

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»

Институт электронных и информационных систем
Кафедра физики твердого тела и микроэлектроники



С.И. Эминов
«30» 05 2017г.

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Учебный модуль по направлениям подготовки
11.03.04 Электроника и микроэлектроника
Профиль – Микроэлектроника и твердотельная электроника

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела

О.Б. Широколобова
«30» 05 2017г.

Разработал

Ст. преподаватель КФТТМ

Г. В. Гудков
«22» 05 2017г.

Принято на заседании кафедры ФТТМ
Протокол № 10 от 22.05.2017г.

Заведующий кафедрой ФТТМ
Б.И. Селезнев

1 Цели и задачи учебного модуля

Цель учебного модуля (УМ) «Метрология, стандартизация и технические измерения» является формирование компетенций у студентов по основам метрологического обеспечения современной науки и техники и основным понятиям в области стандартизации.

Основной задачей УМ является обучение студентов современным средствам и методам технических измерений.

Ведущая идея учебного модуля – в процессе обучения у будущего бакалавра должно быть сформировано представление о роли и месте метрологии, стандартизации и технических измерений в современном мире для его успешной профессиональной деятельности.

2 Место модуля в структуре ОП направления подготовки

Учебный модуль входит в базовую часть блока 1 программы бакалавриата, читается в 4 семестре. Освоение УМ базируется на знаниях, полученных студентами при изучении учебных модулей «Математика», «Физика», преподаваемых в 1÷3 семестрах направлений подготовки.

В результате изучения предшествующих модулей и для изучения УМ «Метрология, стандартизация и технические измерения», обучающиеся должны:

- знать:

- основы математического анализа и математической статистики;
- основные физические законы из разделов «Электричество» и «Магнетизм»;

- уметь:

- проводить статистическую обработку данных;
- выполнять соединения в лабораторных макетах в соответствии с электрической схемой;

- владеть:

- элементарными навыками по применению средств измерений;
- методами поиска информации и работы со справочной литературой.

Базовые знания, полученные при изучении данного модуля, используются при освоении учебных модулей ОП направления подготовки 11.03.04, в которых предусмотрено выполнение лабораторных работ, связанных с электро- и радиоизмерениями:

- Теоретические основы электротехники;
- Материалы электронной техники;
- Физические основы электроники;
- Схемотехника.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

- ПК-2 Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;

- ОПК-8 Способность использовать нормативные документы в своей деятельности.

В результате изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» студент должен знать, уметь, владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-2	базовый	основы метрологии и стандартизации, основные методы измерения физических величин, номенклатуру метрологических характеристик и принцип действия различных типов средств измерений	правильно выбирать средства измерений, разрабатывать методики выполнения измерений, осуществлять контроль за состоянием и применением контрольно-измерительного оборудования, проводить калибровку средств измерений	методами обработки и оценки погрешности результатов измерений
ОПК-8	базовый	основные положения Федеральных законов «Об обеспечении единства измерений» и «О техническом регулировании», содержание основополагающих стандартов и других документов Национальной системы стандартизации и Государственной системы обеспечения единства измерений	организовывать в соответствии с действующими нормативными документами: разработку методик выполнения измерений; представление средств измерений на поверку; обработку и представление результатов измерений	навыками поиска необходимых нормативных документов и их самостоятельного использования в профессиональной деятельности

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
	4 семестр	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕ)	3	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ): - лекции - лабораторные работы - аудиторная СРС (в т.ч.) - внеаудиторная СРС	18 36 9 54	ПК-2 ОПК-8
Аттестация:	Зачет	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

4.2.1 Основные понятия метрологии

4.2.1.1 Введение

Теоретическая (фундаментальная), законодательная и практическая (прикладная) метрология. Роль метрологии и стандартизации в повышении качества и безопасности продукции, устранении технических барьеров в международной торговле. Краткие исторические сведения о развитии метрологии и стандартизации в России.

4.2.1.2 Физические величины, системы единиц физических величин, эталоны единиц СИ

Понятие о физической величине. Классификация физических величин. Система единиц физических величин. Основные и производные, системные и внесистемные, кратные и дольные единицы физических величин. Международная система СИ. Воспроизведение, передача размера и хранение единицы физической величины.

4.2.2 Измерения физических величин

4.2.2.1 Классификация измерений и виды погрешностей

Модель измерения и основные постулаты метрологии. Виды и методы измерений. Понятие о погрешности измерения. Классификация погрешностей.

4.2.1.2 Обработка результатов многократных измерений

Многократные прямые равноточные измерения. Среднее арифметическое значение и среднее квадратическое отклонение. Доверительная вероятность и доверительный интервал. Формы представления результатов измерений.

4.2.3 Средства измерений

4.2.3.1 Классификация средств измерений, их метрологические характеристики и классы точности

Классификация средств измерений. Мера, измерительный преобразователь, измерительный прибор, измерительная установка, измерительная система. Вид и тип средства измерений.

4.2.3.2 Метрологические характеристики средств измерений

Нормируемые метрологические характеристики. Погрешность средства измерения – основная метрологическая характеристика средства измерений. Классификация и способы нормирования погрешностей. Понятие «класс точности средства измерений». Способы назначения классов точности.

4.2.4 Основы обеспечения единства измерений

4.2.4.1 Основы метрологического обеспечения и его задачи

Основные задачи метрологического обеспечения. Основы метрологического обеспечения: научная, нормативная, техническая, организационная.

4.2.4.2 Метрологические органы, службы и организации

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). Государственные научные метрологические институты и государственные региональные центры метрологии. Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц.

4.2.4.3 Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений

Основные положения Федерального закона «Об обеспечении единства измерений». Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений. Формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений: утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений, поверка средств измерений, метрологическая экспертиза, государственный метрологический надзор, аттестация методов (методик) измерений, аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на выполнение работ и (или) оказание услуг в области обеспечения единства измерений.

4.2.4.4 Поверка и калибровка средств измерений

Виды поверки средств измерений. Межповерочный интервал. Порядок представления средств измерений на поверку. Оформление результатов поверки. Калибровка средств измерений.

4.2.5 Технические измерения

4.2.5.1 Измерительные сигналы

Общие сведения об измерительных сигналах, их математическое описание. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи.

4.2.5.2 Методы измерений энергетических параметров сигналов

Амплитудное, среднеквадратическое (действующее), среднее, средневывпрямленное значение напряжения или тока. Техника измерения напряжения. Особенности измерения силы токов.

4.2.5.3 Исследование формы сигналов

Устройство и принцип действия универсального осциллографа с электронно-лучевой трубкой. Виды разверток. Измерение амплитуды и временных параметров сигналов. Осциллографирование импульсных сигналов. Цифровые осциллографы.

4.2.5.4 Методы измерений временных интервалов, частоты и фазового сдвига

Цифровой метод измерения частоты (метод дискретного счета). Устройство и принцип действия цифрового частотомера. Измерение интервалов времени с помощью цифрового частотомера. Цифровые методы измерения фазового сдвига.

4.2.5.5 Измерение параметров и характеристик цепей

Мостовые измерители параметров элементов. Резонансные методы измерения параметров элементов. Цифровые измерители.

4.2.6 Основы стандартизации

4.2.6.1 Нормативно-правовые основы стандартизации

Федеральный закон «О техническом регулировании» – основополагающий документ в области стандартизации. Цели и принципы стандартизации. Национальная система стандартизации. Национальный орган по стандартизации. Технические комитеты по стандартизации. Порядок разработки и утверждения национальных стандартов.

4.2.6.2 Научно-технические принципы и методические основы стандартизации

Научно-технические принципы стандартизации: системности, обеспечения функциональной взаимозаменяемости стандартизуемых изделий, научно-исследовательского подхода к разработке стандартов, предпочтительности, прогрессивности и оптимизации стандартов, взаимоувязки стандартов, минимального удельного расхода материалов. Систематизация, кодирование и классификация. Унификация, симплификация, типизация и агрегатирование. Комплексная и опережающая стандартизация.

4.2.6.3 Система предпочтительных чисел

Принцип построения рядов предпочтительных чисел. Параметрические ряды. Факторы, учитываемые при назначении параметрических рядов.

4.2.6.4 Единая система допусков и посадок

Размеры детали – номинальный, действительный, предельные. Верхнее и нижнее отклонение. Допуск на размер. Поля допуска. Посадки с зазором, с натягом, переходные. Допуск посадки. Посадки в системе вала и в системе отверстия.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Лабораторный практикум

Таблица 1

Номер раздела УМ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак.час
4.2.2	1. Виды и методы измерений.	4
4.2.2	2. Внесение поправок.	4
4.2.2	3. Обработка результатов многократных измерений	4
4.2.3	5. Определение действительных метрологических характеристик осциллографа.	4
4.2.4	4. Разработка методики выполнения измерений	6
4.2.5	6. Измерение переменного напряжения различной формы.	2
4.2.5	7. Осциллографические измерения.	2
4.2.5	8. Измерение частоты, временных параметров сигналов и фазового сдвига.	2
4.2.5	9. Определение параметров электрических цепей	2
4.2.6	10. Образование посадок в системе отверстия и системе вала.	6
Итого:		36

4.4 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных форм проведения учебных занятий даются в приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения УМ используются следующие формы контроля: текущий: регулярно в течение всего семестра, рубежный: учет суммарных результатов

по итогам текущего контроля за соответствующий период, и семестровый (зачет) – по окончании изучения УМ.

Максимальный рейтинг по УМ – 150 баллов. В баллах оценивается выполнение лабораторных работ и результаты контрольных опросов.

Рубежная аттестация проводится на девятой неделе семестра по результатам текущего контроля в часы аудиторной СРС. Пороговому уровню соответствует 38 баллов, максимальное количество баллов – 75.

Семестровая аттестация проходит на 18-й неделе в виде зачета. Зачет проставляется по результатам рубежного контроля (9 неделя) и текущего контроля за соответствующий период.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования» и Положением «О фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации студентов и итоговой аттестации».

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются лабораторные работы и контрольные опросы.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

Качество освоения студентами модуля оценивается с помощью шкал, представленных в паспортах компетенций модуля (приложение В).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (приложение Г).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса по учебному модулю используются:

а) лекционная аудитория, оснащенная мультимедийными средствами (персональный компьютер, проектор, экран);

б) лаборатория, оснащенная следующими лабораторными макетами:

– макет для измерения электрического сопротивления различными методами, включающий набор измеряемых резисторов, вольтметр цифровой универсальный В7-16А, прибор комбинированный цифровой Щ4313, прибор универсальный измерительный Р4833, магазин сопротивлений Р4834, источник питания постоянного тока Б5-43, клеммную коробку, соединительные провода;

– макет для исследования влияния входного сопротивления вольтметра и внутреннего сопротивления амперметра на значение поправки, вносимой в результат косвенного измерения электрического сопротивления, включающий вольтметр магнитоэлектрической системы М903, миллиамперметр магнитоэлектрической

системы М903, прибор комбинированный цифровой Щ4313, источник напряжения постоянного тока Б5-49, магазин сопротивлений Р33, соединительные провода;

- макет для проведения многократных измерений постоянного напряжения, включающий нестабилизированный источник питания ВС4-12 и вольтметр цифровой универсальный В7-16;

- макет для проведения поверки электронно-лучевого осциллографа, включающий осциллограф универсальный С1-83, калибратор осциллографов И1-15, генератор импульсов Г5-60;

- макет для измерения переменного напряжения различной формы, включающий вольтметр цифровой универсальный В7-16, вольтметр цифровой универсальный В7-78/1, осциллограф цифровой АКИП-4116/3, генератор сигналов специальной формы ГСС-05;

- макет для осциллографических измерений, включающий осциллограф универсальный С1-83, генератор сигналов специальной формы ГСС-05, диодно-резистивную цепь, резистивно-емкостную цепь, коммутационные устройства;

- макет для измерений частоты, временных параметров сигналов и фазового сдвига, включающий частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/3, осциллограф цифровой АКИП-4116/3, генератор сигналов специальной формы ГСС-05, измеритель разности фаз Ф2-34;

- макет для измерения параметров электрических цепей, включающий измеритель RLC Е7-25, устройство присоединительное УП-4, наборы резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности.

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В – Паспорта компетенций

Г – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Приложение А

(обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Метрология, стандартизация и технические измерения»

А.1 Методические рекомендации по изучению теоретической части учебного модуля

Теоретические занятия учебного модуля представлены в виде лекций.

Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом УМ.

Задачи лекционных занятий – дать связанное, последовательное изложение материала, сообщить студентам основное содержание предмета в целостном, систематизированном виде.

Структура и содержание основных разделов (приведена в рабочей программе учебного модуля, раздел 4.2)

Методы и средства проведения теоретических занятий

При изучении учебного модуля студенты должны посещать лекционные занятия, вести конспекты и самостоятельно прорабатывать по учебникам вопросы, указанные преподавателем. (Список основной литературы приведен в приложении Г). Отличительной особенностью данного УМ является большое количество изучаемых нормативных документов. В ходе лекций предполагается рассматривать только их основные положения, а подробное изучение должно проводиться в часы внеаудиторной СРС. Для этого преподаватель выдает студентам тексты документов в электронном виде.

А.2 Методические рекомендации по лабораторному практикуму

Цель лабораторного практикума - формирование компетентности студентов в области технических измерений и метрологического обеспечения производства, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности.

Задачи занятий - углубление знаний, полученных на теоретических занятиях и применение их в условиях, приближенных к условиям реальной профессиональной деятельности.

Структура и содержание основных разделов лабораторного практикума (приведена в рабочей программе учебного модуля, раздел 4.3)

Методы и средства проведения занятий

При проведении лабораторного практикума студенты максимально самостоятельно выполняют лабораторные работы. Занятия строятся следующим образом:

первое занятие – вводное:

- проводится инструктаж по технике безопасности;
- студенты разбиваются на группы для выполнения ЛР;
- получают указания по организационным вопросам: знакомятся с порядком выполнения, защиты ЛР, правилами оформления отчета (в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению);

на втором и последующих занятиях:

- студенты выполняют лабораторные работы;
- оформляют отчеты по лабораторным работам;
- проводится защита выполненной лабораторной работы;

На последнем занятии защита последней лабораторной работы.

Примечание – Выполнение лабораторных работ осуществляется в два цикла. В первом цикле выполняются работы, соответствующие разделам 4.2.1-4.2.3 УМ, во втором – разделам 4.2.4-4.2.6. Студенты допускаются к выполнению работ второго цикла только после защит всех работ первого цикла, окончание которого совпадает с рубежной аттестацией. Внутри каждого цикла без защиты можно выполнить не более двух лабораторных работ.

По результатам защит студентам начисляются баллы (максимальное количество баллов за одну защищенную лабораторную работу - 9).

Студенты, не защитившие лабораторные работы в срок и не набравшие необходимой суммы баллов, защищают все выполненные лабораторные работы на занятии, выделенном как защита блока лабораторных работ. Такая защита оценивается минимальным количеством баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент отработал и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов.

Для выполнения лабораторного практикума по УМ студенты должны пользоваться методическими указаниями:

1. Метрология, стандартизация, технические измерения: Методические указания к лабораторным работам / Сост. Г.В.Гудков; НовГУ им. Ярослава Мудрого – Великий Новгород, 2012. – 75 с.

Методические указания содержат описания объекта исследования, используемого лабораторного оборудования, методику и порядок проведения лабораторных работ, методы измерений и расчетов, указания по выполнению отчета о работе, контрольные вопросы.

Пример вопросов к защите лабораторной работы «Осциллографические измерения»

1. Назовите основные блоки и элементы электронно-лучевого осциллографа, объясните принцип работы.
2. Приведите основные технические характеристики осциллографа.
3. Назовите погрешности осциллографических измерений.
4. Опишите методику измерения амплитуды и постоянной составляющей сигнала на выходе однополупериодного выпрямителя.
5. Опишите методику измерения частоты сигнала и длительности импульсов.

5. Опишите методику измерения фазового сдвига между током и напряжением в резистивно-емкостной цепи при гармоническом воздействии.
6. Объясните принцип получения фигур Лиссажу и метод измерений фазового сдвига между сигналами синусоидальной формы с помощью фигур Лиссажу.
7. Перечислите последовательность операций, выполняемых при калибровке осциллографа.

А.3 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Студентам для самостоятельного изучения предлагаются темы из изучаемых разделов, которые не вошли в курс лекций.

1 Физические величины

- 1.1 Шкалы измерений.
- 1.2 Эталоны единиц физических величин.
- 1.3 Поверочные схемы.

2 Измерения физических величин

- 2.1 Выявление и исключение грубых погрешностей (промахов).
- 2.2 Неравноточные измерения. Понятие о весе измерения.
- 2.2 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.

3 Средства измерений

- 3.1 Обозначение классов точности.
- 3.2 Основные принципы выбора средств измерений.

4 Основы обеспечения единства измерений

- 2.1 Требования к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений.
- 2.2 Права и обязанности должностных лиц при осуществлении государственного метрологического надзора.
- 2.3 Разработка методик выполнения измерений.

5 Технические измерения

- 5.1 Основные типы приборов, измеряющих напряжение и силу тока: электромеханические, электронные аналоговые и цифровые.
- 5.2 Методы измерения частоты, основанные на сравнении с мерой: резонансный, гетеродинный и с помощью осциллографа.
- 5.3 Осциллографические методы измерения фазового сдвига.
- 5.4 Измерение активного сопротивления методами амперметра и вольтметра. Электронные омметры.

6 Основы стандартизации

- 6.1 Документы в области стандартизации.
- 6.2 Международные организации по стандартизации.
- 6.3 Стандарты отклонений формы и расположения поверхностей деталей.
- 6.4 Стандарты волнистости и шероховатости поверхности.

Оценка самостоятельной работы студентов по указанным темам проверяется на контрольном опросе. Вопросы для проверки самостоятельной работы содержатся в фонде оценочных средств (ФОС), приложение А.

Пример вопросов-тестов для контрольного опроса.

1 Среди цифровых вольтметров наилучшей защищенностью от сетевых помех обладают приборы...

- а) с ГЛИН;
- б) с поразрядным уравниванием;
- в) с АЦП параллельного преобразования;
- г) с двойным интегрированием.

2 Линия задержки, обеспечивающая отображение короткого фронта исследуемого сигнала, расположена.

- а) в канале вертикального отклонения;
- б) в канале горизонтального усиления;
- в) на входе схемы синхронизации;
- г) перед усилителем Z.

3 Случайная составляющая погрешности цифрового частотомера обусловлена...

- а) погрешностью дискретизации;
- б) долговременной нестабильностью кварцевого генератора;
- в) погрешностью из-за неточной установки номинального значения частоты кварцевого генератора;
- г) ограниченным быстродействием счетчиков и делителей частоты.

4 Наиболее точно активное сопротивление может быть измерено...

- а) методами амперметра и вольтметра;
- б) электронным аналоговым омметром;
- в) методом уравнивающего преобразования;
- г) методом дискретного счета;
- д) при помощи куметра.

Для подготовки к лабораторным и контрольным опросам рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в таблице А.1 и в карте учебно-методического обеспечения (приложение Г). При изучении правовых основ обеспечения единства измерений и стандартизации (разделы 4.2.4 и 4.2.6) не рекомендуется использовать учебники. Следует ориентироваться исключительно на тексты соответствующих федеральных законов и других документов, регламентирующих данную сферу.

Таблица А.1 - Организация изучения учебного модуля «Метрология, стандартизация и технические измерения»

Разделы модуля	Технология формы проведения занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература
4.2.1 Основные понятия метрологии	- вводная лекция - информационные лекции - лабораторный практикум: вводное занятие	- изучение литературы по теме - ознакомление по метод. указаниям с лаб. работами (имеются в лаборатории)	РМГ 29-99. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. ГОСТ 8.417-2002. ГСИ. Единицы величин. РМГ 83-2007. ГСИ. Шкалы измерений. Термины и определения. ГОСТ 8.057-80. ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения.
4.2.2 Измерения физических величин	- информационные лекции - проведение лабораторных работ	- изучение литературы по теме - выполнение лабораторных работ - ознакомление с методикой выполнения следующей ЛР	РМГ 29-99. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. ГОСТ 8.207-76. ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения. Руководства по эксплуатации на используемые средства измерений
4.2.3 Средства измерений	- обзорная лекция - информационные лекции - проведение лаб. работ	- изучение литературы по теме - выполнение лабораторной работы - ознакомление с методикой выполнения следующей ЛР	РМГ 29-99. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. РМГ 29-99. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. ГОСТ 8.009-84. ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. ГОСТ 8.401-80. ГСИ. Классы точности средств измерений. Руководства по эксплуатации на используемые средства измерений

Разделы модуля	Технология формы проведения занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература
4.2.4 Основы обеспечения единства измерений	- обзорная лекция - информационные лекции - проведение лабораторной работы	- изучение литературы по теме - выполнение лабораторной работы - ознакомление с методикой выполнения следующей ЛР	Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений" ПР 50.2.006-94. ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений. ГОСТ 8.311-78. ГСИ. Осциллографы электронно-лучевые универсальные. Методы и средства поверки. ГОСТ Р 8.563-96. ГСИ. Методики выполнения измерений. МИ 1967-89. ГСИ. Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений. Общие положения. Руководства по эксплуатации на используемые средства измерений
4.2.5 Технические измерения	- информационные лекции - проведение лаб. работ	- изучение литературы по теме - выполнение лабораторной работы - ознакомление с методикой выполнения следующей ЛР	Руководства по эксплуатации на используемые средства измерений
4.2.6 Основы стандартизации	- обзорная лекция - информационные лекции - проведение лаб. работ	- изучение литературы по теме - выполнение лабораторной работы	Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ "О техническом регулировании". ГОСТ Р 1.0-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения. ГОСТ Р 1.12-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения. ГОСТ Р 1.2-2004. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены. ГОСТ 8032-84. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел. ГОСТ 25346-89. Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Общие положения, ряды допусков и основных отклонений.

Приложение Б (обязательное)

Технологическая карта
учебного модуля «Метрология, стандартизация и технические измерения»
семестр 4, ЗЕТ 3, вид аттестации зачет, акад.часов 108, баллов рейтинга 150

Номер и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ неде-ли сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеваемости (в соотв. с паспортом ФОС)	Максимальное количество баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
	1-9	9		18	4	27		75
1 Основные понятия метрологии	1-2	2		2		7	контрольный опрос	10
2 Измерения физических величин	3-5	3		12	2	10	контрольный опрос	10
							лабораторная работа	27
3 Средства измерительной техники	6-9	4		4	2	10	контрольный опрос	10
							лабораторная работа	18
Рубежный контроль	9	(не менее 38 баллов из 75)						

Номер и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ неде-ли сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеv. (в соотv. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
	10-18	9		18	5	27		75
4 Основы обеспечения единства измерений	10-12	3		6	2	9	контрольный опрос	10
							лабораторная работа	9
5 Технические измерения	13-15	3		8	2	9	контрольный опрос	10
							лабораторная работа	27
6 Основы стандартизации	16-18	3		4	1	9	контрольный опрос	10
							лабораторная работа	9
Семестровый контроль	18						зачет	
Итого:		18		36	9	54		150

Критерии оценки качества освоения студентами учебного модуля

3 ЗЕ = 50 б. × 3 = 150 баллов:

- «удовлетворительно» – от 75 до 104 баллов;
- «хорошо» – от 105 до 134 баллов;
- «отлично» – от 135 до 150 баллов

Приложение В
(обязательное)

Паспорта компетенций

ПК-2 Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знает основы метрологии и стандартизации, основные методы измерения физических величин, номенклатуру метрологических характеристик и принцип действия различных типов средств измерений	Испытывает трудности при формулировке метрологических терминов, объяснении принципа действия средства измерений, не может перечислить часть метрологических характеристик	Недостаточно четко объясняет термины, метрологические характеристики и принцип действия средств измерений	Четко объясняет термины, метрологические характеристики и принцип действия средств измерений
	Умеет правильно выбирать средства измерений, разрабатывать методики выполнения измерений, осуществлять контроль за состоянием и применением контрольно-измерительного оборудования, проводить калибровку средств измерений	Допускает ошибки при выборе методов и средств измерений, нарушает последовательность разработки методики выполнения измерений и правила эксплуатации средств измерений, испытывает затруднения при проведении калибровки	В основном правильно выбирает методы и средства измерений, но затрудняется с технико-экономическим обоснованием, при разработке методики выполнения измерений учитывает не все составляющие погрешности измерений, при калибровке не всегда правильно выбирает вспомогательные устройства и условия ее проведения	При выборе средств измерений руководствуется определенным критерием, делает технико-экономическое обоснование, правильно разрабатывает методики выполнения измерений, проводит калибровку и эксплуатирует средства измерений
	Владеет методами обработки и оценки погрешности результатов измерений	Испытывает затруднения при обработке и оценке погрешности результатов измерений	Допускает неточности при обработке и оценке погрешности результатов измерений	Способен применить на практике методы обработки и оценки погрешности результатов измерений

ОПК-8 Способность использовать нормативные документы в своей деятельности

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Знает основные положения Федеральных законов «Об обеспечении единства измерений» и «О техническом регулировании», содержание основополагающих стандартов и других документов Национальной системы стандартизации и Государственной системы обеспечения единства измерений	Испытывает трудности при демонстрации знаний об основных положениях Федеральных законов в области обеспечения единства измерений и стандартизации, содержании основополагающих стандартов	Допускает неточности при демонстрации знаний об основных положениях Федеральных законов в области обеспечения единства измерений и стандартизации, содержании основополагающих стандартов	Имеет целостное представление о содержании Федеральных законов в области обеспечения единства измерений и стандартизации и основополагающих стандартов
	Умеет организовывать в соответствии с действующими нормативными документами: – разработку методик выполнения измерений; – представление средств измерений на поверку; – обработку и представление результатов измерений	Не всегда адекватно представляет, как использовать положения действующих нормативных документов при решении задач метрологического обеспечения	Не всегда при решении задач метрологического обеспечения использует положения действующих нормативных документов	Полностью готов использовать положения действующих нормативных документов при решении задач метрологического обеспечения
	Владеет навыками поиска необходимых нормативных документов и их самостоятельного использования в профессиональной деятельности	Не всегда способен найти необходимый нормативный документ и правильно использовать его положения	Не всегда готов к самостоятельному использованию нормативных документов в профессиональной деятельности	Полностью владеет навыками поиска необходимых нормативных документов и их самостоятельного использования в профессиональной деятельности

Приложение Г
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля **«Метрология, стандартизация и технические измерения»**

Направление (специальность) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника,

Формы обучения очная

Курс 2 Семестр 4

Всего часов: 108, лекций 18, практ. зан. –, лаб. раб. 36, СРС 54

Обеспечивающая кафедра ФТТМ институт ИЭИС

Таблица Г.1 - Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1 Сергеев А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для вузов (бакалавриат) / А.Г.Сергеев, В.В.Терегеев; Владимир. гос. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2014. – 838 с. (2010. – 820 с.).	17	
2 Метрология и радиоизмерения: учеб. для вузов/ В.И.Нефедов, А.С.Сигов, В.К.Битюков [и др].; под ред. В.И.Нефедова. – 2-е издание, перераб. – М.: Высшая школа, 2006 (2003). – 526 с.	21	
3 Эрастов В.Е. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для вузов / В.Е.Эрастов. - М.: Форум, 2010. - 204 с.	5	
4 Колчков В.И. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. для вузов / В.И.Колчков. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум: Инфра-М, 2015. – 431 с.	5	
Учебно-методические издания		
1 Рабочая программа дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» /Авт.-сост. Г. В.Гудков; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – В.Новгород, 2017. – 21 с.		
2 Метрология, стандартизация, технические измерения: Методические указания к лабораторным работам / Сост. Г.В.Гудков; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2012. - 75 с.		

Таблица Г.2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии	http://www.gost.ru	
Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений	http://www.fundmetrology.ru	
Официальный сайт ФГУП «Стандартинформ»	http://www.gostinfo.ru	
Сайт «Метрология. Метрологическое обеспечение производства»	http://www.metrob.ru	
Официальный сайт Международной организации по стандартизации (ИСО)	http://www.iso.org/iso/ru	
Адрес на портале НовГУ, где выставлены методические указания к лабораторным работам	http://www.novsu.ru/study/umk/university/MCTI	

Таблица Г.3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библиот. НовГУ	Наличие в ЭБС
1 Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: учеб. пособие для вузов / В.Н.Кайнова [и др.]; под общ. ред. В.Н.Кайновой. - СПб.: Лань, 2015. – 367с.	2	
2 Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 432 с.: ил.	13	
3 Яблонский О.П. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: учебник / О.П.Яблонский, В.А.Иванова. – 2-е изд., доп. и перераб. – Ростов н / Д: Феникс, 2010 (2004). – 475 с.	2	

Действительно для учебного года _____ / _____

Зав. кафедрой _____
подпись И.О.Фамилия

_____ 20..... г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ: _____
должность подпись расшифровка