

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 14:16:28

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76e81b9ca882b80802

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова

«07» 09.09.2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Метрология и радиоизмерения»

Направление подготовки – 11.03.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) – «Проектирование радиоинформационных систем»

2020 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ.

Компетенция ПК-2 «Способен реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов» сформулирована на основе профессионального стандарта 25.034 «Специалист по проектированию антенно-фидерных устройств космических аппаратов»
Обобщенная трудовая функция В Проектирование и разработка АФУ КА
Трудовая функция В/0.2 Проведение и анализ измерений электрических характеристик на соответствие требованиям технического задания в процессе лабораторно-отработочных испытаний элементов АФУ КА

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-2 Способен разрабатывать методики измерений узлов и устройств РИНС	Проведение экспериментальных исследований и оформления исследований при разработке радиоинформационных систем	Умеет проводить экспериментальные исследования, выбирать технические средства и обрабатывать результаты измерений при разработке, производстве, испытаниях радиоэлектронных систем Знает основные принципы и методы радиоизмерений, включая измерения параметров радиотехнических сигналов, измерения интенсивности электромагнитного излучения радиодиапазона, измерения параметров антенно-фидерных и приемопередающих устройств Опыт деятельности: владеет методами и приемами выполнения измерений с применением современных средств измерений для организации выполнения измерительных задач в условиях разработки, производства и эксплуатации радиоэлектронных систем

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Для освоения дисциплины должны быть изучены следующие дисциплины или модули образовательной программы: «Теория электрических цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Приемопередающие устройства», «Антенно-фидерные устройства».

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)	Практические занятия (часы)		
4	8	4	144	20	20	30	36	Экз (36), КР

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции	Практические занятия	Практическая подготовка при проведении лабораторных работ (часы)		
1. Единство измерений. Теоретические основы метрологии. Особенности радиоизмерений.	4	6	-	2	Тест
					Опрос
2. Измерения информационных радиотехнических сигналов.	6	8	10	4	Контрольная работа
					Опрос
					Выполнение и защита ЛР
3. Измерения интенсивности электромагнитного излучения радиодиапазона.	4	6	10	10	Тест
					Опрос
					Выполнение и защита ЛР
4. Измерения параметров антенно-фидерных и приёмопередающих устройств.	4	8	-	14	Контрольная работа
					Опрос
					Выполнение КР

5. Стандартизация. Сертификация. Метрологическая служба.	2	2	-	6	Опрос
---	---	---	---	---	-------

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Место и роль измерений для человека и его деятельности, в жизни общества и познании мира. Предмет, объекты, цели радиоизмерений. Измерительные задачи на различных стадиях научно-производственного процесса. Метрология - наука об измерениях. Свойства материальных объектов и явлений. Величина. Параметр. Измерение. Метод измерений. Результат измерения. Показатель точности измерения. Единство измерений. Закон РФ об обеспечении единства измерений. Государственное регулирование единства измерений. Метрологическое обеспечение, его место и роль в системах качества. Теоретические основы метрологии. Измеримая величина. Измеряемая величина. Размерность. Единица измерений. Размер единицы. Эталон единицы величины. Значение величины. Передача размера единицы. Прослеживаемость измерений.
	2	2	Классификация измерений. Погрешности измерений и их классификация. Систематические погрешности. Способы уменьшения систематических погрешностей. Случайные погрешности. Оценивание и выражение случайных погрешностей. Способы оперативной обработки результатов измерений. Методы уменьшения случайных погрешностей. Средства измерений. Классификация средств измерений. Нормируемые метрологические характеристики СИ. Погрешности средств измерений. Методы измерений. Условия измерений. Методики выполнения измерений. Уравнение измерений. Технические требования к радиоизмерительным приборам (РИП). Нормируемые технические и метрологические характеристики. Вопросы выбора РИП.
2	3	2	Измерения напряжений. Вольтметры постоянного тока, цифровые вольтметры, меры постоянного напряжения. Измерения переменных напряжений. Определения измеряемых величин – среднее, среднеквадратическое, средневыпрямленное. Виды детекторов. Схемы вольтметров. Погрешности вольтметров. Методы применения вольтметров. Импульсные вольтметры. Особенности. Структура. Источники погрешностей.
	4	2	Измерения фазового сдвига. Принцип и методы измерений. Меры фазового сдвига – фазовращатели. Устройства сравнения. Измерители на основе преобразования во временной интервал. Цифровой фазометр. Гетеродинные измерители фазового сдвига. Погрешности измерений. Измерения частоты и интервалов времени. Определение измеряемых величин. Принципы и методы измерений. Меры частоты. Методы сравнения частот. Электронно-счётные частотомеры. Гетеродинные частотомеры. Основные источники и составляющие погрешностей. Погрешности частотомеров.
	5	2	Измерения формы сигналов. Основные нормируемые характеристики. Источники погрешностей. Измерения модуляции. Области применения. Определения измеряемых величин. Методы измерения параметров амплитудной, частотной модуляции. Схемы измерителей модуляции. Основные источники погрешностей. Погрешности серийных измерителей. Анализаторы спектра. Принцип действия. Структура и схемы анализаторов. Основные нормируемые параметры. Источники и значения погрешностей. Измерения искажений. Понятие коэффициента гармоник (K_G). Методы измерений K_G . Измерители коэффициента гармоник. Источники и значения погрешностей. Области применения.
3	6	2	Измерения мощности СВЧ. Определение измеряемой величины. Методы измерений. Тепловые, электронные ваттметры. Ваттметры поглощаемой и проходящей мощности. Схемы измерений. Измеряемые параметры ваттметров.

	7	2	Ваттметры. Основные источники и значения погрешностей. Способы применения. Методическая погрешность рассогласования. Измерения в свободном пространстве. Измеряемые величины: плотность потока энергии, напряжённости электрического и магнитного полей. Методы измерений. Источники погрешностей измерений.
4	8	2	Измерения ослаблений, аттенуаторы. Особенности применения. Определение измеряемой величины. Метод измерений. Меры ослаблений - измерительные аттенуаторы. Гетеродинные измерительные приёмники: структура, принцип действия, схемы, встроенные меры физических величин. Основные источники погрешностей измерений. Гетеродинные измерители ослаблений: устройство, встроенные меры, источники погрешностей измерений. Методы измерений отношения шумовых температур, коэффициента шума. Измерительные антенны. Основные источники и составляющие погрешностей. Измерения параметров антенн.
	9	2	Измерения параметров трактов с распределёнными постоянными. Определения измеряемых величин. Методы измерений «по определению». Меры волнового, полного сопротивления, коэффициента отражения (КО). Измерители КО – рефлектометры. Векторные анализаторы цепей. Основные источники погрешности, методическая погрешность рассогласования. Измерители КО и ослаблений. Встроенные меры. Погрешности измерителей КСВН и ослаблений.
5	10	2	Государственная система обеспечения единства измерений. Нормативная база ГСИ. Организационные основы ГСИ. Государственная метрологическая служба. Поверочные схемы. Поверка и калибровка. Методики выполнения измерений. Назначение методики выполнения измерений. Содержание документа на МВИ.

4.2. Практические занятия

Обучение студента на практических занятиях – семинарах производится в формах:

1. Решение задач по темам семинаров, способствующее усвоению знаний:

- основ теоретической метрологии;

- основных положений систем стандартизации, сертификации, обеспечения единства измерений, их места и роли в системах качества;

- основных принципов и методов радиоизмерений, включая измерения параметров радиотехнических сигналов интенсивности электромагнитного излучения радиодиапазона, параметров антенно-фидерных и приёмо-передающих устройств.

2. Доклады и обсуждение рефератов, выполненных в рамках самостоятельной домашней работы.

3. Публичное выступление с рецензией рефератов, выполненных другим исполнителем.

4. Опрос по знанию основных положений, терминов, определений.

5. Обсуждение хода выполнения курсовой работы.

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объём занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Что такое измерение? Почему измерения необходимы? Основные компоненты измерений. Линейные, логарифмические шкалы. Логарифмические единицы.

			Решение задач.
	2	2	Методы и методики выполнения измерений (МВИ). Порядок разработки МВИ. Прямые измерения значений, функций, отношений величин.
	3	2	Погрешность результата измерений. Модель объекта измерений. Основные источники погрешности результата измерений. Классификация погрешностей измерений. Способы нормирования. Решение задач.
2	4	2	Неопределённость измерений. Виды распределений вероятности. Вычисление суммарной стандартной неопределённости. Источники неопределённости в радиоизмерениях. Решение задач.
	5	2	Методы, методики, средства измерений величин и параметров, характеризующих нормируемые параметры спектра и форму сигнала передающих устройств. Средства измерений частоты, разности фаз, интервалов времени.
	6	2	Измерительная задача. Решение измерительной задачи. Разбор решения измерительной задачи на примере измерения коэффициента усиления усилителя.
	7	2	Контрольная работа №1.
3	8	2	Измерение СВЧ мощности. Измерение коэффициента усиления антенны (метод двух антенн, метод трёх антенн). Измерение диэлектрической проницаемости материалов.
	9	2	Измерение коэффициента шума. Фазовые шумы. Решение задач.
	10	2	Методы, методики, средства измерений величин, характеризующих интенсивность электромагнитного излучения в закрытых трактах и свободном пространстве. Параметры, нормируемые у антенных устройств и линий передачи.
4	11	2	Введение в испытания на электромагнитную совместимость. Примеры электромагнитной несовместимости. Электромагнитные помехи. Интервалы совместимости. Многообразие параметров электромагнитной совместимости.
	12	2	Испытания на электромагнитную совместимость. Эмиссия электромагнитных помех. Устойчивость к электромагнитным помехам. Оборудование. Методы. Решение задач.
	13	2	Методы, методики средства измерений параметров приёмно-усилительных устройств: коэффициента усиления, коэффициента шума, искажений.
	14	2	Контрольная работа №2.
5	15	2	Порядок испытаний изделий по электромагнитной совместимости при сертификации.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
2	1	2	Измерение напряжений и исследование формы сигналов
	2	2	Методы измерения девиации частоты
	3	2	Измерение уровня фазовых шумов с помощью анализатора спектра
	4	2	Измерение коэффициента амплитудной модуляции
	5	2	Формирование и измерение формы и спектра радиоимпульсов
3	6	2	Измерение калибровочного коэффициента ваттметра поглощаемой мощности
	7	2	Измерение калибровочного коэффициента ваттметра проходящей мощности
	8	2	Измерение мощности СВЧ
	9	2	Методика измерения неравномерности АЧХ анализатора спектра
	10	2	Сличение генератора сигналов, как меры частоты, с измерителем частоты – анализатором спектра

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Тема 1. Физическая величина. Измерение. Логарифмическая шкала измерений. Результат измерений. Погрешность измерения. Решение задач домашнего задания.
1	4	Курсовая работа. Часть 1 «Формулировка измерительной задачи». Подготовка реферата по теме индивидуального задания «Измеряемые величины в жизни человека, общества, в производстве, науке». Подготовка к лабораторной работе.
2	2	Тема 3. Сообщение. Сигнал. Измеряемые информационные параметры сигналов. Решение задач домашнего задания. Курсовая работа Часть 2 «метод измерения».
2	2	Тема 4. Спектры модулированных напряжений. Решение задач домашнего задания. Курсовая работа Часть 3/1 «Разработка структуры измерительной установки». Подготовка к лабораторной работе.
2	2	Тема 5. Измерения параметров формы сигналов, импульсных напряжений. Решение задач домашнего задания. Курсовая работа Часть 3/2 «Выбор средств измерений. Принципиальная схема установки».
3	2	Тема 6. Измерения амплитуды, частоты, разности фаз синусоидальных напряжений. Решение задач домашнего задания. Подготовка к лабораторной работе. Курсовая работа Часть 3/3 «Способы соединения составных частей. Технические и метрологические характеристики основных и вспомогательных СИ».

3	2	Тема 7. Измерения интенсивности электромагнитного излучения. Решение задач домашнего задания. Курсовая работа Часть 4 «Операции, процедура и алгоритмы измерений».
4	6	Тема 8. Измерения параметров антенно-фидерных устройств. Решение задач домашнего задания. Курсовая работа Часть 5 «Оценка результата и расчет показателей точности». Подготовка к лабораторной работе.
4	8	Тема 9. Измерения параметров приёмно-усилительных устройств. Решение задач домашнего задания. Курсовая работа Часть 6/1 «Разработка методики поверки одного из СИ из состава установки». Подготовка к лабораторной работе.
5	6	Тема 10. Государственная метрологическая служба. Подготовка реферата по теме индивидуального задания.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовая работа представляет собой разработку законченного технического документа «Методика выполнения измерений», соответствующего требованиям и рекомендациям основополагающего документа системы ГСИ ГОСТ Р 8.563-2009 «Методики (методы) измерений». Работа выполняется по заданной теме по тематике курса, включает 6 составных частей:

1. Формулирование измерительной задачи по теме работы;
2. Метод измерения;
3. Разработка структуры установки;
4. Операции, процедура и алгоритмы измерений;
5. Оценка результата и расчет показателей точности;
6. Разработка методики поверки одного из средств измерений из состава установки.

Темы курсовых работ

1. Определение диаграммы направленности антенной решётки с учётом и без учёта дискрета фазы.
2. Измерение суммарной диаграммы направленности приёмной АФАР при заданных углах сканирования и значениях дискрета фазы.
3. Измерение фазово-частотной характеристики двухразрядного фазовращателя.
4. Измерение потерь рабочих состояний фазовращателя при двух значениях управляющего тока.
5. Измерение частотных свойств приёмника: центральной частоты, полосы пропускания, резонансного коэффициента усиления.
6. Определение минимального значения коэффициента шума модуля АФАР. Определение шумовой полосы модуля АФАР.
7. Измерение разностной ДН приёмной АФАР при заданных углах сканирования и значениях дискрета фазы.
8. Измерение АЧХ усилителя передающего модуля АФАР.
9. Определение градуировочной характеристики ГУН.
10. Измерение амплитудной характеристики (линейности) усилителя мощности.

11. Измерение разностной ДН приёмной АФАР при заданных углах сканирования и значениях дискрета фазы.
12. Измерение потерь пропускания и потерь запираения в одном из каналов переключателя.
13. Определение зависимости КСВН фазовращателя и переключателя от частоты.
14. Измерение амплитудно-частотной характеристики фильтра.
15. Определение избирательности приёмника.
16. Измерение амплитудно-частотной характеристики фильтра.
17. Определение амплитудной характеристики приёмника.\
18. Измерение амплитудной характеристики (линейности) усилителя мощности.
19. Измерение резонансной частоты волноводного фильтра типа Н01.
20. Измерение зависимости индекса ЧМ от несущей частоты генератора.
21. Определение чувствительности приёмника.
22. Определение зависимости амплитуды напряжения на выходе синтезатора от частоты.
23. Измерение резонансной частоты волноводного фильтра типа Н01. Измерение зависимости КСВН фильтра от частоты.
24. Определение зависимости коэффициента шума приёмника от частоты.
25. Определение зависимости коэффициента шума приёмника от частоты.
26. Измерение переходного ослабления направленного ответвителя.
27. Измерение девиации частоты генератора.
28. Измерение КСВН трёх портов направленного ответвителя.
29. Измерение направленности направленного ответвителя.
30. Определение амплитудной характеристики приёмника.

Выполнение курсовых работ осуществляется коллективами переменного состава в интерактивной форме. Каждый из исполнителей выполняет одну из шести частей в шести различных работах. При этом каждый, кроме первого исполнителя принимает завершённые предыдущие части работы, выполненные предшественниками, добавляет свою часть и сдаёт последующему исполнителю.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1 «Единство измерений. Теоретические основы метрологии. Особенности радиоизмерений»

- МУС «Курсовая работа «Методика выполнения измерений»;
- вопросы тестов.

Модуль 2 «Измерения информационных радиотехнических сигналов»

- МУС «Курсовая работа «Методика выполнения измерений»;
- вопросы контрольной работы;
- Боровков А.С., Вацков П.Ю. Метрология и радиоизмерения: лабораторный практикум. - М.: МИЭТ, 2017;

Модуль 3 «Измерения интенсивности электромагнитного излучения радиодиапазона»

- МУС «Курсовая работа «Методика выполнения измерений»;
- Боровков А.С., Вацков П.Ю. Метрология и радиоизмерения: лабораторный практикум. - М.: МИЭТ, 2017;
- вопросы тестов.

Модуль 4 «Измерения параметров антенно-фидерных и приёмо-передающих устройств»

- МУС «Курсовая работа «Методика выполнения измерений»;
- вопросы контрольной работы;
- Боровков А.С., Вацков П.Ю. Метрология и радиоизмерения: лабораторный практикум. - М.: МИЭТ, 2017.

Модуль 5 «Стандартизация. Сертификация. Метрологическая служба»

- МУС «Курсовая работа «Методика выполнения измерений».

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Боровков А.С. Метрология и радиоизмерения : Лабораторный практикум / А.С. Боровков, П.Ю. Вацков; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2017. - 76 с
2. Афонский, А.А. Электронные измерения в нанотехнологиях и микроэлектронике / А.А. Афонский, В.П. Дьяконов; Под ред. В.П. Дьяконова. - М. : ДМК Пресс, 2011. - 688 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/900> (дата обращения: 10.05.2020). - ISBN 978-5-94074-626-3
3. Радиотехника: Энциклопедия / Под ред. Ю.Л. Мазора, Е.А. Мачусского, В.И. Правды. - 2-е изд., стер. - М. : ДОДЭКА-XXI, 2010. - 944 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/61003> (дата обращения: 15.05.2020). - ISBN 978-5-94120-216-4
4. Крук, Б. И. Основы спектрального анализа : учебное пособие / Б. И. Крук, О. Б. Журавлева. - М. : Горячая линия-Телеком, 2016. - 148 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/111069> (дата обращения: 31.05.2020). - ISBN 978-5-9912-0327-2
5. Гребенкин В.З. Метрология : Лабораторный практикум / В.З. Гребенкин, А.А. Дегтярев, В.А. Летягин; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ); Под ред. А.А. Дегтярева. - М. : МИЭТ, 2010. - 124 с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. ELECTRONIX : форум. – URL: <https://electronix.ru/forum/> (дата обращения: 19.03.2020). – Режим доступа: после регистрации.
2. Электронно-библиотечная система Лань : сайт. - Санкт-Петербург, 2011 - . - URL: <https://e.lanbook.com/> (дата обращения: 30.09.2019). - Режим доступа: для авториз. 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 видеолекции, онлайн тестирование, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Обучение студента на практических занятиях – семинарах производится в формах:

1. Решение задач по темам семинаров, способствующее усвоению знаний принципов и методов радиоизмерений, включая измерения параметров радиотехнических сигналов, интенсивности электромагнитного излучения радиодиапазона, параметров антенно-фидерных и приёмо-передающих устройств.
2. Опрос по знанию основных положений, терминов, определений.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС(<http://orioks.miet.ru>).

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 Discord и ZOOM.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

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. Аудитория с мультимедийной доской.	Azure, Open Office, Mozilla Firefox, Acrobat Reader DC
Лаборатории антенно-фидерных и приемопередающих устройств	Персональные компьютеры, D-Link DGS-1024A, анализаторы сигнала Agilent Technologies N9000A, генераторы сигнала Agilent Technologies N5171B, генератор качающей частоты P4-11, источник питания Б5-45, источник питания Б5-46, МШУ, приемный модуль АФАР, измеритель комплексного коэффициента передачи P4-11, источник питания Agilent Technologies U8032A, источники питания Gwinstek CPS-3303, источники шума Agilent	Azure, LABVIEW, Open Office, Mozilla Firefox, Acrobat Reader DC

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
	Technologies N4000A, источник питания Б5-47, измеритель мощности Agilent Technologies N1913A, осциллографы Tektronix TDS 2022C, генератор высокой частоты Г4-81, блок ваттметра измерительный Я2М-66, индикатор КСВН и ослабления Я2Р-67, генератор качающей частоты 61, ваттметр универсальный В7-26	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Azure, Open Office, Acrobat Reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по компетенции/подкомпетенции **ПК-2.МиРИ** «Способен разрабатывать методики измерений узлов и устройств РИНС».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Целью изучения дисциплины является развитие у студентов способностей разрабатывать методики измерений узлов и устройств РИНС.

Процесс обучения разбит на пять модулей.

Дисциплина состоит из курса лекций, лабораторных работ и практических занятий. Курс лекций содержит такие разделы как: предмет радиоизмерений; теоретические основы метрологии; погрешности измерений; классификация средств измерений и их погрешности; измерения напряжений, частоты, разности фаз, мощности СВЧ, ослабления, коэффициентов отражения и передачи, шумов; обеспечение единства измерений. Комплект лабораторных работ предполагает решение измерительных задач, которые требуют создания измерительных установок, измерения заданных физических величин и

определения погрешностей с целью исследования объектов измерений. На практических занятиях студенты закрепляют материал, выполняют задания, решают задачи, выступают с докладами, проходят тестирование. В состав дисциплины входит курсовая работа, которая представляет собой разработку законченного технического документа «Методика выполнения измерений». Выполнение курсовой работы завершается обязательной публичной защитой.

Консультации предназначены для закрытия долгов по контрольным работам, предоставлению отчетов о текущем состоянии курсовой работы и для иного текущего консультирования в рамках дисциплины.

Более подробно описано в методических указаниях студенту по соответствующим составляющим и этапам.

12.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система.

Баллами оцениваются: работа на практических занятиях (10 баллов), выполнение лабораторных работ (30 баллов), рубежный контроль (10 баллов), выполнение каждой контрольной работы (10 баллов), активность в семестре (0 - 8 баллов) и сдача экзамена (30 баллов). Общая сумма баллов 0 – 100. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра: по итогам 1 - 4 учебных недель, 5 – 6 учебных недель, 7 – 8 учебных недель, 8 – 10, экзамен проводится во время сессии.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка (см. также журнал успеваемости на ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>).

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент института МПСУ, к.т.н.



А.С. Боровков

Рабочая программа дисциплины «Метрология и радиоизмерения» по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника», профиля (направленности) «Проектирование радиоинформационных систем» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании ученого совета Института МПСУ 30.03 2020 года, протокол № 1

Зам. директора Института МПСУ по ОД



Д.В. Калеев

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Начальник АНОК



/И.М.Никулина

Программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки



/Т.П.Филиппова/