

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ и ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт радиоэлектроники и информационных технологий – РТФ



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
А.В. Германенко
_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения	Код ПА 2.2.13
Группа специальностей Электроника, фотоника, приборостроение и связь	Код 2.2
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение
1	Чечеткин Виктор Алексеевич	-	Младший научный сотрудник	Департамент радиоэлектроники и связи
2	Носков Владислав Яковлевич	д.т.н.	Профессор	Кафедра радиоэлектроники и телекоммуникаций

Рекомендовано:

учебно-методическим советом института радиоэлектроники и информационных технологий – РТФ

Протокол № 12 от 17.05.2022

Председатель УМС института



Т.И. Алферьева

Согласовано:

Начальник ОПНПК



Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Настоящая программа базируется на вузовских дисциплинах, соответствующих государственному образовательному стандарту по направлению «Радиотехника»: радиотехнические цепи и сигналы; электродинамика и распространение радиоволн; схемотехника аналоговых устройств; схемотехника цифровых устройств; микропроцессоры; устройства СВЧ и антенны; электроника; основы формирования и обработки сигналов; устройства приема и преобразования сигналов; вычислительные устройства и системы; радиотехнические системы.

1.2. Язык реализации дисциплины – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- направления технического прогресса в области формирования и обработки информационных сигналов в радиотехнике и системах связи;
- способы обеспечения соответствия объектов профессиональной деятельности мировым стандартам и требованиям к техническому уровню, качеству и сертификации радиотехнических устройств и систем;
- новые материалы и технологии;
- новые методы формирования и обработки сигналов и изображений;
- современные тенденции и методы повышения эффективности и надёжности радиоэлектронных средств;
- технико-экономические проблемы выбора параметров технического оборудования;
- основы современных методов технико-экономического анализа применительно к задачам радиоэлектроники и телевидения.

Уметь:

- определять эффективность проектируемых изделий на основе технических расчётов и анализа;
- анализировать информацию, получаемую с помощью компьютерных технологий, и принимать соответствующие решения;
- анализировать информацию, получаемую от технических объектов, и принимать на её основе обоснованные технические решения;
- определять возможные направления совершенствования радиотехнических устройств и систем.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- методами анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем;
- практическими навыками проектирования различных элементов и устройств, и оценки их эффективности;
- представлениями о проблемах и методах обеспечения надёжности и помехоустойчивости радиотехнических устройств и систем.
- методами проведения расчетов и вычислительных экспериментов на ЭВМ для оценки показателей эффективности устройств;
- методами работы с научно-технической документацией, технической литературой и другими информационными источниками для решения профессиональных задач.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	4
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	0,6	104
5.	Промежуточная аттестация	36	2,33	э
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	6,93	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины	Содержание
P1	Статистическая радиотехника	Математическое описание и методы анализа сигналов и помех Модели радиотехнических цепей и устройств Цифровые методы обработки сигналов
P2	Системы радиосвязи и телевидения	Радиосистемы и устройства передачи информации Радиотелевизионные системы Системы и устройства радиоуправления Радиотехнические системы и устройства в биологии, медицине, метрологии и других отраслях Методы проектирования и конструирования радиоэлектронных средств
P3	Радиотехнические устройства	Антенны: излучение и прием радиоволн, распространение электромагнитных волн Устройства генерирования и формирования сигналов Устройства приема и преобразования сигналов

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

Не предусмотрено.

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Тематика рефератов должна рассматривать аналитический обзор научно-технической литературы.

1. Основные направления развития радиотехники.
 2. Современные проблемы развития систем и устройств телевидения.
- Объем реферата 20–25 страниц машинописного текста формата А-4.

3.2.2. Примерная тематика *индивидуальных* или *групповых* проектов

Не предусмотрено.

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности,	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой

	безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
--	--	--	---

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Пространство сигналов. Метрические и линейные пространства сигналов.
2. Дискретные представления сигналов. Полные ортонормальные системы.
3. Интегральные представления сигналов. Преобразования Фурье, Гильберта и другие интегральные преобразования.
4. Разложение сигнала по заданной системе функций. Гармонический анализ сигналов. Спектры периодических и непериодических сигналов. Теорема отсчетов Котельникова в частотной области.
5. Дискретные сигналы и их анализ. Дискретное преобразование Фурье и Гильберта и их свойства. Решетчатые функции. Z-преобразование.
6. Сообщения, сигналы и помехи. Передача, извлечение и разрушение информации. Радиосигналы. Радиосигналы с амплитудной и угловой (частотной и фазовой) модуляцией и их спектры.
7. Радиосигналы со сложной (смешанной) модуляцией и их спектры. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы.
8. Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей, характеристические функции и функции распределения случайных процессов. Энергетические характеристики случайных процессов.
9. Моментные и корреляционные функции. Спектральная плотность. Свойства корреляционных функций. Теорема Винера-Хинчина. Стационарность и эргодичность случайных процессов.
10. Автокорреляционные и взаимные корреляционные функции. Непрерывность и дифференцируемость случайных процессов. Интегрирование случайных процессов.
11. Гауссовский случайный процесс и его характеристики. Процессы близкие к гауссовскому. Импульсные и точечные случайные процессы.
12. Марковские процессы. Узкополосные случайные процессы. Статистические характеристики огибающей, фазы и их производных для суммы сигнала и узкополосного шума. Выбросы случайных процессов.
13. Линейные и нелинейные цепи и устройства. Методы анализа стационарных и переходных режимов в радиотехнических цепях, устройствах и динамических системах. Методы исследования устойчивости радиоустройств и динамических систем.
14. Линейные цепи и устройства с постоянными параметрами. Активные линейные цепи. Усилители и их характеристики. Параметры, графы и эквивалентные схемы усилителей. Прохождение сигналов и помех (детерминированных и случайных колебаний) через линейные цепи с постоянными параметрами.
15. Нелинейные цепи и устройства. Методы анализа нелинейных цепей. Умножители частоты. Амплитудные ограничители. Детекторы. Преобразователи частоты колебаний. Генераторы колебаний. Автоколебательные системы. Модуляторы колебаний.

16. Цепи и устройства с переменными параметрами. Параметрическое усиление, преобразование и генерирование колебаний.
17. Воздействие случайных процессов на нелинейные и параметрические цепи и устройства. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения.
18. Дискретные линейные системы. Методы анализа и синтеза дискретных радиотехнических устройств. Цифровые фильтры. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры.
19. Физическая осуществимость и устойчивость цифровых фильтров. Импульсные характеристики цифровых фильтров. Спектральный анализ с помощью дискретного и быстрого преобразования Фурье.
20. Следящие радиотехнические системы. Статистическая динамика радиотехнических следящих систем. Структурные схемы следящих систем: автоматической регулировки (усиления, автоматической подстройки частоты, фазовой автоподстройки и др.). Статистические характеристики дискриминаторов. Методы анализа динамических систем с переменными и случайными параметрами. Статистическая динамика непрерывных, дискретных и импульсных следящих радиосистем.
21. Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и выбор параметров кода. Методы синтеза алгоритмов и устройств цифровой обработки сигналов. Цифровая фильтрация и цифровые фильтры. Ошибки квантования и округления.
22. Методы расчета цифровых фильтров. Коэффициент передачи и импульсная характеристика цифровых фильтров. Цифровая фильтрация во временной и частотной областях. Цифровой спектральный анализ. Быстрое преобразование Фурье. Цифровая обработка многомерных сигналов и изображений.
23. Области применения и задачи передачи информации. Мера количества информации (Хартли, К. Шеннон). Энтропия источника информации и ее свойства. Избыточность. Производительность. Дифференциальная энтропия.
24. Пропускная способность канала связи. Формула Шеннона. Основная теорема кодирования. Понятие о кодировании информации: код, алфавит, основание и значность кода. Методы Фэно-Шеннона и Хаффмена построения эффективного кода. Принцип построения кодов, обнаруживающих и исправляющих ошибки. Способы приема двоичных сигналов в каналах с постоянными параметрами.
25. Некогерентный прием двоичных АМ и ЧМ сигналов. Прием ФМ сигналов, «обратная работа» и применение ОФМ. Прием сигналов в каналах со случайными параметрами. Характеристики каналов. Одиночный прием двоичных флюктуирующих сигналов. Разнесенный прием сигналов.
26. Теории потенциальной помехоустойчивости В.А. Котельникова. Критерий помехоустойчивости приема непрерывных сообщений. Выигрыш и обобщенный выигрыш в отношении сообщение (сигнал) шум. Алгоритм оптимальной демодуляции непрерывных сообщений при слабых помехах.
27. Виды модуляции при передаче непрерывных сообщений. Мощность шума на выходе демодулятора и его энергетический спектр. Применение АМ, БМ, ОПМ, ФМ и ЧМ, их сравнение по выигрышу и физическое объяснение. Плата за повышенную помехоустойчивость при ФМ и ЧМ. Пороговые явления при передаче непрерывных сообщений.
28. Цифровые методы передачи непрерывных сообщений. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Дифференциальная ИКМ и дельта-модуляция. Основы теории разделения сигналов и многоканальных РСПИ. Необходимое и достаточное условия линейного разделения сигналов. Частотное, временное и фазовое разделение сигналов. Разделение сигналов по форме. Асинхронные адресные системы передачи информации. Применение сложных шумоподобных сигналов в РСПИ.
29. Радиолинии. Диапазон радиоволн в системах передачи информации. Виды радиосистем передачи информации (РСПИ): связные, телевизионные, телеметрические и командные.

30. Канал связи и его характеристики. Пропускная способность канала. Характеристики и параметры передаваемой информации. Структура радиосигналов. Методы модуляции и кодирования. Модемы и кодеки. Защита информации. Критерии качества РСПИ.
31. Многоканальные РСПИ. Многостанционные радиосистемы передачи информации. Синхронизация в РСПИ: фазовая, тактовая, цикловая и кадровая синхронизация.
32. Физические принципы, используемые для формирования, передачи, приема и консервации изображений. Диапазон радиоволн, используемый в телевидении. Методы разложения изображений на элементы. Принцип последовательной передачи элементов изображения. Кадр, строки и элементы изображения. Слитность изображения. Синхронизация смены кадров и начала развертки строк.
33. Формат телевизионного сигнала. Стандарты телевизионных сигналов.
34. Особенности построения телевизионных передатчиков. Передача радиосигнала изображения. Передача звукового сопровождения. Формирование и передача сигналов синхронизации и кода цветности сигнала.
35. Преобразование оптического изображения в электрический сигнал в передающей телевизионной камере (ПТК). Оптическая система ПТК. Передающие телевизионные трубки. Мощные широкополосные усилители с корректирующими цепями. Методы стабилизации частоты в телевизионных передатчиках.
36. Особенности передающих и приемных телевизионных антенн метровых, дециметровых и сантиметровых волн. Особенности телевизионных приемников. Селектор каналов, преобразователь частоты, УПЧ, видеоусилитель и декодер цветности. Устройство выделения синхроимпульсов для синхронизации развертки изображения приемной телевизионной трубки. Генераторы строчной и кадровой развертки. Методы запоминания, сжатия и хранения изображений.
37. Цифровое телевидение.
38. Спутниковые телевизионные системы.
39. Телевизионные системы обзора и наблюдения (в том числе и скрытного).
40. Телевизионные визиры. Телевизионные системы наведения и прицеливания.
41. Охранные телевизионные системы.
42. Системы предупреждения столкновения и системы причаливания.
43. Области применения и задачи управления объектами.
44. Элементы теории автоматического управления. Объекты управления. Контур следящего управления и его основные звенья.
45. Командное следящее радиоуправление, автономное радиоуправление, радиоуправление при наведении по лучу, управление космическими аппаратами. Особенности радиолиний управления объектами. Командно-измерительные комплексы. Радиоуправление приборами и агрегатами. Синтез и анализ систем радиоуправления. Использование имитационных моделей.
46. Задачи радиоэлектронной борьбы (РЭБ) с системами телевидения и радиосвязи.
47. Радиотехническая разведка (РТР). Определение параметров радиосигналов систем телевидения и радиосвязи различного назначения средствами РТР. Методы определения местоположения систем радиосвязи и телевидения. Эффективность средств РТР.
48. Методы и средства радиоэлектронного противодействия. Генераторы активных помех. Виды активных помех.
49. Задачи радиосистем в биологии, медицине, метрологии и других отраслях. Использование ультразвуковых сигналов для медицинской диагностики и дефектоскопии.
50. Медицинские устройства СВЧ, радиометрии, интроскопии, томографии, кардиографии и т.п.
51. Радиотехнические устройства и приборы в метрологии.
52. Использование телевизионных систем в промышленности, биологии и медицине.
53. Зависимость технических требований к РЭС от их назначения и условий эксплуатации. Технологичность конструкции.

54. Методы стандартизации в конструировании. Компоновка и комплексная микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Интегральная микросхемотехника, большие (БИС) и сверхбольшие (СБИС) интегральные схемы.
55. Печатный монтаж. Ремонтпригодность РЭА. Способы защиты РЭА от воздействия окружающей среды, динамических перегрузок и электромагнитного излучения. Тепловой режим РЭА. Надежность РЭА.
56. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля. Электромагнитные волны и решение однородных уравнений электродинамики. Плоские волны на границе раздела однородных сред. Рефракция радиоволн в неоднородных средах. Распространение радиоволн в природных условиях. Явления дифракции и интерференции.
57. Канализация радиоволн. Волноводы и фидеры. Теория цепей СВЧ. Электромагнитные резонаторы. Взаимные и невзаимные устройства СВЧ.
58. Элементы теории антенн. Типы направляющих систем. Элементарные излучатели. Ближняя и дальняя зоны. Приемная и передающая антенны, их параметры и характеристики.
59. Влияние вида распределения электромагнитного поля в раскрыве антенны на основные параметры антенн. Техническая реализация антенн различных диапазонов радиоволн для целей радиосвязи и телевидения.
60. Генераторы и автогенераторы. Режимы самовозбуждения, их особенности. Стабильность частоты и методы ее повышения. Стабилизация с помощью высокодобротных колебательных систем (резонаторов). Кварцевые генераторы. Квантовые эталоны частоты.
61. Умножители частоты. Синтезаторы частоты. Факторы, ограничивающие мощность генераторов. Суммирование мощностей генераторов.
62. Управление колебаниями (модуляция). Основы теории линейной и нелинейной модуляции (манипуляции).
63. Генерация и усиление СВЧ колебаний. Основные типы генераторов и усилителей СВЧ.
64. Основные типы радиоприемных устройств. Узлы радиоприемников, их схемные решения и расчет. Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Детекторы сигналов: амплитудные, частотные и фазовые.
65. Усилители различных частотных диапазонов. Автоматические регулировки в радиоприемниках.
66. Особенности телевизионных и связных радиоприемников.
67. Элементная база радиоприемных устройств.
68. Методы проектирования радиоприемников.
69. Моделирование радиоприемников и их элементов.
70. Вторичные источники электропитания.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1.Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Никитин, Н.П. Прием и обработка сигналов в цифровых системах передачи: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Никитин, В.И. Лузин. – Екатеринбург : УрФУ, 2013. – 124 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98917>.
2. Кулинич, А.П. Схемотехника электронных средств (Схемотехника) : учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / А.П. Кулинич. – Москва : ТУСУР, 2012. – 43 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11275>.
3. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие. [Электронный ресурс] / под ред. В.М. Владимирова. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. – 196 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364521>.

4. Никитин, Н.П. Устройства приёма и обработки сигналов. Системы управления приемником. Устройства борьбы с помехами : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Никитин, В.И. Лузин.. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 88 с. – Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/28676>.
5. Шошина, К.В. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование : учебное пособие [Электронный ресурс] / К.В. Шошина, Р.А. Алешко. – Архангельск : ИД САФУ, 2014. – Ч. 1. – 76 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312310>.
6. Шайдуров, Г.Я. Основы теории и проектирования радиотехнических систем : учебное пособие [Электронный ресурс] / Г.Я. Шайдуров. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. – 282 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229385>.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Колосовский, Е.А. Устройства приёма и обработки сигналов : учебное пособие / Е.А. Колосовский. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 456 с. 21 экз.
2. Тяпкин, В.Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС [Электронный ресурс] / В.Н. Тяпкин, Е.Н. Гарин. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. – 260 с. – Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229187>.
3. Горячкин, О.В. Лекции по статистической теории систем радиотехники и связи / О.В. Горячкин. – М. : Радиотехника, 2008. – 192 с. 44 экз.
4. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений : практические советы [Электронный ресурс] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Техносфера, 2012. – 1104 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233465>.

5.2. Методические разработки

1. Шостак, А.С. Формирование и передача сигналов : учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / А.С. Шостак. – Москва : ТУСУР, 2012. – 40 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10910>.
2. Корнилов И.Н. Тестирование навигационной аппаратуры потребителя GPS/ГЛОНАСС : учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / И.Н. Корнилов. – Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2017. – 40 с. – Режим доступа: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/48970>.
3. Обработка радиолокационных данных дистанционного зондирования Земли: лабораторный практикум [Электронный ресурс] / В.Г. Коберниченко, О.Ю. Иванов, А.В. Сосновский, В.А. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 64 с. – Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/46987>.
4. Трухин, М.П. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: лабораторный практикум [Электронный ресурс] / М.П. Трухин. – Екатеринбург : УФУ, 2014. – 190 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98324>.

5.3. Программное обеспечение

Не используется

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных (в том числе международным реферативным базам данных научных изданий) и информационным справочным системам. Электронно-библиотечная система УрФУ и электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на

территории образовательной организации, так и вне ее и обеспечивают одновременный доступ не менее 25% обучающихся по данному направлению подготовки.

1. Национальный открытый университет «ИНТУИТ» <http://www.intuit.ru/>.
2. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
4. Федеральный портал. Российское образование <http://www.edu.ru/>.
5. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>.
6. Российская Государственная Библиотека (Информационно-поисковая система РГБ), Москва <http://www.rsl.ru/>.
7. Российская национальная библиотека (РНБ), Санкт-Петербург <http://www.nlr.ru/>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ), Москва <http://www.gpntb.ru/>.
9. Открытый международный архив электронных препринтов arXiv.org.
10. Базы патентов, открытый поиск wipo.int.
11. Базы данных ВИНТИ <http://viniti.ru/>.
12. ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru.
13. Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН <http://cnb.uran.ru/resource/katalog>.

5.5. Электронные образовательные ресурсы

Режимы доступа к электронно-библиотечной системе:

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>

Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>

Электронный каталог <http://opac.urfu.ru/>

Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>

Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>

Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>

В том числе:

ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;

Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;

Scopus: <http://www.scopus.com/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

1. Центр электромагнитных измерений. Мира, 32. Безэховая камера Rainford EMC3.
 - современная эргономичная мебель для студентов (на 3 человек);
 - компьютер;
 - высокоточное оборудование немецкой компании Rohde&Schwarz – одного из мировых лидеров в разработке и производстве коммуникационного и измерительного оборудования;
 - измерительный приемник R&S ESU40, работающий в диапазоне от 20 Гц до 40 ГГц;
 - спектроанализатор R&S FSU50 (20 Гц – 50 ГГц);
 - конвекторы частоты, позволяющие расширить диапазон измерения параметров цепей и сигналов до 110 ГГц;
 - сигнальный генератор R&S SMF100A (от 1 до 43,5 ГГц)
 - векторный анализатор цепей R&S ZVA50 (двухпортовый от 10 МГц до 50 ГГц);
 - усилитель R&S BBA100 (усилитель мощности, 125 Вт, от 80 до 1000 МГц);
 - пробники измерения ближнего поля R&S® HZ-14 (до 1 ГГц);
 - пробники измерения ближнего поля R&S® HZ-15 (до 3 ГГц);

- антенна R&S® HF907 (0,8 – 18 ГГц);
 - антенна R&S® HL050 (0,8-26 ГГц);
 - антенна R&S® HL033 (80 – 2000 МГц);
 - антенна R&S® HE300 (активная направленная 450 МГц – 8 ГГц);
 - лицензионное ПО: MS Office; Adobe Reader; System Center Endpoint Protection;
 - программное обеспечение FEKO (среда трехмерного электродинамического моделирования);
 - программное обеспечение HFSS (среда трехмерного электродинамического моделирования);
 - программное обеспечение AWR Design Environment (среда электродинамического моделирования микрополосковых устройств);
 - программное обеспечение Wireless Insite (среда трехмерного моделирования распространения радиоволн).
2. Лаборатория исследования и разработки СВЧ-устройств для телекоммуникационных систем. Мира, 32. Р-313
- современная эргономичная мебель для студентов (на 5 человек);
 - компьютер (3 ед.);
 - мобильный анализатор параметров цепей и сигналов R&S FSH8;
 - векторный генератор R&S SMU200A (двухканальный векторный генератор до 6 ГГц с опциями всех существующих телекоммуникационных и навигационных систем);
 - векторный анализатор цепей R&S ZVA24 (четырёхпортовый от 10 МГц до 24 ГГц);
 - анализатор сигналов R&S FSQ26 (от 20 Гц до 26 ГГц);
 - лицензионное ПО: MS Office; Adobe Reader; System Center Endpoint Protection;
 - программное обеспечение FEKO (среда трехмерного электродинамического моделирования);
 - программное обеспечение HFSS (среда трехмерного электродинамического моделирования);
 - программное обеспечение AWR Design Environment (среда электродинамического моделирования микрополосковых устройств);
 - программное обеспечение Wireless Insite (среда трехмерного моделирования распространения радиоволн).
3. Компьютерный класс. Мира, 32. Р-406
- современная мебель для студентов (на 18 человек);
 - компьютер (18 ед.); мультимедийный проектор;
 - маркерная доска.
 - лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, , System Center Endpoint Protection
4. Ситуационный центр. Мира, 32. Р-317
- Современная эргономичная мебель для аспирантов и профессорско-преподавательского состава на 10 мест (возможно размещение дополнительно 6 мест); оборудование:
- видеостена NEC X462UN;
 - контроллер видеостены JUPITER FC4000;
 - мультимедиа проектор EpsonEB-450;
 - интерактивная доска HitachiFX-DUO-88-W;
 - панель управления AMXNXD-435-BL;
 - контроллер AMX NI-3100;
 - управление питанием оборудования Shturman D12SS0;
 - матричный коммутатор видео KRAMER VP437;
 - матричный коммутатор аудио стерео EXTRON;
 - система видеоконференц связи:
 - tandberg 6000 MXP Codec;
 - видеокамеры Tandberg Precision HD;

- центральный блок управления микрофонами участников Beyerdynamic;
- микрофонные пульты Bosh CCS-DL;
- аудиоплатформа BIAMP Nexia TC;
- усилитель-распределитель Apart CONCEPT 1;
- усилитель мощности ROLLSRA2100B;
- трибуна с ПК для презентаций (с сенсорным экраном и коммутацией для ноутбука, микрофон);
- wi-Fi с доступом в Интернет;
- стол с микрофонами (8 шт.) и интерфейсами на 8 ноутбуков (HDMI, VGA, звук, Ethernet) на 10 мест (возможно размещение дополнительно 6 мест);
- кондиционер;
- рабочее место администратора;
- ПО управления ситуационным центром iRidium;
- лицензионное ПО: MS Office, Windows, System Center Endpoint Protection/