

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Беспалов Владимир Александрович
Должность: Ректор МИЭТ
Дата подписания: 01.09.2025 15:01:45
Уникальный программный ключ:
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73416c8f6e1891b91601

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
И.Г. Игнатова
«24» ноября 2020 г.
М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология, стандартизация и технические измерения»

Направление подготовки – 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
Направленность (профиль) – «Интегральная электроника и наноэлектроника»

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.	ОПК-2.МСиТИ Способен применять стандартные метрологические приемы обработки и представления экспериментальных данных	Знания основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации. Умения выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования. Опыт обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции в области электротехники, 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)		
2	4	2	72	16	16		40	3аО

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	2	-	-	6	Тестирование №1 Проверка выполнения индивидуального самостоятельного задания
Модуль 2 Классификация измерений и погрешностей	4	4	-	8	Защита лабораторной работы №1 Проверка выполнения индивидуального самостоятельного задания
Модуль 3 Обработка результатов измерений	4	4	-	8	Защита лабораторной работы №2 Проверка выполнения индивидуального самостоятельного задания
Модуль 4 Средства электрических измерений	4	4	-	8	Защита лабораторной работы №3 Проверка выполнения индивидуального самостоятельного задания
Модуль 5 Стандартизация и сертификация	2	4	-	10	Защита лабораторной работы №4 Тестирование №2 Проверка выполнения индивидуального самостоятельного задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля	дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2		Основные понятия и определения метрологии. Понятие физической величины. Физической величины и их системы. Истинное и действительное значение величины. Размерность. Системы физических величин и их единиц. Международная система единиц СИ. Эталоны единиц физических величин.
2	2	2		Теория измерений, основные определения, постулаты и следствия. Точность и погрешность измерений. Прецизионность и правильность. Классификация измерений и погрешностей измерений.
	3	2		Методические погрешности: несовершенство выбранной модели объекта измерения, влияние СИ на объект измерения, несовершенство выбранного метода измерения.
3	4	2		Систематические погрешности. Однократные измерения и инструментальные погрешности, классы точности. Методы определения систематических погрешностей и их устранения. Поправки и неисключенные СП.
	5	2		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. Многократные измерения. Обработка результатов многократных измерений при распределении случайной составляющей погрешности. Критерий Пирсона.
4	6	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.
	7	2		Средства измерений. Измерительные преобразователи, меры. Метрологические характеристики ИП: делители напряжения, операционные усилители, аттенюаторы, АЦП времяимпульсного преобразования и двойного интегрирования.
5	8	2		Основные принципы и теоретическая база стандартизации. Методы стандартизации. Стандартизация в Российской Федерации. Международная и межгосударственная стандартизация. Правовые основы сертификации. Системы и схемы сертификации. Этапы сертификации. Органы по сертификации и их аккредитация.

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».
3	2	4	«Динамические измерения».
	3	4	«Прямые многократные измерения».
4	4	4	«Цифровые осциллографы. Анализ спектра сигнала».

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля	дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1		2	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети Интернет по темам лекций
		2	Выполнение индивидуального задания по тематике лабораторных работ
		2	Подготовка к тестированию №1.
2		2	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети Интернет по темам лекций
		2	Выполнение индивидуального задания по тематике лабораторных работ
		4	Подготовка к выполнению лабораторной работы №1
3		2	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети Интернет по темам лекций
		2	Выполнение индивидуального задания по тематике лабораторных работ
		4	Подготовка к выполнению лабораторной работы №2
4		2	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети Интернет по темам лекций
		2	Выполнение индивидуального задания по тематике лабораторных работ
		4	Подготовка к выполнению лабораторной работы №3
5		2	Самостоятельное изучение дополнительной литературы и электронных ресурсов сети Интернет по темам лекций
		2	Выполнение индивидуального задания по тематике лабораторных работ
		2	Подготовка к выполнению лабораторной работы №4
		4	Подготовка к тестированию 2.

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: <https://orioks.miet.ru/>):

- Методические указания студентам по самостоятельной работе студентов
- Методические указания по выполнению лабораторных работ
- Презентационный материал лекций
- Примеры решения задач индивидуальных заданий по тематикам лабораторных работ

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Правиков Ю.М. Метрологическое обеспечение производства : Учеб. пособие / Ю.М. Правиков, Г.Р. Муслина. - М. : КноРус, 2021. - 237 с. - URL: <https://www.book.ru/book/936933> (дата обращения: 01.09.2020). - ISBN 978-5-406-04156-7 : 0-00.
2. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация : в 2-х ч.: учебник и практикум. Ч. 2 : Стандартизация и сертификация / А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2020. - 325 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/451932> (дата обращения: 10.03.2021). - ISBN 978-5-534-03645-9, 978-5-534-03644-2. - Текст : электронный.
3. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация : в 2-х ч.: учебник и практикум. Ч. 1 : Метрология / А.Г. Сергеев, В.В. Терегеря. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2020. - 324 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/451931> (дата обращения: 10.03.2021). - ISBN 978-5-534-03643-5, 978-5-534-03644-2. - Текст : электронный.
4. Метрология : Учеб. пособие для вузов / А.А. Дегтярев, В.А. Летягин, А.И. Погалов, С.В. Угольников; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Академический Проект, 2020. - 239 с. - (Gaudeamus: Библиотека геодезиста и картографа). - ISBN 978-5-8291-2487-8 : 990-00, 500 экз.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE/IEE 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 видео-лекции, 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 видео-сервисов:

- 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 - <https://www.youtube.com/watch?v=opgAoWeelcQ&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 ОРИОКС; National Instruments ELVIS; National Instruments NI PXI-1033.	Win pro от 7, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC National Instrument Python
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-2.МСиТИ «Способен применять стандартные метрологические приемы обработки и представления экспериментальных данных».

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, стандартизация и технические измерения» 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. В пятом модуле даются основные понятия по вопросам стандартизации и сертификации.

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.

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.

В процессе выполнения работы преподаватель помогает студентам, отвечая на их вопросы. Прежде, чем обратиться за помощью преподавателя, рекомендуется предварительно сформировать собственное мнение по интересующему вопросу, и, при необходимости, корректировать его, выслушав советы преподавателя. Не допускается завершать лабораторную работу досрочно, если не проведены требуемые расчеты и не получены необходимые результаты. Рекомендуется ход выполнения лабораторной работы, расчеты и результаты отражать в черновых материалах. Черновые материалы проверяются и заверяются преподавателем. Оформление итогового отчета в ходе выполнения лабораторной работы не допускается.

Итоговый отчет по лабораторной работе оформляется в рамках ресурсов по самостоятельной работе в период времени, предшествующий проведению очередной лабораторной работы. В обязательном порядке итоговый отчет должен содержать сведения, указанные в Лабораторном практикуме. Дополнительный материал, который студент считает необходимым поместить в итоговый отчет – не ограничивается. Так как результаты выполнения лабораторной работы получены выполнявшей ее бригадой совместно, рекомендуется оформлять один итоговый отчет на бригаду.

Защита лабораторной работы проводится в процессе выполнения последующей лабораторной работы в интервал времени, который бригада считает целесообразным выделить для этих целей. Защита состоит из анализа преподавателем содержания итогового отчета (при необходимости совместно с черновыми материалами) по лабораторной работе и опроса студентов. Допускается в процессе защиты исправление в итоговом отчете незначительных ошибок, неточностей, опусок и др., не связанных с грубыми ошибками методического характера, искажающими суть изучаемой дисциплины. Защита производится бригадой, однако вопросы задаются каждому студенту индивидуально. Так как содержание лабораторного практикума дополняет содержание лекционного курса, вопросы при защите лабораторных работ могут не ограничиваться только материалом защищаемой работы, но и распространяться на лекционный материал для закрепления теоретических знаний. По результатам защиты лабораторной работы выставляется индивидуальная оценка каждому студенту из бригады. При неудовлетворительной подготовке отдельных студентов или бригады в целом защита лабораторной работы откладывается до проведения следующего занятия. «Доучивание» и повторная защита отложенной работы на текущем занятии не допускается. Также не допускается защита лабораторной работы в день ее выполнения.

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

По завершению обучения проводится представление результатов выполнения самостоятельного задания, оно может проводиться как на лабораторных работах, так и дистанционно (путем общения с преподавателем по средствам электронной связи).

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

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

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

11.2. Система контроля и оценивания

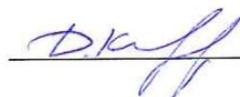
Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме 72 балла) и сдача дифференцированного зачета с оценкой (28 баллов).

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

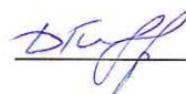
РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института МПСУ, к.т.н.

 /Д.В. Калеев/

Рабочая программа дисциплины «Метрология, стандартизация и технические измерения» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», направленности (профиля) «Интегральная электроника и нанoeлектроника» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ «30» сентября 2020 года, протокол № 1.

Зам. директора Института МПСУ

 /Д.В. Калеев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована выпускающей кафедрой интегральной электроники и микросистем.

Заведующий кафедрой ИЭМС

 /Ю.А. Чаплыгин /

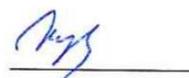
Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества.

Начальник АНОК

 /И.М. Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ.

Директор библиотеки

 /Т.П. Филиппова /