

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
социальным вопросам

_____ А.А. ХМЫЛЬ

«24» _04_ 2014 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в магистратуру по специальности
1-38 80 01 «Приборостроение, метрология
и информационно-измерительные приборы и системы»

Минск 2014

Программа составлена на основании типовых учебных программ дисциплин «Теоретическая метрология», «Метрологическое обеспечение», «Методы и средства измерений» специальности 1-54 01 04 «Метрологическое обеспечение информационных систем и сетей»..

СОСТАВИТЕЛИ:

А.П. Белошицкий, канд. техн. наук, доцент кафедры метрологии и стандартизации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

В.И. Кириллов, доктор техн. наук, профессор кафедры метрологии и стандартизации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

А.М. Кострикин, канд. техн. наук, доцент кафедры метрологии и стандартизации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»;

С.В. Ляльков, канд. техн. наук, доцент кафедры метрологии и стандартизации учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой метрологии и стандартизации Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 17 от 24.04.2014)

Зав. кафедрой МиС

А.Л. Гурский

Раздел 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ, ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕТРОЛОГИЯ

Тема 1.1 ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ. ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Физическая величина, ее качественные и количественные характеристики. Шкалы измерений. Единица физической величины.

Принципы образования системы единиц физических величин. Международная система единиц СИ.

Тема 1.2 ИЗМЕРЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ

Понятие измерения. Основные операции измерения. Элементы процесса измерений: задача измерения, объект измерения, субъект измерения, математическая модель измерения, измеряемая величина, измерительный сигнал, принцип измерений, методы измерений (непосредственной оценки и сравнения), средство измерений, условия измерения, результат измерения, алгоритм обработки измерительной информации.

Основные этапы измерений. Классификация измерений.

Тема 1.3 ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Истинное и действительное значение физической величины. Погрешности результата и средства измерения. Классификация погрешностей измерений.

Принципы оценивания погрешностей. Математические модели и характеристики погрешностей.

Точность, достоверность, правильность и сходимость измерений. Случайные и грубые погрешности.

Грубые погрешности и методы их исключения.

Систематические погрешности. Способы обнаружения и оценки систематических погрешностей. Способы уменьшения систематических погрешностей.

Тема 1.4 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Обработка исправленных результатов прямых равнорассеянных наблюдений. Обработка результатов косвенных измерений. Критерий грубых и ничтожных погрешностей.

Суммирование неисключенных систематических погрешностей. Суммирование случайных погрешностей. Суммирование неисключенной систематической и случайной погрешности. Оценка погрешностей измерений с однократными наблюдениями.

Тема 1.5 ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ. ВЫРАЖЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Показатели точности и формы представления результатов измерений. Основные количественные выражения неопределенности измерений – стандартная неопределенность, суммарная стандартная неопределенность, расширенная неопределенность.

Тема 1.6 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Понятие о средстве измерений. Статические характеристики и параметры средств измерений. Динамические характеристики и параметры средств измерений.

Классификация средств измерений. Структурные схемы приборов прямого преобразования и уравнивающего преобразования.

Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.

Принципы выбора и нормирования метрологических характеристик средств измерений. Комплексы нормируемых метрологических характеристик средств измерений и критерии их рациональности.

Классы точности средств измерений.

Тема 1.7 ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Закон РБ об обеспечении единства измерений, его содержание и основные положения. Классификация и основное содержание нормативных документов, устанавливающих требования к единицам физических величин, их воспроизведению и передаче.

Закон РБ о техническом нормировании и стандартизации. Принципы осуществления государственного надзора за выполнением стандартов. Ответственность за нарушение правил по стандартизации.

Стадии разработки стандарта. Требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандарта, ТУ, их общие и отличительные признаки.

Тема 1.8 ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Система обеспечения единства измерений (СОЕИ) Республики Беларусь. Цели и задачи СОЕИ, функциональная и организационная структуры, их основное содержание.

Государственная метрологическая служба (ГМС), ее структура, состав, функции и полномочия.

Раздел 2 МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Тема 2.1 ЭТАЛОННАЯ БАЗА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Деятельность Госстандарта и его органов по созданию, хранению, исследованию и применению эталонов. Виды эталонов: первичный, межгосударственный, национальный и исходный (вторичный). Порядок разработки и утверждения эталонов. Нормативная документация, регламентирующая правовой режим эталонов, процедура утверждения, правила хранения и применения.

Поверочные схемы. Назначение, виды поверочных схем (локальные, отраслевые и государственные).

Стандартные образцы (СО) состава и свойств веществ (материалов). Назначение и классификация: СО состава и СО свойства вещества (материала). Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ / материалов (ГССО). Порядок разработки, утверждения, учета и применения СО.

Тема 2.2 МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ КОМИССИИ СТАНДАРТНЫХ СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ, ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ

Назначение, основные задачи и объекты деятельности межотраслевых комиссий (МОК) стандартных справочных данных. Категории справочных данных: стандартные, рекомендуемые, информационные, их особенности и области применения.

Основные требования к содержанию и оформлению документации на выдачу аттестата константы состава и свойства материала.

Назначение, основные задачи и объекты деятельности МОК времени и частоты. Эталонные сигналы времени и частоты, их характеристики.

Тема 2.3 ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Поверка средств измерений. Виды поверки. Нормативные документы, определяющие процедуры поверки средств измерений. Методики поверки средств измерений (МП). Нормативные документы, определяющие содержание и структуру построения МП.

Принципы построения методики поверки. Основные разделы МП и их содержание.

Метрологическая аттестация (МА) средств измерений. Основные этапы проведения МА СИ. Программа и методики проведения МА СИ.

Калибровка СИ. Порядок проведения калибровки. Разработка методики калибровки.

Государственные испытания средств измерений СИ.

Организация и порядок проведения госиспытаний. Программа испытаний, порядок ее разработки и согласования.

Методики выполнения измерений (МВИ). Основные разделы МВИ и их содержание. Аттестация и экспертиза МВИ. Метрологический надзор за МВИ.

Тема 2.4 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЗОР И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Цели и задачи Государственного метрологического контроля (ГМК). Объекты ГМК.

Функции Госстандарта в части обеспечения ГМК. Основные виды работ по ГМК. Перечень контролируемых видов метрологической деятельности. Классификация процедур ГМК. Содержание работ в рамках каждой классифицируемой процедуры (группы).

Государственный и ведомственный метрологический контроль предприятия. Формы проведения по времени и содержанию. Особенности проверки состояния метрологического обеспечения (МО) на предприятии для разных этапов производственного процесса.

Тема 2.5 МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Цели и задачи метрологической экспертизы (МЭ) технической документации (ТД) на разных этапах жизненного цикла продукции.

Содержание МЭ для разных видов технической документации: техническое задание (ТЗ) на разработку продукции, ТЗ на разработку СИ, технические условия (ТУ), программа и методика испытаний, инструкция (руководство) по эксплуатации, карта технологического процесса, операционная карта, технологическая инструкция, извещение об изменениях, отчеты о НИР.

Тема 2.6 СИСТЕМА АККРЕДИТАЦИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Общие сведения о Системе аккредитации (СА) Республики Беларусь. Основные структурные компоненты СА РБ и требования к ним. Общие требования к аккредитации поверочных, калибровочных и испытательных лабораторий (ПКИЛ). Оценка компетентности ПКИЛ. Эксперты по аттестации ПКИЛ; требования, права, обязанности и ответственность, порядок аттестации экспертов.

Тема 2.7 БАЗЫ ДАННЫХ В МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТАХ

Основные понятия в области базы данных. Классификация баз данных. организация представления данных в файлах.

Основные этапы проектирования. Создание базы данных. Создание баз данных средств измерений на основе редактора баз данных Microsoft Access.

Управление базой данных. Представление информации пользователю базой данных.

Тема 2.8 ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Основы построения измерительно-вычислительных комплексов. Особенности применения ЭВМ в ИВК. Магистрально-модульный принцип организации средств измерений. Измерительная система с применением приборного интерфейса. Один из возможных вариантов организации компьютерно-измерительной системы.

Тема 2.9 КОМПЬЮТЕРНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Основные концепции построения компьютерно-измерительных систем. Обобщенная структурная схема компьютерно-измерительной системы (КИС). КИС с программируемой архитектурой. Программное обеспечение компьютерно-измерительных систем.

Элементы компьютерно-измерительных систем. Программное обеспечение компьютерно-измерительных систем. Уровни программного обеспечения и их структура. Операционная система. Алгоритмическая реализация методики выполнения измерений

Тема 2.10 ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМ И СЕТЕЙ

Измерение световых показателей ТВ изображений. Измерение растровых показателей ТВ изображений. Методы измерения отношения сигнал/шум и сигнал/помеха.

Измерение характеристик и параметров каналов передачи ТВ сигнала: способы измерения частотных (АЧХ, ФЧХ и ГВЗ) и временных (ПХ, ИХ) характеристик канала «видео-видео» (видеотракта). Методы измерения.

Измерение характеристик радиоканала телевизионного приемника.

Измерение основных параметров распределительных сетей кабельного телевидения.

Тема 2.11 РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ (ИЗМЕРЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КООРДИНАТ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ)

Классификация радиотехнических систем по типу информационного сообщения. Принципы измерений координат объектов в радиолокационных и радионавигационных системах. Способы определения местоположения на плоскости и в пространстве.

Методы измерения дальности. Факторы, влияющие на точность измерений. Методы повышения точности измерения дальности. Методы измерения угловых координат.

Раздел 3 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Тема 3.1 ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛОВ

Измерение тока и напряжения. Измерение тока и напряжения электромеханическими приборами. Измерение тока и напряжения на радиочастотах. Измерение напряжения электронными аналоговыми вольтметрами. Измерение напряжения электронными цифровыми вольтметрами.

Измерение мощности. Измерение поглощаемой мощности на высоких и сверхвысоких частотах.

Измерение частоты и интервалов времени. Цифровые частотомеры.

Измерение фазовых параметров. Цифровые фазометры.

Исследование формы, спектра и нелинейных искажений электрических сигналов. Электронно-лучевые осциллографы. Универсальные осциллографы. Скоростные, стробоскопические и запоминающие осциллографы. Осциллографические измерения.

Анализ спектра сигналов. Измерение параметров модуляции. Измерение коэффициента амплитудной модуляции и девиации частоты. Измерение нелинейных искажений.

Тема 3.2 ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Измерительные генераторы. Измерительные генераторы гармонических сигналов. Измерительные генераторы импульсов и специальной формы.

Измерение параметров двухполюсников. Электронные омметры. Мостовые измерители. Резонансные измерители. Измерение параметров четырехполюсников. Измерители амплитудно-частотных, фазо-частотных и амплитудных характеристик.

Тема 3.3 СТАТИСТИЧЕСКИЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Измерение характеристик случайных сигналов. Измерение среднего значения, средней мощности и дисперсии стационарных эргодических сигналов. Анализ распределения вероятностей этих сигналов. Измерение корреляционных функций.

Измерители напряженности поля и измерительные приемники. Индикаторы поля. Измерение психофотометрического напряжения помех.

Тема 3.4 ИЗМЕРЕНИЯ В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ

Измерение параметров и характеристик излучающих и приемных преобразователей и устройств

Измерение параметров и характеристик оптических волокон (ОВ) и оптических кабелей (ОК).

Метод обратного рассеяния. Оптический рефлектометр. Измерение уровней оптических сигналов и затухания ОВ и ОК.

Тема 3.5 ИЗМЕРЕНИЯ В ДИАПАЗОНАХ СВЕРХВЫСОКИХ И КРАЙНЕВЫСОКИХ ЧАСТОТ

Обобщенная структурно-функциональная схема измерителя (анализатора) параметров СВЧ и КВЧ цепей.

Основные функциональные блоки средств измерений СВЧ и КВЧ диапазонов и особенности их технической реализации в этих диапазонах. Методы и средства измерений СВЧ и КВЧ диапазонов.

Измерения параметров и характеристик СВЧ цепей во временной области.

Тема 3.6 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ТЕСТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СХЕМ И МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

Логический анализ. Анализаторы логических состояний. Анализаторы логических временных диаграмм. Принцип формирования сигнатуры. Сигнатурные анализаторы. Сигнатурный анализ.

Тема 3.7 ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Структурные схемы информационно-измерительных систем (ИИС). Информационные характеристики ИИС. Основные узлы ИИС. Организация обмена данными в ИИС. Помехоустойчивость в ИИС. Избыточность и методы ее уменьшения. Защита ИИС от помех. ИИС ближнего действия. Системы телеконтроля и телеизмерения. Системы технической диагностики. Измерительно-вычислительные комплексы. Точностные характеристики ИИС. Нормируемые метрологические характеристики ИИС.

ЛИТЕРАТУРА

К разделу 1

1 Сергеев, А. Г. Метрология : учеб. пособие для вузов / А. Г. Сергеев, В. В. Крохин – М. : Логос, 2001.

2 Тюрин, Н. И. Введение в метрологию : учеб. пособие / Н. И. Тюрин. – М. : Изд-во стандартов, 1985.

3 Кострикин, А. М. Теоретическая метрология: учеб. пособие для студ. спец. Т. 13.01 «Метрология, стандартизация и сертификация». В 3 ч. Ч.1 – Ч.3. – Минск : БГУИР, 1999.

4 Маркин, Н. С., Ершов В.С. Метрология. Введение в специальность. - М.: Изд-во стандартов, 1991.

5 Основные термины и определения в области метрологии. Словарь-справочник/ Под ред. Ю.В. Тарбеева. - М.: Изд-во стандартов, 1989.

6 Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб. В 2 кн. - М.: Изд-во стандартов, 1990.

7 Сена, Л. А. Единицы физических величин и их размерности: Учебно-справочное руководство. - М.: Наука, 1988.

8 Шишкин И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством: учеб. пособие для вузов. М. : Изд-во стандартов, 1990.

9 Новицкий, П. В. Оценка погрешностей результатов измерений / П. В. Новицкий, И. А. Зограф. – Л. : Энергоиздат, 1985.

10 Елизаров, А. С. Электрорадиоизмерения : учебник для вузов / А. С. Елизаров. – Минск : Выш. шк., 1986.

11 РМГ 29-99. Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.

12 СТБ 8000-2000. Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Основные положения.

13 ГОСТ 8.010-99 Методики выполнения измерений. Основные положения.

14 МИ 2174-91 ГСИ Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения.

15 Закон Республики Беларусь «О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» (№ 163-3 от 20.07.2006).

16 Закон Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации» (№ 262-3 от 05.01.2004).

17 Закон Республики Беларусь «Об оценке соответствия требованиям технических правовых актов в области технического нормирования и стандартизации» (№ 269-3 от 05.01.2004).

18 Сергеев, А.Г. Метрология и метрологическое обеспечение : учеб. пособие / А.Г. Сергеев. – М. : Высш. образование, 2008. – 575 с.

19 Основные термины метрологии : русско-белорусский словарь-справочник / Ю.М. Плескачевский [и др.]. – Минск : БелГИМ, 2007. – 256 с.

20 Международный документ МД№2 МОЗМ. Узаконенные единицы измерений, 2007.

21 ГОСТ 8.417-2002. Единицы величин.

22 МИ 2091-90. Рекомендация. Измерение физических величин. Общие требования.

К разделу 2

1 Метрологическое обеспечение : учеб. пособие. В 4 ч. – Минск : БГУИР : Ч. 1 / В. И. Кириллов, 2003. – 85 с. ; Ч. 2 / В. И. Кириллов, Л. Е. Астафьева, 2004. – 87 с. ; Ч. 3 / В. И. Кириллов, Л. Е. Астафьева, 2005. – 89 с. ; Ч. 4 / В. И. Кириллов, Л. Е. Астафьева, 2006. – 81 с.

2 Кириллов, В. И. Метрологическое обеспечение технических систем : учеб. пособие / В. И. Кириллов В. И.. – Минск : Ноаове Знание ; М. : Инфра-М, 2013. – 424 с. Дополнительный материал [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа : <http://www.znanium.com>

- 3 Рейх, Н. Н. Метрологическое обеспечение производства / Н. Н. Рейх, А. А. Тупиченков, В. Г. Цейтлин – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 248 с.
- 4 Конюхов, А. Г. Метрологическое обеспечение в приборостроении. Аспекты управления / А. Г. Конюхов – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 208 с.
- 5 Артемьев, Б. Г. Поверка и калибровка средств измерений / Б. Г. Артемьев, Ю. Э. Лукашов. – М. : ФГУП «Стандартинформ», 2006. – 408 с.
- 6 Крылова, Г. Д. Основы стандартизации, сертификации и метрологии / Г. Д. Крылова. – М. : Аудит, Юнити, 1998. – 479 с.
- 7 Шишкин, И. Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством : учебник для вузов / И. Ф. Шишкин ; под ред. акад. Н. С. Соломенко. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 342 с.
- 8 Федоров, А. М. Метрологическое обеспечение электронных средств измерений электрических величин : справ. книга / А. М. Федоров, Н. Я. Цыган, В. И. Мичурин. – Л. : Энергоатомиздат, 1988. – 208 с.
- 9 Автоматизация метрологического обслуживания средств измерений промышленного предприятия ; под ред. В. У. Игнаткина. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 280 с.
- 10 Селиванов, М. Н. Качество измерений : метрологическая справочная книга / М. Н. Селиванов, А. Э. Фридман, Ж. В. Кудряшова. – Л. : Лениздат, 1987. – 295 с.
- 11 Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники / Г. П. Богданов [и др.] – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 240 с.
- 12 Метрологическое обеспечение эксплуатации вооружения и военной техники : учебник / Дорохов А. Н. [и др.]. – СПб. : Изд-во ВИКУ им. А. Ф. Можайского, 1999. – 510 с.
- 13 СТБ 8002-93 Эталоны единиц физических величин. Порядок разработки, утверждения, хранения и применения.
- 14 СТБ 8005-2000 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Стандартные образцы. Основные положения.
- 15 ГОСТ 8.566-99 Межгосударственная система данных о физических константах и свойствах веществ и материалов. Основные положения.
- 16 ГОСТ 8.567-99 Измерения времени и частоты. Термины и определения.
- 17 ТКП 8.003-2011 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений. Правила проведения работ.
- 18 СТБ 8004-93 Метрологическая аттестация средств измерений. Основные положения.
- 19 ТКП 8014-2012 Калибровка средств измерений. Правила проведения работ.
- 20 СТБ 8001-93 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Государственные испытания средств измерений. Основные положения. Организация и порядок проведения.
- 21 Правила по межгосударственной стандартизации ПМГ06-2001. Порядок признания результатов испытаний и утверждения типа, поверки, метрологической аттестации средств измерений.

22 СТБ 50.0-2001 Основные положения системы аккредитации Республики Беларусь.

23 СТБ 941.3-93. Общие требования к оценке технической компетенции поверочных и испытательных лабораторий, аккредитации поверочных и испытательных лабораторий.

24 СТБ 941.5-96 Система аккредитации поверочных и испытательных лабораторий. Эксперты по аттестации поверочных и испытательных лабораторий, аккредитации поверочных и испытательных лабораторий.

25 СТБ 941.6-2000 Межлабораторные сличения. Требования к программам, порядок их реализации.

26 СТБ ИСО/МЭК 1725-2001 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

27 СТБ 8006-95 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Государственный метрологический надзор и метрологический контроль. Основные положения.

К разделу 3

1 Сергеев, Н. П. Метрология, стандартизация и технические измерения в радиоэлектронике : учеб. пособие / Н. П. Сергеев. – М. : МАТИ. – 2008. – 360 с.

2 Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учеб. пособие / под общей ред. Б. Н. Тихонова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007.

3 Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Б. В. Дворяшин. – М. : Издательский центр «Академия», 2005.

4 Метрология, стандартизация и измерения в технике связи : учеб. пособие для вузов ; под ред. Б.П. Хромого. – М. : Радио и связь, 1986. – 423с.

5 Волоконно-оптические системы передачи : учебник для вузов / М. М. Бутусов [и др.] ; под ред. В. Н. Гомзина, – М. : Радио и связь, 1992.

6 Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебник для вузов / А. С. Сигов [и др.] ; под ред. В. И. Нефедова и А. С. Сигова. – 3-е издание перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2005.

7 Елизаров, А. С. Электрорадиоизмерения : учебник для вузов / А. С. Елизаров. – Минск : Выш. шк., 1986.

8 Мирский, Г. Я. Электронные измерения. – 4-е издание перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1986.

9 Нефедов, В. И. Метрология и радиоизмерения : учебник для вузов / В. И. Нефедов [и др.] ; под ред. проф. В. И. Нефедова. – М. : Высш. шк., 2003.

10 Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебник для вузов / В. И. Нефедов [и др.] / под ред. В. И. Нефедова. – М : Высш. шк., 2001.

11 Раниев, Г. Г. Методы и средства измерений / Г. Г. Ратнев, А. П. Тарасенко. – М. : Издательский центр «Академия», 2003.

12 Электрорадиоизмерения / В. И. Нефедов [и др.] ; под ред. А. С. Сигова. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2003.

13 Ратхор, Т. С. Цифровые измерения. Методы и схемотехника. – М. : Техносфера, 2004.

14 Гусинский, А. В. Векторные анализаторы цепей миллиметровых волн : монография. В 3 ч. / А. В. Гусинский, А. М. Кострикин, Г. А. Шаров. – Минск : БГУИР. – Ч. 1 : Основные понятия и представления теории преобразования сигналов и спектрального анализа, 2004 ; Ч. 2 : Анализ СВЧ цепей, 2005 ; Ч.3. В 2 кн. : Принципы построения и анализ схем векторных анализаторов цепей, 2008.

15 Скляр, О. К. Современные волоконно-оптические системы передачи. Аппаратура и элементы / О. К. Скляр. – М. : СОЛОН-Р, 2001.

16 Оптические системы передачи : учебник для вузов / Б. В. Скворцов [и др.] ; под ред. В. И. Иванова. – М. : РиС, 1994.

17 Белошицкий, А. П. Метрология и измерения. Измерение параметров цепей с распределенными постоянными : учебно-метод. пособие / А. П. Белошицкий, А. В. Гусинский, А. М. Кострикин. – Минск : БГУИР, 1996.

18 Гришукевич, И. Е. Информационно-измерительные системы : учебно-метод. пособие / И. Е. Гришукевич, А. В. Гусинский, С. В. Ляльков. – Минск : БГУИР, 1995.

19 Метрология и измерения : учебно-метод. пособие для инд. работы студ. / Белошицкий А. П. [и др.] ; под общ. ред. С. В. Лялькова. – Минск : БГУИР, 1999.

20 Измерения в электронике. Справочник ; под ред. В. А. Кузнецова. – М. : Энергоатомиздат, 1987.

21 Мейзда, Ф. Электронные измерительные приборы и методы измерений / Ф. Мейзда. – М. : Мир, 1990.

22 Исследование объектов с помощью пикосекундных импульсов ; под ред. Г. В. Глебовича. – М. : Радио и связь, 1984.

23 Метрологическое обеспечение систем передачи ; под ред. проф. Б. Н. Хромого. – М. : Радио и связь, 1991.

24 Основы метрологии и электрические измерения : учебник для вузов ; под ред. Е. М. Душина. – Л. : Энергоатомиздат, 1987.