

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ НАНОТЕХНОЛОГИИ»**

Направление: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Компоненты микро- и наносистемной техники

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Составитель программы:  
Иванов Николай Аркадьевич  
Дата подписания: 03.08.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Утвердил: Ченский Александр  
Геннадьевич  
Дата подписания: 22.09.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Ниндакова Лидия  
Очировна  
Дата подписания: 27.08.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Метрологическое обеспечение процессов нанотехнологии» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-8 Готовность использовать базовое контрольно-измерительное оборудование для метрологического обеспечения исследований и промышленного производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники	ПКР-8.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-8.1	Способен выполнять оценку влияния погрешностей на результат измерений, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений	<b>Знать</b> Знать содержание государственных стандартов и технических условий непосредственно касающихся научно-практической деятельности. содержание государственных стандартов и технических условий непосредственно касающихся научно-практической деятельности <b>Уметь</b> Уметь разрабатывать проектно-конструкторскую документацию. проводить поверку приборов различного назначения. <b>Владеть</b> Владеть навыками инструментальных измерений. навыками использования нормативных документов для осуществления инструментальных измерений.

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Метрологическое обеспечение процессов нанотехнологии» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физические основы оптоэлектроники», «Физические основы микро- и наносистемной техники»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Физические основы оптоэлектроники», «Цифровые устройства в микро- и наносистемной технике», «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах
--------------------	------------------------------------

	(Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

###### Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Основные определения. Инструментальные погрешности.	1	2					3	10	Устный опрос
2	Погрешности прямых измерений	2	4	2, 4	8					Устный опрос
3	Погрешности косвенных измерения	3	4							Устный опрос
4	Представление экспериментальных данных	4	4							Устный опрос
5	Обработка экспериментальных зависимостей	5, 9	6	1, 5, 6, 8	16			1, 2, 2	34	Устный опрос
6	Основы стандартизации	6	4							Устный опрос
7	Технические измерения	7	4	3	4					Устный опрос
8	Метрологические характеристики средств измерения	8	4	7	4					Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32		32				80	

##### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

**Семестр № 5**

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Основные определения. Инструментальные погрешности.	Введение в предмет метрологии. Основные определения: измерения, прямые, косвенные измерения, совместные, многократные измерения. Погрешности: случайные, систематические, промахи. Инструментальные погрешности.
2	Погрешности прямых измерений	Прямые измерения. Расчет абсолютных и относительных погрешностей прямых измерений. Дисперсия и среднее квадратичное отклонение. Распределения Гаусса и Стьюдента. Правила представления результатов измерений. Примеры обработки результатов измерений. Погрешности химического анализа.
3	Погрешности косвенных измерения	Косвенные измерения. Расчет абсолютных и относительных погрешностей косвенных измерений. Дисперсия и среднее квадратичное отклонение. Примеры обработки результатов измерений.
4	Представление экспериментальных данных	Представление экспериментальных данных в виде таблиц, графическое представление экспериментальных результатов измерений.
5	Обработка экспериментальных зависимостей	Аппроксимация, интерполяция и экстраполяция экспериментальных данных
6	Основы стандартизации	Рассматриваются: основы организации и технологии стандартизации, нормативные документы и виды стандартов, применение нормативных документов и характер их требований, ответственность за нарушение обязательных требований стандартов, правовые основы и задачи стандартизации, органы и службы по стандартизации, порядок разработки стандартов, государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований стандартов.
7	Технические измерения	Технические измерения. В лекции рассматриваются следующие вопросы: измерение геометрических размеров, измерение шероховатости поверхности, особенности измерения геометрических размеров в изделиях радиоэлектронной и электронной техники, обусловленные современными тенденциями их конструирования и производства. Нормальные условия проведения линейных и угловых измерений
8	Метрологические характеристики средств измерени	В лекции рассматриваются следующие вопросы: централизованное и децентрализованное воспроизведение единиц, эталоны единиц физических величин и их классификация.

		Передача информации о размерах единиц от эталонов средствам измерения. Методы и средства передачи размера единиц; государственные, ведомственные и локальные поверочные схемы.
--	--	--

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Измерения физических величин и обработка результатов измерений	4
2	Основы метрологии наноструктур (изучение двумерных наноструктур полуконтактным методом атомно-силовой микроскопии)	4
3	Основы метрологии наноструктур (изучение двумерных наноструктур контактным методом атомно-силовой микроскопии)	4
4	Проверка нормальности распределения результатов измерений	4
5	Оценка радиуса закругления зонда СЗМ	4
6	Освоение методики поверки высокоточных лабораторных весов	4
7	Овладение практическими приемами автоматизации производственного анализа и контроля на высокоточных лабораторных весах	4
8	Измерение плотности твердых тел пикнометрическим методом	4

#### 4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение тренировочных и обучающих тестов	8
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	26
3	Проработка разделов теоретического материала	10

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссии, компьютерные симуляции

#### 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

##### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### **5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:**

Общий порядок выполнения лабораторных работ:

По дисциплине «Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем» запланированы лабораторные занятия в объеме 34 ч.

Выполнение работ может опережать лекционный курс, поэтому описанию практических задач предшествуют краткие теоретические сведения, вводящие обучающихся в суть изучаемых вопросов. На первом лабораторном занятии студенты должны быть ознакомлены с правилами безопасности и строго выполнять их во время проведения занятий.

Подготовка к выполнению лабораторной работы включает:

1. Чтение теоретического раздела;
2. Выделение цели работы и методики эксперимента;
3. Ознакомление с оборудованием;
4. Ознакомление с порядком предлагаемых действий;
5. Ответы на контрольные вопросы к лабораторной работе.

Выполнение лабораторной работы включает несколько этапов:

1. Получение допуска к эксперименту.
2. Проведение эксперимента.
3. Получение результатов и их обсуждение.
4. Оформление отчета.
5. Защита выполненной работы.

Результаты эксперимента представляются в виде отчета, содержащего таблицы, графики и выводы. Обсуждение результатов и выводов проводится сначала в малой группе, выполняющей работу, затем с преподавателем. Возможен дискуссионный характер обсуждения, связанный с определением свойств новых, экспериментальных материалов.

Требования к отчетным материалам: отчеты по каждой лабораторной работе должны представляться студентом лично в печатной или рукописной форме. Отчет должен соответствовать стандарту ИрНИТУ СТО -027 – 2009, который устанавливает требования к лабораторным занятиям, проводимым по различным образовательным программам высшего профессионального образования ИрНИТУ, определяет состав и содержание организационных и учебно-методических мероприятий, осуществляемых в процессе их подготовки и проведения, а также ответственность в рамках данного процесса.

В отчете должны быть указаны номер и название лабораторной работы, группа и фамилия студента. Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие разделы: цель работы, задание, использованные приборы и принадлежности, краткие теоретические сведения, ход работы, выводы. В экспериментальной части приводятся полученные данные и их объяснение на основе теоретических сведений к работе. Представление экспериментальных данных по выполнению каждого задания должно быть последовательным. Там, где необходимо, данные должны быть представлены в виде таблиц, графиков, рисунков или спектров. Формы таблиц и вид рисунков приведены в описании работы. Каждое число в таблице должно содержать столько значащих цифр, сколько позволяет точность опытных данных. Расчетные данные следует предварять соответствующими уравнениями с указанием обозначений физических величин. Выводы должны быть изложены четко и кратко.

При этом все спектры, графики должны быть либо выведены на печать из программы, поставляемой с прибором, либо экспортированы в MS Excel или аналогичный редактор. Допускается построение графиков от руки на миллиметровой бумаге.

### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

Вид работы:

Проработка отдельных разделов теоретического курса По данной дисциплине запланированы лекционные занятия в объеме 17 ч. На проработку отдельных разделов теоретического курса отводится 16 часов. Названия, краткое содержание лекций и темы дисциплины приведены выше. Целью самостоятельной работы по изучению теоретического курса является получение знаний о средствах измерения физических величин, методах их измерения, основных областях применения средств измерения и об обработке и представлении результатов измерений.

Самостоятельная работа по изучению теоретического курса включает:

- 1) внимательное чтение лекционного материала;
- 2) составление глоссария терминов;
- 3) самостоятельное повторение вывода уравнений и рабочих формул;
- 4) ответы на контрольные вопросы (вопросы для самопроверки) к каждой лекции.

Лекция – методологическая и организационная основа для всех форм учебных занятий, в том числе самостоятельных. Конспектирование лекций на аудиторных занятиях помогает внимательно слушать, лучше запоминать в процессе записи, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к экзамену. Изучение материала каждой лекции необходимо начинать с ознакомления с планом лекции, включающим наименования основных разделов каждой лекционной темы. По ходу чтения лекционного материала следует выписывать специфические термины, используемые в данной области знаний, пополняя их определениями составляемый глоссарий терминов. Самостоятельное повторение вывода уравнений способствует лучшему усвоению теоретического материала, особое внимание при этом следует уделять первоначальным известным соотношениям или законам, на основании которых делается вывод, способу преобразования, сделанным допущениям. Необходимо также проанализировать следствия выведенного уравнения в их приложении к рассматриваемой теме. После этого необходимо ответить на контрольные вопросы к лекции. Если самостоятельный ответ вызывает затруднения, следует вернуться к чтению соответствующего раздела лекционного материала.

Форма контроля самостоятельного изучения теоретического курса –  
Устный опрос, экзамен.

Подготовка к промежуточному и итоговому тестированию включает повторение пройденного материала и ответы на контрольные вопросы к лекциям и лабораторным работам.

Форма опроса может быть следующей:

- выбор одного верного ответа из предложенных;
- выбор двух и более верных ответов из предложенных;
- написание рабочих формул на доске;
- развернутый ответ на вопрос;

Для самостоятельной работы по изучению теоретического курса рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу из списка, приведенного далее.

2) Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ

Названия лабораторных работ, предусматриваемых учебным планом дисциплины приведены в п.4.3. При освоении дисциплины студент должен выполнить 8 лабораторных работ в соответствии с графиком учебного процесса и самостоятельной работы. Целью самостоятельной работы по подготовке к выполнению и защите лабораторных работ является повышение степени усвоения теоретического материала, развитие научно-практических навыков, умение интерпретировать получаемые результаты, профессионально оформлять, представлять и докладывать результаты работы. Подготовка к выполнению лабораторной работы включает:

- 1) чтение теоретического раздела;

- 2) выделение цели работы и методики эксперимента;
- 3) ознакомление с оборудованием;
- 4) ознакомление с порядком предлагаемых действий;
- 5) ответы на контрольные вопросы к лабораторной работе.

Необходимые для самостоятельной работы по подготовке к выполнению лабораторных работ теоретические сведения содержатся в методических указаниях. В них же приведены описания лабораторных установок и приборов, порядок выполнения лабораторных работ и контрольные вопросы. Форма контроля самостоятельной работы студентов по подготовке к выполнению лабораторных работ – решение о возможности допуска студента к эксперименту. Подготовка к защите лабораторной работы включает:

- 1) оформление отчета, содержащего результаты эксперимента;
- 2) обсуждение и формулирование выводов.

Для самостоятельной работы по подготовке к защите лабораторных работ рекомендуется использовать методические указания к ним, а также другую литературу из списка, приведенного далее.

- 3) Подготовка к выполнению тренировочных и обучающих тестов.

Подготовка к промежуточному тестированию включает в себя изучение источников из прилагаемого списка литературы и решение тестовых заданий.

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 5 | Устный опрос**

##### **Описание процедуры.**

Входной контроль предшествует началу изучения теоретического материала, при этом вопросы входного контроля направлены на определение уровня знаний и компетенций, полученных студентами на предыдущих курсах обучения.

Описание процедуры:

Обучающимся зачитываются вопросы и предлагается выбрать правильный вариант ответа. Возможны несколько вариантов ответа.

Тест

1. К разрушающим методам испытаний не относятся...

- А) Испытание на удар.
- Б) Ультразвук.
- В) Испытание на повторно – переменные нагрузки.
- Г) Испытание на твердость.

2. Закон РФ «О стандартизации» устанавливает:

- А) Организацию работ по стандартизации, виды стандартов, требования к их содержанию, государственный контроль и надзор за соблюдением стандартов.
- Б) Безопасность работ и услуг для окружающей среды.
- В) Единство измерений.
- Г) Правила по совместимости и взаимозаменяемости.

3. К какому из предложенных методов измерений относится метод непосредственной оценки:

- А) Прямые измерения.
- Б) Косвенные измерения.
- В) Совместные измерения.
- Г) Совокупные измерения.

4. Из перечисленных методов измерений выбрать прямые измерения:

- А) Определение объёма.  
 Б) Определение плотности.  
 В) Измерение напряжения.  
 Г) Определение удельного веса.
5. Дополнить определение: Область значений измеряемой величины, в пределах которой нормированы допустимые погрешности средств измерений называется...
6. Дополнить определение: Измерением физической величины называют...
7. Числовая оценка размера физической величины – это ...
- 1) единица измерения
  - 2) значение физической величины
  - 3) действительное значение физической величины
  - 4) истинное значение физической величины
8. Составляющая погрешности, переменная по знаку и величине, называется:
- 1) систематическая
  - 2) случайная
  - 3) промах
  - 4) основная
9. Техническое устройство, обеспечивающее определение численного значения измеряемой физической величины с заданной точностью, называется:
- 1) измерительный прибор
  - 2) образцовый прибор
  - 3) эталон
  - 4) измерительный комплекс
10. Совокупность операций для определения соответствия средства измерения техническим требованиям, выполняемая органом Госстандарта, называется:
- 1) поверка
  - 2) ревизия
  - 3) калибровка
  - 4) экспертиза
- Критерии оценки: Свыше 90% правильных ответов – «отлично», от 80 до 90% - «хорошо», от 60 до 80% - удовлетворительно, ниже 60% - «неудовлетворительно».

### 6.1.3 Устный опрос

Тема (раздел)

#### 1. Погрешности прямых измерений

Описание процедуры:

Обучающемуся задается вопрос по теме соответствующего занятия. Он отвечает на него устно.

Вопросы для контроля:

- 1) Что такое «прямые измерения»?
- 2) Ошибки при прямых измерениях.
- 3) Дисперсия и СКО
- 4) Распределения Гаусса и Стьюдента

Тема (раздел)

#### 2. Погрешности косвенных измерений

Описание процедуры:

Обучающемуся задается вопрос по теме соответствующего занятия. Он отвечает на него устно.

Вопросы для контроля:

- 1) Что такое «косвенные измерения»?
- 2) Ошибки при косвенных измерениях.
- 3) Дисперсия и СКО

#### 4) Распределения Гаусса и Стьюдента

Тема (раздел)

#### 3. Представление экспериментальных данных

Описание процедуры:

Обучающемуся задается вопрос по теме соответствующего занятия. Он отвечает на него устно.

Вопросы для контроля:

- 1) Графическое представление экспериментальных данных
- 2) Правила построения графиков
- 3) Представление данных с помощью таблиц
- 4)

Тема (раздел)

#### 4. Обработка экспериментальных зависимостей

Описание процедуры:

Обучающемуся задается вопрос по теме соответствующего занятия. Он отвечает на него устно.

Вопросы для контроля:

- 1) Что такое «экстраполяция данных»?
- 2) Что такое «интерполяция данных»?
- 3) Что такое аппроксимация?

Тема (раздел)

#### 5. Основы стандартизации

Описание процедуры:

Обучающемуся задается вопрос по теме соответствующего занятия. Он отвечает на него устно.

Вопросы для контроля:

- 1) В чем заключается государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований стандартов?
- 2) Что такое ГОСТ и ТУ?
- 3) Какова ответственность за нарушение обязательных требований стандартов?
- 4) Каков порядок разработки стандартов?

Тема (раздел)

#### 6. Основы стандартизации

Описание процедуры:

Обучающемуся задается вопрос по теме соответствующего занятия. Он отвечает на него устно.

Вопросы для контроля:

- 1) В чем заключается государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований стандартов?
- 2) Что такое ГОСТ и ТУ?
- 3) Какова ответственность за нарушение обязательных требований стандартов?
- 4) Каков порядок разработки стандартов?

Тема (раздел)

#### 7. Технические измерения.

Описание процедуры:

Обучающемуся задается вопрос по теме соответствующего занятия. Он отвечает на него устно.

Вопросы для контроля:

- 1) Измерение геометрических размеров.
- 2) Измерение шероховатостей поверхности.
- 3) Каковы нормальные условия проведения линейных и угловых измерений.

4) особенности измерения геометрических размеров в изделиях радиоэлектронной и электронной техники.

### **Критерии оценивания.**

«Отлично»: Обучающийся раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию данного предмета как учебной дисциплины; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя;

«Хорошо»: Ответ студента удовлетворяет в основном требованиям на отметку «отлично», но при этом имеет место один из недостатков: допущены неточности при ответе на вопрос, исправленные по замечанию преподавателя;

«Удовлетворительно»: Обучающийся неполно или непоследовательно ответил на вопрос, имеются ошибки при ответах, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы знания, достаточные для дальнейшего усвоения материала, определенного учебной программой дисциплины.

«Неудовлетворительно»: Выставляется в случаях, если студентом не раскрыто основное содержание вопроса; обнаружено незнание или неполное понимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала; допущены грубые ошибки при ответах на вопросы, которые не исправлены после наводящих вопросов преподавателя.

## **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ПКР-8.1	Показывает хорошее знание устройства и принципов работы базового метрологического оборудования. Умеет провести метрологическую поверку приборов. Способен осуществлять метрологическое обеспечение исследований в области материалов и компонентов nano- и микросистемной техники	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение лабораторных работ

### **6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации**

#### **6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине**

##### **6.2.2.1.1 Описание процедуры**

Обучающемуся задается вопрос по теме соответствующего занятия. Он отвечает на него устно.

Если к концу семестра у студента нет задолженностей по лабораторным работам, то

студент допускается к сдаче экзамена. Время и место сдачи определяется расписанием. Форма сдачи экзамена состоит в том, что студенту предлагается ответить на один или несколько контрольных вопросов, примеры представлены в п. 6.2.2. В оценку знаний входит оценка по теории путем тестирования по контрольным вопросам (до 50 %), по результатам защиты лабораторных работ (до 40 %), и дополнительные поощрительные баллы (до 10 %) за примерную посещаемость, активность и др.

Типовые оценочные средства для проведения экзамена/дифференцированного зачета по дисциплине

1. Сущность стандартизации
2. Функции и методы стандартизации
3. Правовые основы стандартизации
4. Управление стандартизацией в РФ
5. Государственная система стандартизации
6. Понятие и история развития метрологии
7. Физическая величина — объект метрологии. Единицы физических величин
8. Основные понятия метрологии
9. Измерение физических величин
10. Методы измерения физических величин
11. Понятие единства измерений
12. Погрешности измерений
13. Факторы, влияющие на результаты измерений
14. Основы метрологического обеспечения
15. Государственные метрологические службы
16. Виды стандартов, применяемых в Российской Федерации
17. Количественные системы стандартов
18. Информационное обеспечение деятельности по стандартизации
19. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов
20. Понятие и предмет метрологии
21. Физическая величина – объект метрологии
22. Единицы физических величин
23. Основные понятия метрологии
24. Измерение физических величин
25. Методы измерения физических величин
26. Понятие единства измерений
27. Правовые основы метрологии
28. Погрешности измерений
29. Понятие о средстве измерений
30. Метрологические характеристики средств измерений
31. Факторы, влияющие на результаты измерений
32. Методики выполнения измерений
33. Основы метрологического обеспечения
34. Государственная метрологическая служба
35. Государственная система стандартизации Российской Федерации
36. Комплексные системы стандартов

Пример задания:

Описание процедуры:

Обучающемуся задается вопрос по теме соответствующего занятия. Он отвечает на него устно.

Вопросы для контроля:

- 1) Измерение геометрических размеров.
- 2) Измерение шероховатостей поверхности.
- 3) Каковы нормальные условия проведения линейных и угловых измерений.
- 4) особенности измерения геометрических размеров в изделиях радиоэлектронной и электронной техники.

Тема (раздел)

8. Метрологические характеристики средств измерений

Описание процедуры:

Обучающемуся задается вопрос по теме соответствующего занятия. Он отвечает на него устно.

Вопросы для контроля:

- 1) Централизованное и децентрализованное воспроизведение единиц
- 2) Эталоны единиц физических величин и их классификация
- 3) Методы и средства передачи размера единиц; государственные, ведомственные и локальные поверочные схемы.

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
Студент раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно используя терминологию данного предмета как учебной дисциплины; отвечал самостоятельно без наводящих вопросов преподавателя; показал знания специальной литературы (монографий); успешно ответил на тестовые задания,	Ответ студента удовлетворяет в основном требованиям на отметку «отлично», но при этом имеет место один из недостатков: допущены неточности при ответе на билет, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибки или более двух неточностей при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, легко исправленные по замечанию преподавателя.	Студент неполно или непоследовательно раскрыл содержание материала, имеются ошибки при ответах, неточности в решении задач, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала, определенного учебной программой дисциплины.	Выставляется в случаях, если студентом не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или неполное понимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала; допущены грубые ошибки при ответах на вопросы, неправильно решены предложенные задачи, допущены ошибки в определении понятий при использовании специальной терминологии, которые не исправлены после наводящих вопросов преподавателя.

<p>правильно и обоснованно решил предложенные задачи. Возможны одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов или в выкладках, которые обучающийся легко исправил по замечанию преподавателя.</p>			
--	--	--	--

## 7 Основная учебная литература

1. Пронкин Н. С. Основы метрологии: практикум по метрологии и измерениям : учебное пособие для вузов по направлению "Ядерная физика и технологии" и специальностям "Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника" / Н. С. Пронкин, 2007. - 389.
2. Сергеев А. Г. Метрология. Стандартизация. Сертификация : учеб. пособие для вузов по направлению "Метрология, стандартизация и сертификация" и специальности "Метрология и метрол. обеспечение" / А. Г. Сергеев, М. В. Латышев, В. В. Терегеря, 2005. - 558,[1].
3. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для студентов по направлению подготовки "Технология, оборудование и автоматизация машиностр. пр-ва", "Конструкт.-технол. обеспечение машиностр. пр-в", "Автоматизир. технологии и пр-ва" / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, 2012. - 813.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Сергеев А. Г. Метрология : учеб. для вузов, изучающих полный курс ... / А. Г. Сергеев, 2005. - 269.
2. Радкевич Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. для вузов по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроит. пр-в" ... / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов, 2006. - 799.
3. Сергеев А. Г. Нанометрология : монография / А. Г. Сергеев, 2011. - 413.

## 9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## 10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

### **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

### **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.