

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота
ФГБОУ ВО «КГТУ»
БГАРФ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана радиотехнического факультета

 / В.А. Баженов /

27 июня 2018 г.

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине
(приложение к рабочей программе дисциплины)

Прием и обработка сигналов
(наименование дисциплины)

базовой части образовательной программы

по специальности

25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»
(код и наименование специальности)

специализаций:

«Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота»
(код и наименование специализации)

«Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита»
(код и наименование специализации)

Факультет радиотехнический (РТФ)

(наименование)

Кафедра судовых радиотехнических систем (СРТС)

(наименование)

Калининград 2018

1. Результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: о процессах, протекающих в устройствах приема и обработки сигналов, основные параметры и характеристики; конструктивные особенности устройств приема и обработки сигналов, работающих в различных диапазонах частот; об особенностях приемных трактов судовых радиостанций.

Уметь: выполнять расчеты основных характеристик источников информации и радиосигналов; выполнять оценочные расчеты основных характеристик и параметров устройств приема и обработки сигналов; анализировать работу функциональных блоков устройств приема и обработки сигналов; разрабатывать электрические схемы и выполнять инженерный расчет основных узлов и блоков устройств приема и обработки сигналов; выбирать грамотные решения для обеспечения заданных характеристик радиоприемных устройств различного назначения.

Владеть: навыками проведения радиоизмерений параметров и характеристик устройств приема и обработки сигналов; навыками пользования справочными материалами, компьютерными программами для моделирования, проектирования и расчетов устройств приема и обработки сигналов; навыками оформления документации в соответствии с требованиями ГОСТ; навыками использования прикладного программного обеспечения и сети INTERNET.

1.1 Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины

Таблица 1.1 - Компетенции, формируемые в результате изучения дисциплины

Компетенции выпускника ОП ВО и этапы их формирования в результате изучения дисциплины	Знания, умения и навыки, характеризующие этапы формирования компетенций
<p>ОК-3: Готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала Этапы формирования компетенции: ОК-3.2: Готовность к самореализации</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none">• основные требования, предъявляемые к компетенции работника в рамках возможных занимаемых должностей;• основной круг профессиональных обязанностей;• дополнительные навыки и умения, которые могут потребоваться при осуществлении профессиональной деятельности; <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• сравнивать свои профессиональные умения с требуемыми согласно должности;• находить недостатки в своей профессиональной подготовке;• устранять недостатки в своей профессиональной подготовке; <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">• навыками самообучения в профессиональной области;• навыками самотестирования в профессиональной области; <p>навыками разработки индивидуального курса повышения собственной компетенции.</p>

<p>ПК-2: Готовность к проведению испытаний и определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования</p> <p>Этапы формирования компетенции:</p> <p>ПК-2.2: Готовность к определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • признаки полной неработоспособности устройств приема и обработки сигналов; • аппаратные средства для оценки полной неработоспособности устройств приема и обработки сигналов и приемы проведения с их помощью испытаний; • средства и приемы использования аппаратных средств оценки полной или частичной работоспособности устройств приема и обработки сигналов. <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • по внешним признакам оценивать полную неработоспособность элементов и узлов устройств приема и обработки сигналов; • аппаратными средствами оценивать полную неработоспособность элементов и узлов устройств приема и обработки; • аппаратными средствами оценивать полную или частичную неработоспособность элементов и узлов устройств приема и обработки. <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • простейшими практическими навыками использования измерительной техники для оценки работоспособности устройств приема и обработки типовых узлов; • всеми практическими навыками использования измерительной техники для оценки работоспособности устройств приема и обработки типовых узлов; • всеми практическими навыками использования измерительной техники для оценки работоспособности устройств приема и обработки типовых узлов и нетиповых узлов.
<p>ПК-4: Готовность участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем</p> <p>Этапы формирования компетенции:</p> <p>ПК-4.2: Готовность участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Общие принципы модернизации радиоэлектронного оборудования;

	<ul style="list-style-type: none"> • последовательность выполнения работ по проведению модернизации радиоприемных устройств; • интегральные критерии эффективности работы типовых узлов устройств приема и обработки сигналов; <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проводить комплексную оценку: степени морального износа, технического состояния и пригодности к модернизации радиоприемных устройств; • проводить схемную, конструктивную, компоновочную модернизацию радиоприемных устройств; • применять интегральные критерии оценки эффективности работы типовых и нетиповых узлов устройств приема и обработки сигналов <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками экспериментального исследования основных параметров и характеристик типовых узлов радиоприемного устройства с целью установления наличия или отсутствия параметрического отказа в них и необходимости замены их элементов; • навыками и контрольно-измерительной аппаратуры для экспериментального исследования основных параметров и характеристик типовых узлов радиоприемных устройств; • навыками использования пакета прикладных программ MathCAD для прогнозирования изменения параметров и характеристик типовых узлов радиоприемных устройств при замене в них отдельных элементов.
<p>ПК-27: Готовность к участию в выполнении опытно-конструкторских разработок транспортного радиоэлектронного оборудования Этапы формирования компетенции:</p> <p>ПК-27.2: Готовность к участию в выполнении опытно-конструкторских разработок транспортного радиоэлектронного оборудования в части технического проектирования</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • этапы выполнения работ по разработке изделия на стадии «Технический проект» (по ГОСТ 2.103-68); • требования к выполнению технического проекта (по ГОСТ 2.120-73); • номенклатуру конструкторских документов технического проекта (по ГОСТ 2.102-68). <p>Должен уметь:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • осуществлять разработку вариантов отдельных составных частей изделия; • выполнять необходимые расчеты отдельных узлов и блоков радиоприемных устройств, в том числе подтверждающих технико-экономические показатели, установленные техническим заданием; • выполнять необходимые структурные, функциональные и принципиальные схемы как радиоприемного устройства в целом, так и отдельных его трактов, блоков или узлов. <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками разработки конструктивных решений радиоприемного устройства и его основных составных частей; разработки и обоснования технических решений, обеспечивающих показатели надежности, установленные техническим заданием и предшествующими стадиями разработки; • навыками разработки метрологического обеспечения (выбор методов и средств измерения); изготовления и испытания материальных макетов и (или) разработки и анализа электронных макетов радиоприемных устройств в соответствии с программой и методикой испытаний, разработанной по ГОСТ 2.106-96. • оценки разрабатываемого изделия в отношении его соответствия требованиям экономики, технической эстетики.
<p>КК-5 - Способность выполнять действия, связанные с эксплуатацией, профилактическим ремонтом и обслуживанием оборудования радиосвязи и радионавигации в соответствии с кодексом ПДНВ, положениями Регламента радиосвязи и конвенции СОЛАС</p> <p>Этапы формирования компетенции:</p> <p>КК-5.1 Готовность к практическому использованию основных законов электричества, теории радио и электроники, систем и оборудования радиосвязи и радионавигации.</p>	<p>Должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • функциональные требования к радиооборудованию в соответствии с п.2.1.1 часть IV Радиооборудование Правил по оборудованию морских судов, предъявляемые к радиоприемной аппаратуре; • минимальную комплектацию радиооборудования, в том числе радиоприемников, устанавливаемых на рыболовном судне в зависимости от морских районов плавания; • основные качественные показатели радиоприемников и требования, предъявляемые к ним для радиоприемников в составе средств судовой радиосвязи. <p>Должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • грамотно управлять настройками приемника в соответствии с требуемым режимом работы (цифровой избирательный

	<p>вызов и телеграфное оборудование с прямым буквопечатанием);</p> <ul style="list-style-type: none"> • выявлять отказы радиоприемной части оборудования и производить ремонт на уровне прибора/модуля. <p>Должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • практическими навыками по техническому обслуживанию, предупреждению возникновения неисправностей и отказов радиоприемной аппаратуры ГМССБ; обнаружению неисправностей.
--	---

1.2 Этапы формирования компетенций в результате освоения дисциплины

Таблица 1.2 – Этапы формирования компетенции в результате изучения дисциплины

Этап формирования	Код формируемой компетенции				
	ПК-2.2 Готовность к определению работоспособности установленного, эксплуатируемого и ремонтируемого транспортного радиоэлектронного оборудования	ПК-4.2 Готовность участвовать в модернизации и транспортного радиоэлектронного оборудования	ПК-27.2 Готовность к участию в выполнении опытно-конструкторских разработок транспортного радиоэлектронного оборудования в части технического проектирования	КК-5.1 Готовность к практическому использованию основных законов электричества, теории радио и электроники, систем и оборудования радиосвязи и радионавигации	ОК-3.2: Готовность к самореализации
Раздел 1. Сигналы и помехи. Общая характеристика УПиОС	+	+		+	
Раздел 2. Преселектор радиоприемника	+	+	+		
Раздел 3. Тракт промежуточной частоты		+	+		
Раздел 4. Частный тракт приема		+	+		
Раздел 5. Общая характеристика систем управления радиоприемным устройством		+			

Раздел 6. Общие сведения о системах стабилизации частоты		+			
Раздел 7. Особенности приема сигналов различных классов излучений	+		+	+	
Раздел 8. Основы проектирования УПи ОС		+	+		+

2. Перечень оценочных средств поэтапного формирования результатов освоения дисциплины

2.1 Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам

Степень освоения обучающимися компетенций подвергается оценке в ходе проведения лабораторных занятий при защите лабораторных работ из следующего перечня:

1. Лабораторная работа №1 «Исследование степени подавления гармонической помехи устройством фазовой компенсации помех» (ПК-2.2, ПК-4.2);
2. Лабораторная работа №2 «Измерение чувствительности и динамического диапазона судовых УПиОС» (ПК-2.2, ПК-4.2, КК-5.1);
3. Лабораторная работа №3 «Модельные исследования нелинейных явлений: блокирование, перекрестная модуляция и интермодуляция в РПУ» (ПК-2.2, КК-5.1);
4. Лабораторная работа №4 «Исследование частотных свойств избирательных систем радиоприемных устройств» (ПК-2.2, ПК-4.2).

2.2 Задания по темам практических занятий

Степень освоения обучающимися компетенций подвергается оценке в ходе проведения практических занятий из следующего перечня:

1. Практическое занятие №1 «Расчет автоматической регулировки усиления» (ПК-4.2);
2. Практическое занятие №2 «Автоматическая настройка и подстройка частоты» (ПК-4.2);
3. Практическое занятие №3 «Прием радиотелефонных сигналов» (ПК-2.2, ПК-27.2, КК-5.1);
4. Практическое занятие №4 «Прием радиотелеграфных сигналов» (ПК-2.2, ПК-27.2, КК-5.1);
5. Практическое занятие №5 «Выбор и обоснование структурной схемы главного тракта приема (ГТП)» (ПК-27.2);
6. Практическое занятие №6 «Расчет чувствительности и избирательности радиоприемника» (ПК-27.2);
7. Практическое занятие №7 «Расчет преселектора (входные цепи)» (ПК-27.2).

8. Практическое занятие №8 «Расчет преселектора (усилитель радиочастоты)» (ПК-27.2).
9. Практическое занятие №9 «Проектирование частного тракта приема (ЧТП)» (ПК-27.2).
10. Практическое занятие №10 «Расчет преобразователя частоты» (ПК-27.2).
11. Практическое занятие №11 «Расчет усилителя промежуточной частоты» (ПК-27.2).
12. Практическое занятие №12 «Расчет детекторов» (ПК-27.2).

2.3 Задания по контрольным работам

Степень поэтапного освоения обучающимися компетенций **ПК-2.2, ПК-27.2** подвергается оценке в ходе защиты контрольной работы №1;

2.4 Задание на курсовой проект «Устройства приема и обработки сигналов»

Степень поэтапного освоения обучающимися компетенций **ОК-3.2, ПК-2.2, ПК-4.2, ПК-27.2, КК-5.1** подвергается оценке в ходе защиты курсового проекта.

2.5. Вопросы к зачету (экзамену) (ПК-2.2, ПК-4.2, ПК-27, КК-5.1).

3. Оценочные средства поэтапного формирования результатов освоения дисциплины

3.1 Типовые задания по темам практических занятий

Практическое занятие №1. Расчет автоматической регулировки усиления.

1. Амплитуда сигнала на входе приемника изменяется от 10 мкВ до 1 мВ. При этом диапазон изменения амплитуды сигнала на выходе линейной части приемника должен быть от 0,3 до 0,6 В. Определите динамический диапазон входного и выходного сигналов, требуемый диапазон регулировки усиления, коэффициенты усиления линейной части при минимальном и максимальном значениях сигнала.
2. Регулировочная характеристика регулируемого каскада изображена на рисунке 1. При условиях задачи 1 определить необходимое число регулируемых каскадов, необходимый коэффициент передачи цепи обратной связи.

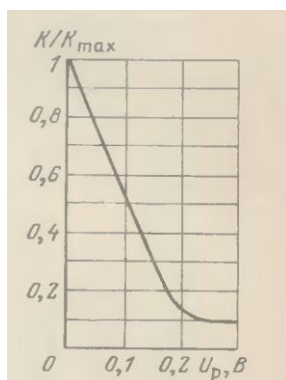


Рисунок 1

3. Амплитуда сигнала изменяется на входе приемника от 5 до 700 мкВ, на выходе может изменяться в диапазоне от 0,35 до 0,5 В. Параметры цепи обратной связи $K_d=0,5$, $K_f=1$, $K_{УПТ}=25$. В качестве регулируемых используются два каскада на транзисторах КП306А (рисунок 2). Определите, какая применяется регулировка усиления: прямая или обратная.

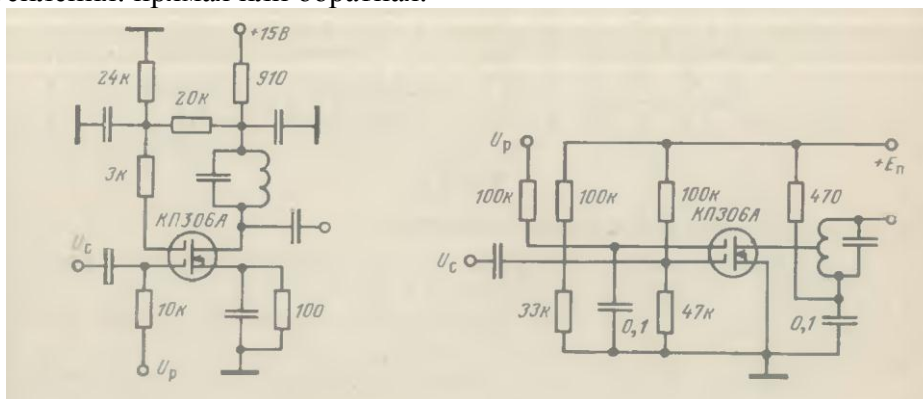


Рисунок 2

4. Постройте амплитудную характеристику приемника для регулировочной характеристики на рисунке 3 при $U_3=0,3$ В, $K_d=0,7$ и $K_f=0,6$.

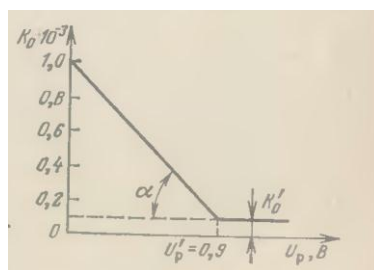


Рисунок 3

5. Постройте амплитудную характеристику приемника с АРУ при следующей аппроксимации результирующей характеристики регулируемых каскадов:

$$K = \frac{10^3}{1 + 10U_p}$$

. Считать, что коэффициенты передачи детектора и фильтра равны единице, а задержка отсутствует.

Практическое занятие №2 Автоматическая подстройка и настройка частоты

1. Расчет параметров непрерывной частотной системы АПЧ сводится к:
 - расчету начальной расстройки частоты;
 - расчету коэффициента подстраивающего действия системы;
 - определению требуемого значения крутизны частотного детектора;
 - выбору типа транзистора;
 - расчету коэффициента передачи диодного детектора;
 - оценке минимального эквивалентного затухания контуров.
2. Расчет параметров непрерывной фазовой системы АПЧ сводится к:
 - выбору максимального значения регулирующего напряжения;
 - расчету полосы удержания;
 - выбору амплитуды сигнала на входе ФД и оценке амплитуды напряжения эталонного генератора;
 - расчету коэффициента передачи амплитудных детекторов и статической характеристики ФД;
 - расчету максимального выходного напряжения;
 - расчету коэффициента усиления УПТ;
 - расчету постоянной времени ФНЧ и времени установления переходного процесса.

Практическое занятие №3. Прием радиотелефонных сигналов.

1. Структурная схема прямого метода АПЧГ с вынесением разности $\Delta\omega$ в тракт промежуточной частоты.
2. Структурная схема подстройки частоты при детектировании сигналов с ОБП с использованием преобразования разности на низкую частоту.
3. Структурная схема супергетеродинного приемника ЧМ-сигнала.
4. ЧМ-приемник со следящей настройкой.
5. ЧМ-приемник с отрицательной обратной связью по частоте.
6. ЧМ-приемник с ФАПЧ.

Практическое занятие №4. Прием радиотелеграфных сигналов.

1. Схема приемника телеграфных сигналов, передаваемых тональными посылками (излучение А2).
2. Схема приемника телеграфных сигналов излучения А1 с тональным

модулятором.

3. Типовая схема телефонно-телеграфного приемника служебной связи.
4. Структурная схема приемника сигналов ЧТ.
5. Автокорреляционный приемник сигналов относительной фазовой телеграфии, работающий по принципу сравнения фаз.
6. Структурная схема корреляционного демодулятора сигналов ОФТ.

Практическое занятие №5. Выбор и обоснование структурной схемы главного тракта приема (ГТП).

1. На рисунке 1,а,б приведена структурная и принципиальная схемы устройства приема и обработки сигналов (УП и ОС).

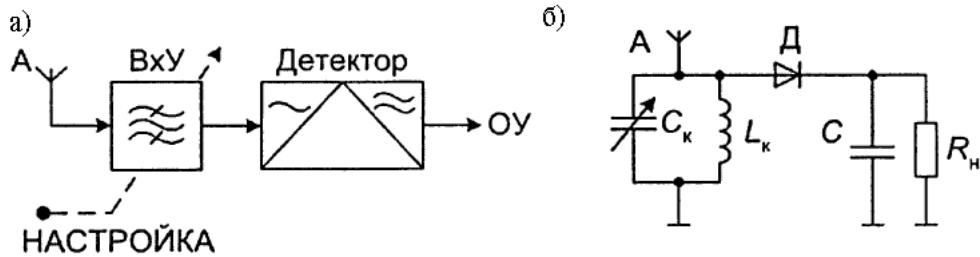


Рисунок 1 – Структурная и принципиальная схемы УП и ОС

Какие функции выполняет данное устройство? К какому типу радиоприемников можно отнести рассматриваемое устройство? Каковы его преимущества и недостатки по сравнению с другими типа УП и ОС.

2. На рисунке 2 приведена структурная схема устройства приема и обработки сигналов (УП и ОС).

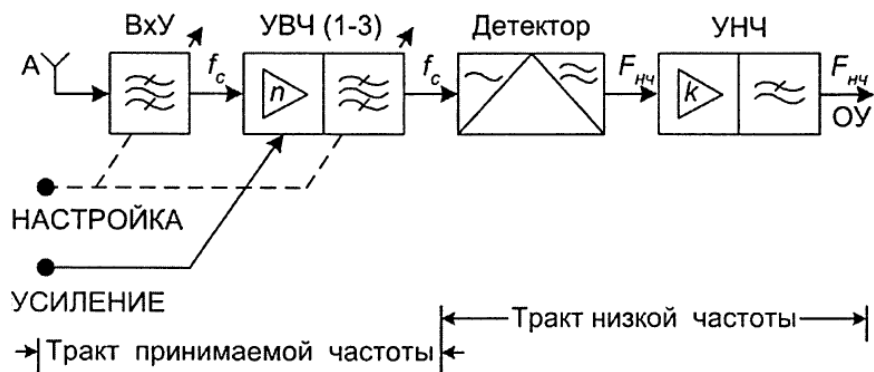


Рисунок 2

Поясните принцип работы рассматриваемого УП и ОС. К какому типу радиоприемников можно отнести рассматриваемое устройство? Каковы его преимущества и недостатки по сравнению с другими типа УП и ОС.

3. На рисунке 3 приведена структурная схема УП и ОС. Поясните принцип работы рассматриваемого УП и ОС. К какому типу радиоприемников можно отнести рассматриваемое устройство? Каковы его преимущества и недостатки по сравнению с другими типа УП и ОС.

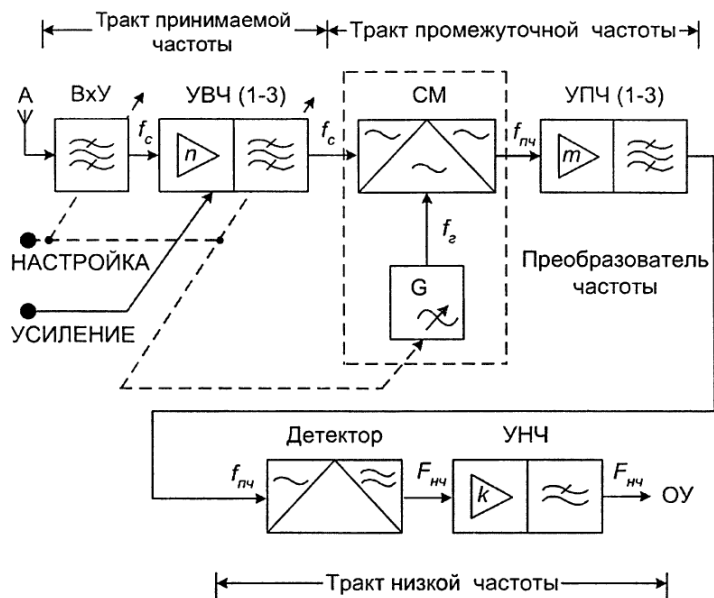


Рисунок 3

4. На рисунке 4 приведена структурная схема УП и ОС. Поясните принцип работы рассматриваемого УП и ОС. К какому типу радиоприемников можно отнести рассматриваемое устройство? Каковы его преимущества и недостатки по сравнению с другими типа УП и ОС.

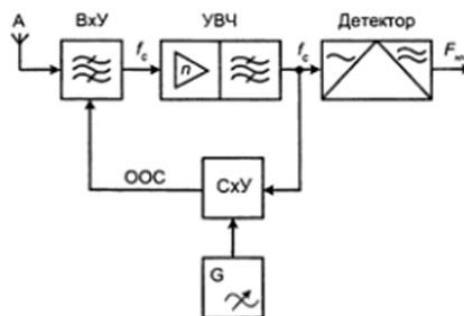


Рисунок 4

5. На рисунке 5 приведена структурная схема УП и ОС. Поясните принцип работы рассматриваемого УП и ОС. К какому типу радиоприемников можно отнести рассматриваемое устройство? Каковы его преимущества и недостатки по сравнению с другими типами УП и ОС.

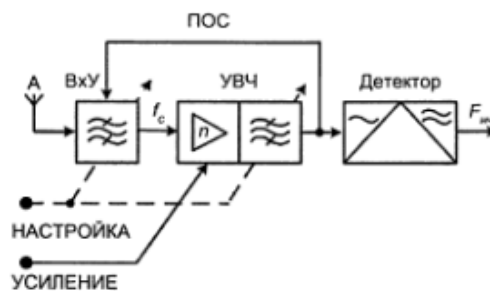


Рисунок 5

6. Главный тракт приема (ГТП) приемника супергетеродинного типа с двойным преобразованием частоты содержит:

- преселектор;
- антенну и преселектор;
- преселектор, тракт преобразования частоты, тракт низкой частоты;
- преселектор и тракт преобразования частоты.

Какие из перечисленных ниже функций не выполняются преселектором приемника супергетеродинного типа:

- Обеспечение усиления принимаемого сигнала и создание необходимого ОСШ на входе.
 - Обеспечение односигнальной избирательности – создание необходимого подавления помех по побочным каналам приема.
 - Обеспечение многосигнальной избирательности при воздействии на вход сигнала и одной или нескольких помех большой амплитуды.
 - Усиление излучений колебаний первого гетеродина в антенну.
 - Детектирование сигнала.
7. Найдите соответствия между элементом преселектора и его назначением:

А) Входное устройство	А) ослабление мощного сигнала и помех для реализации линейного режима работы РПУ
Б) Усилитель высокой частоты	Б) подавление помех от близко расположенных радиопередающих устройств
В) Аттenuатор	В) ослабление мощного сигнала и помех для реализации линейного режима работы РПУ
Г) Предварительный фильтр	Г) усиление входного сигнала до величины, необходимой для работы первого смесителя и подавление помех по побочным каналам ПК приема

8. Пояснить, почему в усилителях высокой частоты преселектора применяют одноконтурные фильтры, а коэффициенты усиления выбирают небольшими?
9. Диапазон рабочих частот (ДРЧ) УП и ОС составляет: $f_n = 1,5 \text{ МГц}$; $f_e = 15 \text{ МГц}$. Рассчитайте число поддиапазонов и ширину каждого поддиапазона, если известно, что для разбиения ДРЧ использован способ равных коэффициентов перекрытия, а значение коэффициента перекрытия составляет: $K_{ПД} = 1,3$.

Практическое занятие №6. Расчет чувствительности и избирательности радиоприемника.

1. Чувствительность УП и ОС составляет на первом диапазоне -30 дБВт, на втором -50 дБВт, на третьем - 60 дБВт. На каком диапазоне чувствительность приемника выше? Выразите чувствительность в дБмВт (дБм) и дБмкВт (дБмк).
2. При проверке реальной чувствительности УП и ОС на трех диапазонах получены следующие значения, сведенные в таблицу 1:

Таблица 1- Реальная чувствительность приемника, мкВ

Диапазон	Частота		
	нижняя	средняя	верхняя
1	6	9	13
2	7	10	9
3	25	23	24

Какое значение чувствительности следует указать в техническом паспорте приемника для каждого диапазона? Значение пороговой чувствительности будет больше или меньше значения реальной чувствительности. На каком диапазоне наблюдается наибольшая чувствительность?

3. Два УП и ОС имеют одинаковые коэффициенты усиления мощности. У одного из них наибольший коэффициент усиления мощности установлен для первого каскада, а последующие каскады обладают равными коэффициентами усиления мощности. У другого устройства все каскады имеют равные коэффициенты

усиления мощности. Какой из этих УП и ОС имеет большую чувствительность? Пояснить ответ.

- УП и ОС имеет коэффициент шума 8. Относительная шумовая температура антенны составляет 2050 К. Требуется повысить чувствительность приемника не менее, чем в 2,3 раза. Можно ли это сделать, снизив коэффициент шума?
- Относительная шумовая температура УП и ОС равна 160 К. Можно ли улучшить чувствительность устройства, введя в его состав усилитель радиочастоты, имеющий шумовую температуру 70 К и коэффициент усиления мощности, равный 3.
- Кривые односигнальной избирательности УП и ОС, снятые на различных частотах настройки. Определить избирательность приемника по соседнему каналу на каждой частоте настройки. На какой частоте приема она будет выше?

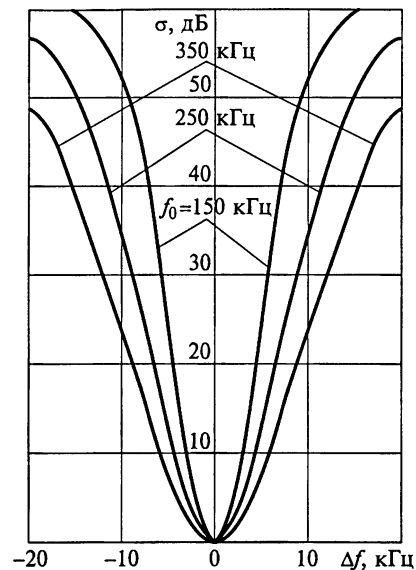


Рисунок 6

- Определить относительную шумовую температуру УП и ОС, структурная схема которого приведена на рисунке 7.



Рисунок 7

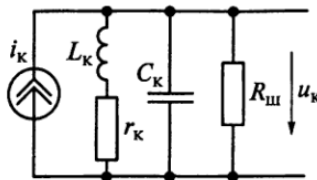
- Экспериментально установлено, что УП и ОС, настроенное на некоторую частоту, способно принимать колебания на частотах 465 кГц (чувствительность 1 мВ), 1 МГц (чувствительность 25 мкВ) и 12,93 МГц (чувствительность 250 мкВ). Определить частоту основного канала радиоприемного устройства и его избирательность по побочным каналам приема.
- Рассчитать сумму квадратов высших гармонических составляющих выходного напряжения УП и ОС, если напряжение первой гармоники равно 3В, а коэффициент гармоник составляет 6%.
- Коэффициент гармоник равен 7%, амплитуда первой гармоники 8 В, третьей 50 мВ; высшие гармоники по амплитуде ничтожно малы. Определить амплитуду второго гармоники УП и ОС.

Практическое занятие №7. Расчет преселектора (входные цепи).

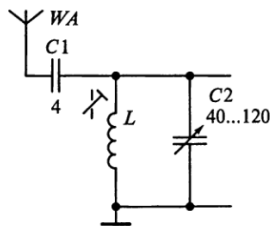
- Определить добротность контура Q , обеспечивающую ослабление $d = 5$ при

расстройке частоты входного гармонического сигнала относительно резонансной частоты контура $f_p = 1,5 \text{ МГц}$ на $\Delta f = 750 \text{ кГц}$.

2. Определить какое ослабление дает резонансный контур, обладающий резонансной (собственной) частотой $f_0 = 1 \text{ МГц}$ и добротностью $Q = 50$ при абсолютной расстройке частоты $\Delta f = 20 \text{ кГц}$.
3. Вычислить полосу пропускания одиночного колебательного контура $\Pi_{0,025}$ по уровню 0,025, если резонансная частота контура $f_0 = 465 \text{ кГц}$, а добротность контура $Q = 50$.
4. АМ-колебание с частотой несущей 465 кГц, частотой модуляции 1 кГц, глубиной модуляции $k_{ам} = 0,5$ и амплитудой несущей 1 В поступает на входное устройство в виде одиночного колебательного контура с параметрами: резонансной частотой $f_p = 500 \text{ кГц}$ и добротностью $Q = 100$. Оценить изменения амплитуд спектрального состава АМ - сигнала на выходе входного устройства.
5. На рисунке приведена эквивалентная схема входного устройства в виде одиночного колебательного контура с параметрами $Q_L = 20$, $r_L = 50 \text{ Ом}$. Какова будет эквивалентная добротность контура, если параллельно цепи подключить шунтирующий резистор $R_{ш} = 30 \text{ кОм}$.

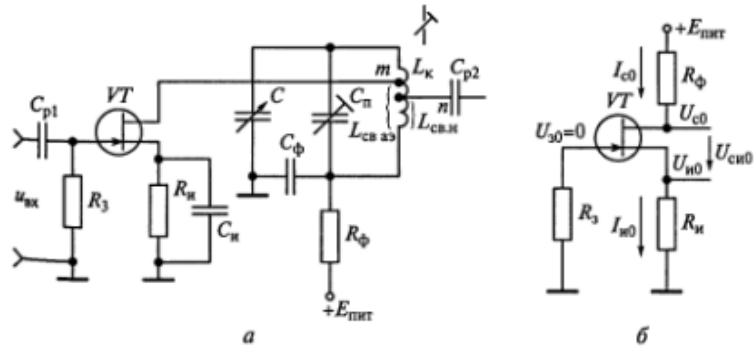


6. Найдите зависимость коэффициента передачи и полосы пропускания входной цепи, показанной на рисунке, от частоты настройки, если диапазон перестройки контура составляет 525...910 кГц, собственная добротность контура $Q = 60$, а сопротивление нагрузки $R_H = 1 \text{ МОм}$.

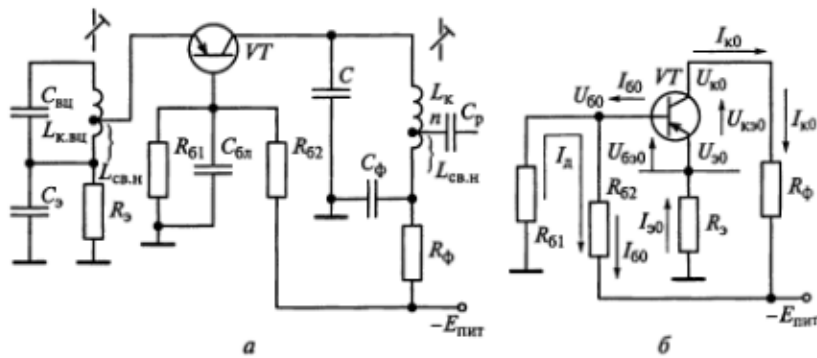


Практическое занятие №8. Расчет преселектора (усилитель радиочастоты).

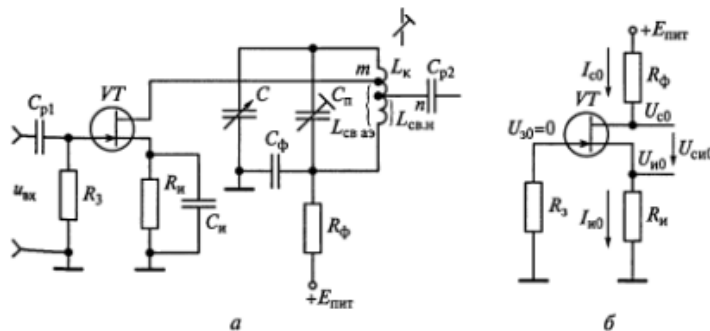
1. Рассчитать параметры элементов схемы, приведенной на рисунке, обеспечивающих режим работы транзистора КП303 по постоянному току $I_{c0} = 3,5 \text{ mA}$; $U_{zu0} = -1 \text{ В}$; $U_{cu0} = 7,5 \text{ В}$ при напряжении питания 12 В и частоте сигнала 30 МГц.



2. Рассчитать элементы термостабилизации каскада УРЧ на биполярном транзисторе КТ312А, работающем в номинальном режиме при $I_{k0} = 5 \text{ мА}$, $U_{кэ0} = 5 \text{ В}$, $U_{бэ0} = 0,62 \text{ В}$. В низкочастотной области $G_{11} = 3 \text{ мСм}$, $G_{21} = 120 \text{ мА/В}$. Обратный ток коллекторного перехода $I_{kобр} = 10 \text{ нА}$, изменение тока коллектора не должно превышать 10% в диапазоне рабочих температур $-30 \dots +50 \text{ }^\circ\text{С}$, напряжение питания $E_{пит} = 15 \text{ В}$, частота сигнала равна 10 МГц.



3. Рассчитать коэффициенты включения индуктивности m и n , при которых резонансный коэффициент усиления каскада по мощности максимален, а избирательность по зеркальному каналу превышала 26 дБ. Каскад УРЧ радиовещательного приемника работает в диапазоне частот $4 \dots 6 \text{ МГц}$ и базируется на КП305А, включенным по схеме с общим истоком. Индуктивность контурной катушки УРЧ $L_k = 6 \text{ мкГн}$, собственная добротность контура $Q_k = 200$, в рабочей точке транзистора $G_{22} = 0,25 \text{ мСм}$, сопротивление нагрузки 500 Ом .



Практическое занятие №9. Проектирование частного тракта приема (ЧТП).

1. Как изменится вид детекторной характеристики балансного частотного

детектора (ЧД) со связанными контурами (рисунок 13), если в катушке первого контура изменить направление витков?

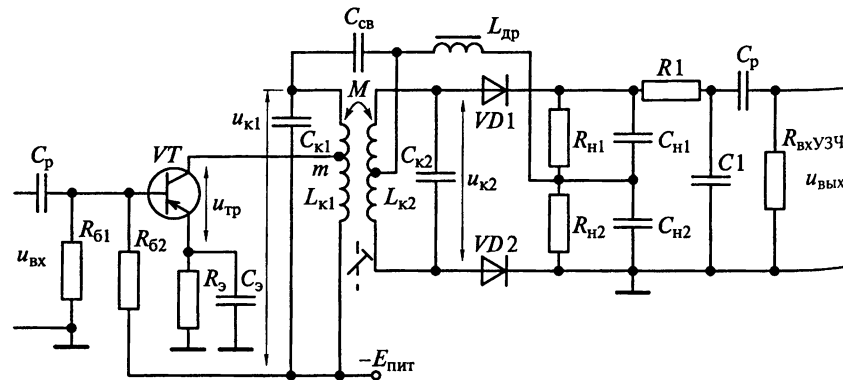


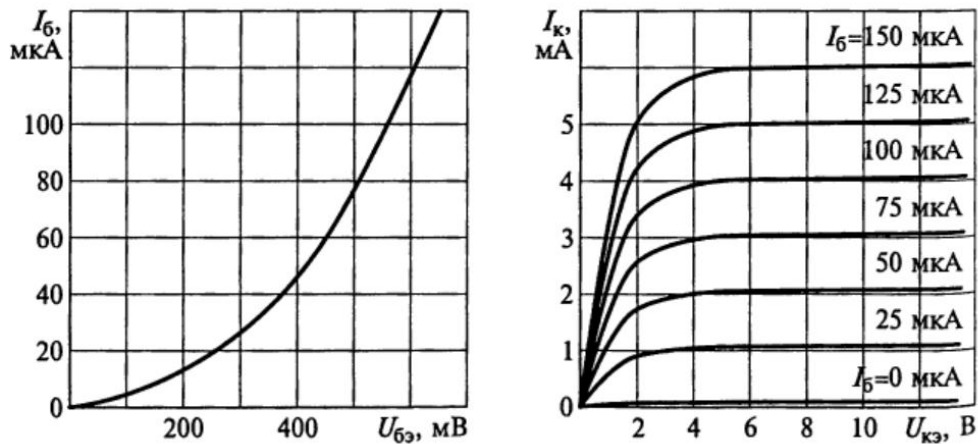
Рисунок 13

2. Какие элементы балансного ЧД (рисунок 13) относятся к преобразователю ЧМ в АМ, а какие – к АД? На какую частоту настраиваются связанные контуры балансного ЧД?
3. Покажите пути прохождения постоянных составляющих токов диодов в схеме с ЧД с настроенными контурами (рисунок 13). Каково назначение дросселя $L_{др}$?
4. Начертите векторные диаграммы преобразователя ЧМ в АМ для ЧД с настроенными контурами (рисунок 13), если частота сигнала имеет следующие значения: равна частоте настройки контуров; выше частоты настройки контуров; ниже частоты настройки контуров.
5. Как изменится вид характеристики ЧД с настроенными связанными контурами (рисунок 13), если поменять полярность включения диодов?
6. Как изменится вид характеристики ЧД с настроенными связанными контурами (рисунок 13), если увеличить коэффициент связи между ними?
7. Найти коэффициент гармоник, если гармоническими составляющими выше второй можно пренебречь, а характеристика ЧД со связанными контурами (рисунок 13) симметрична.
8. В ЧД с настроенными контурами (рисунок 13) сопротивления нагрузочных резисторов $R_{1н}=R_{2н}=R_н=100$ кОм. Конденсаторы нагрузки имеют одинаковые емкости $C_{1н}=C_{2н}=C_н$. Диоды VD1, VD2 имеют линейно-ломаную ВАХ с крутизной $S_{д1}=5$ мА/В, $S_{д2}=10$ мА/В. Докажите симметричность характеристики детектора.
9. Определить взаимную индуктивность M и эквивалентную добротность $Q_{экв}$ связанных контуров ЧД (рисунок 13), обеспечивающих растров детекторной характеристики, равны 1 МГц, при ее наибольшей линейности. При расчете предположить, что $L_{к1}=L_{к2}=L_к=5$ мкГн и $C_{к1}=C_{к2}=C_к=40$ пФ.
10. Промежуточная частота УП и ОС в диапазоне УКВ $f_{пр}=10,7$ МГц. Определить взаимную индуктивность M и эквивалентную добротность $Q_{экв}$ связанных контуров ЧД; максимально возможное значение эквивалентной добротности не должно превышать 40. Контура обеспечивают растров детекторной характеристики ПЧД=1 МГц при ее максимальной крутизне. При расчетах предположить, что $k_{св}=0,093$, а индуктивности катушек $L_{к1}=L_{к2}=L_к=5$ мкГн.

Практическое занятие №10. Расчет преобразователя частоты.

1. Смеситель построен на базе транзистора типа КТ301, работающего в режиме $U_{бэ0} = 300$ мВ; $U_{кэ0} = 10$ В. Амплитуда колебаний гетеродина

$U_{m_2} = 300 \text{ мВ}$. Пользуясь входной и выходной характеристиками транзистора определить крутизну преобразования по первой гармонике колебаний гетеродина.

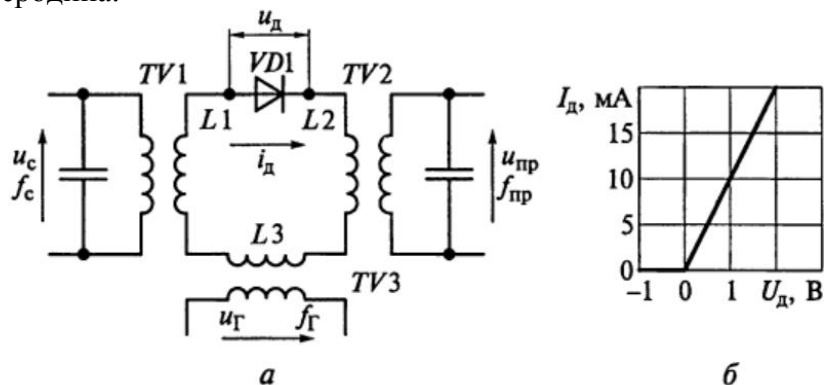


2. Зависимость тока стока ПТ I_c , используемого в смесителе от напряжения перехода затвор-исток U_{zu} задана в виде:

$$I_c = \begin{cases} bU_{zu}^2, & U_{zu} \geq 0 \\ 0, & U_{zu} < 0 \end{cases}$$

Коэффициент $b = 1 \text{ мА} / \text{В}^2$. Амплитуда напряжения гетеродина 1 В. Рассчитать зависимость крутизны преобразования S_{np} от напряжения смещения на затворе $U_{см} = 0..3 \text{ В}$.

3. Проходная характеристика БТ описывается выражением $I_k = bU_{\text{бэ}}^2$, $b = 100 \text{ мА} / \text{В}^2$. Амплитуда напряжения гетеродина 100 мВ. Определить максимально возможную крутизну преобразования по первой гармонике напряжения гетеродина.
4. Однотактный диодный смеситель работает при амплитуде колебаний гетеродина 1В. ВАХ аппроксимируется кусочно-линейной кривой с крутизной $10 \text{ мА} / \text{В}$. Рассчитать крутизну преобразования по первой гармонике гетеродина.



5. Определить в пределах диапазона ДВ частоту вещательного приемника, в котором вероятно возникновение комбинационного свиста.

Практическое занятие №11. Расчет усилителя промежуточной частоты.

1. Может ли УПЧ с одиночными настроенными в резонанс контурами и полосой пропускания 10 кГц обеспечить избирательность по соседнему каналу приема 20 дБ при частоте отстройки 10 кГц?
2. Определите частоты настройки контуров четырехкаскадного УПЧ с попарно расстроенными контурами, $f_{np} = 10 \text{ МГц}$, $\Pi = 0,1 \text{ МГц}$ для АЧХ формы И и С провалом -3 дБ на частоте f_{np} .
3. Необходимо поострить 6-ти каскадный УПЧ с полосой пропускания 1 МГц, промежуточной частотой 10 МГц и АЧХ формой В. Какой тип УПЧ реализуем на контурах с добротностью 30?
4. В УПЧ с двухконтурными полосовыми фильтрами по конструктивным соображениям коэффициент связи между контурами не должен превышать 0,1. Определить максимально допустимое число каскадов УПЧ, если промежуточная частота 60 МГц и АЧХ формы В.
5. Можно ли реализовать двухкаскадный УПЧ с двухконтурными полосовыми фильтрами с АЧХ формы В, промежуточной частотой 465 кГц и полосой пропускания 10 кГц, располагая контурами с добротностью 53?

Практическое занятие №12. Расчет детекторов.

1. При каком коэффициенте АМ детектирование линейно, если амплитуда напряжения несущей частоты на входе диодного детектора равна 3 В, а критическое напряжение диода 0,6 В.
2. В детекторе, схема которого приведена на рисунке 8, использован диод с крутизной 4 мА/В. Найти коэффициент передачи АД. При расчете предположить, что $R_1 = 30 \text{ кОм}$ и $R_2 \gg R_1$.

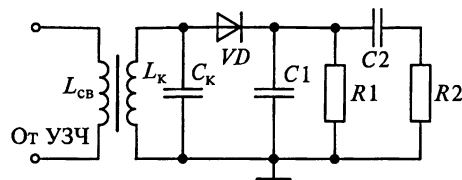


Рисунок 8

3. Вычислить входное сопротивление детектора $R_{вхАД}$, работающего в линейном режиме, по схеме приведенной на рисунке 8, если $R_1 = 360 \text{ кОм}$, $R_2 = 3 \text{ МОм}$. Изменится ли его входное сопротивление, если минимальная амплитуда входного напряжения снизится до 16 мВ.
4. Рассчитайте входное сопротивление параллельного АД на диоде типа Д9В, собранного по схеме, приведенной на рисунке 9, если $R_1 = 12 \text{ кОм}$, $R_2 = 6,8 \text{ кОм}$.

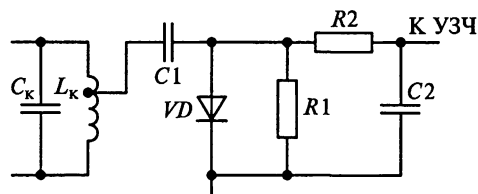


Рисунок 9

5. Собственное сопротивление контура $R_k = 50 \text{ кОм}$. Необходимо, чтобы диодный детектор (рисунок 8), подключенный к контуру не увеличивал его затухание более, чем на 20%. Найти сопротивление резистора R_1 .
6. Рассчитать емкость разделительного конденсатора C_3 детектора последовательного типа, схема которого приведена на рисунке 10, если на

нижней частоте модуляции $F_H=50$ Гц допускаются частотные искажения $M_H \leq 1,05$. Входное сопротивление транзистора VT равно 2,8 кОм, сопротивление базового делителя из резисторов R_2 и R_4 составляют соответственно 5,1 кОм и 24 кОм.

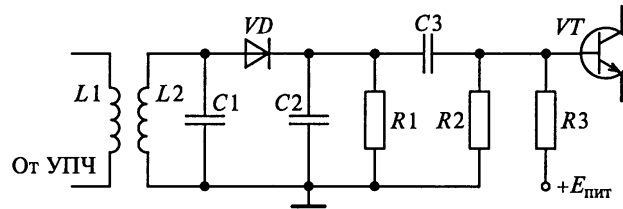


Рисунок 10

- В УП и ОС сопротивление нагрузки диодного детектора, выполненного по последовательной схеме (рисунок 8), равно 12 кОм. Найти емкость конденсатора, шунтирующего нагрузку, если верхняя частота модуляции $F_B=3,5$ кГц, а максимальное значение коэффициента модуляции $m_{AMmax}=0,8$.
- Для детектора, схема которого приведена на рисунке 11, вычислите коэффициент передачи в режиме максимальной громкости и коэффициент фильтрации при следующих исходных данных: крутизна диода 10 мА/В, емкость запятого перехода $C_d=1$ пФ, обратное сопротивление $R_{д.обр}=100$ кОм. Промежуточная частота УП и ОС равна 465 кГц. Входные сопротивления и емкость УЗЧ $R_{вх}$ УЗЧ=4 кОм, $C_{вх}$ УЗЧ=10 пФ. $C_1=C_2=2200$ пФ, $R_1=5,1$ кОм, $R_2=6,8$ кОм.

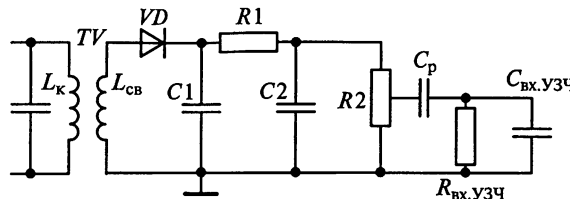


Рисунок 11

- В результате возникшей неисправности отключился конденсатор, шунтирующий резистор нагрузки последовательного амплитудного детектора (рисунок 12). ВАХ диода аппроксимирована кусочно-линейной аппроксимацией с крутизной $S_d=10$ мА/В. Проводимость диода обратному току $G_{д.обр}=0$ См. Сопротивление нагрузки $R_H=20$ кОм. Как изменится коэффициент передачи и входное сопротивление детектора?

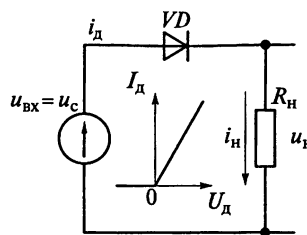


Рисунок 12

- Изобразите варианты схем диодного детектора. Объясните, благодаря какому свойству диода возможен перенос спектра в область звуковых частот.

3.2 Задания к контрольной работе по дисциплине «Прием и обработка сигналов»

Типовые задания к контрольной работе

- Рассчитать преселектор связного приемника. Исходные данные для расчета приведены в таблице 3.1.

При расчете преселектора необходимо:

2. Выбирать схему преселектора, транзистор или микросхему для УРЧ, тип связи УРЧ с ВЦ и нагрузкой;
3. Определить минимально необходимую емкость, результирующую индуктивность и добротность контуров;
4. Рассчитать избирательность преселектора по зеркальному каналу, каналу промежуточной частоты (избирательность по этим каналам должна быть не менее 40дБ);
5. Рассчитать элементы принципиальной электрической схемы;
6. Рассчитать резонансный коэффициент усиления на крайних частотах диапазона;
7. Рассчитать устойчивый коэффициент усиления и убедиться, что УРЧ устойчив;

Дополнительные данные, необходимые для расчета, могут быть выбраны самостоятельно. На основании расчетов составить полную принципиальную электрическую схему преселектора.

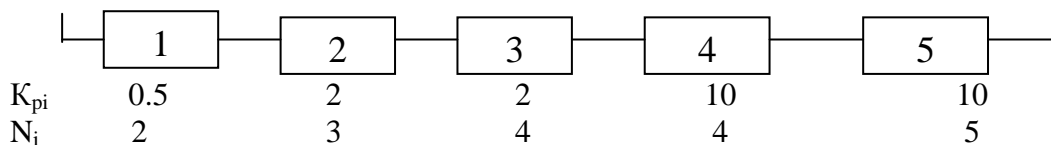
При выполнении контрольной работы следует пользоваться учебной литературой, указанной в рабочей программе дисциплины.

Таблица 3.1 – Исходные данные для выполнения контрольной работы №1

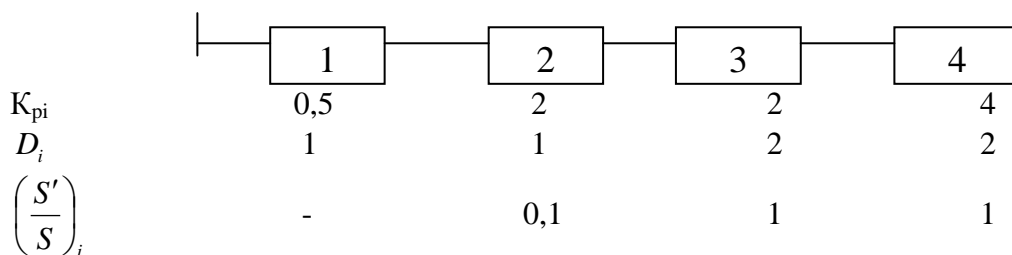
Последняя цифра шифра	Параметры антенны		Связь ВЦ с антенной	Тип активного элемента УРЧ	Диапазон частот, МГц	Промежуточная частота МГц	Число контуров
	$R_A, \text{Ом}$	$\frac{C_{A\text{мин}}}{C_{A\text{макс}}}, \text{пф}$					
0.	-	75/150	Внешнеёмкостная	БТ	1,5-6	0,465	Одноконтурная ВЦ
1.	-	60/120	Внутриемкостная	ПТ	3-12	25	
2.	80	100/200	Трансформаторная	Микросхема	0,4-0,55	0,128	
3.	100	50/150	Автотрансформаторная	Каскодная схема	12-24	0,465	
4.	75	10/70	Внешнеёмкостная	Каскодная схема	18-30	42,8	
5.	50	-	Трансформаторная	ПТ	156-158	15,3	Двухконтурная ВЦ
6.	50	-	Автотрансформаторная	Каскодная схема	160-162	16,9	
7.	120	-	Трансформаторная	БП	156-162	24	
8.	40	80/160	Внутриемкостная	ПТ	3-12	0,465	
9.	85	60/180	Внешнеёмкостная	Микросхема	0,4-0,55	1,7	

Типовые контрольные вопросы и задачи к контрольной работе 1

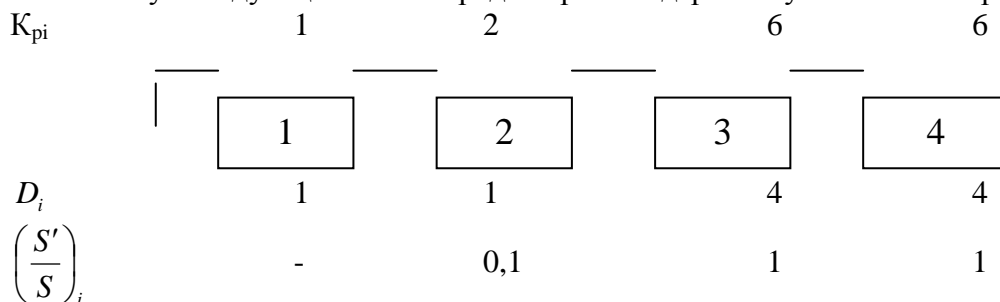
1. Рассчитать избирательность преселектора по побочным каналам приема, состоящего из одноконтурной ВЦ и одноконтурного УРЧ, в диапазоне частот 1,5 – 3,5 МГц, если $f_{пч} = 8$ кГц. $Q_{\Sigma} = 30$.
2. Рассчитать избирательность преселектора по побочным каналам приема, состоящего из двухконтурной ВЦ и одноконтурного УРЧ, в диапазоне частот 2-5 МГц, если $f_{пч} = 466$ кГц. $Q_{\Sigma} = 30$.
3. Рассчитать избирательность преселектора по побочным каналам приема, состоящего из двухконтурной ВЦ и одноконтурного УРЧ в диапазоне частот 400-850 кГц, если $f_{пч} = 126$ кГц, $Q_{\Sigma} = 50$.
4. Рассчитать избирательность по соседним каналам приема при расстройке ± 10 кГц трехкаскадного одноконтурного УПЧ, если $f_{пч} = 465$ кГц, а полоса пропускания равна $\Pi_{0,7} = 5$ кГц.
5. Определить эквивалентную добротность контура двухкаскадного УПЧ, если при расстройке ± 10 кГц коэффициент прямоугольности равен $K_{60} = 2$, а $f_{пч} = 465$ кГц.
6. Определить коэффициент шума радиоприемника и его чувствительность, если $h_{\text{вых}} = 12$ дБ.



7. Рассчитать допустимый уровень помехи на выходе радиоприемника, вызывающий блокирование при стандартных условиях измерений, если:



8. Рассчитать допустимый уровень помехи на выходе радиоприемника, вызывающий взаимную модуляцию 3-го порядка при стандартных условиях измерений, если



9. Рассчитать коэффициент передачи одноконтурной ВЦ с трансформаторной связью с антенной для крайних частот диапазона 8-16 МГц и индуктивность связи, если $C_A = 30$ пФ, $C_K = 35-125$ пФ, $K_{CB}=0,4$, $Q_э = 80$.
10. Рассчитать коэффициенты включения и максимальный резонансный коэффициент усиления УРЧ на полевом транзисторе, устойчивый коэффициент усиления, если параметры транзистора: $S = 50 \frac{mA}{B}$, $|Y_{12}| = 50$ мкСм, $G_{11} = 20$ мкСм, $G_{22} = 400$ мкСм.
Параметры схемы: $P_э=6$ кГц, $C_K = 15$ нФ, $G_K = 0,4$ мСм.
11. Назовите виды колебаний, применяемых в радиосвязи. Как они обозначаются? Каковы особенности приема телефонных ЧМ-сигналов и ОМ-сигналов? Каковы особенности приема телеграфных радиосигналов?
12. Какие помехи называются аддитивными и мультипликативными?
13. В чем заключается общий принцип борьбы с помехами? Почему флуктуационные помехи принципиально не могут быть подавлены полностью? В чем сущность повышения помехоустойчивости радиоприема методами: фильтрации периодического сигнала, интегрального и корреляционного приема, разнесенного приема?
14. Дайте определение избирательности. Как оценивается избирательность? Дайте определение односигнальной избирательности. Назовите основные побочные каналы приема. Какова методика измерения односигнальной избирательности?
15. Дайте определение реальной избирательности. В чем суть явления перекрестной модуляции, интермодуляции и блокирования? Как следует выбирать усиленные элементы для главного тракта приемника? Какова методика измерения уровня помех взаимной модуляции третьего порядка?
16. Чему равен наибольший коэффициент передачи ВЦ по напряжению и по мощности? При каких условиях это имеет место? Выведите выражение для $K_{вц макс}$.
17. Дайте определение чувствительности. В каких единицах оценивается чувствительность? Факторы, ограничивающие чувствительность. Что такое реальная и предельная чувствительность, коэффициент шума?
18. Из каких соображений и какой величины выбирается коэффициент связи ВЦ с антенной в диапазоне гектометровых, декаметровых и метровых волн. Опишите схему ВЦ известного вам приемника.
19. Выведите выражение для коэффициента передачи ВЦ с трансформаторной связью с антенной. Какой режим работы с антенной предпочтителен при этом виде связи?
20. Выведите выражение для коэффициента шума приемника, выразите чувствительность приемника через коэффициент шума.
21. Изобразите известную схему УРЧ. При каких условиях коэффициент передачи УРЧ будет максимальным? Выведите выражение для максимального коэффициента передачи при заданной полосе пропускания.

22. От чего зависит устойчивость УРЧ, при каком характере нагрузки возможно самовозбуждение УРЧ? Напишите выражение для устойчивого коэффициента усиления. Как следует выбирать транзисторы для обеспечения устойчивого усиления? Опишите способы повышения устойчивости УРЧ.
23. Какие избирательные системы называются ФСИ? Опишите конструкции и особенности ФСИ различных типов: электромеханических, пьезоэлектрических и кварцевых. Нарисуйте известную вам схему узкополосного УПЧ. Какие требования предъявляются к УПЧ?
24. Выведите вы для полосы пропускания, коэффициента усиления, коэффициента прямоугольности многокаскадного УПЧ с одиночными контурами.
25. Выведите выражение для полосы пропускания коэффициента прямоугольного УПЧ с двумя связанными контурами.
26. Нарисуйте известные вам схемы преобразователей частоты на диодах, транзисторах, микросхеме, перечислите требования, предъявляемые к гетеродину и смесителю.
27. В чем заключается принцип гетеродинного преобразования частоты? Из каких соображений выбирается рабочая точка смесителя? Как определяется крутизна преобразования смесителя на полевом транзисторе или диоде?
28. Нарисуйте схемы диодного детектора. Поясните принцип детектирования АМ-сигналов. Какими параметрами характеризуется амплитудный детектор? Введите выражение для $R_{вх}$ и K_0 при детектировании сигнала большой амплитуды. Почему входное сопротивление нагрузки?
29. Какие искажения имеют место при диодном детектировании и каковы основные пути их снижения? Выведите выражение, определяющее условие безинерционности амплитудного детектора (отсутствие нелинейных искажений).
30. Опишите процесс детектирования двух высокочастотных колебаний. Когда такое детектирование имеет место? В чем сущность подавления слабого сигнала сильным в безинерционном детекторе? Поясните принцип действия и укажите преимущества синхронного детектирования. Приведите схему синхронного детектора.

3.3 Задание на курсовое проектирование

В качестве курсового проекта курсанту (студенту) предлагается разработка структурной и составление принципиальной схемы устройства приема и обработки сигнала.

Задание на курсовое проектирование выбирается по двум последним цифрам номера зачетной книжки курсанта (студента).

В соответствии с предпоследней цифрой зачетной книжки курсант (студент) выполняет проектирование:

- 1 Приемного тракта судовой радиостанции ПВ/КВ или УКВ диапазонов (0-3).
- 2 Приемника радиотелефона мобильной связи стандарта GSM (4-9).

Технические параметры выбираются из таблиц:

- для предпоследней цифры (0-3) из таблицы 3.2;
- для предпоследней цифры (4-9) из таблиц 3.3. и 3.4, причем для нечетных цифр следует использовать таблицу 3.3, а для четных - таблицу 3.4.

Разработке подлежат: схемы электрические и принципиальные главного тракта приема и демодулятора. Синтезатор частот и частный тракт приема разрабатываются до уровня функциональной схемы.

В начале проектирования необходимо провести анализ технического задания и определить недостающие исходные данные (область применения УПиОС, помеховая обстановка на входе, тип используемой антенны и эквивалента фидера, тип оконечного устройства и его параметры, параметры источника питания).

Таблица 3.2 – Исходные данные для проектирования

Предпоследняя цифра номера	Параметры	Тип связного радиоприемника										
		Приемный тракт радиостанции ПВ/КВ								Приемный тракт УКВ радиостанции		
		J3E	F1B	H3E	R3E	J2B	F1B	J2B	F1B	F3E	F3E	
0	а	J3E	F1B	H3E	R3E	J2B	F1B	J2B	F1B	F3E	F3E	
	б	2	4	3	1	5	2	3	4	1	2	
	в	60	75	70	80	80	70	60	60	60	70	
	г	60	75	70	90	90	75	60	60	60	70	
	д	60	70	80	90	80	80	80	80	90	90	
	е	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
	ж	60/2	60/3	80/2	80/3	80/2	80/3	70/2	60/3	-	-	
з	60/60	50/60	60/70	65/70	65/80	70/70	75/60	65/65	60/65	60/60		
1	а	J3E	F1B	H3E	R3E	J2B	F1B	J2B	F1B	F3E	F3E	
	б	5	5	2	2	1	2	5	5	1	1	
	в	80	90	70	90	90	80	80	80	75	70	
	г	80	90	70	90	90	90	70	70	70	70	
	д	80	80	75	80	80	80	80	90	70	70	
	е	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	
	ж	80/2	90/3	80/2	90/3	80/2	90/2	70/2	70/2	-	-	
з	75/85	75/85	75/70	80/80	80/80	75/80	65/60	60/60	65/60	65/60		
2	а	J3E	F1B	H3E	R3E	J2B	F1B	J2B	F1B	F3E	F3E	
	б	3	5	4	5	2	2	4	5	2	1	
	в	80	70	60	80	70	90	80	60	70	70	
	г	80	70	60	80	70	90	80	60	70	70	
	д	70	75	75	80	80	80	80	60	70	70	
	е	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	
	ж	70/2	90/3	90/2	90/3	80/2	80/3	60/2	70/3	-	-	
з	80/80	85/80	80/85	80/80	85/70	70/80	75/75	75/65	65/65	65/65		
3	а	J3E	F1B	H3E	R3E	J2B	F1B	J2B	F1B	F3E	F3E	
	б	2	2	2	2	5	5	3	5	2	1	
	в	80	70	90	90	80	90	70	75	75	75	
	г	80	70	90	80	80	85	70	70	75	75	
	д	80	75	90	80	90	90	90	90	80	80	
	е	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	5·10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	
	ж	90/2	80/3	80/2	70/3	70/3	90/3	70/2	70/2	-	-	
з	65/85	70/70	60/85	60/80	65/75	75/80	75/75	75/60	65/65	65/60		
Последняя цифра номера		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Условные обозначения к таблице:

А - класс излучения; б - чувствительность приемника в мкВ при соотношении $(C+Ш+И/Ш+И)_{\text{вых}} = 20$ дБ; в - избирательность по соседним каналам в дБ; г - избирательность по зеркальным каналам в дБ; д - избирательность по каналам промежуточных частот в дБ; е - относительная частотная нестабильность; ж - эффективность АРУ в дБ (числитель - изменение уровня сигнала на входе, знаменатель - изменение уровня сигнала на выходе); з - в числителе - уровень блокирующей помехи в мВ при расстройке 20 кГц, в знаменателе - уровень помех в мВ, вызывающих

внеполосную модуляцию третьего порядка при расстройке мешающих сигналов в соседних каналах приема 20 кГц и 40 кГц.

Примечания: 1. Избирательность по соседним каналам задана при расстройке: 5 кГц для однополосной телефонии, 3 кГц для частотной телеграфии и 25 кГц для УКВ радиотелефонных станций. Диапазон рабочих температур от + 10 до+ 50 С.

Таблица 3.3 – Исходные данные для проектирования

Параметры приемника	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Частоты передачи подвижной и приёма базовой станций, МГц	890-915									
Частоты приёма подвижной и передачи базовой станций, МГц	935-960									
Дуплексный разнос частот приёма и передачи, МГц	45									
Выделенная полоса частот, МГц	25									
Чувствительность приёмника, дБм	-105	-106	-107	-108	-105	-106	-107	-108	-105	-106
Избирательность по зеркальному каналу, дБ, не менее	60	61	62	63	64	60	61	62	63	64
Избирательность по соседнему каналу, дБ, не менее	70	71	72	70	71	72	70	71	72	70
Отношение сигнал/шум на выходе радиотракта, дБ	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9
Допустимая неравномерность АЧХ в полосе пропускания радиотракта, дБ	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5
Максимальная скорость перемещения приёмника относительно базовой станции, км/ч Г	100	105	110	115	120	100	105	110	115	120
Скорость передачи данных в радиоканале, кбит/с	270,833									
Разнос частот между каналами, кГц	200									
Эквивалентная полоса частот на один разговорный канал, кГц	25									
Максимальное число каналов связи	124									
Число физических каналов в одном частотном	8									
Вид модуляции	GMSK									
Индекс модуляции	0,3									
Схема организации каналов	TDMA/FDMA									
Количество скачков по частоте за одну секунду	217									
Вид речевого кодека	КРЕ-LTP									
Скорость преобразования речевого кодека, кбит/с	13									
Ширина полосы пропускания предмодуляционного гауссовского фильтра, кГц	81,3									

Таблица 3.4 – Исходные данные для проектирования

Параметры приемника	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2									
Частоты передачи подвижной и приёма базовой станций, МГц	1805-1880									
Частоты приёма подвижной и передачи базовой станций, МГц	1710-1785									
Дуплексный разнос частот приёма и передачи, МГц	95									
Выделенная полоса частот, МГц	75									
Чувствительность приёмника, дБм	-105	-106	-107	-108	-105	-106	-107	-108	-105	-106
Избирательность по зеркальному каналу, дБ, не менее	60	61	62	63	64	60	61	62	63	64
Избирательность по соседнему каналу, дБ, не менее	70	71	72	70	71	72	70	71	72	70
Отношение сигнал/шум на выходе радиотракта, дБ	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9
Допустимая неравномерность АЧХ в полосе пропускания радиотракта, дБ	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5
Максимальная скорость перемещения приёмника относительно базовой станции, км/ч Г	100	105	110	115	120	100	105	110	115	120
Скорость передачи данных в радиоканале, кбит/с	270,833									
Разнос частот между каналами, кГц	200									
Эквивалентная полоса частот на один разговорный канал, кГц	25									
Максимальное число каналов связи	124									
Число физических каналов в одном частотном	8									
Вид модуляции	GMSK									
Индекс модуляции	0,3									

Схема организации каналов	TDMA/FDMA
Количество скачков по частоте за одну секунду	217
Вид речевого кодека	KPE-LTP
Скорость преобразования речевого кодека, кбит/с	13
Ширина полосы пропускания предмодуляционного гауссовского фильтра, кГц	81,3

3.4 Задания и контрольные вопросы по выполнению лабораторных работ

Лабораторная работа №1 «Исследование степени подавления гармонической помехи устройством фазовой компенсации помех»

Лабораторное задание:

1) В пакете прикладных программ MathCAD произвести моделирование процесса функционирования разработанного УФКП.

Исходные данные к моделированию:

1. Частоты полезного и мешающего сигналов на выходе антенн А2 (основная антенна) и А1 (вспомогательная антенна) - $\omega_p = 2\pi \cdot 3 \cdot 10^6$ МГц и $\omega_m = 2\pi \cdot 4 \cdot 10^6$ МГц.

2. Амплитуды полезного и мешающего сигналов на выходе антенны А2 (основная антенна) - $U_{2p} = 5$ мВ и $U_{2m} = 8$ мВ.

3. Начальные фазы полезного и мешающего сигналов на выходе антенны А2 (основная антенна) - $\varphi_{2p} = \frac{\pi}{3}$ и $\varphi_{2m} = \frac{\pi}{6}$.

4. Амплитуды полезного и мешающего сигналов на выходе антенны А1 (вспомогательная антенна) - $U_{1p} = 3$ мВ и $U_{1m} = 8$ мВ.

5. Начальные фазы полезного и мешающего сигналов на выходе антенны А1 (вспомогательная антенна) - $\varphi_{1p} = \frac{\pi}{4}$ и $\varphi_{1m} = \frac{\pi}{7}$.

Исходные данные выбраны исходя из следующих соображений: для того, чтобы после указанных преобразований в УФКП не произошло одновременной компенсации помехи и полезного сигнала, достаточно выполнения хотя бы одного из

условий: $\frac{U_{2p}}{U_{1p}} \neq \frac{U_{2m}}{U_{1m}}$; $\varphi_{2p} - \varphi_{1p} \neq \varphi_{2m} - \varphi_{1m}$.

2) Произвести моделирование следующей ситуации: воздействия только мешающего гармонического колебания на УФКП.

Исходные данные к моделированию:

1 . Частота мешающего сигнала на выходе антенн А2 (основная антенна) и А1 (вспомогательная антенна) - $\omega_p = 2\pi \cdot 3 \cdot 10^6$ МГц.

2 . Амплитуда мешающего сигналов на выходе антенны А2 (основная антенна) - $U_{2m} = 4$ мВ

3 . Начальная фаза мешающего сигнала на выходе антенны А2 (основная антенна) - $\varphi_{2m} = \frac{\pi}{4}$.

4 . Амплитуда мешающего сигналов на выходе антенны А1 (вспомогательная антенна) - $U_{1m} = 3$ мВ.

5 . Начальная фаза мешающего сигналов на выходе антенны А1 (основная антенна) - $\varphi_{1m} = \frac{\pi}{2}$.

3) Для оценки степени подавления помехи УФКП в заданном диапазоне частот произвести серию экспериментов. Собрать лабораторную установку из генератора (Г4-158), УФКП, «USB – лаборатории» (PV6501), персонального компьютера (ПК) (рисунок 1).

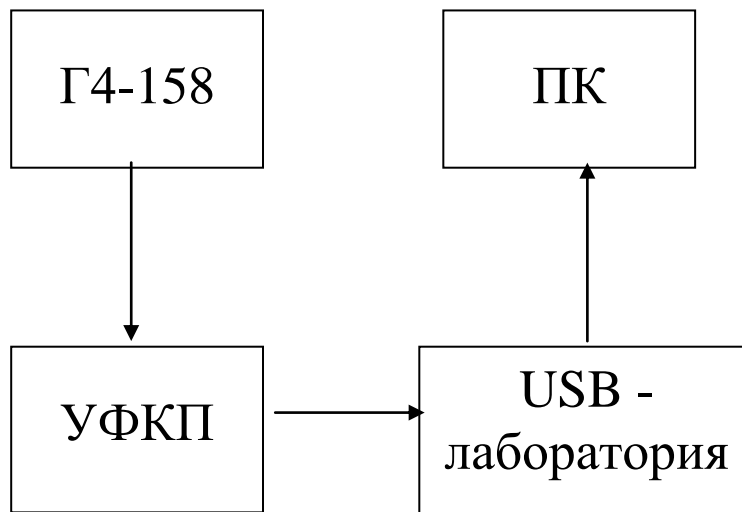


Рисунок 1 – Лабораторная установка в сборе

Генератор Г4-158 служит для формирования сигнала, подаваемого на входы УФКП. ПК, с подключенной к нему «USB – лабораторией» выполняет функцию контрольно-измерительного прибора (анализатора спектра).

На оба входа УФКП подать сигналы с одинаковой частотой с генератора (для подачи частоты с одного выхода генератора на два входа УФКП используется тройник), который должен быть настроен следующим образом: затухание = 60дБ; выставить исследуемую частоту; режим генерации – непрерывный (НГ).

Соединить выход УФКП с входом осциллографа «USB – лаборатории», которая в свою очередь подключается к ПК;

На ПК запустить программное обеспечение (ПО) для работы с «USB – лабораторией», и настроить его следующим образом:

- ✓ Во вкладке «настройки» выбрать пункт БПФ и выставить весовое окно, размер = 8192, по вертикали выставить дБВ;
- ✓ Во вкладке «вид» поставить галочки напротив пунктов: маркеры двойные, автоизмерение, сигнал на входе, сетка, линия синхронизации, информация о выборках, интерполяция $\frac{\sin(x)}{x}$, БПФ;
- ✓ В главном окне программы выставить Время/Дел = 50nS, Вольт/Дел = 50mV, синхронизация – внешн.

Ручки Att1 и Att2 выставить в крайнее правое положение (минимальное ослабление поступающего сигнала).

Тумблер «0° – 180°» в положение 0°.

На каждом из положений переключателя «Грубо» (грубая подстройка фазы) ручками «Плавно» (плавная подстройка фазы) и «Σ» (балансировка сумматора) добиться максимального подавления сигнала.

Проверка степени подавления сигнала производится переключением тумблера «0° – 180°», в результате чего на мониторе ПК наблюдаются спектрограммы. Снять полученные спектрограммы и определить степень подавления помехи в дБ.

После проведения эксперимента, его результаты необходимо занести в таблицы результатов эксперимента (шаблон – Таблица), построить графики по полученным данным и сделать выводы.

Таблица – Результаты эксперимента, где n – положение переключателя «Грубо», D – степень подавления сигнала

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
D, дБ											

В ходе выполнения лабораторного задания провести экспериментальные исследования по оценке степени подавления помехи устройством фазовой компенсации согласно описанному выше алгоритму на частотах 2, 5, 10, 15 и 20 МГц и сделать выводы.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы:

1. Каковы источники активных и пассивных помех?
2. Что понимают под гладкими и импульсными, внешними и внутренними помехами?
3. Дайте общую характеристику индустриальным и атмосферным помехам.
4. Дайте общую характеристику помехам со стороны соседних по диапазону радиостанций и специализированных радиостанций.
5. Приведите структурную схему подавителя помех по принципу интерференции и поясните его принцип действия.
6. Как осуществляется бланкирование помех, принятых по боковым лепесткам.
7. Приведите структурную схему устройства, обеспечивающего некогерентную компенсацию помех, и поясните его принцип действия.
8. В чем суть когерентного метода компенсации помех.
9. Приведите структурную схему устройства, осуществляющего метод фазовой компенсации помех, и поясните его принцип действия.

10. На рисунке 2 приведена принципиальная электрическая схема УФКП с фазовращателем на дискретных элементах. Поясните назначение ее элементов и принцип действия устройства.
11. На рисунке 3 приведена принципиальная электрическая схема УФКП с фазовращателем на дискретных элементах. Поясните назначение ее элементов и принцип действия устройства.

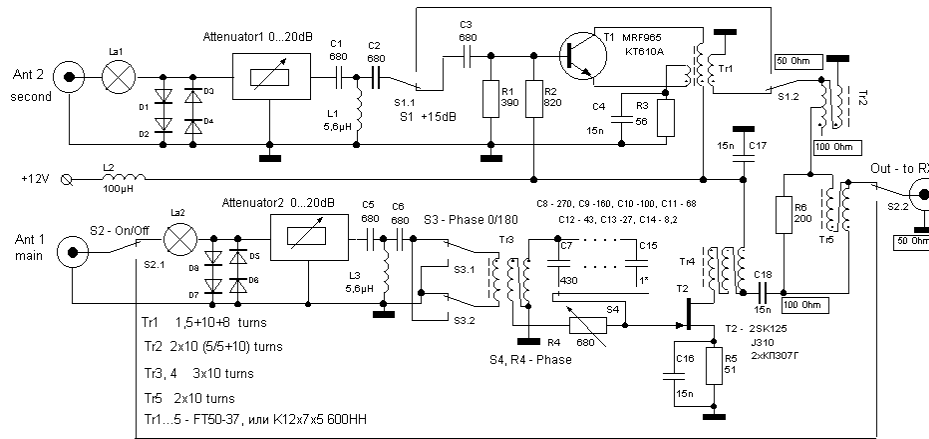


Рисунок 2

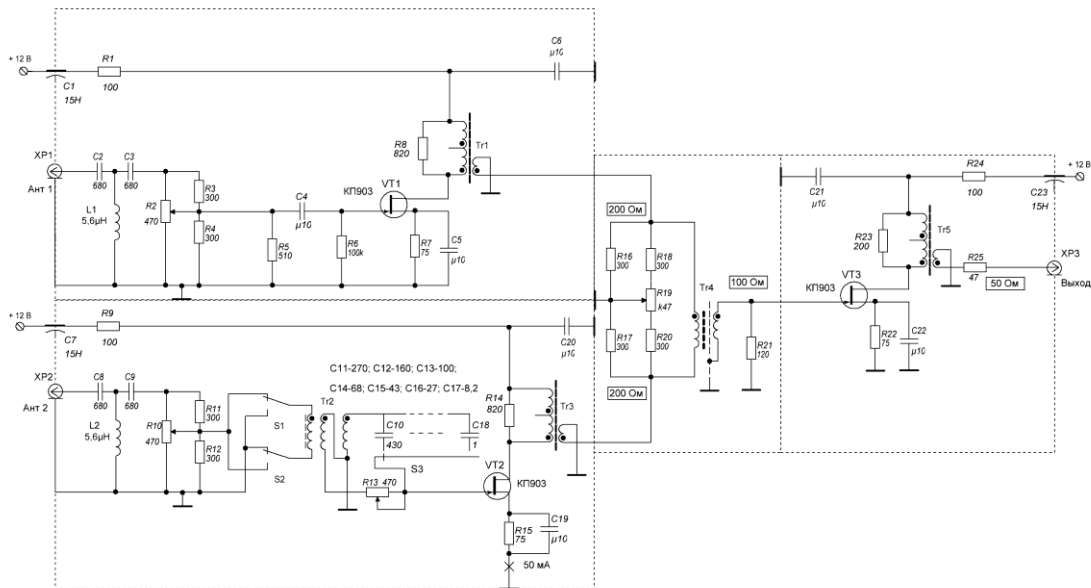


Рисунок 3

Лабораторная работа №2 «Измерение чувствительности и динамического диапазона судовых УниОС»

Лабораторное задание:

1. Изучить методы измерения чувствительности и избирательности радиоприемного устройства описаны действующим стандартом, который распространяется на радиостанции с однополосной модуляцией морской подвижной службы, ГОСТ 26897 – 86[1].
2. Собрать лабораторную установку, представленную на рисунках 4 и 5.

а)



б)



Рисунок 4 – Лабораторные установки: а) РПУ «Бригантина» и измерительный прибор, б) РПУ «ЕКД-300» и измерительный прибор

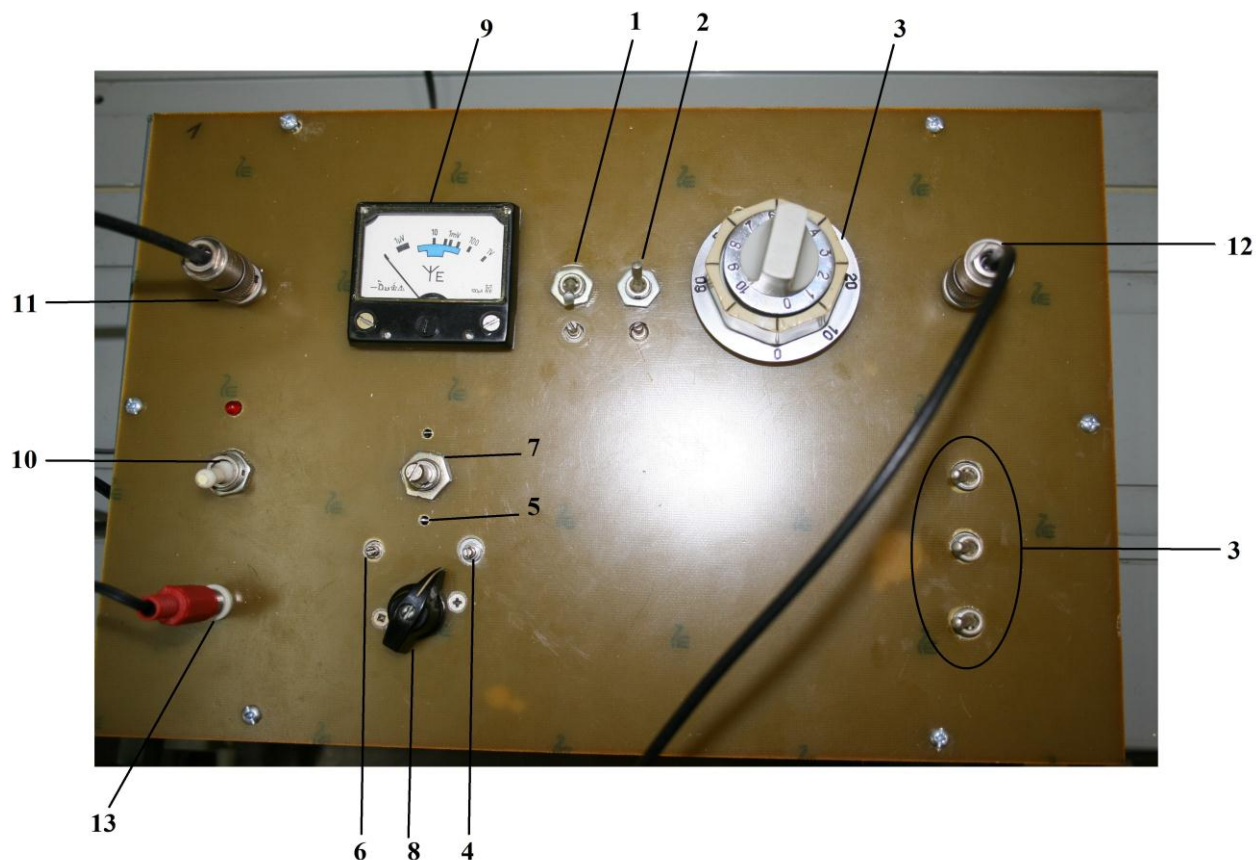


Рисунок 5 – Лицевая панель установки

- ✓ 1, 2 – переключатели генераторов 1 и 2 соответственно (верхнее положение – ВКЛ, нижнее – ВЫКЛ);
 - ✓ 3 – аттенюатор (управление ручкой и переключателями – левое положение – ВКЛ, правое – ВЫКЛ);
 - ✓ 4, 5, 6 – пределы измерителя выхода – «-12дБ», «0», «-3 дБ» соответственно;
 - ✓ 7 – регулировка «Уровень шума»;
 - ✓ 8 – переключатель «Измеритель выхода»;
 - ✓ 9 – индикатор выхода;
 - ✓ 10 – переключатель «питание» (верхнее положение – ВКЛ, нижнее – ВЫКЛ);
 - ✓ 11 – вход низкочастотный (НЧ);
 - ✓ 12 – выход высокочастотный (ВЧ);
 - ✓ 13 – питание +12В.
- Схема лабораторной установки приведена на рисунке 6.

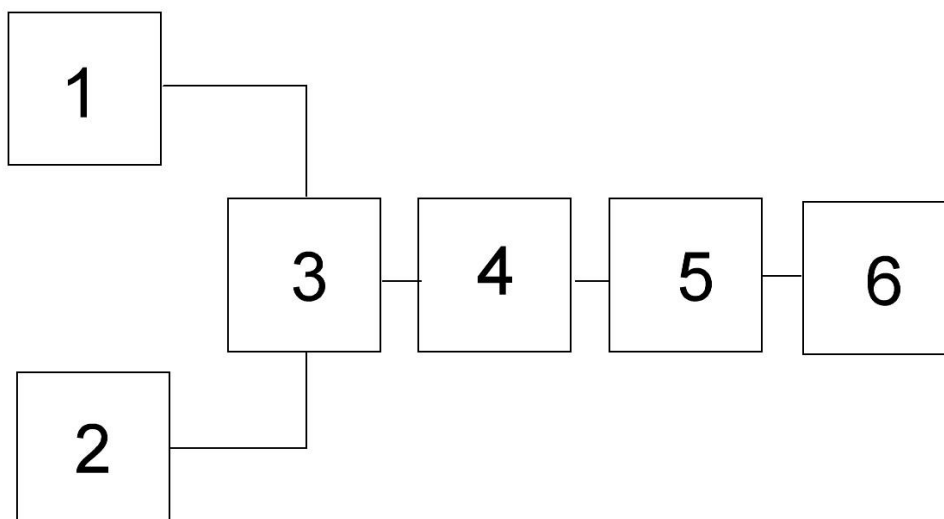


Рисунок 6 – Схема лабораторной установки:

1 и 2 – ВЧ генераторы сигналов; 3 – сумматор; 4 – эквивалент антенны приемника; 5 – приемник; 6 – низкочастотный вольтметр.

3. С помощью измерительной установки произвести серию из 10 измерений чувствительности и динамического диапазона судового УП и ОС («Бригантина», «EKD-300»).

При проведении измерений придерживаться следующего порядка:

Измерение чувствительности при заданном соотношении с/ш

- 1) Подключить прибор к РПУ: НЧ вход, ВЧ выход и питание;
- 2) Включить приемник, прогрев 5 мин.;
- 3) Выключить АРУ;
- 4) Выставить «Усиление», «Громкость» на максимальное значение;
- 5) Настроить приемник на частоту 1-го (2-го) генератора $f_1 = 11,436$ МГц ($f_2 = 11,454$ МГц);
- 6) Включить режим SSB (J3E - однополосная телефония с подавленной несущей);
- 7) Включить измерительный прибор;
- 8) Установить затухание аттенюатора 1 и аттенюатора 2 на максимальное значение (130дБ);
- 9) Переключатель пределов «Измеритель выхода» в «0» положение;
- 10) Регулировкой «Уровень шума» добиваемся среднего положения стрелки на шкале «Индикатор выхода»;
- 11) Переключатель «Измеритель выхода» на -12 дБ;
- 12) Включить «генератор 1» ;
- 13) Уменьшая ослабление аттенюатора поворотом ручки, добиваемся возвращения стрелки на «Индикатор выхода» в среднее положение;
- 14) Считываем полученное ослабление аттенюаторов, складываем их, получаем целочисленное значение в дБ ($A_{дБ}$).

2. Измерение динамического диапазона

- 1) Выключаем генератор на измерительном приборе, выставляем максимальное ослабление аттенюаторов 1 и 2 (130дБ), переключатель «Измеритель выхода» в «0» положение;

- а) Отстраиваем приемник на комбинационную частоту $f = 11,418 \text{ МГц}$;
- б) Регулировкой «Уровень шума» добиваемся среднего положения стрелки на шкале «Индикатор выхода»;
- в) Переключатель «Измеритель выхода» на -3 дБ ;
- г) Включаем генератор 1 и генератор 2;
- д) Уменьшая ослабление аттенюатора поворотом ручки, добиваемся возвращения стрелки на «Индикатор выхода» в среднее положение;
- е) Считываем полученное ослабление аттенюаторов, складываем их, получаем целочисленное значение в дБ (D).

4. Произвести обработку результатов измерений:

Придерживаться следующего порядка

- 1) осуществить перевод величины затухания из дБ в разы в соответствии с

$$\text{выражением } A = 10^{\frac{A_{\text{дБ}}}{20}}.$$

- 2) рассчитать среднее значение величины затухания как $\bar{A} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} A_i$.

- 3) рассчитать значение чувствительности как $U_{\text{ex.min}} = \frac{U_{\text{вых}}}{A}$

4) Указать предельные значения чувствительности с учетом погрешности округления шкалы аттенюатора значение $A_{\text{дБ}}$ в пределах от ___ дБ до ___ дБ.

$$U_{\text{ex.min}} = \text{___ мкВ при } A = \text{___ дБ};$$

$$U_{\text{ex.min}} = \text{___ мкВ при } A = \text{___ дБ};$$

$$U_{\text{ex.min}} = \text{___ мкВ при } A = \text{___ дБ}.$$

- 5) Произвести расчет среднего значения динамического диапазона в дБ.

6) Сравнить результаты измерений с паспортными данными судовых радиоприемников.

- 7) Сделать выводы по результатам сравнительной оценки.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы:

1. Перечислите качественные характеристики РПУ.
2. Что понимают под выходной мощностью и верностью воспроизведения сообщений?
3. Каковы причины линейных и нелинейных искажений сигнала в РПУ?
4. Дайте определения диапазона рабочих частот и помехоустойчивости РПУ; приведите способы повышения помехоустойчивости при приеме сигналов?
5. Дайте определение динамического диапазона РПУ.
6. Что понимают под максимальной, реальной и пороговой чувствительностью РПУ?
7. Дайте определение пространственной и частотной избирательностям РПУ.
8. Дайте классификацию помех приему и приведите технические способы уменьшения помех.
9. Чем отличаются односигнальная и многосигнальная избирательности?
10. Что понимают под характеристикой избирательности?
11. Изложите методы измерения качественных показателей: чувствительности и интермодуляционной избирательности радиоприемного устройства в соответствии с действующим стандартом ГОСТ 26897 – 86.

Лабораторная работа №3. Модельные исследования нелинейных явлений: блокирование, перекрестная модуляция и интермодуляция в РПУ.

Лабораторное задание:

В ходе выполнения лабораторной работы произвести программную реализацию математических моделей радиосигнала и гармонической помехи, а также результата их совместного воздействия на усилитель радиочастоты УРЧ преселектора РПУ с последующей оценкой коэффициента блокирования в среде MathCAD.

В качестве исходных данных для формирования радиосигнала заявленного класса излучения и аддитивной смеси полезного сигнала и гармонической помехи выступают:

- диапазон рабочих частот (ДРЧ): 1,6 МГц – 27,5 МГц;
- диапазон частот F модулирующего речевого сообщения: 300 Гц – 3400 Гц;
- однотоновая амплитудная модуляция радиосигнала;
- индекс (глубина) модуляции: $m \leq 0,8$;
- амплитуда и частота несущего колебания: $U_{m0} = 1 \text{ мкВ}$; f_0 , Гц
- степень подавления несущей и нижней боковой полосы полезного радиосигнала: не хуже 40 дБ;
- амплитуда и частота гармонической помехи: $U_{mn} = 1..1,8 \text{ В}$; $f_n = f_0 + F + \Delta F$, $\Delta F = 2F$ - абсолютная расстройка частоты гармонической помехи, Гц.
- аппроксимация вольтамперной характеристики нелинейного элемента УРЧ: полином третьей степени с коэффициентами $a_0 = 18 \cdot 10^{-3}$; $a_1 = 7 \cdot 10^{-3}$; $a_2 = 1 \cdot 10^{-3}$; $a_3 = 0,8 \cdot 10^{-3}$;
- подавление несущей и нижней боковой полосы осуществляется с помощью полосового фильтра в виде одиночного колебательного контура;
- выделение огибающей радиосигнала (аддитивной смеси полезного сигнала и гармонической помехи) для оценки амплитудного значения осуществляется с помощью идеального ФНЧ с частотой среза $F_c = 1,1F$.

А) Реализовать программный код, состоящей из следующих процедур:

1. Расчет количества отсчетов, необходимых для реализации радиосигнала ЛЗЕ.
2. Задание верхней рабочей несущей частоты из диапазона ПВ/КВ 1,6...27.5 МГц: f_e , Гц.
3. Расчет периода несущего колебания, с:

$$T_0 = \frac{1}{f_e}. \quad (3.1)$$

4. Расчет времени дискретизации, с:

$$\Delta t = 0,2 \sqrt{\frac{\pi}{3,12}} \cdot T_0. \quad (3.2)$$

5. Задание нижней модулирующей частоты F_H , Гц
6. Расчет периода модуляции, с:

$$T_H = \frac{1}{F_H}. \quad (3.3)$$

7. Задание числа периодов модулирующего сигнала для наблюдения $M = 100$.
8. Расчет числа отсчетов в реализации

$$N = 2^{\left\lfloor \frac{\log\left(\frac{M \cdot T_H}{\Delta t}\right)}{\log(2)} \right\rfloor} \quad (3.4)$$

где функция floor-наибольшее целое число.

9. Программная реализация математической модели однотонового АМ радиосигнала

- а) Задание индекса (глубины) модуляции (не более 0,8) $m = 0,8$.
- б) Задание амплитуды и частоты несущего колебания U_m, B и $f_0, Гц$
- в) Задание текущего значения частоты модуляции $F, Гц$.
- г) Формирование АМ-радиосигнала с двумя боковыми и полной несущей осуществляется в соответствии с выражением:

$$u_{1i} = U_m (1 + m \cos(2\pi \cdot F \cdot \Delta t \cdot i)) \cos(2\pi f_0 \Delta t \cdot i), i = 0 \dots N-1 \quad (3.5)$$

- д) Построение осциллограммы АМ (амплитудно-модулированного) радиосигнала

10. Расчет комплексного и построение амплитудного спектра АМ радиосигнала проводится с применением быстрого преобразования Фурье (встроенная функция в MathCAD FFT)

$$S_1(jf) = FFT(u_1) \quad (3.6)$$

11. Подавление несущей АМ радиосигнала и нижней боковой на 40 дБ осуществляется посредством полосового фильтра второго порядка. Комплексный коэффициент передачи полосового фильтра, настроенного на частоту верхней боковой $f_g = f + F$, задан выражением вида:

$$K(jf) = \frac{j \cdot f \cdot f_g \cdot d}{f_g^2 - f^2 + j \cdot f \cdot f_g \cdot d} \quad (3.7)$$

где f - текущее значение частоты в Гц; $d = 5,9 \cdot 10^{-6}$ - затухание фильтра, величина которого обратно пропорциональна добротности.

Воспользовавшись спектральным методом анализа, запись выражения для расчета комплексного спектра формируемого сигнала ЛЗЕ такова:

$$S_2(jf) = S_1(jf) K(jf). \quad (3.8)$$

Временную реализацию u_{2i} сигнала ЛЗЕ получаем, применяя обратное преобразование Фурье (встроенная функция IFFT).

12. Формирование радиосигнала на выходе нелинейного элемента усилителя радиочастоты (УРЧ).

- а) Произведем задание аппроксимации ВАХ НЭ полиномом 3-ей степени при значениях $a_0 = 18 \cdot 10^{-3}$, $a_1 = 7 \cdot 10^{-3}$, $a_2 = 1 \cdot 10^{-3}$, $a_3 = 0,8 \cdot 10^{-3}$:

$$I(u) = a_0 + a_1 u + a_2 u^2 + a_3 u^3 \quad (3.9)$$

- б) Расчет и построение спектра тока НЭ произведем путем подстановки воздействующего напряжения (радиосигнала ЛЗЕ) u_{2i} на НЭ в выражение (3.9) и применения процедуры быстрого преобразования Фурье (FFT).

в) Фильтрация продуктов нелинейного преобразования в областях высших гармоник. Указанные составляющие отфильтровываются посредством полосового фильтра УРЧ в соответствии с процедурой:

$$S_{4j} = 10 \cdot 10^3 \cdot S_{3j} K \left(\frac{2700}{f_6}, \frac{i}{N \cdot \Delta f} \right), \quad (3.10)$$

где S_{3j} - спектр тока на выходе НЭ, $K \left(\frac{2700}{f_6}, \frac{i}{N \cdot \Delta f} \right)$ - комплексная передаточная функция полосового фильтра с полосой пропускания 2700 кГц, соответствующей ширине полезного спектра речевого сигнала, и настроенного на верхнюю боковую частоту f_6 . Применяя обратное быстрое преобразование Фурье, получить временную реализацию сигнала на выходе УРЧ.

13. На следующем этапе производится оценка амплитуды отфильтрованного напряжения на выходе УРЧ в соответствии с алгоритмом:

А) формирование косинусной и синусной квадратурных составляющих напряжения на выходе УРЧ в соответствии с выражениями:

$$uc_{4i} = u_{4i} \cos(2 \cdot \pi \cdot (f + F) \cdot i \cdot \Delta f), \quad (3.11)$$

$$us_{4i} = u_{4i} \sin(2 \cdot \pi \cdot (f + F) \cdot i \cdot \Delta f) \quad (3.12)$$

Б) формирование огибающей путем получения спектров квадратурных составляющих (процедура FFT) и последующей фильтрации данных сигналов идеальным ФНЧ с частотой среза $1,1F$ и комплексным коэффициентом передачи вида

$$K_{ФНЧ j} = \begin{cases} 1 & \text{if } \left(\frac{1}{1,1 \cdot F} \cdot \frac{j}{N \cdot \Delta t} < 1 \right); \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (3.13)$$

Огибающую радиосигнала на выходе УРЧ оценим в соответствии с выражением:

$$U_{4i} = \sqrt{(uc_{4i})^2 + (us_{4i})^2}. \quad (3.14)$$

Произведем усреднение огибающей на заданном временном интервале в соответствии с выражением:

$$U_{4cp} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=0}^{N-1} U_{4i} \quad (3.15)$$

где U_{4i} - мгновенные значения огибающей сигнала на выходе УРЧ.

На последнем этапе моделирования необходимо создать аддитивную смесь полезного радиосигнала ЛЗЕ и гармонической помехи с амплитудой U_{mp} , и частотой $f_p = f_6 + \Delta F$ вида:

$$u_{pi} = U_{mp} \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_p \cdot \Delta f \cdot i). \quad (3.16)$$

Аддитивная смесь сигнала ЛЗЕ и гармонической помехи представлена в виде:

$$u_{addi} = u_{2i} + u_{pi} \quad (3.17)$$

Данной смесью воздействовать на НЭ УРЧ с последующей фильтрацией высших гармоник спектра тока полосовым фильтром.

Дальнейшая процедура оценки среднего значения амплитуды напряжения на выходе УРЧ аналогична изложенной выше.

Б) В ходе модельных исследований сигнала ЛЗЕ и блокирующей помехи необходимо было исследовать зависимости коэффициента блокирования от амплитуды

отстройки помехи Расчет значений коэффициента блокирования осуществлялся по формуле:

$$K_{\text{бл}} = \frac{U_{mc(n)} - U_{mc}}{U_{mc}}, \quad (3.18)$$

где $U_{mc(n)}$ - амплитуда результирующего сигнала в виде суммы сигнала ЛЗЕ и гармонической помехи на выходе УРЧ; U_{mc} - амплитуда сигнала ЛЗЕ на выходе УРЧ в отсутствии гармонической помехи.

Результаты расчета коэффициента блокирования в зависимости от амплитуды гармонической помехи при различных значениях отстройки частоты помехи относительно частоты полезного радиосигнала свести в таблицы 3.1-3.3.

Таблица 3.1-Результаты модельного измерения коэффициента блокирования полезного сигнала ЛЗЕ в зависимости от амплитуды гармонической помехи при отстройке частоты помехи $\pm 3\text{кГц}$

$U_{\text{мп}}$										
$K_{\text{бл}}$										
$U_{\text{мп}}$										
$K_{\text{бл}}$										

Таблица 3.2-Результаты модельного измерения коэффициента блокирования полезного сигнала ЛЗЕ в зависимости от амплитуды гармонической помехи при отстройке частоты помехи $\pm 6\text{кГц}$

$U_{\text{мп}}$										
$K_{\text{бл}}$										
$U_{\text{мп}}$										
$K_{\text{бл}}$										

Таблица 3.3-Результаты модельного измерения коэффициента блокирования полезного сигнала J3E в зависимости от амплитуды гармонической помехи при отстройке частоты помехи $\pm 10 \text{ кГц}$

$U_{мп}$										
$K_{бл}$										
$U_{мп}$										
$K_{бл}$										

В) Построить графики и сделать вывод о влиянии блокирующей помехи на эффективность работы РПУ.

Г) Оформить и представить к защите отчет по лабораторной работе.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы:

1. Дать расшифровку УБО и общую характеристику радиосигналов классов излучения J3E, H3E, J2B, F1B, используемых при передаче информации в судовой ПВ/КВ связи.
2. Каковы источники происхождения и особенности атмосферных помех?
3. Охарактеризуйте особенности помех от специализированных радиостанций.
4. Каковы источники происхождения и особенности промышленных помех?
5. Дайте определение нелинейному эффекту блокирования.
6. Дайте определение нелинейному эффекту перекрестной модуляции.
7. Дайте определение нелинейному эффекту взаимной или интермодуляции.
8. Что понимают под коэффициентом блокирования и каков способ его оценки?
9. Приведите технические способы уменьшения коэффициента блокирования.
10. Что понимают под полосой забития.

Лабораторная работа №4. Исследование частотных свойств избирательных систем радиоприемных устройств.

Лабораторная установка состоит из трех компонентов:

- лабораторного комплекса с виртуальными измерительными приборами National Instruments ELVIS 2;
- персонального компьютера;
- лабораторного макета, состоящего из избирательных систем: одиночный параллельный и последовательный контуры с возможностью внесения дополнительного сопротивления потерь в них; параллельный контур неполного включения с двумя индуктивностями и двумя емкостями; двухконтурный полосовой фильтр с внешнеемкостной связью.

На рисунке 7 приведена собранная лабораторная установка для проведения экспериментальных исследований частотных свойств избирательных систем преселектора.

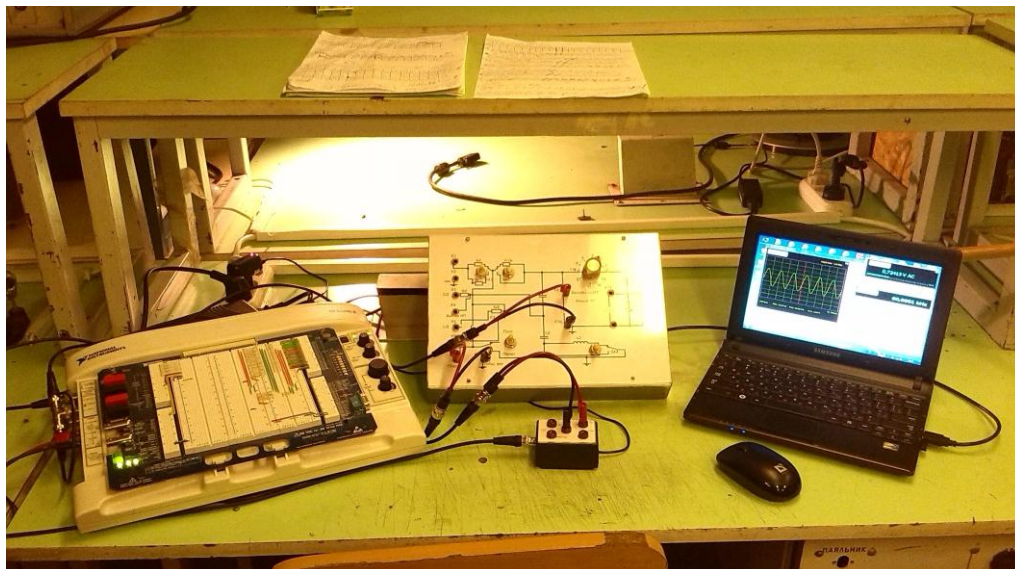


Рисунок 7 – Общий вид лабораторной установки

Перед началом проводимого экспериментального исследования (выполнения лабораторного задания) необходимо подготовить измерительные приборы к работе, то есть проверить правильность соединения всех узлов лабораторной установки. Изучить интерфейс программной части комплекса. Открыть окно запуска измерительных приборов, кликнув по иконке «NI ELVISmx Instrument Launcher» на рабочем столе (рисунок 8).

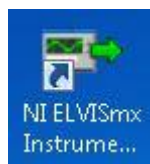


Рисунок 8 – Ярлык для запуска окна измерительных приборов

После чего на рабочем столе появится следующее окно (рисунок 8).

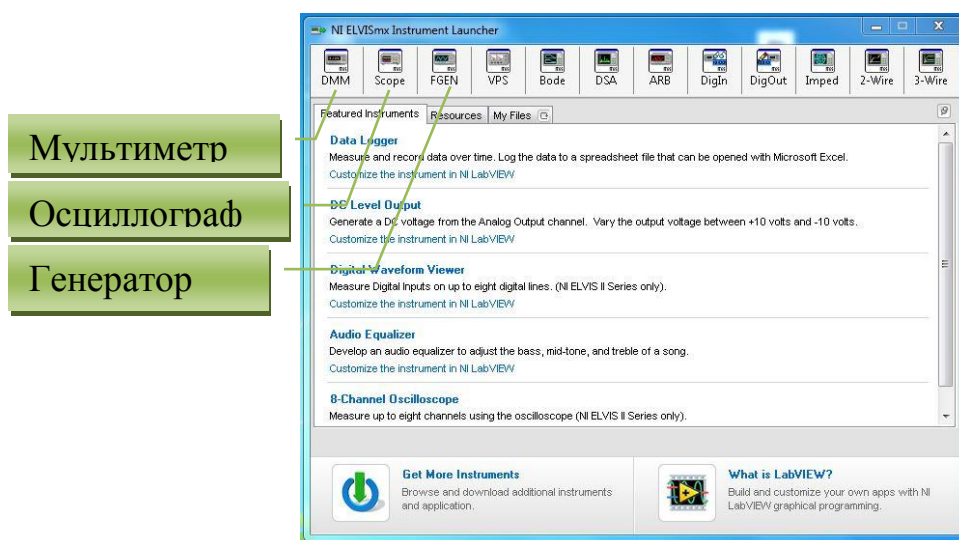


Рисунок 8 – Окно запуска измерительных приборов

Elvis 2 готов к работе непосредственно после включения. Для того, чтобы включить ПАК Elvis 2 необходимо внимательно осмотреть заднюю часть прибора и найти кнопку включения (рисунок 10).

Аналогичная кнопка находится на лицевой панели в правом верхнем углу, она отвечает за питание макетной платы. Затем подключить к выходу генератора Elvis 2 (FGEN, расположен на левом торце прибора) преобразователь внутреннего сопротивления генератора (ПВС) с помощью специального коаксиального кабеля, на одном конце которого BNC разъем, а на втором две однополюсных вилки с корпусами красного (сигнальный провод, центральная жила) и черного (общий корпусной, подключен к общей оплетке кабеля) цвета (рисунок 11).

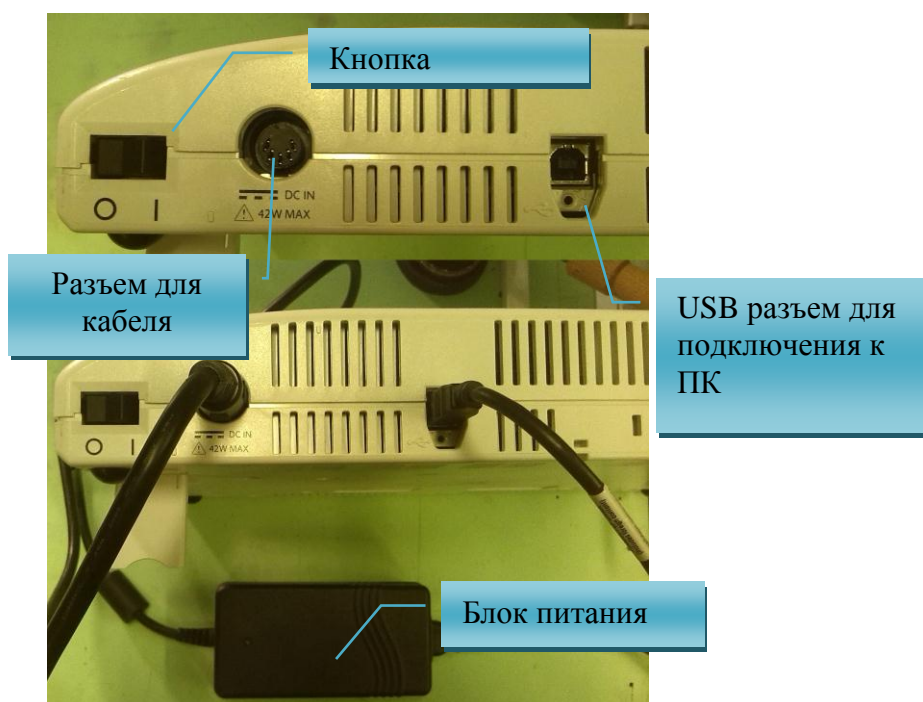


Рисунок 10 – Задняя часть ПАК Elvis 2

Далее необходимо смонтировать на лабораторном макете последовательный колебательный контур (К.К.) согласно рисунку 12.

Для этого нужно соединить коаксиальными кабелями ПВС с последовательным (К.К.), т.е. кабель, идущий с генератора через ПВС с клеммами К7-К8 на лабораторном макете (рисунок 13) и вольтметр Elvis 2 (DMM, также расположен на левом торце прибора, V (красный разъем) и COM (черный разъем) проводом с вилками соответствующего цвета с клеммами К9-К10 на макете. Тумблер SA1 переключить в верхнее положение "ПОСЛ.". Катушка контура неполного включения должна быть выключена тумблером SA4. Галетный переключатель емкостей S1 должен находиться в нулевом положении, нулевым положением из-за конструктивных особенностей данного макета, является положение под номером 6.

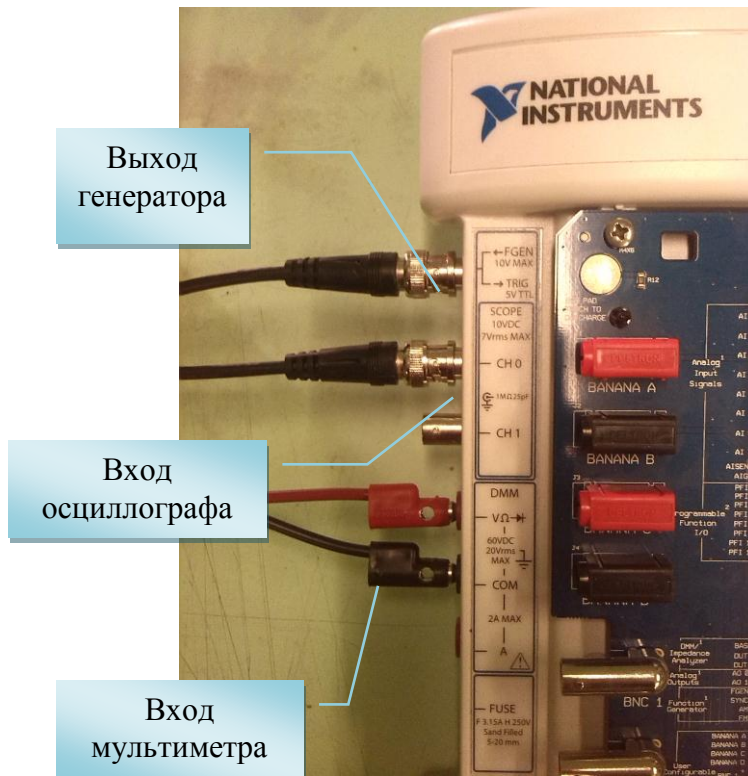


Рисунок 11 – Разъемы ПАК Elvis2

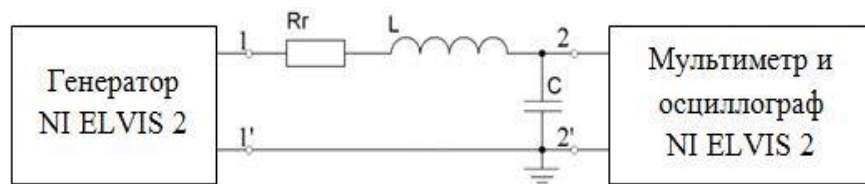


Рисунок 12 – Схема для исследования последовательного колебательного контура

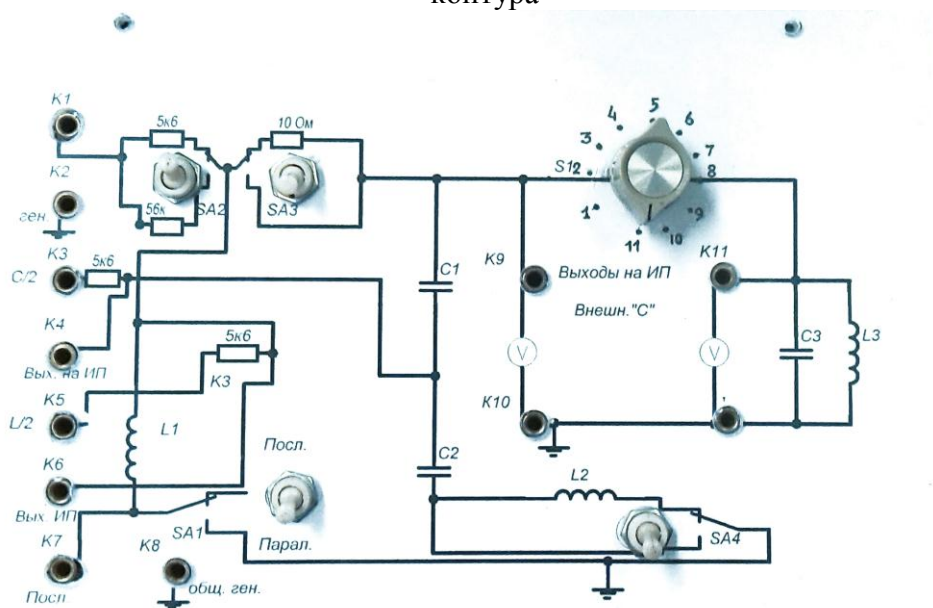


Рисунок 13 – Лицевая панель лабораторного макета по исследованию колебательных контуров

Лабораторное задание по исследованию частотных свойств последовательного колебательного контура при $R_r = 50\text{ Ом}$

Тумблер SA3 выставить в нижнее положение. Генератор подключить к клеммам K7 и K8. Вольтметр к клеммам K9 и K10. Галетный переключатель S1 в 6 положении. Провести измерения нормированной АЧХ. Построить кривую избирательности.

Перестраивая генератор по частоте (рисунок 14), определить резонанс по максимуму показаний вольтметра, сверив с амплитудой синусоиды на осциллографе. Резонанс должен наблюдаться в окрестностях частоты 60 кГц. Круговым ползунком «Amplitude», с помощью мыши в окне управления генератором Elvis 2 (Function Generator – NI ELVISmx) на экране монитора, либо в строке под ним с клавиатуры прописать числовое значение около 0,2 В. Частота регулируется аналогичным ползунком «Frequency» расположенным немного левее, также имеется возможность прописать точное значение частоты с клавиатуры.

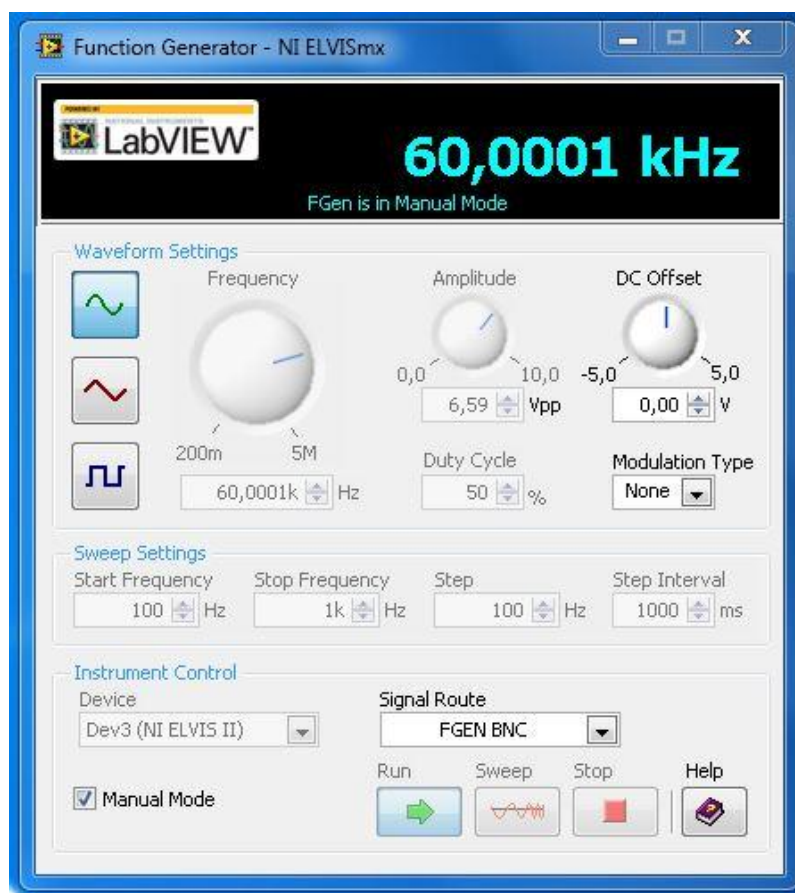


Рисунок 14 – Панель управления функциональным генератором

Особое внимание нужно обратить на то, чтобы была нажата кнопка выбора формы сигнала (расположена в левом верхнем углу), в нашем случае должна быть синусоидальная форма сигнала. В правом нижнем углу в выпадающем меню “Signal Route” обязательно выбрать FGEN BNC. Для активации генератора с заданными параметрами необходимо нажать кнопку “Run”.

Поставив галочку в левом нижнем углу “Manual Mode” окно управления генератором на мониторе становится неактивным, то есть осуществляется переход в ручной режим. Регулировку частоты и выходного напряжения с генератора можно производить посредством рукояток расположенных на лицевой панели Elvis 2 в правой части устройства (рисунок 15).



Рисунок 15 – Рукоятки регулировки частоты и амплитуды выходного сигнала

Вольтметр (DMM – Digital Multimeter – NI ELVISmx) не требует каких-либо точных настроек и выбора диапазонов измерения, все это он делает в автоматизированном режиме, отображая в удобочитаемом виде необходимые значения амплитуды в верхней части окна.

Для проведения измерений нужно лишь выбрать переменное напряжение и нажать кнопку «Run» (рисунок 16).

Осциллограф также не требует предварительных настроек. Для его запуска нажать кнопку «Run». Нажав на кнопку «Autoscale» он в автоматизированном режиме изменит пределы измерений (рисунок 17).

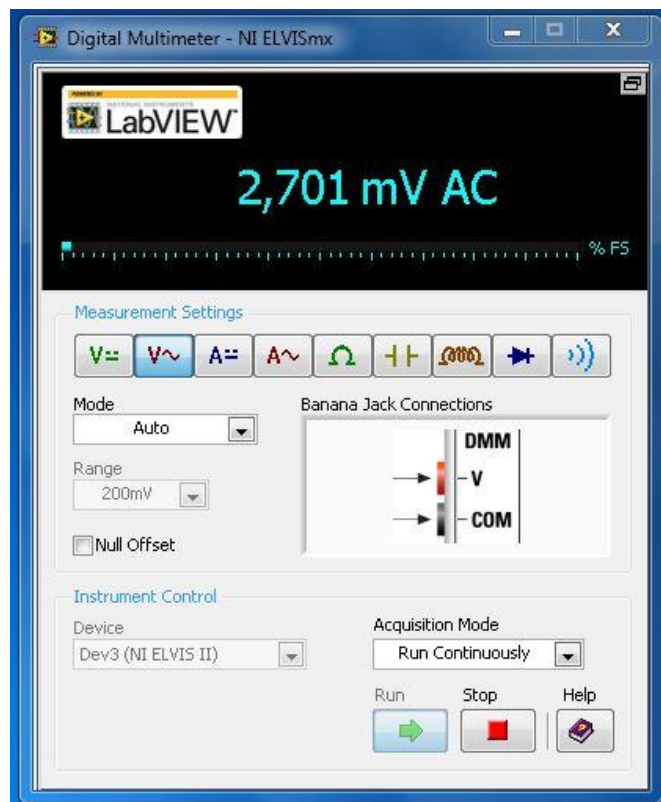


Рисунок 16 – Панель управления цифровым мультиметром

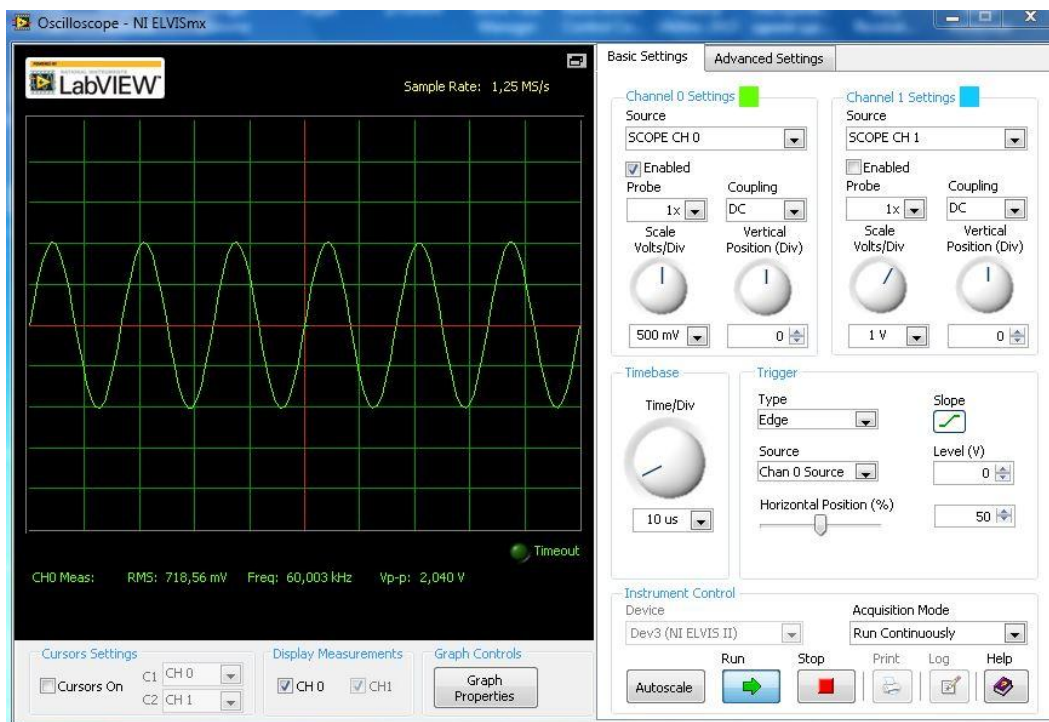


Рисунок 17 – Панель управления осциллографом

Лабораторное задание по исследованию частотных свойств последовательного колебательного контура при $R_r = 10\text{ Ом}$

Перевести тумблер SA3 в верхнее положение. Генератор подключить к клеммам K7 и K8. Вольтметр к клеммам K9 и K10. Галетный переключатель S1 в 6 положении. Провести измерения нормированной АЧХ. Построить кривую избирательности.

Лабораторное задание по исследованию частотных свойств параллельного колебательного контура при $R_r = 5,6\text{ кОм}$ и $R_r = 56\text{ кОм}$

Схема для проведения измерения кривой избирательности параллельного контура приведена на рисунке 18.

Тумблер SA1 переключить в положение “ПАРАЛ.”. Тумблер SA3 в нижнее положение. Сигнал с генератора подать на вход контура (клеммы K1 и K2). Изменяя частоту сигнала генератора, найти частоту резонанса контура. Отрегулировать напряжение генератора таким образом, чтобы на вольтметре установилось напряжение 400 мВ.

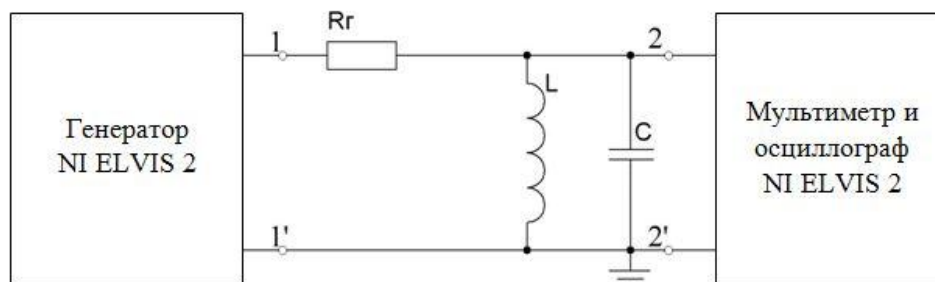


Рисунок 18 – Схема для исследования параллельного колебательного контура

Тумблером SA2 включить сопротивление 5,6кОм. Тумблер SA1 в нижнем

положении «ПАРАЛ.» Тумблер SA3 в нижнем положении. Генератор подключить к клеммам K1 и K2. Вольтметр к клеммам K9 и K10. Галетный переключатель в 6 положении. Провести измерения АЧХ параллельного контура. Построить кривую избирательности.

Тумблером SA2 включить сопротивление 56 кОм. Остальные тумблеры оставить в тех же положениях в соответствии с предыдущим пунктом. Провести измерения АЧХ параллельного контура. Построить кривую избирательности.

По результатам расчетов сделать выводы о влиянии сопротивления генератора на параметры последовательного и параллельного колебательных контуров.

Лабораторное задание по исследованию частотных свойств колебательных контуров неполного включения

Схема исследуемого контура неполного включения емкости приведена на рисунке 19.

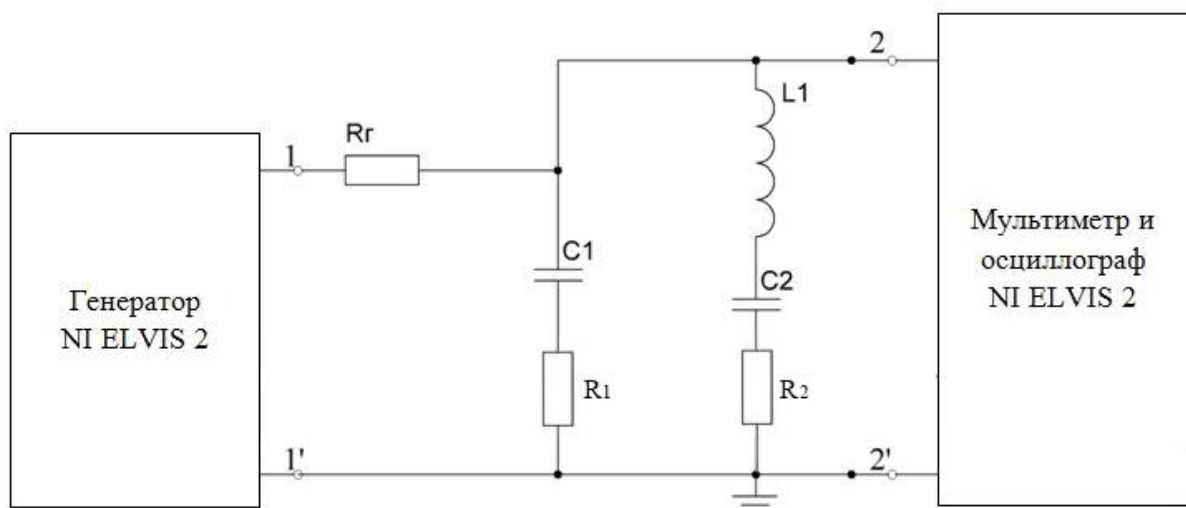


Рисунок 19 – Схема для исследования контура неполного включения емкости

Подключить положительный полюс генератора к клемме K3. Тумблер SA1 установить в нижнее положение «ПАРАЛ.». Переключателем SA2 включить сопротивление 5,6 кОм. Вольтметр подключить к клеммам K4 и K8.

Найти частоту резонанса напряжений контура. Отрегулировать напряжение генератора таким образом, чтобы на вольтметре установилось напряжение 400 мВ.

Уменьшая частоту сигнала найти минимум напряжения на контуре, соответствующий резонансу токов. Зафиксировать величину напряжения и частоту резонанса токов. Продолжая уменьшать частоту сигнала, получить на выходе контура 100 мВ. Снять остальные точки кривой АЧХ, и записать измерения в таблицу.

Схема для исследования частотных свойств контура неполного включения индуктивности приведена на рисунке 20.

Подключить положительный полюс генератора к клемме K5. Тумблер SA1 должен находиться в положении «ПАРАЛ.». Переключателем SA2 включить сопротивление 5,6 кОм. Тумблером SA4 включить катушку. Вольтметр подключить к клеммам K6 и K8.

Найти частоту резонанса токов контура. Отрегулировать напряжение генератора таким образом, чтобы на вольтметре установилось напряжение 400 мВ.

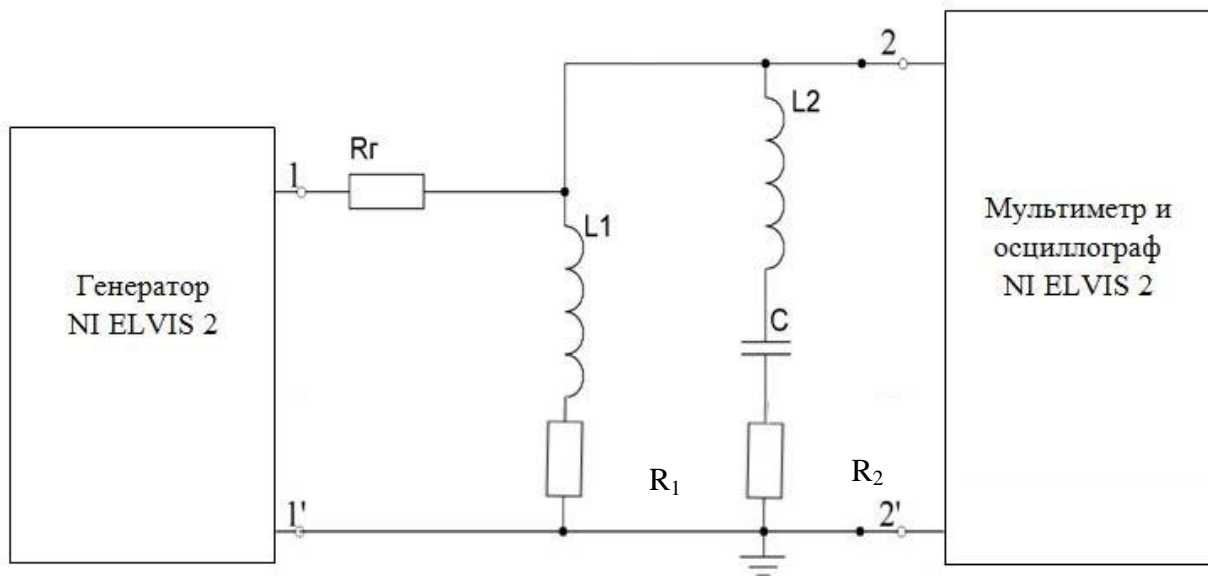


Рисунок 20 – Схема для исследования контура неполного включения индуктивности

Увеличивая частоту сигнала найти минимум напряжения на контуре, соответствующий резонансу напряжений. Зафиксировать величину напряжения и частоту резонанса напряжений. Продолжая увеличивать частоту сигнала получить на выходе контура 60 мВ. Снять остальные точки кривой АЧХ, и записать измерения в таблицу.

Лабораторное задание по исследованию частотных свойств связанных колебательных контуров с внешнеемкостной связью.

Схема для проведения исследований представлена на рисунке 21.

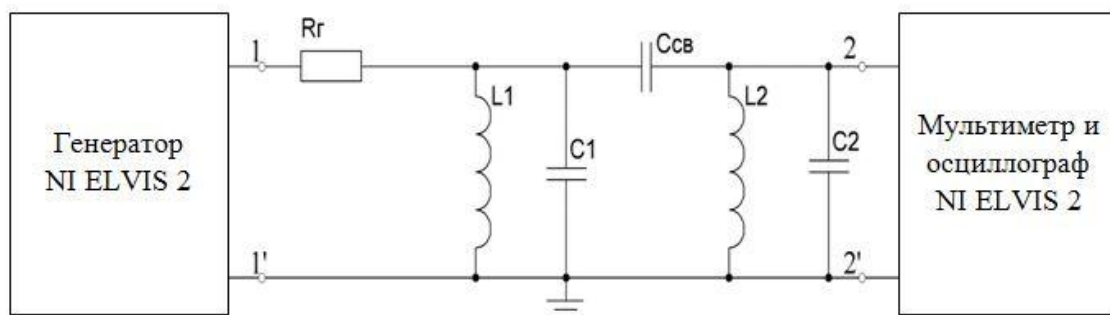


Рисунок 21 – Схема для исследования связанных колебательных контуров с внешнеемкостной связью

Смонтировать на лабораторном макете связанные К.К. Подключить положительный полюс генератора к клемме К1, вольтметр подключить к клеммам К11 и К10. Тумблер SA1 переключить в положение “ПАРАЛ.”. Тумблером SA2 включить сопротивление 5,6 кОм. Катушка контура неполного включения должна быть выключена тумблером SA4.

Снять кривые АЧХ при связи между контурами, меньше критической, равной критической и больше критической.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы:

1. Почему резонанс в последовательном колебательном контуре называется резонансом напряжений?
2. Как по известным параметрам элементов последовательного колебательного контура рассчитать резонансную частоту, характеристическое сопротивление, добротность и полосу пропускания?
3. Как изменится добротность и полоса пропускания последовательного колебательного контура, если сопротивление потерь контура увеличить в два раза?
4. Как изменится резонансная частота последовательного колебательного контура, если емкость конденсатора контура увеличить в четыре раза?
5. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений последовательного колебательного контура при резонансе.
6. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений последовательного колебательного контура для частоты ниже резонансной.
7. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений последовательного колебательного контура для частоты выше резонансной.
8. Почему резонанс в параллельном колебательном контуре называется резонансом токов?
9. Как по известным параметрам элементов параллельного колебательного контура рассчитать резонансную частоту, характеристическое сопротивление, добротность и полосу пропускания?
10. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений параллельного колебательного контура при резонансе.
11. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений параллельного колебательного контура для частоты ниже резонансной.
12. Постройте векторную диаграмму токов и напряжений параллельного колебательного контура для частоты выше резонансной.
13. Рассчитайте полосу частот, за пределами которой значения АЧХ будут меньше одной десятой от резонансного значения.
14. Последовательный колебательный контур перестраивается конденсатором переменной емкости C_{Π} (рис.16). Определите пределы изменения резонансной частоты, если $L = 1$ мГн, $C_0 = 70$ пФ, $C_{\Pi} = 20 \dots 500$ пФ.
15. Рассчитайте ширину полосы пропускания последовательного колебательного контура (рис.17), параллельно конденсатору которого включена нагрузка $R_{\Pi} = 100$ кОм. Параметры цепи: $C = 1$ нФ, $R_T = 40$ Ом, $L = 1$ мГн, $R_L = 50$ Ом.
16. Как изменяется полоса пропускания колебательного контура при

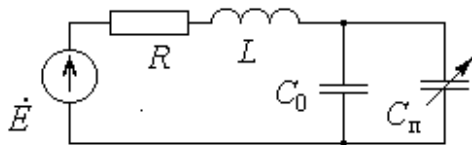


Рис.22.

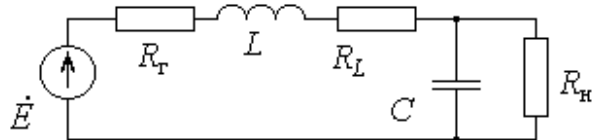


Рис.23

перестройке его конденсатором переменной емкости?

3.5 Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Изучение дисциплины «Прием и обработка сигналов» сопровождается рейтинговой системой контроля знаний обучающихся.

3.5.1 Методика подготовки и проведения занятий

Основными видами учебных занятий по дисциплине являются: лекции, лабораторные и практические занятия.

В ходе изучения дисциплины предусматривается применение эффективных методик обучения, которые предполагают постановку вопросов проблемного характера с разрешением их, как непосредственно в ходе занятий, так и в ходе самостоятельной работы.

Изучение разделов 1,2 сопровождается лабораторными занятиями, разделов 5,7,8 практическими занятиями, в ходе которых происходит закрепление теоретических знаний, формирование и совершенствование умений, навыков и компетенций.

Лабораторные занятия проводятся циклическим методом в специализированной лаборатории №319 УК-1. Учебно-лабораторная база для проведения лабораторных занятий обеспечивает экспериментальное подтверждение теоретического материала, рассматриваемого в дисциплине.

Перед началом занятий преподаватель проводит инструктаж по технике электробезопасности и пожарной безопасности.

Практические занятия проводятся с целью приобретения обучающимися умений и навыков, необходимых в практической деятельности.

В ходе практических занятий обучающиеся приобретают навыки по расчёту параметров и характеристик устройств приема и обработки сигналов, учатся анализировать полученные результаты и выявлять причинно-следственные связи, что в последующем поможет более эффективно осваивать работу специальных радиотехнических систем, проводить их настройку, а также устранять возникающие неисправности.

Формирование знаний обучающихся, по основам построения устройств приема и обработки сигналов, обеспечивается проведением лекционных занятий в течение шестого и седьмого семестров обучения. Закрепление теоретических знаний и приобретение умений, навыков и компетенций осуществляется в ходе лабораторных и практических занятий в шестом и седьмом семестрах обучения.

Отдельным разделом дисциплины является курсовой проект, который направлен на привитие навыков самостоятельного решения инженерных задач по проектированию и расчету основных технических характеристик радиоприемных устройств специального назначения на основе применения полученных знаний. При выполнении курсового проекта решаются задачи выбора и обоснования структурной схемы тракта устройства приема и обработки сигналов, разработки принципиальной схемы, производится расчёт принципиальных схем отдельных узлов и каскадов, полученные результаты оформляются в виде пояснительной записки и графического материала в соответствии с ЕСКД. Задания на курсовой проект носят конструкторский характер. Однако с учётом научных интересов обучающихся индивидуальные задания для них могут иметь исследовательский уклон. Обучающимся необходимо рекомендовать широкое использование ПЭВМ и средств компьютерного моделирования. В этом плане роль консультаций должна сводиться, в основном, к помощи в изучении оригинальных программ и методов решения задач анализа и синтеза.

Контроль знаний в ходе изучения дисциплины осуществляется в виде текущих и

рубежного контролей, а также промежуточной аттестации в форме зачета и итоговой аттестации в форме экзамена.

Текущий и рубежный контроли предназначены для проверки хода и качества усвоения курсантами учебного материала и стимулирования учебной работы курсантов. Они могут осуществляться в ходе всех видов занятий в форме, избранной преподавателем или предусмотренной рабочей программой дисциплины.

Текущий и рубежный контроли предполагают постоянный контроль преподавателем качества усвоения учебного материала, активизацию учебной деятельности курсантов на занятиях, побуждение их к самостоятельной систематической работе. Он необходим курсантам для самоконтроля на разных этапах обучения. Их результаты учитываются выставлением оценок в ходе текущей аттестации.

Практически на всех занятиях может применяться выборочный контроль, который имеет целью убедиться, в какой степени усвоен материал курсантами.

Преподавателем в ходе лекций, проведения практических занятий проверяется, как правило, качество ведения конспектов.

Зачет выставляется курсанту, имеющему по всем текущим контролям за шестой семестр положительные оценки.

К экзамену допускаются курсанты, имеющие по всем текущим и рубежному контролям за седьмой семестр положительные оценки.

Билет содержит два теоретических вопроса из тематики разделов по всей дисциплине, и один практический вопрос (задачу).

Выбор теоретических вопросов и содержание решаемой практической задачи осуществляется из принципа равной сложности всех билетов и наибольшего охвата каждым билетом учебного материала.

Подготовка к экзамену ведется по конспекту лекций, рекомендуемым к изучению в начале курса учебникам и учебным пособиям. В ходе подготовки к экзамену преподаватель проводит консультацию, на которой доводится порядок проведения экзамена и даются ответы на вопросы, вызвавшие наибольшие затруднения у курсантов в процессе подготовки.

Экзамен проводится в день, указанный в расписании занятий.

Курсант, прибывший для сдачи экзамена, докладывает экзаменатору, принимающему экзамен, сдает ему зачетную книжку, получает билет на бланке установленной формы и занимает указанное ему место для подготовки. После получения билета в течение 45 минут курсант имеет право готовиться к ответу. На ответ по билету отводится до 15 минут.

Готовясь к ответу, курсант обязан все доказательства, формулы, принципиальные схемы, графики и т.д. записывать и изображать на полученном листе так, чтобы по письменным записям можно было бы оценить уровень знаний без устных пояснений.

После ответа на теоретические вопросы курсант излагает методы и ход решения полученной задачи и приводит результат решения.

Ответ курсанта должен быть четким, конкретным и кратким. Об окончании ответа на вопрос аттестуемый докладывает. После ответа преподаватель задает вопросы, помогающие ему выявить ход мыслей курсанта, логику его рассуждений и способность применять полученные знания в практической деятельности. Если требуется уточнить оценку или степень знаний курсанта по тому или иному вопросу, задаются дополнительные вопросы.

Во время экзамена должна соблюдаться дисциплина и порядок, разговоры курсантов между собой не допускаются. Если во время экзамена у экзаменуемого возникает необходимость обратиться к преподавателю, то курсант поднимает руку и

просит подойти к нему преподавателя. Кроме авторучки, калькулятора, билета и бланка для ответа на столе не должно быть ничего. Пользоваться конспектами, учебниками, учебными пособиями и иными дополнительными материалами, раскрывающими содержание вопросов, не разрешается.

Курсантам, пользующимся на экзамене материалами, различного рода записями, техническими средствами, не указанными в перечне разрешенных, выставляется оценка «неудовлетворительно».

Знания, умения и навыки курсантов определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Общая оценка объявляется курсанту сразу после окончания его ответа на экзамене. Положительная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») заносится в ведомость и зачетную книжку. Оценка «неудовлетворительно» выставляется только в ведомость.

3.5.2 Система контроля знаний

Рейтинговая система контроля и оценки знаний обучающихся – это комплекс учебных, организационных и методических мероприятий, направленных на обеспечение систематической творческой работы курсантов, повышение самостоятельности и состязательности учебы. Она обеспечивает реализацию принципов обратной связи в процессе учебы и включает в себя:

1. Схему контрольных мероприятий;
2. Критерии оценки знаний, умений и навыков.

Максимальное количество баллов (рейтинг), которое может получить курсант, определяется количеством часов, отводимых на изучение данной дисциплины – 216.

Схема контрольных мероприятий приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Схема контрольных мероприятий

Вид контрольного мероприятия	Этапы контрольных мероприятий					
	ТК1*	ТК2	ТК3	РК	ПА	Итого
Курсовой проект	-	-	-	80	-	80
Экзамен	-	-	-	-	36	36
Лабораторные работы	20	20	20	-	-	60
Посещение занятий	5	5	5	5	-	20
Компонент своевременности	5	5	5	5	-	20
Итого	30	30	30	90	36	216

*ТК – текущий контроль, включающий выполнение и защиту лабораторных работ (ТК1-ТК3), сдачу зачета; РК – рубежный контроль, включающий выполнение и защиту курсового проекта; ПА – промежуточная аттестация по ОП, включающая сдачу экзамена по дисциплине.

В таблице 2 представлено соответствие рейтинговых баллов и оценки по 4-х балльной шкале, выставляемых за каждый этап контрольного мероприятия.

Таблица 2 - соответствие рейтинговых баллов и оценки по 4-х балльной шкале

Оценка	Этапы контрольных мероприятий					
	ТК1	ТК2	ТК3	РК	Итого до ПА	ПА
неудовлетворительно	0-17	0-17	0-17	0-19	0-70	0-8
удовлетворительно	18-20	18-20	18-20	20-39	74-99	9-17
хорошо	21-26	21-26	21-26	40-59	103-137	18-26
отлично	27-30	27-30	27-30	60-80	141-170	27-36

Критерии выставления оценок за лабораторные работы:

Оценка «отлично» выставляется, если курсант показал глубокие знания и понимание программного материала по теме лабораторной работы, умело увязывает лекционный материал с практикой, грамотно и логично строит ответ на контрольные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если курсант твердо знает программный материал по теме лабораторной работы, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на контрольные вопросы. Правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если курсант имеет знания только основного материала по поставленным контрольным вопросам, но не усвоил его деталей, для принятия правильного решения требует наводящих вопросов, допускает отдельные неточности или недостаточно четко излагает учебный материал по теме лабораторной работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсант допускает грубые ошибки в ответе на контрольные вопросы, не может применять полученные знания на практике.

Критерии выставления оценок за курсовой проект:

Оценка «отлично» выставляется, если курсант свободно увязывает принятые им способы решения поставленных задач с теоретическими положениями, легко ориентируется в написанном им тексте, работа оформлена технически грамотно.

Оценка «хорошо» выставляется, если курсант может обосновать применённые способы решения задач, но может допускать мелкие ошибки, свободно понимает, как их можно исправить, работа оформлена в основном технически грамотно.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если курсант увязывает принятые им способы решения поставленных задач с теоретическими положениями посредством наводящих вопросов, иногда с затруднениями понимает, как можно исправить мелкие ошибки, имеются погрешности в оформлении работы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если выясняется, что курсант выполнил курсовой проект формально, без понимания принципов решения поставленных задач, не ориентируется в написанном им тексте, при защите не понимает, как исправить допущенные ошибки.

Критерии выставления оценок за экзамен:

Оценка «отлично» выставляется, если курсант показал глубокие знания и понимание программного материала по поставленному вопросу, умело увязывает его с практикой, грамотно и отлично строит ответ, быстро принимает оптимальные решения при решении практических вопросов и задач.

Оценка «хорошо» выставляется, если курсант твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов и задач.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если курсант имеет знания только основного материала по поставленному вопросу, но не усвоил деталей, требует в отдельных случаях наводящего вопроса для принятия правильного решения, допускает отдельные неточности;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если курсант допускает грубые ошибки в ответе на поставленный вопрос, не может применить полученные знания на практике.

Итоговая оценка за экзамен выводится по частным оценкам как среднее арифметическое с округлением в меньшую или большую сторону в зависимости от дробной части.

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «отлично», то курсант может быть освобожден от сдачи экзамена с выставлением ему оценки «отлично».

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «хорошо», то курсант может быть освобожден от сдачи экзамена с выставлением ему оценки «хорошо», либо курсант проходит ПА с целью повышения оценки до «отлично».

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «удовлетворительно», то курсант проходит ПА на общих основаниях.

Если суммарный рейтинговый балл, набранный курсантом за этапы контрольных мероприятий, предшествующих ПА, соответствует категории «неудовлетворительно», то курсант проходит ПА на следующих основаниях:

1) при условии положительного результата прохождения ПА курсанту выставляется оценка «удовлетворительно», если курсант дополнительно дает ответы соответствующего уровня на контрольные вопросы и задания по тем этапам контроля, по которым имеет неудовлетворительную оценку;

2) при условии положительного результата прохождения ПА курсанту выставляется оценка «хорошо» или «отлично», если курсант дополнительно дает ответы соответствующего уровня на контрольные вопросы и задания по тем этапам контроля, по которым имеет оценку «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

4 Перечень типовых экзаменационных вопросов по дисциплине «Прием и обработка сигналов»

1. Назначение, состав и классификация радиоприемных устройств.
2. Основные классы радиоизлучений.
3. Структурная и принципиальная схемы, принцип действия детекторного приемника. Достоинства и недостатки схмотехнического построения.
4. Структурная схема, принцип действия радиоприемника прямого усиления. Достоинства и недостатки схмотехнического построения.
5. Структурная схема, принцип действия радиоприемника супергетеродинного типа. Достоинства схмотехнического построения.
6. Недостатки схмотехнического построения радиоприемника супергетеродинного типа.
7. Характерные особенности радиоприемников супергетеродинного типа: инфрадина, синхродина, гомодина.
8. Структурные схемы и принцип действия радиоприемников регенеративного и суперрегенеративного типов.
9. Основные качественные показатели РПУ: диапазон рабочих частот и способы разбиения диапазона рабочих частот на поддиапазоны.
10. Основные качественные показатели РПУ: чувствительность, односигнальная и многосигнальная избирательность, частотная точность, помехоустойчивость.
11. Основные качественные показатели РПУ: степень искажения формы, электромагнитная совместимость, динамический диапазон, параметры ручных и автоматических регулировок.
12. Обобщенная структурная схема РПУ супергетеродинного типа. Функции и назначения отдельных элементов трактов РПУ.
13. Назначение и классификация входных устройств РПУ.
14. Основные параметры входного устройства.
15. Обобщенная эквивалентная схема входного устройства: эквивалентное затухание, кривая избирательности и резонансные параметры.
16. Входное устройство с емкостной связью с антенной.
17. Входное устройство с трансформаторной связью.
18. Многоконтурные входные устройства.
19. Общая характеристика электронных усилителей. Классификация усилителей.
20. Основные характеристики усилителей: коэффициент усиления, АЧХ, ФЧХ и переходная характеристика.
21. Основные характеристики усилителей: коэффициент гармоник, Амплитудная характеристика, динамический диапазон, КПД, входная и выходная проводимости усилителя.
22. Усилитель как линейный четырехполюсник.
23. Обратная связь и ее влияние на характеристики усилителя.
24. Режимы работы усилителей.
25. Принцип работы транзисторного усилителя.
26. Резонансный усилитель напряжения.
27. Основные источники шумов в РПУ.
28. Коэффициент шума входного устройства и первого каскада усиления.
29. Коэффициент шума РПУ.
30. Односигнальная избирательность: избирательность по соседним и побочным каналам приема.
31. Выбор элементов и структуры тракта принимаемой частоты с точки зрения обеспечения односигнальной избирательности.

32. Нелинейные явления в радиотракте: блокирование.
33. Нелинейные явления в радиотракте: перекрестная и взаимная модуляция.
34. Общая характеристика тракта промежуточной частоты.
35. Основные причины, обуславливающие выбор нескольких преобразований частоты.
36. Общие сведения о системах стабилизации частоты.
37. Основные требования, предъявляемые к гетеродинам РПУ.
38. Классификация автогенераторов с самовозбуждением как гетеродинов РПУ.
39. Факторы, вызывающие нестабильность частоты, и меры по ее устранению.
40. Понятие синтеза частот и основные технические характеристики систем синтеза частоты.
41. Классификация методов синтеза частоты.
42. Метод прямого синтеза с переключаемыми кварцевыми резонаторами, метод прямого преобразования, метод умножения.
43. Метод интерполяции.
44. Система синтеза частот с идентичными декадами.
45. Принцип автоматической подстройки частоты гетеродина.
46. Основные параметры системы АПЧ. Система ЧАПЧ.
47. Система ФАПЧ. Переходной процесс в системе ФАПЧ.
48. Цифровой синтезатор PLL.
49. Прямой цифровой синтез частоты.
50. Типы регулировок в РПУ.
51. Способы регулирования коэффициента усиления.
52. Назначение АРУ. Схемы АРУ (регулировка назад, регулировка вперед, комбинированная).
53. Виды схем обратных АРУ.
54. Характеристики схем АРУ.
55. Амплитудные детекторы. Назначение, требования, классификация.
56. Параметрический амплитудный детектор.
57. Диодные амплитудные детекторы: последовательная и параллельная схемы. Спектральная трактовка работы.
58. Последовательный диодный амплитудный детектор в режиме детектирования сильного сигнала.
59. Последовательный диодный амплитудный детектор в режиме детектирования слабого сигнала.
60. Эмиттерный детектор, диодный детектор с удвоением напряжения.
61. Синхронный амплитудный детектор на операционном усилителе.
62. Входное сопротивление последовательного и параллельного диодных детекторов.
63. Нелинейные искажения при детектировании АМ колебаний.
64. Балансный диодный фазовый детектор.
65. Кольцевой фазовый детектор.
66. Ключевой фазовый детектор.
67. Назначение и основные характеристики частотных детекторов.
68. Принципы частотного детектирования.
69. Частотный детектор с использованием преобразования ЧМ в АЧМ.
70. Частотный детектор с использованием фазосдвигающей цепи.

5 Формат сведений о ФОС и ее согласовании

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине представляет собой приложение к рабочей программе дисциплины

«Прием и обработка сигналов»

(наименование дисциплины)

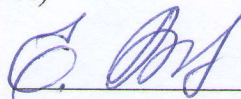
образовательной программы специалитета по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» и специализациям 25.05.03 «Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промыслового флота», 25.05.03 «Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита» и соответствует учебному плану, утвержденному 31 января 2018 г. и действующему для курсантов (студентов), принятых на первый курс, начиная с 2013 года.

Автор (ы) фонда – Волхонская Е.В.



Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры судовых радиотехнических систем
(протокол № 9 от 18 июня 2018 г.)

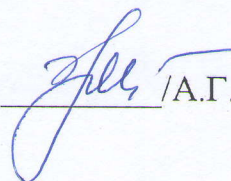
Заведующий кафедрой



/Е.В. Волхонская/

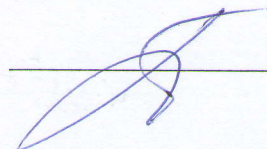
Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании методической комиссии радиотехнического факультета
(протокол № 6 от 27 июня 2018 г.)

Председатель методической комиссии



/А.Г. Жестовский/

Согласовано
начальник отдела
мониторинга и контроля



/Ю.В. Борисевич/