

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Ректора
Дата подписания: 11.06.2025 11:10:29
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

«16» сентября 2022 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология и электрорадиоизмерения»

Направление подготовки – 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
Направленность (профиль) – «Проектирование и эксплуатация ИТ-инфраструктуры»
(очно-заочная форма обучения)

Москва 2022 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ОПК-4	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения подкомпетенций
ОПК-4 Способен участвовать в разработке стандартов, норм и правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	ОПК-4.МЭРИ Способен выполнять измерительные эксперименты, анализировать и верно интерпретировать полученные результаты, формировать отчеты о проделанной работе согласно действующим метрологическим стандартам, нормам и правилам	Знания основных понятий теории измерений, классификаций погрешностей средств измерений и самих измерений, принципы функционирования средств электроизмерений, правил составления отчетов о проделанной работе согласно действующим метрологическим стандартам, нормам и правилам. Умения рассчитывать погрешности измерений и верно интерпретировать результаты измерений. Опыт постановки, проведения измерительных экспериментов и формирования отчетов о проделанной работе согласно действующим метрологическим стандартам, нормам и правилам.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области электротехники, электроники, аналоговой техники, теории вероятностей и статистики.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	5	6	216	16	32	-	132	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
Модуль 1 Математические, физические основы теории измерений	4	-	-	8	Тестирование
Модуль 2 Классификация измерений и погрешностей	4	8	-	8	Защита лабораторных работ
Модуль 3 Обработка результатов измерений	4	12	-	12	Защита лабораторных работ
Модуль 4 Средства электрических измерений	4	12	-	16	Тестирование
					Защита лабораторных работ
					Проверка индивидуального задания по тематике лабораторных работ

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	<p>Этапы развития метрологии. Эволюция измерительных отношений; отношения эквивалентности, порядка, метрические отношения. Причины возникновения систем единиц и последствия стандартизации.</p> <p>Основные понятия и определения метрологии. Понятие физической величины. Физической величины и их системы. Истинное и действительное значение величины. Размерность. Системы</p>

			физических величин и их единиц. Международная система единиц СИ. Эталоны единиц физических величин.
	2	2	Теория измерений, основные определения, постулаты и следствия. Точность и погрешность измерений. Прецизионность и правильность. Классификация измерений и погрешностей измерений.
2	3	2	Методические погрешности: несовершенство выбранной модели объекта измерения, влияние СИ на объект измерения, несовершенство выбранного метода измерения. Результат измерения как случайная величина и функция. Непрерывные случайные величины, дискретные случайные величины. Точечные оценки. Выборочные значения оценок. Доверительный интервал и доверительная вероятность. Неравенство Чебышева.
	4	2	Многократные измерения. Обработка результатов многократных измерений при распределении случайной составляющей погрешности отличающегося от нормального. Обработка результатов многократных прямых измерений без систематической погрешности. Критерий Пирсона, класс критериев Колмогорова-Смирнова, составные критерии 1-2. Обнаружение грубых погрешностей: правило трех сигм и критерий Граббса. Проверка однородности наблюдений, критерий Фишера и Стьюдента. Систематические погрешности. Однократные измерения и инструментальные погрешности, классы точности. Методы определения систематических погрешностей и их устранения. Поправки и не исключённые СП.
3	5	2	Методы обработки результатов наблюдений при прямых статических многократных измерениях. Соотношение случайной и систематических погрешностей. Обработка результатов косвенных измерений. Разложение функций в ряд Тейлора, анализ размера остаточного члена разложения. Вычисление доверительных границ для случайной погрешности косвенного измерения. Обработка результатов совместных и совокупных измерений. Однофакторный и многофакторный эксперименты. Выбор математической модели измеряемых параметров функциональной зависимости. Регрессионный анализ, метод наименьших квадратов для совместных и совокупных измерений.
	6	2	Динамические измерения и измерительные сигналы. Отклик измерительного преобразователя на входное воздействие. Динамические характеристики СИ. Частотные характеристики СИ. Измерительные преобразователи как динамические звенья. Носители информации и их модуляция; статические, ступенчатые и импульсные уровневые сигналы; гармонические сигналы, импульсные сигналы. Преобразование сигналов. Квантование сигналов, дискретизация и восстановление сигналов (интерполяция степенными полиномами и многочленом Ньютона, кусочная аппроксимация),

			кодирование информации, частотная фильтрация сигналов, детектирование сигналов. Помехи и шумы.
4	7	2	Средства измерений. Математические модели сигналов и их теоретическая основа (функция включения, дельта функция, разложение функций в ряды Фурье, спектральное представление). Примеры разложения в ряды Фурье периодических и непериодических функций. Средства измерений. Измерительные преобразователи, меры. Метрологические характеристики ИП: делители напряжения, операционные усилители, аттенюаторы, АЦП времяимпульсного преобразования и двойного интегрирования.
	8	2	Средства измерений. Измерительные приборы последовательного преобразования и с обратной связью. Измерительные установки. Структуры измерительных установок. Устройство аналоговых и цифровых мультиметров, осциллографов, генераторов сигнала, анализаторов спектра. Средства измерений. Поверка средств измерений и нормирование метрологических характеристик. Схемы поверки

4.2. Практические занятия

Не предусмотрены

4.3. Лабораторные работы

№ модуля	дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
2		1	4	«Однократные измерения и их погрешности».
		2	4	«Поверка вольтметра». Защита ЛР1.
3		3	4	«Прямые многократные измерения». Защита ЛР2.
		4	4	«Динамические измерения». Защита ЛР3.
		5	4	«Совместные измерения». Защита ЛР4.
4		6	4	«Цифровые осциллографы. Защита ЛР5.
		7	4	«Анализ спектра сигнала». Защита ЛР6.
		8	4	Защита ЛР7.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	7	Подготовка к тестированию
	10	Изучение дополнительного материала по темам лекций
	10	Подготовка первого этапа индивидуального задания по тематике лабораторных работ
2	7	Подготовка к лабораторным работам №1-2
	10	Изучение дополнительного материала по темам лекций
	10	Подготовка второго этапа индивидуального задания по тематике лабораторных работ
3	7	Подготовка к лабораторным работам №3-5
	10	Изучение дополнительного материала по темам лекций
	10	Подготовка третьего этапа индивидуального задания по тематике лабораторных работ
4	8	Подготовка к лабораторным работам №6-7
	6	Изучение дополнительного материала по темам лекций
	7	Подготовка к тестированию
	6	Подготовка к презентации и сдаче индивидуального задания по тематике лабораторных работ

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// [URL:https://orioks.miet.ru/](https://orioks.miet.ru/)):

- Сценарий по дисциплине
- Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ
- Ссылки на литературу по всей дисциплине
- Учебно методические рекомендации обучающимся
- Презентационный материал к лекциям,
- Лабораторный практикум по курсу
- Варианты контрольных вопросов для экзамена

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Данилин А.А. Измерения в радиоэлектронике : Учеб. пособие / А.А. Данилин, Н.С. Лавренко; Под ред. А.А. Данилина. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2017. - 408 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - URL: <https://e.lanbook.com/book/89927> (дата обращения: 16.11.2020). - ISBN 978-5-8114-2238-8 .

2. Жуков В.К. Метрология. Теория измерений : Учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / В.К. Жуков. - М. : Юрайт, 2017. - 414 с. - (Университеты России). - URL: <https://urait.ru/bcode/405124> (дата обращения: 24.12.2020). - ISBN 978-5-534-03865-1
3. Основы метрологии и электрические измерения : Учебник для вузов / Под ред. Е.М. Душина. - 6-е изд., перераб. и доп. - Л. : Энергоатомиздат, 1987. - 480 с.
4. Новицкий П.В. Оценка погрешностей результатов измерений / П.В. Новицкий, И.А. Зограф. - Л. : Энергоатомиздат, 1985. - 248 с.
5. Бурдун Г.Д. Основы метрологии : Учеб. пособие для вузов по специальности "Приборы точной механики" / Г.Д. Бурдун, Б.Н. Марков. - 2-е изд., доп. - М. : Стандарты, 1975. - 335 с.

Нормативная литература

ГОСТ 7.32-2017 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Поправками) = System of standards on information, librarianship and publishing. The research report. Structure and rules of presentation : Межгосударственный стандарт : Введ. 01.07.2018 : Взамен ГОСТ 7.32-2001. - Москва : Стандартинформ, 2018. - [л.]. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157208> (дата обращения: 24.02.2021). - Текст : электронный.

Периодические издания

1. ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА : Ежемес. науч.-техн. журн. / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии; ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы" и др. - М. : Стандартинформ, 1939 - . - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/576179/info> ; <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8723.-> Режим доступа: для зарегистрированных пользователей МИЭТ
2. ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ : Международный научно-технический журнал / Издательство "Радиотехника". - М. : Радиотехника, 2003 - . Режим доступа свободный.
3. ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ. УПРАВЛЕНИЕ, КОНТРОЛЬ, ДИАГНОСТИКА : Научно-технический и производственный журнал / Издательство "Научтехлитиздат". - М. : Научтехлитиздат, 2001 - . - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7953.-> Режим доступа: для зарегистрированных пользователей МИЭТ.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE/ИЕТ Electronic Library (IEL) [Электронный ресурс] = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA ; UK, 1998-. - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения : 28.10.2020). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта «Национальная подписка»
2. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 05.11.2020); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения

компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как, онлайн тестирование, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах электронных компонентов видеосервисов:

- Лекция по случайным погрешностям - <https://www.youtube.com/watch?v=Rt2WQ2f1mQo&list=PLQG4MgcYJx66do58homJEPVml2mvSsfAZ&index=3>
- Лекция по измерениям в частотной области - <https://www.youtube.com/watch?v=GGPcFDBiuQY&list=PLQG4MgcYJx66do58homJEPVml2mvSsfAZ&index=2&t=3s>
- Лекция по классам точности СИ - <https://www.youtube.com/watch?v=qX71pHDcI8U&list=PLQG4MgcYJx66do58homJEPVml2mvSsfAZ&index=1>
- Выполнение лабораторной работы по анализу спектра сигнала (онлайн-модуль НТИ «Сенсорика») - <https://www.youtube.com/watch?v=opgAoWee1cQ&list=PLQG4MgcYJx66do58homJEPVml2mvSsfAZ&index=4>
- Выполнение лабораторной работы по динамическим измерениям - <https://www.youtube.com/watch?v=wODS0MZQBws&list=PLQG4MgcYJx66do58homJEPVml2mvSsfAZ&index=5&t=212s>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Компьютер с мультимедийным оборудованием	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Лаборатория прототипирования и тестирования ИУС	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную	7z Google Chrome Python

	информационно-образовательную среду National Instruments ELVIS National Instruments NI PXI-1033	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ОПК-4.МЭРИ Способен выполнять измерительные эксперименты, анализировать и верно интерпретировать полученные результаты, формировать отчеты о проделанной работе согласно действующим метрологическим стандартам, нормам и правилам.

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <https://orioks.miet.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

В настоящем курсе «Метрология и электрорадиоизмерения» материал представлен четырьмя модулями. В первом модуле даются основные понятия, термины и определения метрологии, рассматриваются системы физических величин и единиц, виды и методы измерений, общие сведения о средствах измерений. Во втором модуле показывается, что любые измерения сопровождаются погрешностями, даны их классификации. В третьем модуле изучаются методы обработки результатов измерений. В четвертом модуле рассматриваются основные принципы построения средств измерений.

Все модули могут быть изучены как логически-законченные темы. Теоретические знания по 2-4 модулям закрепляются при проведении соответствующих лабораторных работ. Выполнение всех лабораторных работ обязательно для получения допуска к экзамену. Выполнение каждой лабораторной работы состоит из следующих составляющих:

- подготовка к проведению лабораторной работы;
- допуск к выполнению лабораторной работы;
- выполнение лабораторной работы;
- оформление отчета по лабораторной работе;
- защита лабораторной работы.
- выполнение индивидуального практического задания на тематику лабораторных работ

Рекомендуется перед выполнением очередной лабораторной работы ознакомиться с заданием и ходом ее выполнения. «Лабораторный практикум по курсу «Метрология, стандартизация и сертификация» размещен как в библиотеке МИЭТ, так и непосредственно в лаборатории. Студент – будущий инженер, должен учиться планировать измерительный эксперимент. Поэтому лабораторный практикум не содержит прямых указаний по организации рабочего места (объединению предоставленных измерительных приборов и кабелей в измерительную установку). Рекомендуется студентам в рамках ресурсов по самостоятельной работе изыскивать возможность заранее (по согласованию с преподавателем) ознакомиться с оборудованием предстоящей лабораторной работы непосредственно на рабочем месте.

В качестве допуска к лабораторной работе студент должен представить преподавателю заготовку протокола по выполнению лабораторной работы.

Для успешного прохождения всех контрольных мероприятий настоятельно рекомендуется конспектировать все лекции, даже если они даются в формате видео-лекций. По всем вопросам, рассматриваемым на лекциях, можно дополнительно обратиться на консультации по расписанию. При отсутствии на лабораторном занятии выполнить и сдать одну работу можно будет только в конце семестра на дополнительном занятии.

Для закрепления полученных знаний и в качестве практической составляющей подготовки студентов, ими выполняются самостоятельные индивидуальные практические работы по тематике лабораторных работ. Самостоятельные практические работы могут проходить как аудиторно (в аудитория для самостоятельной подготовки) так и дома. Самостоятельные практические работы включают в себя использование практических навыков при расчете данных, полученных на лабораторных работах, но без помощи преподавателя и выполняются каждым студентом индивидуально.

Критерием оценки самостоятельных практических работ является совокупность данных, реализованных и продемонстрированных в каждом конкретном случае.

Полученные знания на лекциях, а также на лабораторных работах, используются студентами при выполнении индивидуального задания, а так же написании выпускных квалификационных работ. Опыт, полученный студентами при выполнении лабораторных работ, несомненно, пригодится при работе по специальности.

11.2. Система контроля и оценивания

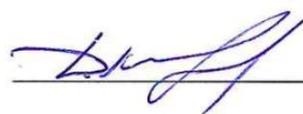
Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 70 баллов) и сдача экзамена (30 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. При этом обязательным условием освоения компетенций курса является выполнение и защиты половины лабораторных работ, сдача экзамена минимум на 15 баллов. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института МПСУ, к.т.н.

 /Д.В. Калеев/

Рабочая программа дисциплины «Метрология и электрорадиоизмерения» по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», направленности (профиля) «Проектирование и эксплуатация ИТ-инфраструктуры» (очно-заочная форма обучения) разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ «15» сентября 2022 г, протокол № 1.

Директор Института МПСУ


/А.Л. Переверзев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК


/И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/ Директор библиотеки


/Г.П. Филиппова /