

«Утверждаю»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.1.01.02 Устройства генерирования и формирования сигналов

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Направленность (профиль): Беспроводные технологии в радиотехнических системах и устройствах

Квалификация (степень): магистр

Форма обучения: очная

Институт: агробиотехнологий и технических систем

Кафедра: агроинженерии, мехатронных и радиоэлектронных систем

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	2		
Семестр/триместр	3		

Лекции	36		
Лабораторные занятия	18		
Практические (семинарские) занятия	18		
в т.ч. практическая подготовка			
Консультации			
Формы промежуточной аттестации	зачет экзамен - 0,3		
Контроль	9		
Иные формы работы	-		
Самостоятельная работа	98,7		

Всего часов: 180

Трудоемкость: 5 зачетных единиц

Разработчик рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент

Зайцев А.А.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины

Целью дисциплины является изучение и усвоение принципов работы, методов анализа и проектирования основных типов устройств, предназначенных для генерирования и формирования электромагнитных колебаний радиочастотного и оптического диапазона, а также знакомство с параметрами и характеристиками таких устройств, с основными техническими и конструктивными требованиями к ним, связью этих требований с назначением и параметрами радиотехнических систем и комплексов.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить теоретические основы построения основных типов устройств для генерирования и формирования сигналов в различных диапазонах частот;
- сформировать навыки анализа и синтеза проектирования устройств генерирования и формирования сигналов;
- выработать умения применять на практике методы расчета устройств генерирования и формирования сигналов.

Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина Б1.В.1.01.02 Устройства генерирования и формирования сигналов реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины Б1.В.1.01.02 Устройства генерирования и формирования сигналов направлен на формирование следующих компетенций: УК-1, УК-6, ПКС-2.

Код компетенции	Индикаторы компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	Знать: - методы критического анализа и оценки современных научных достижений; - основные принципы критического анализа.	Знает: – методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области радиотехники; – основные принципы критического анализа в области радиотехники;
	Уметь: - анализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; - осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации; - определять в рамках выбранного алгоритма вопросы (задачи), подлежа-	Умеет: – анализировать проблемную ситуацию в области радиотехники как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними; – осуществлять поиск вариантов решения задачи создания устройств генерирования и формирования сигналов;

	<p>щие дальнейшей разработке.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки стратегии достижения поставленной цели как последовательности шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки стратегии построения радиотехнических устройств, в том числе устройств генерирования и формирования сигналов.
<p>УК-6</p> <p>Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности принятия и реализации организационных, в том числе управленческих решений; - теоретико-методологические основы саморазвития, самореализации; направления использования творческого потенциала собственной деятельности. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности принятия организационных решений при создании устройств генерирования и формирования сигналов; - направления использования творческого потенциала в деятельности по созданию современных устройств генерирования и формирования сигналов;
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки; - разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; - планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач. 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет определять приоритеты профессиональной деятельности в области радиотехники; - планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач радиотехники;
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками определения эффективного направления действий в области профессиональной деятельности; - навыками планирования собственной профессиональной деятельности. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками планирования собственной профессиональной деятельности в области радиотехники.
<p>ПКС-2</p> <p>Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы работы, характеристики и ограничения современного радиоизмерительного оборудования, - современные методы измерений в радиотехнике, - способы организации и проведения экспериментальных исследований. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы измерений параметров и характеристик устройств генерирования и формирования сигналов; - способы проведения экспериментальных исследований в радиотехнике
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно проводить многовариантные эксперименты, изменяя и контролируя параметры исследуемого объекта или системы, - оценивать погрешности измерений, анализировать достоверность и воспроизводимость полученных резуль- 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать погрешности измерений характеристик устройств генерирования и формирования сигналов;

	татов.	
	Владеть: - навыками работы на современном радиоизмерительном и вспомогательном оборудовании, - методами автоматизации экспериментального исследования с использованием программных средств, - навыками проведения исследования с применением современных средств и методов.	Владеет: - навыками работы на современном радиоизмерительном оборудовании;

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Тема 1. Общие сведения об устройствах формирования радиосигналов (УФР)	28,45	6	3	3	16,45
2.	Тема 2. Основы теории и расчёта высокочастотных усилителей мощности (УМ)	28,45	6	3	3	16,45
3.	Тема 3. Умножители частоты	28,45	6	3	3	16,45
4.	Тема 4. Амплитудная модуляция усилителей мощности	28,45	6	3	3	16,45
5.	Тема 5. Возбудители УФР. Автогенератор гармонических колебаний как основа возбудителя. Синтезаторы частот	28,45	6	3	3	16,45

6.	Частотная и фазовая модуляция в УФР	28,45	6	3	3	16,45
7.	Контроль	9				
8.	Экзамен	0,3				
9.	Итого за 3 семестр	180	36	18	18	98,7
10.	ИТОГО:	180	36	18	18	98,7

Очно - заочная форма обучения не реализуется
Заочная форма обучения не реализуется

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценка освоения обучающимися содержания дисциплины (модуля) включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Внутрисеместровая аттестация проводится в форме письменной контрольной работы (теста).

ТИПОВОЙ ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Какие функции объединяются общим понятием формирование сигнала?

- а) генерация, усиление и модуляция;
- б) генерация и усиление;
- в) усиление и модуляция;
- г) модуляции.

2. В иерархии компонентов РЭС: система, устройство, блоки, каскады, элементная база, какой компонент отсутствует?

- а) прибор;
- б) звено;
- в) изделие;
- г) транзистор.

3. Укажите границу между РПДУ высокочастотного и сверхвысокочастотного диапазонов?

- а) 300 МГц;
- б) 100 МГц;
- в) 200 МГц;
- г) 400 МГц.

4. К какому из компонентов РЭС относятся радиопередающие устройства?

- а) система;
- б) звено;

- в) блок;
- г) устройство.

5. Какие параметры ГВВ являются первыми по значимости?

- а) максимальная мощность, высокий к. п.д.; б) средняя мощность;
- в) частота излучения;
- г) высокий к. п.д.

6. Генераторы подразделяются на два основных типа?

- а) автогенератор и генератор с внешним возбуждением;
- б) генератор с внешним возбуждением и одновибратор;
- в) автогенератор и мультивибратор;
- г) генераторы ВЧ и СВЧ колебаний.

7. Какие электронные приборы, используемые в генераторах, отсутствуют в списке: клистроны, электровакуумные, магнетронного типа и полупроводниковые приборы?

- а) транзисторы;
- б) лампы бегущей волны;
- в) магнетроны;
- г) диоды Ганна.

8. Какие элементы содержит ГВВ?

- а) электронный прибор(ЭП), цепь согласования, источник питания, цепь возбуждения;
- б) электронный прибор, цепи согласования и возбуждения;
- в) электронный прибор, цепь согласования и источник питания;
- г) электронный прибор, цепь возбуждения.

9. Какова точность инженерных расчетов ГВВ при использовании аппроксимированных (обобщенных) характеристик?

- а) $\pm 5\%$;
- б) $\pm 15\%$;
- в) $\pm 20\%$;
- г) $\pm 10\%$.

10. Что такое недонапряженный режим ГВВ?

- а) $i_{вх}$ имеет косинусоидальную форму; $i_{вх}$ – мал; к. п.д. – низкий;
- б) низкий к. п.д. ;
- в) $i_{вх}$ имеет косинусоидальную форму; к. п.д. – низкий;

г) $i_{вх}$ – мал; к. п.д. – низкий.

11. Что такое критический режим ГВВ?

а) соответствует точке перегиба обобщенных статических характеристик ЭП; $i_{вх}$ имеет слегка искаженную косинусоидальную форму; $i_{вх}=(0,1\dots 0,15)i_{внх}$; к. п.д. – высокий;

б) соответствует рабочей точке на участке обобщенных статических характеристик ЭП с высокой крутизной;

в) соответствует рабочей точке на участке обобщенных статических характеристик ЭП с низкой крутизной;

г) соответствует рабочей точке на линейном участке обобщенных статических характеристик ЭП

12. Что такое перенапряженный режим?

а) соответствует рабочей точке на линейном участке обобщенных статических характеристик ЭП;

б) $i_{внх}$ имеет провал в импульсе; $i_{вх}$ возрастает; к. п.д. высокий;

в) соответствует рабочей точке на участке обобщенных статических характеристик ЭП с низкой крутизной;

г) соответствует рабочей точке на участке обобщенных статических характеристик ЭП с высокой крутизной.

13. К чему приводит увеличение питающего напряжения генератора с внешним возбуждением, работающего в критическом режиме?

а) к увеличению сопротивления;

б) к уменьшению напряженности режима;

в) к уменьшению выходного тока;

г) к увеличению выходного тока.

14. К чему приводит увеличение запирающего смещения на управляющем электроде генератора с внешним возбуждением, работающего в критическом режиме?

а) к увеличению сопротивления;

б) к уменьшению выходного тока;

в) к уменьшению напряженности режима;

г) к увеличению выходного тока.

15. Что позволяет обеспечить оптимальный угол отсечки?

а) режим ГВВ с высоким к. п.д.

б) режим ГВВ с низким к. п.д.

в) режим ГВВ со средним к. п.д.

г) недонапряженный режим.

16. Для чего в генераторах с внешним возбуждением включают активный элемент с заземленным управляющим электродом?

- а) для снижения входного сопротивления; б) для увеличения входного сопротивления;
- в) для сжатия частотного диапазона;
- г) для расширения частотного диапазона.

17. Какой недостаток имеет параллельное подключение питания?

- а) приводит к снижению входного сопротивления;
- б) приводит к увеличению входного сопротивления;
- в) приводит к сжатию частотного диапазона;
- г) параметры дросселя влияют на частоту генерации.

18. Каково назначение фильтра в цепи питания генератора с внешним возбуждением?

- а) предотвращение шунтирования КС емкостью источника питания;
- б) приводит к увеличению входного сопротивления;
- в) приводит к сжатию частотного диапазона;
- г) приводит к снижению входного сопротивления;

19. Какой должна быть цепь согласования ГВВ для получения высокого к. п. д.?

- а) должна состоять из индуктивных элементов;
- б) должна состоять из емкостных элементов;
- в) должна состоять из активных элементов; г) должна состоять из реактивных элементов.

20. Назначение колебательной системы ГВВ?

- а) задать критический режим;
- б) задать критический режим и обеспечить требуемую фильтрацию;
- в) обеспечить требуемую фильтрацию;
- г) обеспечить усиление сигнала.

21. К чему приводит расстройка колебательной цепи ГВВ?

- а) выход на критический режим;
- б) выход на оптимальный угол отсечки;
- в) к снижению мощности рассеяния;
- г) к росту мощности рассеяния.

22. Как отражается на режиме ГВВ уменьшение коэффициента включения коллектора в колебательную цепь?

- а) обеспечивает выход на критический режим;
- б) обеспечивает выход на оптимальный угол отсечки;
- в) приводит к снижению мощности рассеяния;
- г) снижается напряженность режима.

23. Как отражается на режиме ГВВ рассогласование с нагрузкой?

- а) уменьшается мощность в нагрузке;
- б) обеспечивает выход на оптимальный угол отсечки;
- в) приводит к снижению мощности рассеяния;
- г) снижается напряженность режима.

24. Для чего колебательная цепь ГВВ содержит регулировочные элементы КС?

- а) для настройки в резонанс, обеспечения критического режима и согласования с нагрузкой;
- б) для настройки в резонанс;
- в) обеспечения критического режима;
- г) согласования с нагрузкой.

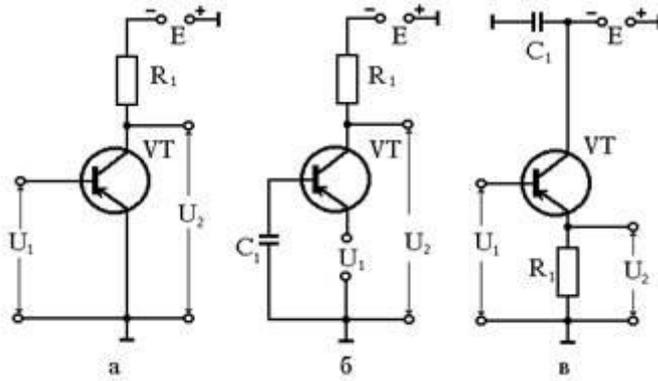
25. Какие схемы колебательных систем обладают лучшей фильтрацией?

- а) фильтры, у которых в поперечных ветвях емкости;
- б) фильтры, у которых в поперечных ветвях емкости, а в продольных – индуктивности;
- в) фильтры, у которых в продольных ветвях индуктивности;
- г) фильтры, у которых в поперечных ветвях индуктивности.

26. Как изменяются коэффициент фильтрации и к. п.д. сложных колебательных систем с увеличением числа звеньев?

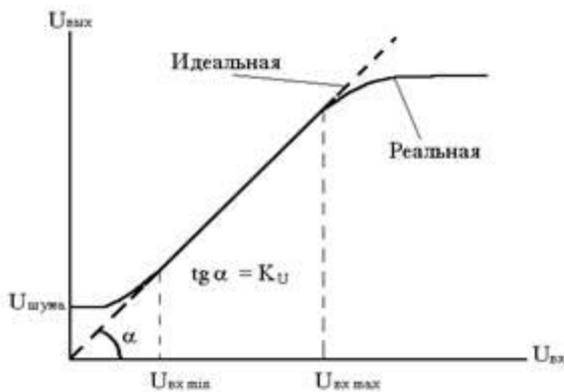
- а) коэффициент фильтрации уменьшается;
- б) к. п.д. – увеличивается;
- в) коэффициент фильтрации увеличивается, к. п.д. – уменьшается;
- г) коэффициент фильтрации уменьшается, к. п.д. – увеличивается;

27. Какой рисунок соответствует схеме с общим коллектором?



- а) а;
 б) б;
 в) в;
 г) а и б.

28. Что за характеристика приведена на рисунке?



- а) выходная амплитудная биполярного транзистора;
 б) входная амплитудная биполярного транзистора;
 в) частотная биполярного транзистора;
 г) выходная амплитудная униполярного транзистора.

29. Какая из схем в среднем диапазоне частот имеет наибольший коэффициент усиления по мощности?

- а) ОЭ;
 б) ОК;
 в) ОБ;
 г) ОК и ОБ.

30. Как изменяются параметры импульса выходного тока при переходе от ГВВ с безынерционным ЭП к ГВВ с инерционным ЭП?

- а) $I_{вых\ max}$ увеличивается;
 б) $I_{вых\ max}$ уменьшается;
 в) длительность уменьшается;

г) частота возрастает.

Раздел II

31. Как изменяются энергетические параметры ГВВ с увеличением рабочей частоты?

- а) $R_{\text{вых}}$ падает, K_p - падает;
- б) $R_{\text{вых}}$ возрастает;
- в) K_p возрастает;
- г) $R_{\text{вых}}$ возрастает и K_p возрастает;

32. В какой схеме сумматора мощности меньше нелинейные искажения?

- а) в двухтактной схеме;
- б) в одноконтурной схеме;
- в) в схеме с нелинейным элементом;
- г) в схеме с емкостной обратной связью.

33. Основное достоинство схем включения активных элементов по мостовой схеме?

- а) K_p падает;
- б) отсутствие влияния активных элементов друг на друга;
- в) K_p возрастает;
- г) $R_{\text{вых}}$ возрастает.

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

Вопросы к экзамену (3 семестр, очная форма обучения)

1. Основные характеристики радиосигнала: выходная мощность, полоса частот, занимаемая радиосигналом. Методы модуляций, стабильность частоты.
2. Структурные схемы радиоустройств. Пример схемы радиопередатчика БЧ с высокой стабильностью частоты и амплитудной модуляцией. Назначение каскадов и требования к их техническим характеристикам.
3. Назначение и области применения генераторов с внешним возбуждением. Работа генераторов в режимах усиления и умножения частоты.
4. Основные электрические характеристики генераторов с внешним возбуждением и технические требования к генераторам. Элементная база генераторных устройств (активные приборы, электромагнитные цепи различного диапазона частот).
5. Усилители мощности высокой частоты. Структурная схема. Принцип работы. Пример принципиальной схемы генератора высокой частоты.

6. Баланс мощностей во входной и выходной цепях генератора с внешним возбуждением.
7. Выбор модели активного прибора генератора с внешним возбуждением для расчета его режима. Статические вольтамперные характеристики активных приборов и их аппроксимация.
8. Динамический режим работы активного прибора генератора. Классификация режимов работы генераторов с внешним возбуждением по напряженности.
9. Форма выходного тока активного прибора при работе генератора в режиме с отсечкой (в различных режимах работы генератора по напряженности).
10. Гармонический анализ косинусоидального импульса тока активного прибора генератора. Выбор угла отсечки тока для получения оптимального энергетического режима активного прибора генератора.
11. Методика расчета режима безынерционного активного прибора генератора на заданную колебательную мощность.
12. Нагрузочные характеристики усилителя мощности. Соображения по выбору режима активного прибора усилителя.
13. Влияние на режим работы усилителя мощности напряжения смещения, амплитуды возбуждения и напряжения питания на выходном электроде активного прибора.
14. Генераторы с внешним возбуждением - умножители высокой частоты. Назначение и принцип работы. Пример принципиальной схемы умножителя.
15. Умножители частоты на триодах. Методика расчета режима активного прибора умножителя частоты.
16. Общие принципы построения схем генераторов. Цепи питания и смещения активных приборов генераторов с внешним возбуждением.
17. Цепи согласования активных приборов генераторов с нагрузкой. Назначение и требования к цепям согласования. Виды цепей, применяемых в цепях согласования на высоких частотах.
18. Применение параллельного колебательного контура в цепях согласования генераторов высокой частоты. Расчет параметров согласующей цепи в виде параллельного колебательного контура. Пример принципиальной схемы генератора высокой частоты с параллельным колебательным контуром.
19. Применение ячеек фильтра нижних частот в цепях согласования мощных генераторов высокой частоты. Методика расчета согласующей цепи на ячейках фильтра нижних частот. Пример принципиальной схемы генератора высокой частоты с согласующими цепями в виде ячеек фильтра нижних частот.
20. Способы сложения мощностей активных приборов и генераторов, работающих на общую нагрузку. Параллельное и последовательное включение активных приборов в схемах сложения мощностей. Пример схемы сложения мощностей.
21. Двухтактное включение усилителей мощности для сложения мощностей. Пример принципиальной схемы двухтактного усилителя мощности.

22. Сложение мощностей генераторов с использованием мостовых схем. Требования к схемам суммирования мощностей. Принцип работы мостовой схемы суммирования. Назначение моста делителя и моста сумматора. Пример схемы мостового усилителя.
23. Мостовые усилители мощности ВЧ и СВЧ. Пример схемы мостового сумматора мощности с использованием квадратурного моста.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Кузьмин В. В. Современные методы и средства формирования измерительных сигналов в АСУТП : учебник / В. В. Кузьмин, Р. К. Нургалиев, А. А. Гайнуллина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017. – 276 с.: табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560672> (дата обращения: 31.03.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2223-3. – Текст : электронный.
2. Вовченко П. С. Устройства генерирования и формирования сигналов (радиопередающие устройства). Практикум для студентов: учебное пособие: [16+] / П. С. Вовченко, Г. А. Дегтярь. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2009. – 108 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229308> (дата обращения: 31.03.2025). – ISBN 978-5-7782-1220-6. – Текст: электронный.

4.2. Дополнительная литература

1. Хоменко И. В. Кварцевые резонаторы и генераторы : учебное пособие : [16+] / И. В. Хоменко, А. В. Косых ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2018. – 160 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682112> (дата обращения: 31.03.2025). – Библиогр.: с. 131-133. – ISBN 978-5-8149-2583-1. – Текст : электронный.
2. Шахгильдян, В. В. Проектирование устройств генерирования и формирования сигналов в системах подвижной радиосвязи : учебное пособие / В. В. Шахгильдян, В. Л. Карякин ; под редакцией В. В. Шахгильдяна. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2011. — 400 с. — ISBN 978-5-91359-088-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13798> (дата обращения: 31.03.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	https://re.eltech.ru/jour	Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника: научный журнал	Свободный доступ.
2.	http://www.promelec.ru	Профессиональные базы данных: Промэлектроника -Электронные компоненты	Свободный доступ.
3.	http://kazus.ru	Профессиональные базы данных: Справочные данные по диодам и транзисторам	Свободный доступ.

VII. 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 (МОДУЛЮ)

Занятия проводятся в учебных аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных следующим оборудованием:

анализаторы спектра цифровые GSP-7730, лабораторные стенды «Уралочка», генератор звуковой ГЗМ, генератор сигналов высокочастотный Г4-153, генератор сигналов ГЗ-109, генератор стандартных сигналов ГЧ-1А, генератор импульсов Г5-15, измеритель L,C,R универсальный, измеритель магнитной индукции, набор радиотехнический НРТ-2, осциллограф С1-75, осциллограф универсальный С1-67, осциллограф цифровой запоминающий С9-8, прибор электроизмерительный комбинированный Ц353, радиодетали (полупроводниковые и электровакуумные приборы, резисторы, конденсаторы и катушки индуктивности), радионаборы РНП-А, РНП-Б, регулятор напряжения РНШ, электромонтажный стол, стенд для исследования полупроводниковых приборов LES 03.