

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Наименование образовательной программы: Радионавигационные системы и комплексы

Уровень образования: высшее образование - специалитет

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТРОЛОГИЯ И РАДИОИЗМЕРЕНИЯ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Обязательная |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.О.22 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 5 семестр - 5; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 180 часов |
| Лекции | 5 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 5 семестр - 16 часов; |
| Лабораторные работы | 5 семестр - 16 часов; |
| Консультации | 5 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 5 семестр - 113,5 часов; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: | |
| Тестирование | |
| Отчет | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 5 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Крутских В.В. |
| | Идентификатор | R49539849-KrutskiKhVV-f1575360 |

В.В. Крутских

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Сизякова А.Ю. |
| | Идентификатор | R4eb30863-SiziakovaAY-83831ea7 |

А.Ю. Сизякова

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Куликов Р.С. |
| | Идентификатор | R7ef0b374-KulikovRS-e851162c |

Р.С. Куликов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Целью освоения дисциплины является получение знаний в области метрологического обеспечения, технических измерений и стандартизации, автоматизации измерений применительно к задачам разработки, производства и эксплуатации радиотехнических средств

Задачи дисциплины

- Овладение методами и средствами измерения параметров и характеристик цепей, сигналов при разработке, производстве и эксплуатации радиотехнических средств;
- Изучение принципов действия, технических и метрологических характеристик средств измерений;
- Изучение современных методов и приобретение навыков обработки результатов измерений, оценки погрешности измерений..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|---|--|---|
| ОПК-4 Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных | ИД-1 _{ОПК-4} Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований | знать: - Номенклатуру и рабочие параметры средств измерений; - Функциональную структуру средств измерений; - Методики оценки погрешности измерения. уметь: - Проводить измерения средством измерения; - Проводить расчет погрешностей при однократных и многократных измерениях; - Оформлять результаты измерений. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Радионавигационные системы и комплексы (далее – ОПОП), направления подготовки 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, уровень образования: высшее образование - специалитет.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы теории цепей (теорию электрических цепей)
- знать физика
- знать математика раздел мат статистика
- уметь рассчитывать элементарные схемы
- уметь использовать математический аппарат
- уметь проводить поиск в сети интернет

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Теоретическая метрология. | 62 | 5 | 10 | 4 | 12 | - | - | - | - | - | 36 | - | <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Теоретическая метрология."</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Теоретическая метрология." материалу. "Прямые измерения. Измерения напряжения, тока и сопротивления. Мультиметр."</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Теоретическая метрология." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях Л1: 13.1, 13.3. Л1: 3.3, 3.7. Л.2: Ч.1 Гл. 4. Л.2: Ч.2 3.1. Л1: Гл. 2. Л2: Ч1, Гл. 2, 3,5.</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Теоретическая метрология." Л1: 1.1, 1.2, 3.1- 3.2.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 15-120</p> |
| 1.1 | Теоретическая метрология. | 62 | | 10 | 4 | 12 | - | - | - | - | - | 36 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | | [2], 10-50 [3], стр. 392-405 [4], стр. 5-50 [5], стр. 2-31 |
| 2 | Средства измерений | 52 | 16 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | 24 | - | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> |
| 2.1 | Средства измерений | 52 | 16 | 8 | 4 | - | - | - | - | - | 24 | - | - | Повторение материала по разделу "Раздел 2. Средства измерений" <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Раздел 2. Средства измерений" материалу. л/р 2 Совместные измерения, л/р 3 Осциллографические и спектральные измерения. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Проработка лекции, разбор задач семинара <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Раздел 2. Средства измерений" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 200-251,280-311 [3], стр. 152-207,258-293,337-358 [4], 60-205 [5], стр. 32-40 [6], стр. 1-50 |
| 3 | Промышленные измерения. | 30 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | 20 | - | - | <u>Подготовка к текущему контролю:</u> |
| 3.1 | Промышленные измерения. | 30 | 6 | 4 | - | - | - | - | - | - | 20 | - | - | Повторение материала по разделу "Промышленные измерения." <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------|-------|----|----|----|---|---|---|---|-----|----|-------|--|
| | | | | | | | | | | | | | разделе "Промышленные измерения." материалу. л/р 5 Осциллографические и спектральные измерения. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Промышленные измерения." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 417-429 [3], стр. 392-405 [4], стр. 290-299 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 180.0 | 32 | 16 | 16 | - | 2 | - | - | 0.5 | 80 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 180.0 | 32 | 16 | 16 | | 2 | | - | 0.5 | | 113.5 | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Теоретическая метрология.

1.1. Теоретическая метрология.

Введение. Нормативное обеспечение метрологии. Законодательные акты в области метрологии. Классификация погрешностей. Прямые однократные и многократные измерения. Обратные и косвенные измерения. Совместные и совокупные измерения. Методические погрешности. Методы уменьшения погрешностей.

2. Средства измерений

2.1. Средства измерений

Классификация СИ. Структура измерительных приборов. Методы измерения и их погрешности. Измерение напряжения и тока. Измерение частоты и фазы. Измерение напряжения и тока. Измерение параметров цепей. Высокочастотные измерения. Датчики и преобразователи. Включение в цепи и их погрешности.

3. Промышленные измерения.

3.1. Промышленные измерения.

Планирование измерений. Составление методик. Подбор оборудования. Структурные схемы ИК. алгоритмы работы. Оценка погрешностей..

3.3. Темы практических занятий

1. 8.Контроль. КМ-6 Тест 4 "" "Расчет погрешностей";
2. 6.Измерение временных характеристик сигналов;
3. 5.Многократные измерения;
4. 4.Случайные погрешности. Расчет случайных погрешностей;
5. 3.Погрешности косвенных однократных измерений;
6. 2.Методические погрешности прямых измерений;
7. 1.Инструментальная погрешности прямых однократных измерений.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1. Прямые измерения. Измерения напряжения, тока и сопротивления. Мультиметр.;
2. Лабораторная работа №2. Совместные измерения;
3. Лабораторная работа №3.Оциллографические и спектральные измерения;
4. Лабораторная работа №4.Комплексные автоматизированные измерения (измерение АЧХ) очно / Измеритель доброности (дистанционно).

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|-----------------------|---|---|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| Знать: | | | | | |
| Методики оценки погрешности измерения | ИД-1 _{ОПК-4} | + | | | Тестирование/КМ-1 Тест "Теоретическая метрология" |
| Функциональную структуру средств измерений | ИД-1 _{ОПК-4} | | | + | Тестирование/КМ-8 Тест 3 "Экспериментальные исследования и промышленные измерения" |
| Номенклатуру и рабочие параметры средств измерений | ИД-1 _{ОПК-4} | | + | | Тестирование/КМ-4 Тест 2 "Принципы построения измерительных приборов" |
| Уметь: | | | | | |
| Оформлять результаты измерений | ИД-1 _{ОПК-4} | + | | | Отчет/КМ-2 Лабораторная работа № 1. Отчет/КМ-7 Лабораторная работа № 4 |
| Проводить расчет погрешностей при однократных и многократных измерениях | ИД-1 _{ОПК-4} | + | | | Отчет/КМ-3 Лабораторная работа № 2. Отчет/КМ-5 Лабораторная работа № 3. /КМ-6 Тест 4 "Расчет погрешностей" Отчет/КМ-7 Лабораторная работа № 4 |
| Проводить измерения средством измерения | ИД-1 _{ОПК-4} | | + | | Отчет/КМ-2 Лабораторная работа № 1. Отчет/КМ-5 Лабораторная работа № 3. |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Защита задания

1. КМ-2 Лабораторная работа № 1. (Отчет)
2. КМ-3 Лабораторная работа № 2. (Отчет)
3. КМ-5 Лабораторная работа № 3. (Отчет)
4. КМ-7 Лабораторная работа № 4 (Отчет)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-1 Тест "Теоретическая метрология" (Тестирование)
2. КМ-4 Тест 2 "Принципы построения измерительных приборов" (Тестирование)
3. КМ-6 Тест 4 "Расчет погрешностей" ()
4. КМ-8 Тест 3 "Экспериментальные исследования и промышленные измерения" (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. И. В. Лютиков, А. Н. Фомин, В. А. Леусенко, Д. С. Викторов, А. А. Филонов- "Метрология и радиоизмерения", Издательство: "Сибирский федеральный университет (СФУ)", Красноярск, 2016 - (508 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497346>;
2. Дворяшин, Б. В. Погрешности измерений и их оценки : Учебное пособие по курсам "Основы метрологии и радиоизмерения", "Автоматизированные радиоизмерения и основы метрологии" / Б. В. Дворяшин, А. И. Каретко , В. Л. Скачков ; Ред. А. И. Каретко ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1992 . – 72 : 2.00 .;
3. Метрология, стандартизация и измерения в технике связи : учебное пособие для вузов по специальностям: "Автоматическая электросвязь, "Радиосвязь и радиовещание", "Многоканальная электросвязь" / Ред. Б. П. Хромой . – М. : Радио и связь, 1986 . – 424 с.;
4. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения : учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" / Б. В. Дворяшин . – М. : Академия, 2005 . – 304 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 5-7695-2058-2 .;

5. Дворяшин, Б. В. Метрология и радиоизмерения. Сборник задач : учебное пособие по курсу "Метрология и радиоизмерения" по направлению "Радиотехника" / Б. В. Дворяшин, А. И. Каретко , В. Л. Скачков , Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 48 с. - ISBN 5-7046-1258-X .;

6. Крутских, В. В. Метрологии и радиоизмерения. Лабораторные работы № 1-4 : лабораторный практикум по курсам "Метрология, стандартизация и технические измерения" по направлению "Радиотехника" и "Биотехнические системы и технологии" / В. В. Крутских, В. Л. Скачков , Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 50 с. - ISBN 978-5-7046-2002-0 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10287>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Notepad++;
6. SmathStudio.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|---|--|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | А-400, Учебная аудитория "А" | парта, стул, доска меловая, экран интерактивный, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники | стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический , стенд учебный |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и | стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, |

| | | |
|--|---|---|
| | медицинской электроники | экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический , стенд учебный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Е-802/2, Учебная лаборатория Радиоизмерений и медицинской электроники | стол, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, верстак электротехнический , стенд учебный |
| Помещения для самостоятельной работы | НТБ-201, Компьютерный читальный зал | стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер |
| Помещения для консультирования | Е-817, Преподавательская | стол, стул, шкаф, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска пробковая, компьютер персональный, принтер |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Е-822, Архив | стеллаж для хранения книг, вешалка для одежды, холодильник, хозяйственный инвентарь |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология и радиоизмерения

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1 Тест "Теоретическая метрология" (Тестирование)
- КМ-2 КМ-2 Лабораторная работа № 1. (Отчет)
- КМ-3 КМ-3 Лабораторная работа № 2. (Отчет)
- КМ-4 КМ-4 Тест 2 "Принципы построения измерительных приборов" (Тестирование)
- КМ-5 КМ-5 Лабораторная работа № 3. (Отчет)
- КМ-6 КМ-6 Тест 4 "Расчет погрешностей"
- КМ-7 КМ-7 Лабораторная работа № 4 (Отчет)
- КМ-8 КМ-8 Тест 3 "Экспериментальные исследования и промышленные измерения" (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 | КМ-6 | КМ-7 | КМ-8 |
|---------------|---------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 5 | 9 | 12 | 13 | 15 | 16 | 16 |
| 1 | Теоретическая метрология. | | | | | | | | | |
| 1.1 | Теоретическая метрология. | | + | + | + | | + | + | + | |
| 2 | Средства измерений | | | | | | | | | |
| 2.1 | Средства измерений | | | + | | + | + | | | |
| 3 | Промышленные измерения. | | | | | | | | | |
| 3.1 | Промышленные измерения. | | | | | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 15 | 10 | 10 | 15 | 10 | 20 | 10 | 10 |