



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.04.07 Электродинамика и распространение радиоволн

(Шифр и полное название дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль): Электронные цифровые устройства и системы

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очно-заочная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: физики, радиотехники и электроники

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	-	3	-
Семестр/триместр	-	8	-
Лекции	-	6	-
Лабораторные занятия	-	6	-
Практические (семинарские) занятия	-		-
Консультации			
Форма(ы) промежуточной аттестации	-	зачет с оценкой	-
Контроль	-		-
Иные формы работы	-		-
Самостоятельная работа	-	96	-

Всего часов: 108

Трудоемкость: 3 зачетные единицы.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент

 А.А. Зайцев

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины:

Целью дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» является освоение студентами основ теории электромагнитного поля и ее радиотехнических приложений, включая закономерности распространения радиоволн в реальных средах.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у студентов навыков анализа базовых электродинамических задач;
- научить студентов правильно выбирать известный математический аппарат для решения конкретных научных и технических задач электродинамики;
- выработать навыки применения специализированного программного обеспечения.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1. Дисциплины (модули).

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации и применять системный подход для решения поставленных задач	Знать: - методы поиска информации и работы с ней; - сущность системного подхода;	Знает: - основные методы поиска информации.
	Уметь: - анализировать задачу, выделять этапы ее решения, осуществлять действия по решению; - находить различные варианты решения задачи, оценивать их преимущества и риски;	Умеет: - решать прикладные задачи различными методами, с учетом их преимуществ и недостатков.
	Владеть: - навыками оценивания практических последствий возможных вариантов решения задачи; - навыками грамотного, логичного, аргументированного формулирования собственных суждений и оценок.	Владеет: - навыками аргументированного формулирования собственных суждений.
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе	Знать: - свои ресурсы и их пределы (личностные, психофизиологические, ситуативные, временные и т.д.) для успешного выполнения порученной работы	Знает: - свои временные ресурсы для успешного выполнения порученной работы.
	Уметь: - планировать перспективные цели деятельности с учетом условий, средств,	Умеет: - критически оценивать эффективность использования

<p>принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда;</p> <p>- критически оценивать эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а также относительно полученного результата</p>	<p>времени при решении поставленных задач.</p>
	<p>Владеть:</p> <p>- навыками реализации намеченной цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда; навыками использования предоставляемых возможностей для приобретения новых знаний и навыков</p>	<p>Владеет:</p> <p>- навыками использования вычислительной техники для приобретения новых знаний.</p>
<p>ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности</p>	<p>Знать:</p> <p>- фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы;</p>	<p>Знает:</p> <p>- основные физические и математические законы, описывающие процессы распространения радиоволн.</p>
	<p>Уметь:</p> <p>- применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера;</p>	<p>Умеет:</p> <p>- применять физические законы и математические методы для решения задач электродинамики</p>
	<p>Владеть:</p> <p>- навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.</p>	<p>Владеть:</p> <p>- навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач электродинамики.</p>
<p>ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</p>	<p>Знать:</p> <p>- основные принципы и закономерности протекания информационных процессов, способы обработки массивов информации с помощью различных информационных технологий и вычислительных систем для решения поставленных профессиональных задач, а также для создания новых информационных ресурсов;</p> <p>- типы алгоритмов и способы их написания, алгоритмические языки программирования и современные среды разработки компьютерных программ;</p>	<p>Знает:</p> <p>- способы обработки массивов информации с помощью различных информационных технологий.</p>

	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обрабатывать массивы информации с помощью различных информационных технологий и вычислительных систем, оценивать и использовать их потенциал для решения профессионально-ориентированных задач; - составлять алгоритмы, писать и проводить отладку кода на языке программирования, тестировать работоспособность программы.; 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обрабатывать массивы информации с помощью различных информационных технологий
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способами модификации, адаптации существующих и создания новых массивов информации для осуществления профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий и вычислительных систем; - навыками использования современных языков программирования для решения профессиональных задач. 	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способами адаптации массивов информации для осуществления профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий и вычислительных систем.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения не реализуется

Очно-заочная форма обучения

№	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Раздел 1. Основные уравнения и законы электродинамики	13	1			12
2.	Тема 1. Физические поля и их характеристики. Понятие об электрическом и магнитном поле. Система уравнений Максвелла в вакууме в интегральной и дифференциальной формах. Система уравнений Максвелла для сплошной среды. Метод комплексных амплитуд. Уравнения Максвелла в комплексной форме	7	1			6
3.	Тема 2. Граничные условия электродинамики. Энергия электромагнитного поля. Граничные условия на поверхностях раздела реальных	6				6

	<p>сред. Уравнение баланса мгновенных значений мощности. Вектор Умова-Пойнтинга. Уравнение баланса комплексной мощности. Условие резонанса и добротность изолированной области. Введение магнитных зарядов и токов в электродинамику. Уравнения Максвелла и граничные условия при учёте магнитных зарядов и токов. Скорость распространения электромагнитной энергии. Классификация задач электродинамики.</p>					
4.	<p>Раздел 2. Волновые процессы. Волновые уравнения. Основные принципы электродинамики</p>	13	1			12
5.	<p>Тема 3. Общие сведения о волновых процессах. Типы волн. Волновые уравнения для мгновенных значений и комплексных амплитуд векторов поля. Скалярный и векторный электродинамические потенциалы и их представление через источники поля (токи и заряды).</p>	7	1			6
6.	<p>Тема 4. Основные принципы электродинамики: теоремы единственности; принцип перестановочной двойственности; лемма Лоренца; теорема взаимности; теорема эквивалентности.</p>	6				6
7.	<p>Раздел 3. Плоские электромагнитные волны</p>	19	1			18
8.	<p>Тема 5. Плоские однородные волны в неограниченных изотропных средах без потерь и с потерями. Волны в диэлектриках и проводниках. Глубина проникновения поля в поглощающую среду. Поляризация волн. Распространение сигналов в диспергирующей среде.</p>	7	1			6
9.	<p>Тема 6. Волновые явления на границе раздела сред. Падение нормально и параллельно поляризованных плоских волн на границу раздела сред.</p>	6				6

	Коэффициенты Френеля. Полное прохождение и полное отражение волны на границе раздела сред. Плоские неоднородные волны на границе раздела сред. Падение плоской волны на границу поглощающей среды. Поверхностный эффект.					
10.	Тема 7. Свойства электромагнитных волн в анизотропных средах. Анизотропные среды. Свойства ферритов и плазмы. Принцип перестановочной двойственности для ферритов и плазмы. Распространение электромагнитных волн в продольно и поперечно намагниченных феррите и плазме	6				6
11.	Раздел 4. Излучение электромагнитных волн в свободном пространстве	15	1		2	12
12.	Тема 8. Общий подход к определению полей излучающих систем. Излучение электромагнитных волн элементарными излучателями: элементарный электрический вибратор; элементарный магнитный вибратор; элементарный излучатель Гюйгенса.	8			2	6
13.	Тема 9. Диаграмма направленности излучающей системы. Поля излучения и параметры элементарных электрической и магнитной рамок. Связь между полями и параметрами элементарных электрических и магнитных вибраторов и рамок. Физический аналог магнитного вибратора. Поле излучения и параметры щелевого вибратора.	7	1			6
14.	Раздел 5. Регулярные линии передачи электромагнитной энергии	20	1		1	18
15.	Тема 10. Направляющие системы. Полые волноводы.	7	1			6
16.	Тема 11. Основные свойства коаксиальной линии передачи. Полосковые, щелевые и другие	7			1	6

	планарные линии передачи. Диэлектрические волноводы оптического диапазона.					
17.	Тема 12. Электромагнитные колебания в резонаторах: электромагнитные колебания в полых резонаторах; поля в полых прямоугольных и круглых резонаторах; параметры объёмных резонаторов	6				6
18.	Раздел 6. Дифракция электромагнитных волн	14,5	0,5		2	12
19.	Тема 13. Электродинамические задачи дифракции. Дифракция на круглом цилиндре	6,5	0,5			6
20.	Тема 14. Понятие о приближённых и численных методах электродинамики. Основные принципы метода конечных элементов	8			2	6
21.	Раздел 7. Основы теории распространения радиоволн	13,5	0,5		1	12
22.	Тема 15. Идеальная и реальная радиолинии. Классификация радиоволн по диапазонам частот и способу распространения. Влияние среды на характеристики передаваемых сигналов. Влияние помех на работу радиолиний. Область пространства, существенная для распространении радиоволн. Влияние Земли на поле диполей	7			1	6
23.	Тема 16. Строение атмосферы. Распространение радиоволн в тропосфере. Распространение радиоволн в ионосфере.	6,5	0,5			6
	Форма отчетности: зачет с оценкой					
	ИТОГО:	108	6		6	96

Заочная форма обучения не реализуется

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы.

Типовой вариант контрольной работы

1. Рассчитать расстояние прямой видимости без учета рефракции, если высоты антенн $h_1 = 20$ м, $h_2 = 35$ м.
2. Рассчитать расстояние прямой видимости с учетом рефракции, если высоты антенн $h_1 = 15$ м, $h_2 = 25$ м.
3. Рассчитать критическую частоту, при которой волна при нормальном падении еще отражается в ионосфере для значения $N_e = 3 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$.
4. Рассчитать наибольшую частоту, при которой радиоволна испытывает отражение при $\theta = 30^\circ$ и $N_e = 3 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$. Сферичность Земли не учитывать.
5. Рассчитать максимальный радиус области, существенной при распространении радиоволн для длины волны $\lambda = 1,73$ м и расстояния между антеннами $L = 12,5$ км.
6. Рассчитать минимальную высоту приемной антенны h_2 при которой существенная область (первая зона Френеля) не пересекает препятствие высотой 10 м. Высота антенны передатчика $h_1 = 30$ м, расстояние от антенны передатчика до препятствия $a = 2500$ м, длина волны $\lambda = 1,2$ м и расстояние между передающей и приемной антеннами $L = 5,5$ км.
7. Рассчитать значение напряженности на расстоянии $r = 4000$ м от передающей антенны для длины волны $\lambda = 2,4$ дм. Угол скольжения считать малым. Модуль коэффициента отражения принять $R = 1$, фазу $\beta = 180^\circ$.
8. Рассчитать по критерию Релея максимальную высоту неровностей, при которых отражение радиоволны от поверхности Земли можно считать зеркальным. Длина волны $\lambda = 1,2$ дм, угол падения $\theta = 5^\circ$.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с оценкой с использованием следующих оценочных материалов:

**Вопросы к зачету с оценкой
(8 триместр, очно-заочная форма обучения)**

1. Что такое длина волны? Как она вычисляется в вакууме и в среде?
2. Как изменяется частота длина волны при переходе из одной среды в другую?
3. Какие электромагнитные волны относят к радиоволнам?
4. Что такое диапазон частот и диапазон радиоволн? По какому принципу радиоволны разделены на диапазоны?
5. Перечислите диапазоны радиоволн и соответствующие им границы длин волн.
6. Перечислите параметры электромагнитного поля.
7. Что такое вектор напряженности электрического поля? Какова его размерность и физический смысл?

8. Что такое вектор индукции магнитного поля? Какова его размерность и физический смысл?
9. Что такое вектор индукции электрического поля? Какова его размерность и физический смысл?
10. Что такое вектор напряженности магнитного поля? Какова его размерность и физический смысл?
11. Какова связь между вектором индукции и вектором напряженности электрического поля?
12. Какова связь между вектором индукции и вектором напряженности магнитного поля?
13. Приведите систему материальных уравнений. Раскройте физический смысл входящих в нее параметров.
14. Приведите классификацию сред в электродинамике.
15. Дайте определение скалярного поля. Приведите примеры.
16. Дайте определение векторного поля. Приведите примеры.
17. Какие существуют способы графического отображения векторных и скалярных полей.
18. Основные понятия векторного анализа: поток, градиент, дивергенция, циркуляция, ротор.
19. Сформулируйте и запишите теорему Остроградского-Гаусса. Раскройте ее физический смысл.
20. Сформулируйте и запишите теорему Стокса. Раскройте ее физический смысл.
21. Приведите систему уравнений Максвелла в дифференциальной форме. Каков смысл закона непрерывности магнитного поля?
22. Приведите систему уравнений Максвелла в дифференциальной форме. Каков смысл закона полного тока?
23. Приведите систему уравнений Максвелла в интегральной форме. Каков смысл закона электромагнитной индукции?
24. Сформулируйте и запишите законы Снеллиуса.
25. Назначение, основные параметры и характеристики антенн. Понятие об изотропной антенне.
26. Амплитудная характеристика направленности антенны.
27. Диаграмма направленности антенны и способы ее представления.
28. Ширина диаграммы направленности антенны, коэффициент защитного действия, коэффициент направленного действия (КНД).
29. Механизмы распространения радиоволн. Классификация видов радиосвязи (ГОСТ 24375-80): наземная, космическая, спутниковая, прямой видимости, тропосферная, ионосферная, метеорная, радиорелейная.

30. Типы радиолиний: первичные и вторичные радиолинии.
31. Понятие математической модели радиотрассы. Сложности построения моделей. Классификация матмоделей радиотрасс: модель первого, второго и третьего приближений.
32. Модель свободного пространства. Основные расчетные соотношения для расчета радиотрассы в свободном пространстве. Ослабление радиоволн в свободном пространстве.
33. Область пространства, существенная для распространения радиоволн. Расчет конфигурации существенной области методом зон Френеля.
34. Основные факторы, влияющие на распространение радиоволн вблизи поверхности Земли. Классификация радиолиний по высоте просвета: открытая, полуоткрытая и закрытая радиолиния.
35. Понятие расстояния прямой видимости. Модели радиотрасс: малой протяженности (освещенная область); средней протяженности (область полутени); большой протяженности (область тени). Особенности и границы применимости каждой модели.
36. Распространение радиоволн в области прямой видимости вдоль плоской поверхности Земли при высоко поднятых антеннах. Двухлучевая модель распространения радиоволн. Местоположение и параметры участка, существенного при отражении радиоволны.
37. Расчет радиотрассы в освещенной зоне. Функция ослабления (интерференционная формула) в двухлучевой модели. Максимумы и минимумы напряженности поля при фиксированных высотах антенн.
38. Формула Введенского и границы ее применимости.
39. Зеркальное и диффузное отражение радиоволн. Степень неровности поверхности. Критерий Релея.
40. Сферичность Земли и факторы, влияющие на отраженную радиоволну. Расчет радиотрассы с учетом этих факторов (модель с приведенными высотами антенн и коэффициентом рассеяния от сферической поверхности).
41. Влияние электродинамических свойств поверхности на распространение земной волны. Относительная комплексная диэлектрическая проницаемость. Зависимость свойств поверхности от частоты: критерий принадлежности к диэлектрику или проводнику. Глубина проникновения слоя в поверхности.
42. Распространение радиоволн при низко расположенных антеннах. Влияние поляризации на напряженность поля. Дифракционная формула Фока.
43. Строение атмосферы. Нейтросфера и ионосфера. Механизмы ионизации.
44. Слои ионосферы, их параметры и характеристики.

45. Физические параметры тропосферы. Понятие стандартной тропосферы. Зависимость относительной диэлектрической проницаемости и показателя преломления тропосферы от физических параметров и высоты.
46. Рефракция радиоволн в тропосфере. Учет влияния рефракции при расчете радиолиний с помощью эквивалентного радиуса Земли.
47. Затухание радиоволн в тропосфере. Потери в тумане, облаках и дожде. Резонансное поглощение. Окна прозрачности.
48. Неоднородности тропосферы. Дальнее тропосферное распространение радиоволн. Замирания радиоволн.
49. Зависимость концентрации свободных электронов в ионосфере от высоты. Внешняя и внутренняя ионосфера. Регулярные и нерегулярные изменения концентрации электронов.
50. Диэлектрическая проницаемость ϵ и проводимость σ ионосферы. Зависимость ϵ от высоты и частоты (различные формы записи этой зависимости).
51. Отражение и преломление радиоволн в ионосфере. Анализ ионосферы на основе слоистой модели. Критическая, максимальная и предельная частоты.
52. Ослабление радиоволн в ионосфере.
53. Расчет ионосферных радиотрасс на КВ (ВЧ). Замирания КВ (ВЧ).
54. Диапазонные особенности распространения радиоволн: длинные и сверхдлинные волны.
55. Диапазонные особенности распространения радиоволн: средние волны.
56. Диапазонные особенности распространения радиоволн: короткие волны.
57. Диапазонные особенности распространения радиоволн: ультракороткие волны на наземных радиолиниях.
58. Диапазонные особенности распространения радиоволн: ультракороткие волны на космических радиолиниях.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Замотринский, В. А. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие / В. А. Замотринский, Л. А. Боков, А. Е. Мандель; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013. – 410 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208611>

2. Соловьянова, И. П. Электродинамика и распространение радиоволн: учебник / И. П. Соловьянова, Ю. Е. Мительман, С. Н. Шабунин; под общ. ред. И. П. Соловьяновой, Ю. Е. Мительмана; Уральский федеральный университет им. первого

Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2020. – 414 с.: ил., табл. – (Учебник УрФУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699305>

3. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, О. А. Белоусов, Ю. Т. Зырянов [и др.]; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 200 с.: граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437090>

4.2. Дополнительная литература

1. Электромагнитные поля и волны: сборник задач и упражнений: учебное пособие / Л. И. Шангина, Ж. М. Соколова, А. Е. Мандель, Л. А. Боков; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск: ТУСУР, 2013. – 271 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480510>

2. Гошин, Г. Г. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства: учебное пособие / Г. Г. Гошин, Ю. И. Буянов; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск: ТУСУР, 2013. – 300 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480512>

3. Никольский, В. В. Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие / В. В. Никольский. – Москва: Наука, 1973. – 609 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477370>

У. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ
2.	https://re.eltech.ru/jour	Известия высших учебных заведений Радиоэлектроника: научный журнал	Свободный доступ.

У. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем
----	---	--	--

			предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.garant.ru	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	www.consultant.ru	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ
5.	http://kazus.ru	Профессиональные базы данных: Справочные данные по диодам и транзисторам	Свободный доступ.
6.	http://www.promelec.ru	Профессиональные базы данных: Промэлектроника - Электронные компоненты	Свободный доступ.

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных следующим оборудованием: осциллографы «Мегеон 15010», С 1-65, С1-68, С1-49, С1-83, С1-55, генераторы низких частот Г3-118, ГНЧШ, генератор высоких частот Г4-102, Г4-116, Г4-153, генераторы прямоугольных импульсов Г5-48, Г5-54, Г6-46, вольтметры цифровые В7-4015, В7-30, В7-38, частотомеры ЧЗ-33, ЧЗ-63, ЧЗ-7; измеритель нелинейных искажений С6-11; измеритель параметров LCR; стойка УРПС, типовой комплект учебного оборудования "Радиоавтоматика - линейные непрерывные системы" РА-ЛНС-МРЦ; «Ишим-003», источники питания Б5-47, Б5-45; цифровой ж\к телевизор, персональный компьютер, универсальный аппаратно-программный комплекс «Алиса – СК», мультиметры, тестеры, монтажный инструмент, стенд по электроизмерениям НТЦ-08.100; комплект типового лабораторного оборудования «Основы метрологии и электрические измерения» ОМЭИ.001 РБЭ; лабораторный стенд РТЦС1-Н-К «Радиотехнические

цепи и сигналы»; мультиметры, вольтметры, амперметры, частотомеры, магазины сопротивлений, лабораторные источники питания на 12 В.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.