выполнения практических заданий.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 1. Метрология : учебник / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. - 5-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 235 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/490708> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-01917-9 : 789.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=818943&idb=0>.
2. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 2. Стандартизация : учебник / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. - 5-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 481 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/490716> (дата обращения: 14.08.2022). - ISBN 978-5-534-01929-2 : 1459.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=816331&idb=0>.
3. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация в 3 ч. Часть 3. Сертификация : учебник / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе. - 5-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 132 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-08499-3. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=847239&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Нормирование точности и технические измерения / Соломахо В.Л., Цитович Б.В., Соколовский С.С. - Москва : Вышэйшая школа, 2015., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=653271&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Росстандарт РФ: <http://new.gost.ru/portal/gost>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 28.04.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника.

Автор(ы): Королев Дмитрий Сергеевич, кандидат физико-математических наук
Николичев Дмитрий Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.

Рецензент(ы): Конаков Антон Алексеевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Павлов Дмитрий Алексеевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 15.04.2024, протокол № б/н.