

«Утверждаю»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.1.01.03 Устройства приема и обработки сигналов

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

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

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	36		
Практические (семинарские) занятия	18		
в т.ч. практическая подготовка			
Консультации			
Формы промежуточной аттестации	зачет экзамен - 0,3		
Контроль	9		
Иные формы работы	-		
Самостоятельная работа	80,7		

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

- получение знаний о радиоприемных устройствах систем цифровой связи, радиолокации, радиомониторинга и их структурных элементах,
- формировании умений и навыков проектирования структурной схемы цифрового радиоприемного устройства, удовлетворяющего заданным показателям качества.

Задачи изучения дисциплины:

- получение знаний о принципах построения и практической реализации структурных схем цифровых радиоприемных устройств различных систем, формировании умений и навыков их разработки и расчета показателей качества;
- освоение принципов построения и практической реализации структурных схем цифровых радиоприемных устройств систем цифровой связи, радиолокации, радиомониторинга и их структурных элементов.
- умение применять методики выбора АЦП для цифрового радиоприемного устройства, расчета коэффициента шума и показателей качества цифрового радиоприемного устройства.
- **Место дисциплины в структуре ОПОП.**

Дисциплина Б1.В.1.01.03 Устройства приема и обработки сигналов реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины Б1.В.1.01.03 Устройства генерирования и формирования сигналов направлен на формирование следующих компетенций: УК-3, УК-4, ПКС-2.

Код компетенции	Индикаторы компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-3 Способен организовать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели	Знать: - правила командной работы; - необходимые условия для эффективной командной работы.	Знает: – правила командной работы при реализации проектов в области радиотехники; – основные условия для эффективной командной работы;
	Уметь: - планировать командную работу, распределять поручения и делегировать полномочия членам команды; - организовывать обсуждение разных идей и мнений; - предвидеть результаты (последствия) как личных, так и коллективных действий.	Умеет: – распределять поручения при проведении лабораторных работ в микрогруппах; – организовывать дискуссию по результатам проведенных измерений;
	Владеть: - организацией и управлением ко-	Владеет: – навыками создания микрокол-

	<p>мандным взаимодействием в решении поставленных целей;</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками создания команды для выполнения практических задач; - навыками разработки стратегии командной работы; - навыками преодоления возникающих в команде разногласий, споров и конфликтов на основе учета интересов всех сторон. 	лективов для выполнения лабораторного практикума.
<p>УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - компьютерные технологии и информационная инфраструктура в организации; - коммуникации в профессиональной этике; - методы исследования коммуникативного потенциала личности; - современные средства информационно-коммуникационных технологий. 	<p>Знает:</p> <p>– компьютерные технологии, применяемые в решении задач проектирования устройств приема и обработки сигналов.</p>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - создавать на русском и иностранном языке письменные тексты научного и официально-делового стилей речи по профессиональным вопросам; - исследовать прохождение информации по управленческим коммуникациям; - производить редакторскую и корректорскую правку текстов научного и официально-делового стилей речи на русском и иностранном языке; - анализировать систему коммуникационных связей в организации; - представлять результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные. 	<p>Умеет:</p> <p>– умеет представлять результаты исследований в области разработки устройств приема и обработки сигналов на научных мероприятиях.</p>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - интегративными умениями, необходимыми для эффективного участия в академических и профессиональных дискуссиях; - использованием современных средств информационно-коммуникационных технологий. 	<p>Владеет:</p> <p>– современными средствами информационно-коммуникационных технологий.</p>
<p>ПКС-2 Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с примене-</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 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современные методы измерений параметров и характеристик устройств приема и обработки сигналов; - способы проведения экспериментальных исследований в ра-

нием современных средств и методов	экспериментальных исследований.	диотехнике
	<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 результатов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать погрешности измерений характеристик устройств приема и обработки сигналов; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.	Модуль 1. Функции устройств приема и обработки сигналов. Основные структуры	27	6	3	6	12
2.	Тема 1. Основные принципы приема сигналов: прямого усиления, супергетеродинный, инфрадинный, прямого преобразования. Структуры устройств приема и обработки сигналов.	9	2	1	2	4
3.	Тема 2. Диапазон частот, динамический диапазон, чувствительность, избирательность (частотная, пространственная, временная, по форме сигнала)	9	2	1	2	4
4.	Тема 3. Внутренние шумы. Коэффициент шума и эффективная шумовая температура. Чувствительность устройств приема сигналов. Связь чувствительности и коэффициента шума.	9	2	1	2	4
5.	Модуль 2. Усилительно-преобразовательный тракт	36	8	4	8	16
6.	Тема 4. Усилители преселекторов, устройств приема сигналов. Назначение, основные характери-	9	2	1	2	4

	ки и классификация усилителей преселекторов сигналов: односигнальная селективность, коэффициент шума, резонансный коэффициент усиления, линейные и нелинейные искажения, многосигнальная селективность, устойчивость, динамический диапазон					
7.	Тема 5. Преобразователи частоты. Принципы преобразования частоты. Основные характеристики преобразователей частоты: коэффициент преобразования, коэффициент передачи по напряжению и мощности, входная и выходная проводимости, коэффициент шума, динамический диапазон.	9	2	1	2	4
8.	Тема 6. Балансные и кольцевые преобразователи частоты. Ключевые преобразователи частоты и на основе цифровых перемножителей. Нелинейные эффекты при преобразовании частоты. Преобразователи частоты с подавлением зеркального канала. Особенности преобразователей СВЧ диапазона.	9	2	1	2	4
9.	Тема 7. Гетеродины. Основные характеристики. Сопрежения настроек контуров гетеродина и преселектора. Особенности построения гетеродинов в различных диапазонах частот.	9	2	1	2	4
10.	Модуль 3. Детектирование радиосигналов	18	4	2	4	8
11.	Тема 8. Детекторы сигналов с фазовой модуляцией: виды, основные характеристики, методы их улучшения. Использование перемножителей и в детекторах ФМ-сигналов. Детекторы сигналов с ЧМ: частотно-амплитудные, частотно-фазовые, частотно-импульсные, модуляционного типа. Ограничение амплитуды колебаний в трактах, содержащих детекторы сигналов с угловой модуляцией. Основы расчетов детекторов различных видов.	9	2	1	2	4
12.	Тема 9. Детекторы радиоимпульсных и дискретных сигналов. Переходной режим работы детектора и его влияние на искажение сигнала. Детекторы пиковых значений, видеоимпульсов, коротких импульсов.	9	2	1	2	4
13.	Модуль 4. Регулировки в радиоприемных устройствах	18	4	2	4	8
14.	Тема 10. Основные параметры и характеристики радиоприемных устройств	9	2	1	2	4
15.	Тема 11. Особенности АРУ устройств приема импульсных сигналов, шумовые АРУ, быстродействующие АРУ, цифровые АРУ.	9	2	1	2	4
16.	Модуль 5. Обнаружители сигналов и демодуляторы	36	8	4	8	16
17.	Тема 12. Понятие об оптимальном приеме непрерывных и дискретных сигналов. Структуры устройств оптимального обнаружения сигналов и	9	2	1	2	4

	демодуляции. Согласованный фильтр, коррелятор, следящий демодулятор.					
18.	Тема 13. Демодуляторы сигналов с линейными непрерывными видами модуляции. Радиосигналы с амплитудной (АМ), балансной (БМ) модуляцией с одной боковой полосой (ОБП). Оптимальная и подоптимальная демодуляция АМ, БМ, ОБП сигналов.	9	2	1	2	4
19.	Тема 14. Демодуляторы сигналов в цифровых системах передачи непрерывных сообщений. Методы демодуляции сигналов с кодово-импульсной модуляцией.	9	2	1	2	4
20.	Тема 15. Обнаружители сигналов. Оптимальные методы обнаружения сигналов. Структуры обнаружителей простых и сложных сигналов на фоне аддитивных помех.	9	2	1	2	4
21.	Модуль 5. Особенности построения устройств приема и обработки сигналов	35,7	6	3	6	20,7
22.	Тема 16. Сенсорное и дистанционное управление. Индикация и контроль в радиоприемниках. Применение микропроцессоров в системах контроля и управления.	12	2	1	2	7
23.	Тема 17. Устройства приема и обработки цифровых систем передачи дискретных сообщений. Особенности построения устройств приема цифровых радиолinéйных линий связи. Построение приемных устройств в аппаратуре спутниковой линии связи.	12	2	1	2	7
24.	Тема 18. Перспективы развития техники устройств приема и обработки сигналов. Тенденция расширения функциональных возможностей устройств приема и извлечения информации.	11,7	2	1	2	6,7
25.	Контроль	9				
26.	Экзамен	0,3				
27.	Итого за 3 семестр	180	36	18	36	80,7
28.	ИТОГО:	180	36	18	36	80,7

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.

ТИПОВОЙ ПРИМЕР КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

1. Определить частоту основного канала и избирательность по побочным каналам приема, если приемник, настроенный на заданную частоту, способен принимать колебания на несущих частотах 465 кГц (чувствительность 1 мВ), 12 МГц (чувствительность 25 мкВ) и 12,93 МГц (чувствительность 250 мкВ).
2. На входе РПУ уровень помехи на частоте соседнего канала превышает уровень сигнала на 10 дБ, а на выходе БВЧ приемника отношение сигнала к помехе составляет 30 дБ. Найти избирательность РПУ по соседнему каналу.
3. Определить коэффициенты включения m и n в режиме согласования настроенной антенны с одноконтурной входной цепью при требуемой полосе пропускания $\Pi_{\text{ТР}} = 37,5$ МГц, если: $f_0 = 150$ МГц, $R_A = 100$ Ом, $g_{\text{ВХ}} = 5$ мСм, $CЭ = 20$ пФ, $Q = 20$.
4. Рассчитать элементы питания биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером (ОЭ), резонансного усилителя по следующим данным: $E_{\text{П}} = 9$ В, $U_{\text{КЭ}} = 5$ В, $I_{\text{К}} = 5$ мА, $I_{\text{КБЭ}} = 2$ мкА, $f_0 = 60$ МГц, $g_{11} = 6 \cdot 10^{-3}$ См, диапазон рабочих температур $(-40 \dots +60)^\circ\text{C}$.
5. Нарисовать схему питания ТД по постоянному току при условии, что в рабочей точке ток диода $I_0 = 2$ мА, напряжение на диоде $U_0 = 50$ мВ, проводимость ТД $|g_{\text{д}}| = 20$ мСм, напряжение источника питания $E_{\text{П}} = 6,3$ В. Рассчитать сопротивление схемы питания.

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

Вопросы к экзамену (3 семестр, очная форма обучения)

1. Изобразить принципиальную схему входной цепи с трансформаторной связью с антенной и автотрансформаторной связью с нагрузкой.
2. Изобразить принципиальную схему входной цепи с электронной перестройкой на одном варикапе.
3. Изобразить принципиальную схему двухкаскадного УПЧ с одиночными LC контурами, настроенными на одну частоту.
4. Как изменится избирательность по зеркальному каналу в СВ диапазоне, если увеличить значение промежуточной частоты с 465 кГц до 1,8 мГц. Полагаем, что преселектор состоит из одноконтурной входной цепи с эквивалентной добротностью $Q=50$.
5. Влияние внутренней обратной связи на свойства резонансного усилителя.
6. Изобразить принципиальную схему входной цепи с электронной перестройкой и встречно-последовательном включении варикапов.
7. Изобразить принципиальную схему трехкаскадного УПЧ с одиночными LC контурами, настроенными на одну частоту
8. Как изменится избирательность по зеркальному каналу в СВ диапазоне, если увеличить значение промежуточной частоты с 465 кГц до 1,8 мГц. Полагаем, что преселектор состоит из одноконтурной входной цепи и УР

9. Понятие коэффициента устойчивости.
10. Изобразить принципиальную схему входной цепи с трансформаторной связью с антенной и внутриемкостной связью с нагрузкой.
11. Изобразить принципиальную схему одноконтурного резонансного усилителя на биполярном транзисторе с автотрансформаторным включением контура в коллектор и нагрузку.
12. Изобразить принципиальную схему двухкаскадного УПЧ с двухконтурными полосовыми фильтрами.
13. Как изменится избирательность по прямому каналу в СВ диапазоне, если увеличить значение промежуточной частоты с 465 кГц до 1,8 мГц. Полагаем, что преселектор состоит из одноконтурной входной цепи с эквивалентной добротностью $Q=50$.
14. Понятие коэффициента устойчивого усиления.
15. Изобразить принципиальную схему входной цепи с трансформаторной связью с антенной и комбинированной связью с нагрузкой.
16. Изобразить принципиальную схему одноконтурного резонансного усилителя на биполярном транзисторе с автотрансформаторным включением контура в коллектор и трансформаторным – в нагрузку.
17. Изобразить принципиальную схему трехкаскадного УПЧ с двухконтурными полосовыми фильтрами.
18. Как изменится избирательность по прямому каналу в ДВ диапазоне, если увеличить значение промежуточной частоты с 465 кГц до 1,8 мГц. Полагаем, что преселектор состоит из одноконтурной входной цепи и одного каскада УРЧ с одиночным контуром. Эквивалентные добротности контуров равны $Q=50$.
19. Способы повышения устойчивости резонансного усилителя.
20. Изобразить принципиальную схему входной цепи с автотрансформаторной связью с антенной и трансформаторной связью с нагрузкой.
21. Изобразить принципиальную схему одноконтурного резонансного усилителя на биполярном транзисторе с автотрансформаторным включением контура в коллектор и внутриемкостным - в нагрузку.
22. Изобразить принципиальную схему двухкаскадного УПЧ с двухконтурными полосовыми фильтрами.
23. Построить зависимость избирательности по зеркальному каналу от частоты настройки приемника в СВ диапазоне, если в состав преселектора входит одноконтурная входная цепь и резонансный УРЧ.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Велигоша А. В. Устройства приема и обработки радиосигналов : учебное пособие / А. В. Велигоша ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Став-

рополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014. – Часть 1. – 196 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457774> (дата обращения: 31.03.2025). – Библиогр.: с. 186. – Текст : электронный.

2. Макаренко А. А. Устройства приема и преобразования сигналов : учебное пособие : [16+] / А. А. Макаренко, М. Ю. Плотников ; Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 113 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=566763> (дата обращения: 31.03.2025). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

4.2. Дополнительная литература

1. Подлесный С. А. Устройства приема и обработки сигналов : учебное пособие / С. А. Подлесный, Ф. В. Зандер. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011. – 352 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229382> (дата обращения: 31.03.2025). – ISBN 978-5-7638-2263-2. – Текст : электронный.

2. Пушкарёв В. П. Устройства приема и обработки сигналов : учебное пособие / В. П. Пушкарёв. — Москва : ТУСУР, 2012. — 201 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4923> (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:	Свободный доступ.
----	---	---	-------------------

		научный журнал	
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.