Частное образовательное учреждение высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Программа утверждена на заседании
Ученого совета Университета,
протокол №10 от «15» ноября 2024 г.

Утверждаю:
Ректор университета
_____ В. С. Артамонов
«18» декабря 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.В.ДВ.01.01 ПОВЕРКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН, СРЕДСТВ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ И РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Направление – 27.04.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль подготовки) – Метрология, стандартизация и сертификация

Квалификация выпускника – магистр

Форма обучения – очная

РПД составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «11» августа 2020 г. №943

РПД разработал:
Зав. кафедры прикладной математики и информационных технологий,
доктор техн. наук, проф.
В. С. Артамонов

Санкт-Петербург, 2024 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений» являются приобретение обучающимися знаний и умений по разработке и применению методов выполнения радиотехнических и радиоэлектронных измерений, методики поверки и калибровки средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений; проведению поверки и калибровки средств измерений.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

- организация работ по поверке (калибровке) средств измерений в подразделении (40.012 ПС «Специалист по метрологии»; утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.060.2017 № 526н. Трудовая функция С/01.6.); - организация работ по обновлению эталонной базы, поверочного оборудования и средств измерений (40.012 ПС «Специалист по метрологии»; утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.060.2017 № 526н. Трудовая функция С/02.6.)

2 Место дисциплины в ОПОП магистратуры

Учебная дисциплина «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока М1 «Дисциплины (модули)» программы подготовки магистра.

Дисциплина «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений» базируется на изучении предшествующих дисциплин: М1.В.02 «Законодательная метрология», М1.В.08 «Технология разработки нормативных документов по метрологическому обеспечению».

Знания, полученные при освоении дисциплины «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений», могут быть применены при подготовке к процедуре защиты и защите выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенций	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся **должен**:
ПК-3	Способен к организации и проведению работ по поверке (калибровке) средств измерений	ПК-3.1. Демонстрирует умение выявлять и анализировать потребности организации (подразделения) в поверенных (калиброванных) средствах измерений.	**Знать:** нормативную документацию в области работ по метрологическому обеспечению в организации; **Уметь:** анализировать потребности организации в поверенных и/или калиброванных рабочих средствах измерений; **Владеть:** навыками выбора средств измерений для измерения электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений

		ПК-3.2. Разрабатывает проекты нормативных документов на методики поверки (калибровки) средств измерений	**Знать:** нормативную документацию в части международной системы единиц величин, терминов и определений, поверочных схем, методик (методов) измерений; **Уметь:** уметь определять необходимость разработки методик поверки (калибровки) средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений; **Владеть:** навыками составления методик выполнения измерений электрических и магнитных величин, локальных поверочных схем
		ПК-3.3. Выполняет поверку (калибровку) средств измерений и оформляет результаты; составляет графики поверки (калибровки) для подразделения (организации);	**Знать:** международную систему единиц величин, термины и определения, поверочные схемы; **Уметь**: производить поверку и калибровку средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений, оценивание погрешности измерений с учетом ее составляющих; **Владеть:** навыками оформления результатов поверки (калибровки) средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений
ПК-4	Способен к организации и проведению работ по обновлению эталонной базы, средств измерений, средств поверки (калибровки)	ПК-4.1. Демонстрирует умение выявлять и анализировать потребности организации (подразделения) в эталонах, средствах измерений и средствах поверки (калибровки)	**Знать:** Законодательство Российской Федерации в области обеспечения единства измерений и метрологического обеспечения; **Уметь**: выявлять потребности организации в эталонах, рабочих средствах измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений, а также средствах поверки; **Владеть:** навыками определения потребности подразделения в эталонах и рабочих средствах измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений
		ПК-4.2. Контролирует состояние эталонов, средств измерений, средств поверки (калибровки)	**Знать:** основы теории размерностей; процедуры передачи единиц величин от эталонов к рабочим средствам измерений; **Уметь:** уметь применять методы контроля состояния эталонов, рабочих средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений и средств поверки **Владеть:** навыками контроля состояния эталонов и рабочих средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений и средств поверки
		ПК-4.3. Обосновывает подбор и приобретение эталонов, средств измерений, средств поверки (калибровки)	**Знать:** основные нормативные документы в области метрологического обеспечения в организации; **Уметь**: обосновывать подбор и необходимость приобретения эталонов, средств поверки и калибровки; **Владеть:** навыками оказания методической помощи по вопросам подбора и приобретения эталонов, средств поверки и калибровки

4. Структура и содержание дисциплины «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений»

4.1. Структура дисциплины Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)											Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)				
				Контактная работа							Самостоятельная работа								
				Всего	Лекция	Практические занятия	В т.ч. в форме практ подготовки	Лабораторные занятия	В т.ч. в форме практ подготовки	Другие виды конт. работ	Всего	Курсовой проект	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольных работ	Проведение лабораторных работ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	**Раздел 1. «Законодательные основы обеспечения единства измерений»**	**3**																	
1.1	Тема 1.1. «Основные нормативные документы в области обеспечения единства измерений»		1-2	2	2						4			4					
1.2	Тема 1.2. «Методики (методы) измерений»		3-4	2	2						4			4			4		
1.3	Тема 1.3. «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений»		5-6	2	2						4			4					
2.	**Раздел 2. «Методы экспериментального определения погрешностей средств измерений»**																		
2.1.	Тема 2.1. «Методы экспериментального определения погрешностей измерительных приборов»		7-8	13	2			11	11		18			18					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.2	Тема 2.2. «Методы экспериментального определения погрешностей мер и калибраторов»		9-10	6	2			4	4		12			12					9
2.3	Тема 2.3. «Методы экспериментального определения погрешностей измерительных преобразователей»		11-12	2	2						4			4					
2.4	Тема 2.4. «Выбор средств измерений по точности»		13-14	2	2						4			4					
3.	**Раздел 3. «Оценивание неопределенности измерений»**	**3**																	
3.1.	Тема 3.1. «Погрешность и неопределенность измерений»		15-16	4	2			2	2		6			6					16
3.2.	Тема 3.2. «Оценивание неопределенности измерений»		17	1	1						5			5					
	Подготовка к экзамену										36		36						
	Общая трудоемкость, в часах		144	**37**	17			17	17	3	**107**		36	71	Промежуточная аттестация				
															Форма			Семестр	
															Экзамен			*3*	

4.2. Содержание дисциплины «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений»

Раздел 1. «Законодательные основы обеспечения единства измерений»

Тема 1.1. ««Основные нормативные документы в области обеспечения единства измерений»

РМГ 29-2013 «Метрология. Термины и определения» (Физическая величина, размер физической величины, измерение физической величины, значение физической величины, единица физической величины). Постановление Правительства РФ «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в РФ» от 31.10.2009 г. №879. Постановление Правительства РФ «Об эталонах единиц величин, используемы в сфере государственного регулирования ОЕИ» от 23.09.2010 №734.

Тема 1.2. «Методики (методы) измерений»

ГОСТ 8.010-2013 ГСИ. Методики выполнения измерений. Цель аттестации методик выполнения измерений. Порядок аттестации методик выполнения измерений. Аттестация методик измерений. Исходные данные для разработки методик выполнения измерений. Показатели точности методик выполнения измерений. Этапы разработки методик выполнения измерений. Выбор методов и средств измерений. Разделы документа, регламентирующего методику выполнения измерений. Критерии аттестации методик выполнения измерений. Методы аттестации методик выполнения измерений. Стандартизация методик выполнения измерений. Метрологический надзор за аттестованными методиками выполнения измерений. Типичные составляющие погрешности измерений

Тема 1.3. «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений»

ГОСТ Р 8.973-2019. ГСИ. Национальные стандарты на методики поверки. Общие требования к содержанию и оформлению. Перечень и содержание разделов основных нормативных положений стандарта на методику поверки. Операции и средства поверки. Требования к эталонам. Условия поверки и подготовка к ней. Требования к квалификации поверителей. Проведение поверки. Оформление результатов поверки.

Раздел 2. «Методы экспериментального определения погрешностей средств измерений»

Тема 2.1. «Методы экспериментального определения погрешностей измерительных приборов»

Метод непосредственного сличения. Метод прямых измерений. Требования к рабочим эталонам и вспомогательным средствам

Тема 2.2. «Методы экспериментального определения погрешностей мер и калибраторов»

Метод прямых измерений. Метод сличения при помощи компаратора. Требования к рабочим эталонам, компараторам, мерам и калибраторам.

Тема 2.3. «Методы экспериментального определения погрешностей измерительных преобразователей»

Метод прямых измерений входной и выходной величин. Комбинация методов преобразования образцовой величины и прямого метода измерения выходной величины. Метод сличения при помощи компаратора. Метод обратного преобразования. Требования к рабочим эталонам и вспомогательным средствам.

Тема 2.4. «Выбор средств измерений по точности»

Влияние погрешности рабочего эталона на результат определения погрешности испытуемого средства. Определение действительных значений погрешности. Установление факта нахождения погрешности в допуске. Погрешность рабочих эталонов и бракование

приборов при поверке. Зависимость затрат от относительного числа контролируемых точек диапазона. Изменение погрешности по диапазону измеряемой величин.

Раздел 3. «Оценивание неопределенности измерений»

Тема 3.1. «Погрешность и неопределенность измерений»

Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров. Модель погрешности измерений. Понятие неопределенности измерений.

Тема 3.2. «Оценивание неопределенности измерений»

Основные принципы оценивания неопределенности при калибровке средств измерений. Источники неопределенности. Наблюдаемое рассеяние показаний. Алгоритм оценивания неопределенности измерений. Учет корреляции при оценивании неопределенности входных величин. Взаимный пересчет характеристик погрешности и неопределенности измерений.

4. Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Трудоемкость (час.)
1	2	Поверка вольтметра переменного напряжения (ПМ-01)	3
2	2	Поверка электронного осциллографа (ПМ-02)	4
3	2	Поверка измерителя сопротивления, емкости, индуктивности (П-03)	4
4	2	Поверка генератора низкой частоты (П-06)	4
5	3	Калибровка прибора комбинированного аналогового (тестера) (Л-01)	2
		Всего	**17**

5. Образовательные технологии

Требуемые результаты освоения дисциплины «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений» достигаются за счет использования в процессе обучения интерактивных методов и технологий формирования компетенций у студентов:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими. Используется семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность. Используется анализ, сравнение методов проведения измерений физических величин, выбор метода в зависимости от объекта исследования в конкретной производственной ситуации и его практическая реализация.

Лабораторные занятия – одна из форм учебного занятия, ведущей дидактической целью которого является формирование практических умений, необходимых в последующей профессиональной деятельности. Лабораторные занятия проходят, в основном, в форме интерактивного обучения и ориентированы на более широкое взаимодействие студентов не только с преподавателем, но и друг с другом. Лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории, где выполняются лабораторные работы по тематике, предусмотренной настоящей рабочей программой.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем, возникающих при выполнении обработки результатов измерений, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении практических заданий.

4. *Личностно-ориентированные технологии* обучения, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе (контактная аудиторная работа, индивидуальное собеседование).

При организации самостоятельной работы студентов и, при необходимости, при проведении аудиторных занятий используются /могут быть использованы дистанционные образовательные технологии.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами, в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного обеспечения, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости студентов по дисциплине «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений» проводится в форме тестирования и выполнения и защиты лабораторных работ (ЛР).

Текущий контроль по разделу «Законодательные основы обеспечения единства измерений» проводится на лекциях в форме тестирования по темам:

Тема 3: «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений».

Текущий контроль по разделу «Методы экспериментального определения погрешностей средств измерений» проводится на лабораторных занятиях в форме защиты отчетов о выполнении лабораторных работ по темам:

Тема 1: «Методы экспериментального определения погрешностей измерительных приборов».

Тема 2: «Методы экспериментального определения погрешностей мер и калибраторов».

Текущий контроль по разделу «Оценивание неопределенности измерений» проводится на лабораторных занятиях в форме защиты отчета о выполнении лабораторной работы по темам:

Тема 1: «Погрешность и неопределенность измерений».

Тестовые задания представлены в фонде оценочных средств по дисциплине «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений». Задания по выполнению лабораторных работ, а также тесты к лабораторным работам представлены в методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений».

6.1. План самостоятельной работы студентов

Номер недели	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1	2	3	4	5	6
1-2	Тема 1.1 Термины и определения. Основные нормативные документы в области обеспечения единства измерений	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	4
3-4	Тема 1.2 Методики (методы) измерений	Подготовка к аудиторным занятиям, подготовка к тестированию	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	4
5-6	Тема 1.3 Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	4
7-8	Тема 2.1 Методы экспериментального определения погрешностей измерительных приборов	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	18
9-10	Тема 2.2 Методы экспериментального определения погрешностей мер и калибраторов	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	12
11-12	Тема 2.3 Методы экспериментального определения погрешностей измерительных преобразователей	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	4
13-14	Тема 2.4 Выбор средств измерений по точности	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	4
15-16	Тема 3.1. Погрешность и неопределенность измерений	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	6
17	Тема 3.2. Оценивание неопределенности измерений	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить лекции и литературу по теме, выполнить домашнее задание	Конспект лекций, лит. 7.17.13	5
1-17	Подготовка к экзамену				36
	Всего:				**107**

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений» проводится в соответствии с графиком самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов включает в себя:

– подготовку к аудиторным занятиям (лекционным, лабораторным) и выполнение соответствующих заданий;

– самостоятельную работу над отдельными темами учебных дисциплин в соответствии с учебно-тематическими планами;

– подготовку ко всем видам контрольных испытаний, в том числе текущим и промежуточному (экзамену).

Для осуществления самостоятельной работы по приведенным выше видам самостоятельной работы каждый студент обеспечен:

– методикой выполнения лабораторных работ;
– информационными ресурсами (справочники, учебные пособия и т. д.);
– методическими материалами;
– контролирующими материалами (тесты, задания и др.);
– материальными ресурсами;
– консультациями.

Рекомендуемые виды заданий для самостоятельной работы студентов:

Для овладения знаниями:

– чтение учебника, дополнительной литературы;
– конспектирование текста;
– работа со словарями и справочниками;
– ознакомление с нормативными документами;
– поиск информации в Интернете и др.

Для закрепления и систематизации знаний:

– повторная работа над учебным материалом;
– составление таблиц для систематизации учебного материала;
– ответы на контрольные вопросы;
– тестирование и др.

Для формирования умений:

– решение типовых задач и выполнение упражнений по образцу;
– выполнение схем, расчетно-графических и конструкторских работ.

Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как самоконтроль и самооценка студента; контроль и оценка со стороны преподавателя.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Тест	Раздел 1. «Законодательные основы единства измерений»	(ПК-3, ПК-4)
2	ЛР№1-ЛР№4	Раздел 2. «Методы экспериментального определения погрешностей средств измерений»	(ПК-3, ПК-4)
3	ЛР№5	Раздел 3. «Оценивание неопределенности измерений»	(ПК-3, ПК-4)

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений».

Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля расположены в электронной базе данных.

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины «Поверка средств измерений электрических и магнитных величин, средств радиотехнических и радиоэлектронных измерений»

а) учебная литература:

1. И.Е.Ушаков, И.Ф.Шишкин. Прикладная метрология: Учеб. для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп.-СПб.: СЗТУ, 2002, - 116 с
2. Хамханова Д. Н. Прикладная метрология: Учебное пособие. - Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. -160 с
3. Походун А.И. Экспериментальные методы исследований. Погрешности и неопределенности измерений. Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006. 112 с.
4. Хамханова Д.Н., Сыремпилова С.Г. Прикладная метрология: Методические указания к выполнению практических работ.. - Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2005
5. Бойко С.В., Воробьев А.Л., Колчина И.В. Разработка и аттестация методик выполнения измерений. [Электронный ресурс] – Оренбург, ГОУ ОГУ, 2004. – 77 с.
6. Емельянов А.В., Шилин А.Н. Методические указания и задания. Расчет погрешностей электрических измерений. ВолгГТУ. - Волгоград, 2002
7. Поверка электронно-измерительных приборов. Методические указания к выполнению лабораторных работ
8. Поверка средств измерений. Методические указания. - СПб.: СЗТУ, 2004
9. Муслина, Г. Р. Измерение и контроль геометрических параметров деталей машин и приборов: учебное пособие. − Ульяновск; под общ. ред. Л. В. Худобина. – УлГТУ, 2007. − 220 с.
10. Новиков, Г.А. Основы метрологии: учебное пособие / Г.А. Новиков. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 182 с
11. В.Ю.Волощенко, В.Г.Сапогин Методическая разработка «Оценка погрешностей при физических измерениях». Для студентов дневной формы обучения по направлению подготовки бакалавров и магистров: 550000 – технические науки. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. 31 с.
12. Боларев, Б. П. Стандартизация, метрология, подтверждение соответствия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Б. П. Боларев. – М.: НИЦ Инфра-М, 2013. – 254 с.
13. Регеда, В.В. Технологии обеспечения единства измерений: учеб.пособие / Пенз.гос.ун-т. - Пенза : Изд-во Пенз.гос.ун-та, 2000. - 116 с.

б) Интернет-ресурсы

http://www.gost.ru/, http://fsa.gov.ru/ , http://metrologu.ru/

в) Программное обеспечение Лицензионное ПО:

- «Microsoft Windows», Kaspersky Endpoint Security для бизнеса, Стандартный Russian Edition, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса, Стандартный Russian Edition.

Свободно распространяемое ПО: Open Office; Mozilla Fire-fox; Google Chrome; Adobe Acrobat Reader.

г) Другое материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций,

текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы студентов.

Комплект учебной мебели:

Столы ученические, столы лабораторные, стол преподавателя, кафедра, стулья, доска;

Шкаф двухстворчатый для приборов и документов.

Специализированное лабораторное оборудование: Анализатор спектра АТ6010; вольтметр В1-13; вольтметры В1-18; вольтметр В7-16А; вольтметр В7-18; генератор Г3-109; генератор Г3-118; генератор Г3-120; генератор Г5-54; генератор импульсов Г5-56 - 05; генератор низкочастотный Г3-118; генератор сигналов низкочастотный Г3-109-08; генератор функциональный АНР 1020; измеритель универсальный Е7-11; источники питания ИПС-1; калибратор П-327; м/вольтметры В3-57; магазины емкости Р-544-01; магазин МСР-63;

магазин сопротивлений МСР-60; магазин сопротивлений Р-33; меры эл. сопротивлений Р-3026/2; милливольтметр В3-42-04;

мост Р-4060; омметр Щ34;

осциллограф аналоговый АСК 7022; осциллографы С1-65; осциллограф С1-69; осциллографы С1-70;

осциллографы С1-77; осциллограф С1-79; поверочная установка В1-16; поверочные установки В1-9; приборы комбинированные цифровые Щ-4313;

приборы Р-567; приборы Ф-4320; прибор ыЩ-301; прибор Щ4313; стойка «Камак»; тестер Ц4340; прибор Ф4241; частотомер Ф433/3; частотомер Ч3-32; частотомер Ч3-36; частотомер Ч3-38; частотомеры электронносчетные Ч3-34.