Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 01.08.2025 11:36:54
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения

_____/Е.В. Сафонов/

«27» февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология»

Направление подготовки
27.03.02 Управление качеством

Профиль: **«Управление качеством на производстве»**

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик
К.т.н., доцент кафедры «Стандартизация, метрология и сертификация»
И.Е. Парфеньева

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Стандартизация, метрология и сертификация», к.э.н., доцент / Т.А. Левина/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3 Структура и содержание дисциплины..... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость..... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 5
3.3 Содержание дисциплины..... 6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 6
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)..... 7
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение..... 7
4.1 Нормативные документы и ГОСТы..... 7
4.2 Основная литература..... 7
4.3 Дополнительная литература 7
4.4 Электронные образовательные ресурсы 7
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение..... 8
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 8
5 Материально-техническое обеспечение..... 8
6 Методические рекомендации 9
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения… 9
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины..... 10
7 Фонд оценочных средств..... 10
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения..... 10
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения..... 10
7.3 Оценочные средства..... 10

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Метрология» следует отнести:

- формирование у бакалавров направления 27.03.02 «Управление качеством» теоретических знаний в области метрологии, определенных знаний, умений и практических навыков по работе с измерительным оборудованием и выполнению требований стандартов;

-формирование знаний о современных принципах, методах и средствах измерений, испытаний и контроля физических величин применительно к машиностроению, методах и средствах их поверки и калибровки, способствующих повышению качества продукции.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Метрология» следует отнести:

- получение представлений об основных понятиях метрологии, о средствах и погрешностях измерения, применении вычислительной техники при измерениях, об электрических измерениях и технических средствах, об измерительных информационных системах; ознакомление с законом РФ «Об обеспечении единства измерений», с организационными, научными, методическими, правовыми основами метрологического обеспечения и со структурой и функциями метрологической служб в стране;

- освоение методов измерений, испытаний и контроля физических величин в условиях автомобиле- и тракторостроения, освоение методов определения номенклатуры проверяемых параметров, порядка определения и обработки полученной информации при измерении и контроле.

ПК-2 Способен проводить контроль продукции на всех стадиях производственного процесса	ИПК-2.1. Знает нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы контроля качества продукции на всех стадиях производственного процесса; разработки и аттестации методик испытаний; методики статистической обработки результатов измерений и контроля. ИПК-2.2. Умеет: использовать методики измерений, контроля и испытаний продукции на всех стадиях производственного процесса; выбирать методы и средства контроля параметров характеристик продукции; выполнять статистическую обработку результатов контроля и измерений, рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений. ИПК-2.3. Владеет: навыками контроля и подготовки заключений о соответствии качества продукции на всех стадиях производственного процесса требованиям нормативной документации и разработки мероприятий по повышению ее качества; навыками проведения испытаний продукции и обработки данных, полученных при испытаниях.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Метрология» относится к числу учебных дисциплин блока Б1.2 части, формируемой участниками образовательных отношений «Дисциплины (модули)» и входит в образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки **27.03.02 «Управление качеством»** и профилю **«Управление качеством на производстве»** для очной формы обучения.

Дисциплина «Метрология» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОП:

- теория вероятностей и математическая статистика;
- нормирование точности в машиностроении;

- метрологическое обеспечение процесса производства;
- планирование и организация эксперимента;
- организация и технология испытаний;
- методы и средства измерений и контроля качества продукции.

3 Структура и содержание дисциплины

3.1Виды учебной работы и трудоемкость

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы**,** то есть **108** академических часов (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Метрология» изучаются на втором семестре первого курса.

Аудиторные занятия – 36часа, лекции – **18** часов, лабораторные работы – **18** часов. Форма итоговой аттестации – зачет.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

No п/п	**Вид учебной работы**	**Количество**	**Семестр 2**
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические работы		18
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Подготовка к контрольным работам	20	20
2.2	Работа с конспектом лекций	32	32
2.3	Выполнение расчетно-графических работ	-	-
2.4	Выполнение курсовой работы и оформление пояснительной записки	-	-
2.5	Подготовка к зачету	20	20
2.6	Подготовка к экзамену	-	-
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет
	ИТОГО:	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Очная форма обучения

№ п/п	**Разделы/темы дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	

1	**Введение**	6	2	-	2	+	8
2	**Понятие о системах единиц величин**	10	2	-	2	+	8
3	**Международная система единиц величин**	8	2	-	2	+	8
4	**Воспроизведение единиц величин и передача их размеров**	8	2	-	2	+	8
5	**Нормативно-правовая база обеспечения единства измерений**	8	2	-	2	+	8
6	**Измерение физических величин**	8	2	-	2	+	8
7	**Методы и средства измерений**	8	3	-	3	+	8
8	**Обработка результатов измерений**	8	3	-	3	+	8
9	**ИТОГО:**	**108**	**18**	**-**	**18**	**+**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

Второй семестр

Метрология

Интегральная и дифференциальная функции распределения случайной величины. Числовые характеристики случайных величин. Моменты дифференциальной функции распределения. Математическое ожидание и его свойства. Дисперсия и ее свойства. Асимметрия. Эксцесс. Мода. Медиана.

Нормальный закон распределения. Правило трех сигм. Равномерный закон. Треугольный закон. Трапециевидный закон.

Гистограмма как наглядное представление о законе распределяет вероятности. Составной критерий.

Обработка результатов многократных равноточных измерений. Алгоритм обработки равноточных измерений. Проверка наличия грубых погрешностей в результатах измерений. Критерий Романовского. Критерий Шарлье.

Проверка наличия систематических погрешностей, их исключение. Критерий Аббе. Исправленный ряд результатов измерений.

Однократные измерения. Область применения. Методика обработки, результатов прямых однократных измерений с точным оцениванием погрешностей в соответствии с рекомендациями Р 50.2.038-2004 «ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений».

Многократные измерения. Классификация и область применения.

Методика обработки результатов прямых равноточных измерений в соответствии с ГОСТ 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».

Правила округления результатов наблюдений и вычислений и их погрешности.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

Тематика лабораторных работ

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров	2
2	Федеральный закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»	2
3	Классы точности средств измерений	2
4	Числовые характеристики случайных величин.	2
5	Проверка наличия грубых погрешностей в результатах измерений	2
6	Методика обработки, результатов прямых однократных измерений с точным оцениванием погрешностей	2
7	Методика обработки результатов прямых равноточных измерений	4
8	Методика обработки результатов прямых неравноточных измерений	2

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Используется информационная система Консорциума «Кодекс», включающая в себя электронную систему нормативно-технической информации «Техэксперт: Машиностроение».

4.2 Основная литература:

1. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Лактионов Б.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для вузов [Электронный ресурс]/ Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе, Б.И. Лактионов. – МГГУ, 2003. – 784 с. –
URL:http://www.knigafund.ru/books/177868

2. Бавыкин О.Б. 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. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. – 522 с.

4.3 Дополнительная литература:

1. Николаев М.И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством [Электронный ресурс]/М.И. Николаев. – ИНТУИТ, 2016. – 116 с. URL:http://www.knigafund.ru/books/176799

2. Камардин Н.Б., Суркова И.Ю. Метрология, стандартизация, подтверждение соответствия: учебное пособие [Электронный ресурс]/Н.Б. Камардин, И.Ю. Суркова. – КНИТУ, 2013. – 240 с. URL:http://www.knigafund.ru/books/186000

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде по дисциплине, представленные на сайте http://mospolytech.ru в разделе: кафедра Стандартизация, метрология и сертификация».

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не требуется

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте Московского Политеха в разделе «Библиотека. Электронные ресурсы» http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам):

№ п/п	Электронный ресурс	№ договора. Срок действия доступа	Названия коллекций
11	Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» (www.cyberleninka.ru)	Свободный доступ	1134165 научных статей
12	Научная электронная библиотека e.LIBRARY.ru	Постоянный доступ	Обзор СМИ (архив публикаций за 15 лет).
15	Доступ к электронным ресурсам издательства SpringerNature	Письмо в ФГБОУ «Российский Фонд Фундаментальных Исследований» от 03.10.2016 № 11-01-17/1123 с приложением С 01.01.2017 - **бессрочно**	SpringerJournals; SpringerProtocols; SpringerMaterials; SpringerReference; zbMATH; NatureJournals
16	Доступ к электронным ресурсам издательства SpringerNature	Письмо в ФГБОУ «Российский Фонд Фундаментальных Исследований» от 06.08.2018 № 20-21-18/3874 с приложением. С 01.04.2018 – **бессрочно**	SpringerJournals; SpringerProtocols; SpringerMaterials; SpringerReference; zbMATH; NatureJournals
17	Справочная поисковая система «Техэксперт»	Без договора	Нормы, правила, стандарты и законодательство по техническому регулированию

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения занятий необходима аудитория, оборудованная мультимедийными средствами (персональный компьютер, проектор, экран).Преподаватель может получать дополнительные дидактические преимущества при подключении к Интернету мультимедийных средств при проведении лекций.

Тематика лабораторных работ

№ п/п	Наименование	Оснащение
1	Изучение концевых мер длины	Набор плоско-параллельных концевых мер длины
2	Измерение линейных размеров штангенциркулем	Штангенциркуль; Набор плоско-параллельных концевых мер длины
3	Измерение угловых размеров	Угломер

4	Оценка погрешностей показаний микрометра	Микрометр; Набор плоско-параллельных концевых мер длины
5	Обработка результатов прямых и косвенных измерений	Штанценциркуль; Микрометр
6	Выбор средств измерений линейных размеров	Штангенциркуль, микрометр, нутромер
7	Поверка средств измерений	Штангенциркуль; Микрометр; Набор плоскопараллельных концевых мер длины

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование, курсовая работа;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам, выполнение курсовой работы.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п.4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6. 1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Мосполитеха); - виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;

- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. Вначале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины

6.1.9. При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов

по теме семинара. В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии. В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

6.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMSмосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите, выполнение курсовой работы и её защита.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление впроцессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы или защита лабораторной работы

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 1 к рабочей программе и включает темы:

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.3. Оценочные средства

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Метрология»
Направление подготовки
27.03.02 «Управление качеством»
Образовательная программа (профиль подготовки)
«Управление качеством на производстве»

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, защита лабораторных работ, экзамен.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ПК-2 Способен проводить контроль продукции на всех стадиях производственного процесса	ИПК-2.1. Знает нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы контроля качества продукции на всех стадиях производственного процесса; разработки и аттестации методик испытаний; методики статистической обработки результатов измерений и контроля. ИПК-2.2. Умеет: использовать методики измерений, контроля и испытаний продукции на всех стадиях производственного процесса; выбирать методы и средства контроля параметров характеристик продукции; выполнять статистическую обработку результатов контроля и измерений, рассчитывать погрешности (неопределенности) результатов измерений. ИПК-2.3. Владеет: навыками контроля и подготовки заключений о соответствии качества продукции на всех стадиях производственного процесса требованиям нормативной документации и разработки мероприятий по повышению ее качества; навыками проведения испытаний продукции и обработки данных, полученных при испытаниях.

7.1 Текущий контроль

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Лабораторные работы	Оформленные отчеты (журнал) лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены **не менее 5** работ.
Реферат	Представить один реферат по выбранной теме с оценкой преподавателя «зачтено», если представлен один реферат в форме презентации и на бумажном носителе.
Тестирование	Оценка преподавателя «зачтено», если результат тестирования по процентной шкале составляет более 41 %.

Перечень оценочных средств по дисциплине
«Метрология»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Устный опрос (З - зачет)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Комплект зачетных вопросов
2	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
3	Лабораторные работы (ЛР)	Оценка способности студента применить полученные ранее знания для проведения анализа, опыта, эксперимента и выполнения последующих расчетов, а также составления выводов	Перечень лабораторных работ и их оснащение
5	Презентация (ПР)	Представление студентом наработанной информации по заданной тематике в виде набора слайдов и спецэффектов, подготовленных в выбранной программе	Темы презентаций
6	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы рефератов

7.3.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации: зачета.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета с учетом результатов текущего контроля успеваемости в течение семестра. Регламент и порядок проведения экзамена, темы и вопросы, выносимые на экзамен, представлены ниже. По итогам промежуточной аттестации выставляется оценка – «зачтено», «незачтено», шкала и критерии оценивания приведены ниже.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачетно-экзаменационной сессии.

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание
Форма промежуточной аттестации: зачет.

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических

	операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Требования к подготовке к промежуточной аттестации

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Метрология»

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов метрологии, стандартизации и сертификации, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение домашних заданий по закреплению тем;
- выполнение домашних заданий по решению типичных задач и упражнений;
- составление и оформление докладов и рефератов по отдельным темам программы;
- научно-исследовательская работа студентов;
- участие в тематических дискуссиях, олимпиадах.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля

(промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;

- рефлексия;
- презентация работы.

Вопросы, выносимые на самостоятельную работу

Экономические проблемы метрологического обеспечения.
Международная организация Метрической конвенции и ее программа.
Международная кооперация по аккредитации лабораторий (ИЛАК).
Международная конфедерация по измерительной технике (ИМЕКО) и ее программа.
Анализ основных элементов национальных служб метрологии.
Гармонизация законодательной метрологии в Европе.
Международная система единиц физических величин .
Роль метрологии в современном обществе .
Классы точности средств измерений .
Закон «Об обеспечении единства измерений» .
Эталоны, их классификация .
История эталонов .
Классификация средств измерения .
Необходимость расширения пределов измерительных приборов .
Особенности работы цифровых приборов .
Калибровка средств измерений .

Перечень вопросов на зачет

Вопросы
Методы измерений физических величин
Единство измерений
Единицы физических величин. Международная система единиц СИ
Погрешности измерений. Причины их возникновения
Средства измерений. Виды средств измерений
Метрологические характеристики средств измерений
Классы точности средств измерений
Передача размеров единиц физических величин
Основы метрологического обеспечения
Государственный метрологический контроль и надзор
Поверка средств измерений. Калибровка средств измерений
Физические величины и шкалы
Виды измерений
Доверительная вероятность и доверительный интервал
Поверка средств измерений
Погрешности измерений и причины их возникновения
Классификация погрешностей результатов измерений
Законы распределения результатов измерений и случайной погрешности
Отсев грубых погрешностей
Кратные и дольные единицы.
Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ
Формирование единиц и размерности производных единиц
Правовые основы метрологии. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений».
Испытания и утверждение типа средств измерений
Метрологическая экспертиза
Аккредитация в области обеспечения единства измерений
Законы распределения случайных погрешностей
Точечная и интервальная оценка истинного значения измеряемой физической величины

Обработка результатов многократных прямых равноточных измерений
Обработка результатов косвенных измерений
Обработка результатов однократных измерений
Правила представления результатов измерений

Примерный перечень тем реферата

1. Взаимосвязь метрологии, стандартизации и сертификации и их роль в повышении качества, безопасности и конкурентоспособности продукции (услуг), укреплении международных, региональных и национальных связей и их значение в развитии науки, техники и технологии

2. Основные понятия, связанные со средствами измерений, классификация средств измерений

3. Основные источники погрешностей: несовершенство средств измерений: отклонения условий измерения от номинальных; несовершенство метода измерения.

4. Основные понятия, используемые в Законе РФ «Об обеспечении единства измерений»: метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, сертификат о калибровке, лицензия на изготовление средств измерений. Задачи и структура Метрологической службы

5. Задачи, сфера деятельности и правовые основы Государственного метрологического контроля и надзора.

6. Важнейшие законодательные акты и нормативные документы РФ по метрологии и метрологическому обеспечению

7. Международное сотрудничество в области метрологии

8. Основные термины, применяемые в метрологии

9. Классификация измерений.

10. Основные характеристики измерений.

11. Классификация средств измерений.

Шкала оценивания реферата

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
Хорошо	Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
Удовлетворительно	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.
Неудовлетворительно	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Защита реферата проводится на практическом занятии и сопровождается компьютерной презентацией.

Образцы вопросов из фонда тестовых заданий

Вопросы для оценки компетенции

Качество средств измерений, характеризующее близость к нулю их погрешностей, называется

1. сходимостью
2. воспроизводимостью
3. точностью
4. достоверностью
5. правильностью

Близость результатов измерений, выполненных в одинаковых условиях, называется

1. сходимостью
2. воспроизводимостью
3. точностью
4. достоверностью
5. правильностью

Какому закону распределения подчиняются случайные величины, зависящие от большого количества факторов, равнозначных по влиянию?

1. Гаусса
2. Вейбулла
3. Симпсона
4. равной вероятности
5. Максвелла

Близость результатов измерений, выполненных в разных условиях, называется

1. сходимостью
2. воспроизводимостью
3. точностью
4. достоверностью

Качество средств измерений, характеризующее близость к нулю их систематических погрешностей, называется

1. сходимостью
2. воспроизводимостью
3. точностью
4. достоверностью
5. правильностью

Найти правильный ответ. Деятельность по обеспечению единства измерений осуществляется на основе: 1)законов; 2) Постановлений Правительства; 3)конституционных норм; 4)рекомендаций организаций

1. 1
2. 2
3. 1, 2
4. 1, 2, 3
5. 1, 2, 3, 4

Значение физической величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него, называется

1. действительным значением
2. истинным значением
3. числовым значением
4. наиболее вероятным значением
5. средним значением

Физическая величина, входящая в систему и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы, называется

1. основной
2. производной
3. дополнительной
4. когерентной
5. безразмерной

Производимые одновременно измерения двух или нескольких не одноименных величин для определения зависимости между ними называются

1. прямые
2. косвенные
3. совместные
4. совокупные

Значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину, называется.

1. действительным значением
2. истинным значением
3. числовым значением
4. средним значением
5. наиболее вероятным значением

Метод измерения, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой, называется методом:

1. дифференциальным
2. нулевым
3. дополнения
4. сравнения с мерой
5. непосредственной оценки

Физическая величина, входящая в систему и определяемая через основные величины этой системы, называется

1. основной
2. производной
3. дополнительной
4. безразмерной
5. когерентной

Какой закон в Российской Федерации устанавливает правовые основы метрологии?

1. «О стандартизации»
2. «О защите прав потребителей»
3. «Об обеспечении единства измерений»
4. «О техническом регулировании»
5. все указанные выше

Работа определяется по уравнению A=Fl, где сила F=ma, m- масса, a- ускорение, l-длина перемещения. Укажите размерность работы A.

1. MT^{-2}
2. $L^{2}MT^{-2}$
3. $L^{3}MT^{-2}$
4. $L^{2}M$

Средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера, называется

1. эталоном
2. мерой
3. датчиком

4. преобразователем
5. компаратором

Погрешность измерения одной и той же величины, выраженная в долях этой величины, составляет: $1\cdot10^{-3}$ – для первого прибора; $2\cdot10^{-3}$ – для второго прибора. Какой из этих приборов точнее

1. первый
2. второй
3. одинаковы
4. определить нельзя

Расстояние между осями двух соседних отметок шкалы, измеренное вдоль воображаемой линии, проходящей через середины самых коротких отметок шкалы, называется

1. ценой деления шкалы
2. длиной деления шкалы
3. диапазоном измерений
4. диапазоном показаний
5. чувствительностью

При измерении усилия динамометр показывает 1000Н, погрешность градуировки -50Н. Среднее квадратическое отклонение показаний σ_F =10Н. Укажите доверительные границы для истинного значения измеряемого усилия с вероятностью P=0,9544 ($t_P = 2$).

1. $F = 1050 \pm 20$ Н, P=0,9544
2. $F = 1000 \pm 20$ Н, $t_P = 2$
3. $F = 950 \pm 20$ Н, P=0,9544
4. $F = 1000 \pm 60$ Н, P=0,9544
5. $F = 1050 \pm 10$ Н, $t_P = 2$

Приведенная погрешность амперметра, рассчитанного на ток 10А, составляет 2,5%. Определите абсолютную погрешность для первой отметки шкалы (1А).

1. 0,5А
2. 0,25А
3. 1А
4. 0,5%
5. 0,25%

Разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы измерительного прибора, называется

1. ценой деления шкалы
2. длиной деления шкалы
3. диапазоном измерений
4. диапазоном показаний
5. чувствительностью

Средство сравнения, предназначенное для сличения мер однородных величин, называется

1. эталоном
2. датчиком
3. компаратором
4. преобразователем
5. образцовой мерой

Отсчет по равномерной шкале прибора с нулевой отметкой и предельным значением 50А составляет 25А. Пренебрегая другими видами погрешностей, оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчета при условии, что класс точности прибора равен 0,5.

1. ±0,0075 А
2. ±0,125 А

3. ±0,25 А
4. ±0,5 А
5. ±1 А

Приведенная погрешность амперметра, рассчитанного на ток 100А, составляет 0,5%. Определите относительную погрешность для измеренного значения 25А.

1. 1%
2. 2%
3. 0,5%
4. 2,5%
5. 0,25%

Величина, которая должна быть алгебраически прибавлена к показанию средства измерения, чтобы исключить влияние систематической погрешности, называется

1. промахом
2. поправкой
3. ценой деления шкалы
4. погрешностью

Область значений шкалы, ограниченная конечным и начальным значениями шкалы, называется

1. диапазон измерений
2. длина деления шкалы
3. диапазон показаний
4. цена деления шкалы
5. чувствительность

Какому виду поверки подвергаются средства измерений при выпуске из производства или ремонта?

1. периодической
2. экспертной
3. первичной
4. инспекционной
5. внеочередной

Что принимают за действительное значение физической величины при многократных измерениях?

1. среднее логарифмическое
2. среднее арифметическое
3. среднее статистическое
4. среднее взвешенное
5. среднее арифметическое при равноточных измерениях или среднее взвешенное при неравноточных измерениях

Как называется величина, вычисляемая по формуле $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$?

1. среднее квадратическое отклонение среднего арифметического
2. среднее квадратическое отклонение результата измерения
3. размах результатов наблюдений
4. суммарная случайная погрешность при отсутствии взаимосвязи между погрешностями
5. суммарная случайная погрешность при наличии взаимосвязи между погрешностями

Обобщенная характеристика средств измерений данного типа, определяемая пределами допускаемой погрешности, называется

1. метрологической характеристикой
2. классом точности
3. интегральным показателем качества

4. комплексным показателем качества
5. точностью

Как называется величина, вычисляемая по формуле $S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$?

1. среднее квадратическое отклонение среднего арифметического
2. среднее квадратическое отклонение результата измерения
3. размах результатов наблюдений
4. суммарная случайная погрешность при отсутствии взаимосвязи между погрешностями
5. суммарная случайная погрешность при наличии взаимосвязи между погрешностями

Укажите формулу для определения доверительного интервала при многократных измерениях

1. $\pm t_P S_{x^-}$
2. $\pm t_P S_x$
3. $\pm \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sigma_i^2}$
4. $\pm 3\sigma_x$
5. $\pm \sum_{i=1}^{n} \sigma_i$

Назовите основную метрологическую характеристику, определяемую при поверке средств измерений

1. погрешность
2. точность
3. цена деления шкалы
4. чувствительность
5. диапазон показаний

При измерении температуры T в помещении термометр показывает 26°С. Среднее квадратическое отклонение показаний σ_T =0,3°С. Систематическая погрешность измерения $\Delta = +0{,}5$ °С. Укажите доверительные границы для истинного значения температуры с вероятностью P=0,9973 (t_P =3).

1. $25{,}2^oC \le T \le 26{,}8^oC$, P=0,9973
2. $25{,}7^oC \le T \le 26{,}3^oC$, P=0,9973
3. $24{,}6^oC \le T \le 26{,}4^oC$, P=0,9973
4. $25{,}6^oC \le T \le 27{,}4^oC$, P=0,9973
5. $25{,}6^oC \le T \le 27{,}4^oC$,

Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 81% до 100%
хорошо	от 61% до 80%
удовлетворительно	от 41% до 60%
неудовлетворительно	40% и менее правильных ответов

Методические рекомендации для преподавателя

Одной из задач преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «Метрология» является выработка у студентов осознания важности, необходимости и полезности знания данной дисциплины для дальнейшей работы выпускника на современном производстве.

Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- активное участие студентов в учебном процессе;
- проведение лабораторных занятий, определяющих приобретение навыков решения проблемы;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Информационные лекции с использованием наглядных пособий, лекции с применением обратной связи и элементами дискуссии, а также лабораторные занятия в виде решения типовых задач, выполнения приемов измерения деталей, изучения приемов и способов сбора и обработки результатов экспериментов позволяют достигать поставленных образовательных целей.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины.

Содержание лабораторных работ определяется календарным тематическим планом, который приведен в программе учебной дисциплины.

Для контроля знаний студентов по дисциплине необходимо проводить текущий и итоговый контроль.

Теоретическое изучение основных вопросов разделов дисциплины должно завершаться лабораторной работой.

Для активизации учебного процесса при изучении дисциплины эффективно применение презентаций по различным темам лекций.

Для проведения занятий по дисциплине используются средства обучения:

- учебники, информационные ресурсы Интернета;
- справочные материалы и нормативно-техническая документация;
- методические указания для выполнения лабораторных работ.

Приложение А

Структура и содержание дисциплины «Метрология» по направлению 27.03.02 «Управление качеством»,
профиль **«Управление качеством на производстве» очной формы обучения**

№№ n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов				Формы аттес-тации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РР	Реферат	Э	З
	Третий семестр													
1	*Метрология.* Введение. Предмет и задачи метрологии. Метрология, как наука об измерениях и ее роль в познавательной деятельности человека. История становления и развития метрологии. Значение метрологии в развитии науки, техники и технологии. Основные понятия. Основные понятия, связанные с объектами измерений: измерение, наблюдение при измерении, физическая величина, свойство, количественные и качественные проявления свойств объектов измерений, единица величины, основной принцип измерения, результат измерения, погрешность результата измерения, истинное и действительное значение измеряемой величины. Понятие о системах единиц физических величин. Понятия о системах единиц физических величин и принципах их образования, об основных, дополнительных и производных единицах, правилах их образования. Международная система единиц физических величин. Международная система единиц физических Величин (система СИ): основные, дополнительные и производные единицы. Преимущества системы	**3**	**1-2**	**2**		**2**	**8**					+		

	СИ. Определения основных единиц системы СИ. Кратные и дольные единицы. Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ. Формирование единиц и размерности производных единиц. **Выдача задания на реферат**													
2	**Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров** Понятие об эталонах физических величин. Назначение эталона. Существенные признаки эталона: неизменность, воспроизводимость, сличаемость. Эталонная база Российской Федерации. Классификация эталонов: первичные эталон, государственный первичный эталон, национальный эталон, вторичный эталон, эталон – свидетель, эталон сравнения, эталон – копия, рабочий эталон, одиночный эталон, групповой эталон, эталонный набор, исходный эталон, ведомственный эталон. Государственные эталоны основных единиц физических величин системы СИ. Метрологические характеристики государственных эталонов. Передача размеров от эталона к рабочим средствам измерений.	**3**	**3-4**	**2**		**2**	**8**					+		
3	**Нормативно-правовая база обеспечения единства измерений** Федеральный закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»от 26.06.2008 г. Главные принципы единства измерений. Основные положения и понятия ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Регламентация основных статей Закона. Формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений.	**3**	**5-6**	**2**		**2**	**8**					**+**		
	Измерение физических величин Измерение физической величины. Классификация измерений. Методы измерений. Погрешности измерений и причины их возникновения. Классификация погрешностей результатов измерений. Суммирование													

4	составляющих погрешности измерения. Систематическая и случайная составляющие погрешности результатов измерений. Характер проявления систематических погрешностей. Способы исключения систематических погрешностей. Неизбежность и неустранимость случайных погрешностей. Законы распределения результатов измерений и случайной погрешности. Точечная и интервальная оценки истинного значения измеряемой физической величины.	**3**	**7-8**	**2**		**2**	**8**					**+**		
5	**Методы и средства измерений** Классификация методов и средств измерений. Классификация средств измерений по определяющим признакам. Обобщенная структурная схема средств измерений. Требования, предъявляемые к средствам измерений. Основные метрологические показатели измерений погрешности измерения: цена деления, пределы измерения, измерительное усилие и т.д. Классы точности средств измерений.	**3**	**9-10**	**2**		**2**	**8**					**+**		
5	**Обработка результатов измерений** Интегральная и дифференциальная функции распределения случайной величины. Числовые характеристики случайных величин. Моменты дифференциальной функции распределения. Математическое ожидание и его свойства. Дисперсия и ее свойства. Асимметрия. Эксцесс. Мода. Медиана.	**4**	**11-12**	**2**		**2**	**8**							
6	Нормальный закон распределения. Правило трех сигм. Равномерный закон. Треугольный закон. Трапециевидный закон. Гистограмма как наглядное представление о законе распределяет вероятности. Составной критерий. Правила округления результатов наблюдений и вычислений и их погрешности.	**4**	**13-14**	**2**		**2**	**8**							
7	Обработка результатов многократных равноточных измерений. Алгоритм обработки равноточных измерений. Проверка наличия грубых погрешностей в результатах измерений. Критерий Романовского. Критерий Шарлье.	**4**	**15-16**	**4**		**4**	**8**							

	Проверка наличия систематических погрешностей, их исключение. Критерий Аббе. Исправленный ряд результатов измерений.													
8	Многократные измерения. Классификация и область применения. Методика обработки результатов прямых равноточных измерений в соответствии с ГОСТ 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения».	**4**	**17-18**	**2**		**2**	**8**							
	Форма аттестации													**З**
	Всего часов по дисциплине в третьем семестре			**18**		**18**	**72**					**Р**		