



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.03 Радиотехнические цепи и сигналы

(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	-	7, 8, 9	-
Лекции	-	12	-
Лабораторные занятия	-	14	-
Практические (семинарские) занятия	-	14	-
Консультации			
Форма(ы) промежуточной аттестации	-	Экзамен 0,3	-
Контроль	-	9	-
Иные формы работы	-	-	-
Самостоятельная работа	-	130,7	-

Всего часов: 180

Трудоемкость: 5 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент

 А.А. Зайцев

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины:

Целью дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» является освоение фундаментальных закономерностей, связанных с анализом и синтезом сигналов, передачей информации, обработкой и преобразованием сигналов, применительно к различным радиотехническим системам, овладение методами математического описания сигналов, передачи сигналов через радиотехнические цепи и изучение физической сути явлений в радиотехнических устройствах.

Задачи изучения дисциплины:

- дать студентам основной комплекс знаний, необходимый для понимания принципов функционирования радиотехнических устройств и систем;
- сформировать навыки инженерного анализа и синтеза радиотехнических цепей и сигналов;
- научить студентов правильно выбирать известный математический аппарат при решении конкретных научных и технических задач в радиотехнике и радиоэлектронике;
- выявлять связь используемой математической модели с физической стороной исследуемого процесса или устройства.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений) 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.
ПКС-1 Способен	Знать: - правила технической эксплуатации	Знает: - методы расчета параметров

производить расчеты, необходимые для проектирования и эксплуатации оборудования систем связи и линий связи	систем связи и линий связи; - основные этапы проектирования систем связи и линий связи	радиотехнических цепей во временной и спектральной областях.
	Уметь: - производить расчет систем связи и линий связи	Умеет: - анализировать работу радиотехнических цепей в стационарном и переходном режимах.
	Владеть: - специализированными методиками расчета, навыками чтения и формирования технического задания, средствами автоматизированного проектирования	Владеет: - основными методами измерения характеристик радиотехнических цепей и сигналов

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. Радиотехнические сигналы	20	2	2	2	14
2.	Тема 1. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье	7	1	1	1	4
3.	Тема 2. Спектральное представление непериодических сигналов рядами Фурье	6,5	1	0,5	1	4
4.	Тема 3. Основы вейвлет-анализа	6,5	-	0,5	-	6
5.	Раздел 2. Модуляция электрических сигналов	21,5	1,5	2	4	14
6.	Тема 4. Амплитудная модуляция и её параметры. Спектр АМ-сигнала при модуляции гармоническим и сложным сигналом	7,5	0,5	1	2	4
7.	Тема 5. Угловая модуляция. Частотная модуляция (ЧМ). Параметры ЧМ. Спектр сигнала при ЧМ. Параметры фазовой модуляции. Спектральная диаграмма ЧМ- и ФМ- сигналов	6,5	0,5	1	1	4
8.	Тема 6. Амплитудные модуляторы. Частотные и фазовые модуляторы	7,5	0,5	-	1	6

9.	Раздел 3. Воздействие детерминированных сигналов на линейные радиотехнические цепи	11	1	2	-	8
10.	Тема 7. Методы анализа линейных цепей. Представление сигналов цепей динамическими моделями	5,5	0,5	1	-	4
11.	Тема 8. Принципы динамического представления сигналов	5,5	0,5	1	-	4
12.	Раздел 4. Преобразование сигналов в нелинейных радиотехнических цепях	19,5	1,5	2	2	14
13.	Тема 9. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов	5,5	0,5	1	-	4
14.	Тема 10. Умножение частоты	8,5	0,5	-	2	6
15.	Тема 11. Преобразование частоты	5,5	0,5	1	-	4
	Итого за 7 триместр	72	6	8	8	50
16.	Раздел 5. Автогенераторы гармонических сигналов	26	3	3	2	18
17.	Тема 12. Принципы возникновения гармонических и релаксационных колебаний. LC- и RC- автогенераторы.	8	1	1	-	6
18.	Тема 13. Режимы самовозбуждения автогенераторов. Стабилизация частоты автогенераторов.	8	1	1	-	6
19.	Тема 14. Трёхточечные автогенераторы гармонических колебаний	10	1	1	2	6
20.	Раздел 6. Электрические фильтры	22	1	1	2	18
21.	Тема 15. Классификация электрических фильтров. Фильтры с максимально плоскими АЧХ	9,5	0,5	-	-	9
22.	Тема 16. Электрические фильтры на основе резонансных элементов	12,5	0,5	1	2	9
23.	Раздел 7. Основы цифровой обработки сигналов	24	2	2	2	18
24.	Тема 17. Дискретная обработка сигналов	11	1	1	-	9
25.	Тема 18. Основы построения цифровых фильтров	13	1	1	2	9
	Итого за 8 триместр					54
						26,7
	Контроль:	9				
	Консультации					
	Форма отчетности: экзамен	0,3				
	Итого за 9 триместр	36	-	-	-	26,7

ИТОГО:	180	12	14	14	140
--------	-----	----	----	----	-----

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 Тестовые задания

A1. Какой фильтр состоит из двух параллельно соединенных Т-образных звеньев?:

1. ПФ
2. РФ
3. ФВЧ
4. ФНЧ

A2. Процесс, в результате которого один или несколько параметров несущего колебания изменяется по закону передаваемого сообщения называется:

1. детектирование
2. интегрирование
3. модуляция
4. дифференцирование

A3. По какой схеме можно определить полный состав элементов и связи между ними какого-либо радиоэлектронного устройства:

1. функциональная схема
2. принципиальная схема
3. структурная схема
4. алгоритмическая схема

A4. Период повторения сигнала равен 1мкс. Чему равна частота второй гармоники спектра сигнала

1. 2 МГц;
2. 1 МГц;
3. 0,5 МГц
4. 4 МГц

A5. Чему равна ширина спектра амплитудно-модулированного сигнала с несущей частотой ω_0 и наивысшей частотой спектра информационного сигнала Ω_m

1. $2\omega_0$
2. $2\Omega_m$
3. $\omega_0 + \Omega_m$

4. $\omega_0 - \Omega_m$

А6. Сигналы, которые точно определены в любые моменты времени называются?:

1. дискретными
2. детерминированными
3. случайными
4. информативными

А7. Сигналы, мгновенные значения которых не известны, а могут быть лишь предсказаны с некоторой вероятностью, называются:

1. дискретными
2. детерминированными
3. случайными
4. информативными

А8. Чему равна размерность амплитудного спектра периодического сигнала:

1. Размерности сигнала;
2. Размерности сигнала, деленной на Гц;
3. В/Гц;
4. Размерности сигнала, умноженной на секунду.

А9. Операцию представления непрерывных детерминированных сигналов в виде совокупности постоянной составляющей и суммы гармонических колебаний с кратными частотами принято называть:

1. векторной диаграммой
2. спектральным представлением
3. разложением в ряд Тейлора
4. демодуляцией

А10. Чтобы увеличить глубину модуляции при получении АМ-сигнала необходимо:

1. увеличить амплитуду модулирующего напряжения
2. уменьшить амплитуду моделирующего напряжения
3. увеличить частоту моделирующего напряжения
4. увеличить амплитуду несущего колебания

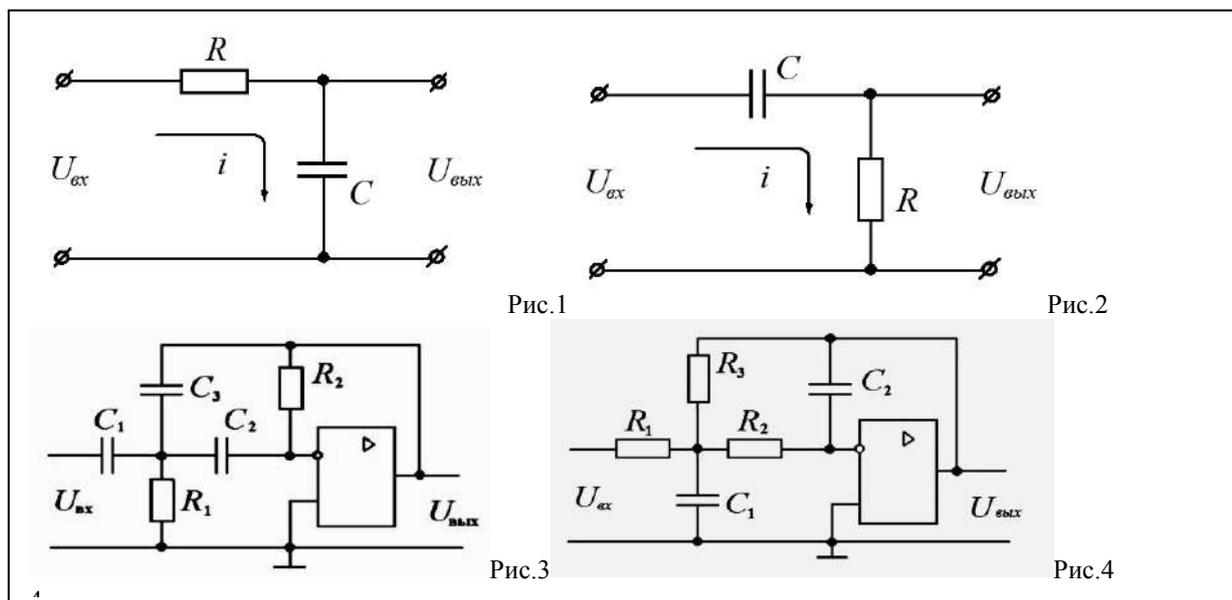
Часть В.

В1. Выберите из указанных выражений последовательно: условие баланса фаз в автогенераторе, условие баланса амплитуд в автогенераторе:

1. $K_y(\omega_r) \cdot K_{oc}(\omega_r) > 1$
2. $\varphi_y \cdot \varphi_{oc} = 1$
3. $K_y(\omega_r) \cdot K_{oc}(\omega_r) = 1$
4. $\varphi_y \cdot \varphi_{oc} = 2\pi k$

В2. Расположите названия фильтров в соответствии с последовательностью рисунков:

1. ФВЧ первого порядка
2. ФНЧ второго порядка
3. ФНЧ первого порядка
4. ФВЧ второго порядка



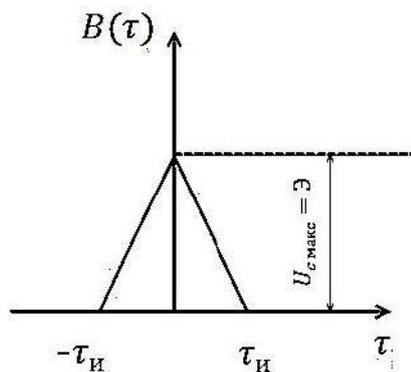
В3. Какие из перечисленных частот отсутствуют в спектре периодической последовательности прямоугольных импульсов с периодом повторения $T=1\text{ мс}$ и длительностью $\tau=0,2\text{ мс}$?:

1. 2 кГц
2. 4 кГц
3. 5 кГц
4. 8 кГц
5. 25 кГц
6. 28 кГц

В4. Процесс выделения информационного (модулирующего) сигнала из модулированного колебания высокой (несущей) частоты называется _____.

В5. Гауссов шум – случайный сигнал, у которого _____ имеет форму гауссовой кривой.

В6. Автокорреляционную функцию указанного вида имеет _____ прямоугольный импульс.



В7. По отношению к свойствам сигнала $s(t) = s(t \pm kT)$, где $T - const, k -$ целое число справедливо высказывание:

1. конечен во времени
2. непериодический
3. имеющий дискретный спектр
4. периодический
5. бесконечен во времени
6. имеющий непрерывный спектр

В8. Расположите сигналы в соответствии с порядком их аналитических выражений ЧМ, АМ, БАМ, ФМ:

1. $u_{\gamma} = \frac{MU_H}{2} \cos(\omega_0 + \Omega_i)t + \frac{MU_H}{2} \cos(\omega_0 - \Omega_i)t$
2. $u_{\gamma}(t) = U_H \cos(\omega_0 t + m_{\omega} \sin \Omega t)$
3. $u_{\gamma}(t) = U_H (1 + \sum_{i=1}^N M_i \cos \Omega_i t) \cos \omega_0 t$
4. $u_{\gamma}(t) = U_H \cos(\omega_0 t + m_{\varphi} \cos \Omega t)$

В9. В разложении в спектр периодического сигнала вида $f(t) = f(-t)$ присутствуют только _____ составляющая и _____ составляющие отдельных гармоник.

В10. Следующие виды модуляции применяют в радиотехнических системах: для передачи стереосигналов – _____ модуляцию, для качественной передачи звуковых сигналов – _____ модуляцию, цветоразностный сигнал в первых системах цветного телевидения – _____ модуляцию.

Часть С.

С1. Определить собственную частоту и добротность контура, обладающего ёмкостью 200 пФ и активным сопротивлением 3,2 Ом, если собственная длина волны колебаний контура равна 280 м.

С2. Контур настроен на частоту 20 МГц и имеет следующие параметры: индуктивность 5 мкГн, активное сопротивление 6,28 Ом.

Определить, во сколько раз уменьшится ток в контуре при расстройке на 50 кГц.

С3. Как изменится спектр последовательности прямоугольных импульсов, если уменьшить длительность τ и период T импульсов в два раза?

С4. Цифровые рекурсивные и нерекурсивные фильтры обладают различающимися свойствами по ряду факторов. Укажите эти различия для:

1. Возможности возникновения автоколебаний в каждом из них.
2. Устойчивости
3. Наличия аналогового прототипа.

С5. В распоряжении имеется генератор сигналов с неизвестной спектральной характеристикой.

1. С помощью какого измерительного прибора возможно определить амплитудный спектр сигнала?
2. Каков принцип его действия?

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

Вопросы к экзамену (9 триместр, очно-заочная форма обучения)

1. Классификация радиотехнических сигналов. Детерминированные и случайные сигналы.
2. Амплитудная модуляция и её параметры. Виды амплитудной модуляции.
3. Назначение и виды модуляции радиосигналов. Графическое изображение модулированных сигналов. Параметры модуляции.
4. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье.
5. Формы представления электрических сигналов рядом Фурье.
6. Частотная модуляция. Параметры частотной модуляции. Спектр ЧМ- сигнала при однотоновой модуляции и модуляции сложным сигналом.
7. Спектральное представление непериодических сигналов.
8. Фазовая модуляция. Спектр ФМ- сигнала при однотоновой фазовой модуляции. Графическое представление ФМ- сигнала. Параметры фазовой модуляции.
9. Линейные и нелинейные электрические цепи, их свойства и использование в радиотехнике.
10. Полярная модуляция и её применение. Структурная схема передающей части системы с полярной модуляцией

11. Ряд Фурье периодической последовательности, образованный гармоническим сигналом.
12. Спектральная плотность сигнала.
13. Несущее колебание и модулирующий сигнал и их назначение. Виды модуляции радиотехнических сигналов и их графическое представление.
14. Балансная и однополосная модуляции.
15. Зависимость спектральной плотности сигнала от изменения длительности импульса.
16. Спектральное представление периодических сигналов рядами Фурье.
17. Спектры АМ-колебания при модуляции одним тоном и сложным сигналом.
18. Назначение модуляции и её виды. Графическое представление радиосигналов с различными видами модуляции.
19. Зависимость спектра периодической последовательности импульсов от периода повторения и длительности импульса.
20. Угловая модуляция и её виды. Параметры угловой модуляции.
21. Виды аналоговой модуляции электрических сигналов и их графическое представление.
22. Детерминированные и случайные сигналы и их отличия.
23. Формы ряда Фурье, применяемые в теории сигналов.
24. Назначение модуляции и её виды. Графическое представление радиосигналов с различными видами модуляции. Параметры видов модуляции и их физический смысл.
25. Амплитудная модуляция, её виды и применение.
26. Спектр радиосигнала при частотной модуляции однотоновым и сложным сигналом.
27. Линейные и нелинейные электрические цепи, их свойства и применение в радиотехнике.
28. Амплитудный модулятор на основе резонансного усилителя мощности.
29. Способы аппроксимации ВАХ нелинейного элемента.
30. Нелинейное усиление мощности и умножение частоты.
31. Трёхточечные автогенераторы.
32. Принцип работы и АЧХ и дифференцирующей цепи.
33. Спектр тока в цепи с нелинейным элементом при кусочно-линейной аппроксимации его характеристики.
34. Методы стабилизации частоты в схемах автогенераторов.
35. Угол отсечки выходного тока нелинейного элемента. Коэффициенты Берга, их физический смысл и применение.
36. Условия самовозбуждения генератора и их реализация.

37. Принцип работы умножителя частоты. Принципиальная схема и анализ работы.
38. Режимы самовозбуждения автогенераторов.
39. Аппроксимация характеристик НЭ. Виды аппроксимации и их применение при анализе цепей.
40. Фильтры Баттерворта и Чебышёва и их применение.
41. RC-генераторы и их применение в радиотехнике.
42. Причины появления искажений в нелинейных радиотехнических цепях.
43. Нелинейный резонансный усилитель мощности. Принципиальная схема и анализ работы.
44. Принцип работы преобразователя частоты. Принципиальная схема и анализ работы.
45. RC- генераторы и их применение.
46. Умножители частоты. Принципиальная схема и анализ работы. Применение умножителей частоты.
47. Анализ фильтра высоких частот.
48. Параметрическое преобразование частоты.
49. Полосовой и режекторный фильтры и их реализация.
50. Радиотехнические цепи с сосредоточенными и распределёнными параметрами.
51. Электрические фильтры на основе колебательных контуров. Разновидности фильтров и их характеристики.
52. Функция включения и дельта-функция. Связь между ними. Использование этих функций при анализе радиотехнических цепей.
53. Основные виды и АЧХ электрических фильтров.
54. Условия самовозбуждения автогенераторов и их реализация в генераторах гармонических и релаксационных генераторах.
55. Принципы построения активных фильтров. Базовые схемы активных фильтров.
56. Нелинейные радиотехнические цепи и их свойства. Применение нелинейных цепей в радиотехнике.
57. Виды характеристик радиотехнических цепей. Применение этих характеристик при анализе радиотехнических цепей.
58. Свойства линейных радиотехнических цепей. Принцип суперпозиции.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Каратаева, Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / Н.А. Каратаева ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2012. – Ч. 1. Теория сигналов и линейные цепи. – 261 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480452>

2. Каратаева, Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / Н.А. Каратаева ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2012. – Ч. 2. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация. – 257 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480454>

4.2. Дополнительная литература

1. Федосов, В.П. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие / В.П. Федосов ; Министерство науки и высшего образования РФ, Южный федеральный университет, Институт радиотехнических систем и управления. – Ростов-на-Дону; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – 283 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499606>

2. Евдокимов, А.О. Радиотехнические цепи и сигналы: сборник задач и упражнений / А.О. Евдокимов ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2016. – Ч. 1. – 64 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461565>

3. Евдокимов, А.О. Радиотехнические цепи и сигналы: сборник задач и упражнений : [16+] / А.О. Евдокимов, С.А. Охотников ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. – Ч. 2. – 96 с. : граф., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483696>

4. Сигналы и их преобразования в линейных радиотехнических цепях: Лабораторный практикум / В.Я. Баскей, В.М. Меренков, Д.О. Соколова, А.Н. Яковлев ; ред. А.Н. Яковлев. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 78 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228992>

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	Свободный доступ

		стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	
2.	https://re.eltech.ru/jour	Известия высших учебных заведений Радиоэлектроника: научный журнал	Свободный доступ.

VI. 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 ГЗ-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.