

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института естествознания и стандартизации  
И.Ю. Мезин  
25 сентября 2017 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Теория измерений

Направление подготовки  
12.03.01 Приборостроение

Профиль программы  
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения  
Очная

Институт	Естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 г. № 959.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики

« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации

« 25 » сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  / И.Ю. Мезин /

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры физики, к.ф-м.н

 / В.К. Белов /

Рецензент:  
Профессор кафедры ВТиП, доктор технических наук, профессор

 / И.М. Ячиков /



## 1 Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины (модуля) “Теория измерений” является изучение основных положений метрологии, различных методов выявления, оценки и аппроксимации погрешностей результатов различных видов измерений, алгоритмические, технологические и структурные методы повышения точности средств измерения.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина “Теория измерений” относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин математического и естественнонаучного цикла. Ей предшествуют математика, физика, химия, экология, информатика, спец. информатика.

Дисциплина “Теория измерений” относится к дисциплинам по выбору вариативной части дисциплин математического и естественнонаучного цикла. Ей предшествуют математика, физика, химия, экология, информатика, спец. информатика.

Дисциплина является предшествующей и необходимой для изучения таких дисциплин, как: физика, математика, информатика и информационные технологии, физические основы получения информации.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик: методы обработки информации, цифровые измерительные устройства, основы проектирования приборов и систем, компьютерные технологии в приборостроении, обнаружение и фильтрация сигналов в неразрушающем контроле.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) “Теория измерений” и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) “Теория измерений” обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"><li>• Виды ошибок различных видов измерений</li><li>• Виды точечных и интервальных оценок измеряемых величин при различных видах измерений..</li><li>• Современные приёмы обработки сложных сигналов и изображений</li></ul>
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Определять ошибки при различных видах измерений и оценивать точность их определения</li><li>• Создавать элементарные программы по обработке результатов эксперимента с использованием среды EXCEL</li><li>• Сформулировать требования по увеличению точности и по определению оптимального числа измерений числу измерений при обработке результатов эксперимента</li></ul>
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Навыками правильного оформления протоколов исследования .</li><li>• Навыками правильного графического оформления протоколов исследования в среде MATLAB.</li></ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="517 271 1481 340">• Навыками правильного графического оформления протоколов исследования в соответствии с современными стандартами.</li></ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 единиц (108 часов):

- *контактная работа* – 49,9 *акад. часов*;
- *аудиторная* – 48 *акад. часов*;
- *внеаудиторная* – 1,9 *акад. часов*
- *самостоятельная работа* – 58,1 *акад. часов*;
- *форма контроля* – *зачет с оценкой, курсовая работа*

Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаб. зан.	практ. зан.				
<p>Международная система единиц и её базовые единицы (эталоны).</p> <p>Общие сведения о погрешностях и способах их нормировки.</p> <p>Физические ограничения на точность измерения (шумы).</p> <p>Основные характеристики средств измерения (диапазон измерений, цена деления, порог чувствительности, динамические характеристики, характеристики надёжности).</p>	5	2	4		10	Выполнение лабораторной работы и создание программного продукта по теме занятия	Еженедельная проверка расчетов по лабораторным работам	ОПК-5-зув
<p>Алгоритмические методы повышения точности средств измерения.</p> <p>(погрешности определения функций распределения случайных величин, погрешности корреляционного анализа, погрешности спектрального анализа и способы их уменьшения, регрессионный анализ)</p>	5	4	8		12	Выполнение лабораторной работы и создание программного продукта по теме занятия		

Технологические методы повышения точности средств измерения (аналоговые и цифровые фильтры, системы с обратной связью, системы с опорным сигналом, эталонные образцы).	5	3	6		12	Выполнение лабораторной работы и создание программного продукта по теме занятия	
Структурные методы повышения точности средств измерения (АЦП и ЦАП, ошибки квантования, измерительные информационные системы).	5	2	4		10	Выполнение лабораторной работы и создание программного продукта по теме занятия	
Новейшие методы генерации и обработки сигналов. Фильтры и их характеристики. Техника применения вейвлетов.	5	5	10		24,1	Выполнение лабораторной работы и создание программного продукта по теме занятия	
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>16</b>	<b>32</b>		<b>58,1</b>		<b>Зачет с оценкой, курсовая работа</b>

## 5 Образовательные и информационные технологии

Результат освоения дисциплины «Теория измерений» – формирование у студентов компетенции ПК-3, представляющей собой динамичную совокупность знаний, умений и навыков, которую студент может продемонстрировать после завершения данной части образовательной программы.

Для формирования этих компетенций и реализации предусмотренных видов учебной работы, в учебном процессе в качестве образовательных технологий используются *традиционная* и *модульно-компетентностная* технологии.

Учебные занятия проводятся в виде:

### 1) лекций:

- *обзорных* – для систематизации и закрепления знаний по дисциплине
- *информационных* – для ознакомления со стандартами и справочной информацией
- *проблемных* – для развития исследовательских навыков и изучения способов решения задач.

Лекции проводятся в поточных аудиториях с применением демонстраций, компьютерных симуляций и компьютерных презентаций.

### 2) Лабораторных работ

В течение лабораторного практикума студент выполняет работы по изучению и выполнению заданий по составлению алгоритмов и написанию программ. Частично данные предоставляются преподавателем, частично – подготавливаются студентами во время самостоятельной работы. Студенты разделены на бригады не более 4-х человек. Перед началом выполнения лабораторной работы преподаватель должен проверить домашнюю подготовку студента. Далее преподаватель объясняет, каким инструментарием используемого программного пакета необходимо воспользоваться, указывает на наиболее эффективные методы обработки изучаемого типа данных. Студенты выполняют программирование, делают выводы.

В процессе обучения используются Учебно-Вычислительный Центр МГТУ, универсальная интегрированная система компьютерной математики MATLAB (в базовой комплектации).

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.

### Подготовка к лабораторным работам

Данный вид самостоятельной работы предполагает самостоятельную проработку обучающимся методического описания лабораторных работ.

После проведения компьютерного эксперимента обучающийся на основании методического описания лабораторной работы самостоятельно проводит обработку данных и готовит отчет по работе.

*Примерные требования к отчету по лабораторным работам:*

В отчет по лабораторной работе должны быть включены следующие пункты:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- описание математической модели исследуемого поля;
- результаты компьютерного эксперимента;
- анализ результатов работы;
- выводы.

*Требования к содержанию отдельных частей отчета в лабораторной работе:*

*Описание математической модели исследуемого поля.* В данном разделе необходимо описать полную систему физико-математических уравнений, моделирующих исследуемое поле.

*Результаты компьютерного эксперимента.* В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в результате компьютерного моделирования определенные (значения величин, графики, таблицы, диаграммы). Обязательно необходимо оценить область применимости полученных результатов.

*Анализ результатов работы.* Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

*Вывод.* В выводе кратко излагаются результаты работы, их зависимости от условий или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

### **Подготовка к курсовой работе**

В начале изучения дисциплины преподаватель предлагает обучающимся на выбор перечень тем курсовых работ. Обучающийся самостоятельно выбирает тему курсовой работы. Совпадение тем курсовых работ у студентов одной учебной группы не допускается.

После выбора темы преподаватель формулирует задание по курсовой работе и рекомендует перечень литературы для ее выполнения. Исключительно важным является использование информационных источников, а именно системы «Интернет», что даст возможность обучающимся более полно изложить материал по выбранной им теме.

В процессе написания курсовой работы, обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Курсовая работа должна содержать введение с постановкой поставленной задачи.

Затем следует презентация с рассмотрением областей применимости данной цифровой технологии.

По индивидуальному заданию в графическом интерфейсе GUI в среде MATLAB создаётся генератор тестовых сигналов с автоматическим определением его функциональных характеристик и их точечных оценок.

Следующая часть курсовой работы содержит проектирование фильтров для выделения из зашумленного сигнала необходимой информации.

В заключении указывается тесторона курсовой работы, которые можно отнести к понятию новизны научной или технологической работы.

Работа заканчивается приложением в виде листинга программ и современного списка используемых источников. Преподаватель, проверив работу, может вернуть ее для доработки вместе с письменными замечаниями. Студент должен устранить полученные замечания в установленный срок, после чего работа окончательно оценивается.

Курсовая работа должна быть оформлена в соответствии с СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

### **Перечень тем лабораторных занятий**

1. Оценка характеристики средств измерения лабораторного практикума общего курса физики.
2. Лабораторная работа по метрологической обработке результатов измерения механических величин
3. Лабораторная работа по метрологической обработке результатов измерения электромагнитных
4. Лабораторная работа по метрологической обработке результатов измерения оптических величин
5. Лабораторная работа по метрологической обработке результатов измерения радиационных величин

### **Перечень вопросов к лабораторным занятиям**

#### ***1) Характеристики средств измерения***

- 1.1 Какие характеристики СИ являются основными?
- 1.2. Как они физически задаются?
- 1.3. Назовите физические ограничения на точность измерения обусловленные законами физики и наличием шумов.
- 1.4. Что характеризуют характеристики средств измерения (диапазон измерений, цена деления, порог чувствительности, динамические характеристики, характеристики надёжности)?

**2) Функциональные характеристики процесса измерения и погрешности их определения.**

- 2.1 Назовите точечные характеристики функций распределения случайных величин и дайте им определения. Как зависит точность определения этих функций от местоположения определяемой величины в диапазоне измеряемых значений (хвосты распределения, мода)?
- 2.2 Назовите точечные характеристики корреляционных функций и дайте им определения. Как зависит точность определения этих функций от длины выборки, от сегментации сигнала?
- 2.3 Назовите точечные характеристики спектральных функций и дайте им определения. Как зависит точность определения этих функций от длины выборки, от сегментации сигнала?
- 2.4 Назовите причины несовпадения линий прямой и обратной регрессии. Что характеризует коэффициент корреляции?

**3) Технологические методы повышения точности средств измерения**

- 3.1 Фильтры и их характеристики. Назначение фильтров.
- 3.2 Нерекурсивные и рекурсивные фильтры; их достоинства и недостатки.
- 3.3 Приведите примеры измерительных установок с опорным сигналом.
- 3.4 Тарировка и поверка измерительной техники.

**4) Структурные методы повышения точности средств измерения**

- 4.1 Назовите технические характеристики АЦП и ЦАП.
- 4.2 Когда проявляются ошибки квантования?
- 4.3 Приведите примеры измерительных информационных систем.

Тема5: Новейшие методы обработки сигналов

- 5.1 Когда используются медианные и робастные фильтры?
- 5.2 Недостатки преобразования Фурье и идея использования вейвлетов.
- 5.3 Для каких целей используется вейвлет спектральный анализ?

**Курсовая работа.**

Структура курсовой работы близка к формату научного исследования Аналогичные задачи со своей спецификой решаются при разработке фильтров для изображений. Здесь решаются задачи распознавания изображений и их специфических свойств.

**Перечень тем к курсовой работе**

- Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел механика) и оценка степени их достоверности
- Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел молекулярная физика) и оценка степени их достоверности
- Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел электромагнетизм) и оценка степени их достоверности
- Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел лазерная оптика) и оценка степени их достоверности

- Обработка экспериментальных данных в лабораторном практикуме по физике (раздел квантовая механика) и оценка степени их достоверности
- Оценка базовой линии тренда в физическом практикуме.

### **Темы для самостоятельного изучения**

1. Знакомство с матричной системой MATLAB.
2. Работа со справкой и примерами.
3. Специальная графика. Операторы и функции
4. Операции с векторами и матрицами.
5. Многомерные массивы. Массивы структур. Массивы ячеек.
6. Численные методы. Обработка данных.
7. Работа с символьными данными. Работа с файлами.
8. Поддержка звуковой системы Средства работы со звуком.
9. Знакомство с пакетами расширения MATLAB.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике</b>		
Знать	MATLAB 14 Signal Processing Toolbox; Statistics Toolbox; Control System Toolbox; Wavelet Toolbox	<b>Перечень тем и заданий для подготовки к зачету с оценкой:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные положения методов обработки информации.</li> <li>2. Сбор и обработка информации.</li> <li>3. Технология обработки информации.</li> <li>4. Методы обработки информации</li> <li>5. Операции ввода и вывода информации из базы данных.</li> <li>6. Функции <b>Input and output</b> в MATLAB.</li> <li>7. Форматы ввода и вывода информации.</li> <li>8. Функции disp and fprintf в MATLAB.</li> <li>9. Использование ячеек массивов в MATLAB.</li> <li>10. Обращение и отображение элементов и атрибутов элементов массива.</li> <li>11. Сохранение строк в массивах ячеек.</li> <li>12. Временные ряды информации.</li> <li>13. Стационарные и нестационарные временные ряды.</li> <li>14. Три компоненты временного ряда: детерминированная, периодическая, случайная компоненты</li> <li>15. Нахождение выбросов, которые должны быть исключены из исходного массива в соответствии с выбранным правилом.</li> <li>16. Преобразование Фурье.</li> <li>17. Методы оценки гармонической составляющей временного ряда.</li> <li>18. Периодограммы.</li> <li>19. Гистограммы распределения случайных величин и их оценки.</li> <li>20. Методы оценки случайной составляющей временного ряда.</li> </ol>
Уметь	Разрабатывать простейшие программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей	<b>Примерный вариант практической части зачета с оценкой</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построить гистограмму по заданному массиву данных и определить её точечные оценки в среде EXEL.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>в сигнале</p> <p>Разрабатывать программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей с помощью вейвлет технологий</p>	<p>2. Построить гистограмму по заданному массиву данных и определить её точечные оценки в среде MATLAB.</p> <p>3. Построить линию регрессии по заданному массиву данных и определить её характеристики в среде MATLAB.</p> <p>4. Построить график корреляционной функции по заданному вектору значений и определить её точечные характеристики в среде MATLAB.</p> <p>5. Построить график функции спектральной мощности</p> <p>6. Выполнить операцию свёртки для заданных двух векторов из набора:  <math>y=[24499664]</math> <math>x=[1\ 2\ 3\ 2\ 1]</math>; <math>y=[43660812]</math> <math>x=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]</math>;  <math>y=[43660812]</math> <math>x=[1\ 3\ 4\ 3\ 1]</math>; <math>y=[35264619]</math> <math>x=[-1\ 0\ 2\ 0\ -1]</math>;  <math>y=[71265602]</math> <math>x=[1\ 2\ 3\ 2\ 1]</math>.</p> <p>по заданному вектору значений и определить её точечные характеристики в среде MATLAB.</p>
Владеть	<p>Практическими навыками создания программного продукта по обнаружению и фильтрации 2D, 3D, 4D сигналов в неразрушающем контроле</p>	<p>Основными оценочными средствами планируемых результатов обучения данного раздела служат лабораторные работы и индивидуальные задания каждого семестра.</p> <p><b>Примеры индивидуальных заданий.</b></p> <p>1. Создание программы моделирования информации с детерминированной, периодической, случайной составляющей</p> <p>1) Ввода и вывода информации из базы данных.</p> <p>2) Обращение и отображение элементов и атрибутов элементов массива.</p> <p>2. Сохранение строк в массивах ячеек.</p> <p>3. Создание программы исключения выбросов из временного ряда.</p> <p>4. Создание программы выявления и анализа случайных составляющих временных рядов.</p> <p>5. Создание программы выявления и анализа периодических составляющих временных рядов</p> <p><b>Примерные темы для защиты лабораторных заданий</b></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные положения методов обработки информации.</li> <li>2. Сбор и обработка информации</li> <li>3. Функции Input and output в MATLAB.</li> <li>4. Функции disp and fprintf в MATLAB.</li> <li>5. Три компоненты временного ряда: детерминированная, периодическая, случайная компоненты</li> <li>6. Нахождение выбросов, которые должны быть исключены из исходного массива в соответствии с выбранным правилом.</li> <li>7. Методы оценки гармонической составляющей временного ряда.</li> <li>8. Гистограммы распределения случайных величин и их оценки.</li> <li>9. Методы оценки случайной составляющей временного ряда</li> </ol> <p><b>Темы для самостоятельной работы.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знакомство с интерфейсом MATLAB.</li> <li>2. Настройка MATLAB для эффективного доступа к данным и их дальнейшей обработке.</li> <li>3. Знакомство с инструментальными возможностями интерфейса, позволяющими производить вычисления, импорт/экспорт и редактирование данных, их графическое представление.</li> <li>4. Знакомство с базовыми конструкциями языка программирования MATLAB –циклы, условные операторы, ключевые слова.</li> <li>5. Исследование возможностей MATLAB для повышения эффективности вычислительных алгоритмов.</li> <li>6. Изучение встроенных функций, реализующих классические численные методы по решению уравнений, интерполяции, численному дифференцированию и интегрированию.</li> </ol>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

**Зачет с оценкой** по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает один теоретический вопрос и одно практическое задание

**Курсовая работа** выполняется обучающимся самостоятельно под руководством преподавателя. При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

### ***Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:***

– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. цифровую обработку сигналов представляет как структурированную систему знаний, способен разрабатывать программные продукты по фильтрации и сжатию информационных потоков, имеет практические навыки подсоединения современной аппаратуры к компьютерным системам.

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. способен проектировать различные цифровые фильтры по регламентированным характеристикам, обладает практическими навыками создания программных продуктов по определению различных характеристик сигналов до и после фильтрации

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. знает роль и задачи цифровой обработки сигналов, умеет определять функциональные характеристики сигналов и оценивать точность их определения, обладает компьютерными навыками разработки программ по спектральному анализу и проектированию фильтров

– на оценку **«не зачтено»** – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

### **Критерии оценки курсовой работы:**

– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е., то есть способен сразу по заданию преподавателя изменить программный продукт; созданная им программа хорошо структурирована и обладает достаточно высоким быстродействием

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. с помощью help системы MATLAB может самостоятельно изменить алгоритм программы по заданию преподавателя, он понимает процессы преобразования сигналов в разрабатываемой им системе.

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. разрабатывать простейшие программные продукты по обнаружению дефектных неоднородностей в сигнале.

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, обучающийся не может дать объяснений по им созданным программным продуктом.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1 Основная литература

11. Метрология : учебник / О. Б. Бавыкин, О. Ф. Вячеславова, Д. Д. Грибанов [и др.] ; под общ. ред. С.А. Зайцева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 522 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-474-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=357461> (дата обращения: 17.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

Грибанов, Д. Д. Общая теория измерений: Монография / Д.Д. Грибанов. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 116 с. (Научная мысль) ISBN 978-5-16-010766-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=159009> (дата обращения: 17.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

### 8.2 Дополнительная литература

Пухаренко, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация. Интернет-тестирование базовых знаний : учебное пособие / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-2184-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/111208/> (дата обращения: 17.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 8.3 Методические указания

Эрастов, В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие / В.Е. Эрастов. - Москва : Форум, 2017. - 208 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-91134-193-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=320779> (дата обращения: 17.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR	свободно распространяемое	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации с выходом в Интернет

Учебные аудитории. Классы Учебно-Вычислительный Центр МГТУ: Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, Excel, пакетом MATLAB 14 , с выходом в Интернет.

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации включают: Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, Excel, пакетом MATLAB 14, с выходом в Интернет

Аудитории для самостоятельной работы с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета: Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, Excel, с выходом в Интернет

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.