



Федеральное агентство по рыболовству
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»
Калининградский морской рыбопромышленный колледж

Утверждаю
Заместитель начальника колледжа
по учебно-методической работе
А.И.Колесниченко

ОП.10 РАДИОПРИЁМНЫЕ УСТРОЙСТВА И ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ТЕХНИКА

Методические указания по выполнению практических занятий
по специальности

**11.02.03 Эксплуатация оборудования радиосвязи и
электрорадионавигации судов**

МО-11 02 03-ОП.10.ПЗ

РАЗРАБОТЧИК	Радиотехническое отделение
ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ	В.Я. Марисенков
ГОД РАЗРАБОТКИ	2022
ГОД ОБНОВЛЕНИЯ	2025

МО-11 02 03-ОП.10.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОПРИЁМНЫЕ УСТРОЙСТВА И ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ТЕХНИКА	С.2/27

Содержание

Введение	3
Перечень практических занятий.....	4
Практическое занятие № 1 Исследование входных цепей с различными видами связи с антенной.....	5
Практическое занятие № 2 Исследование полосового усилителя.....	7
Практическое занятие № 3 Исследование усилителя напряжения звуковой частоты.....	9
Практическое занятие № 4.Исследование диодных детекторов.....	11
Практическое занятие № 5. Исследование преобразователя частоты	14
Практическое занятие № 6.Измерение параметров (чувствительности и избирательности) приемника	16
Практическое занятие № 7 Снятие кривой верности и амплитудной характеристики приемника.....	19
Практическое занятие № 8.Исследование схем АРУ.....	20
Практическое занятие № 9 Исследование частотного детектора	22
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	27

Введение

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение 18 часов практических занятий.

Целью проведения практических занятий является закрепление теоретических знаний и приобретение необходимых практических навыков и умений по отдельным темам курса. Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий, обобщаются, вырабатывается способность и умение использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

Для выполнения практических заданий обучающийся должен

знать:

физические процессы, происходящие в радиоприемниках и телевизионных устройствах;

основные качественные характеристики судовых радиоприемников;

принципиальные схемы и технические характеристики радиоприемников;

структурные схемы телевизионных устройств;

уметь:

- читать и составлять схемы радиоприёмных устройств и ТВ техники;

- выполнять проверки технических характеристик радиоприёмных устройств и их отдельных блоков;

- определять и устранять неисправности радиоприёмника и его отдельных узлов.

В процессе выполнения работ у курсантов формируются профессиональные компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять техническую эксплуатацию систем судовой радиосвязи и электрорадионавигации.

ПК 1.5. Проводить профилактическое и регламентируемое техническое обслуживание оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов.

Перед проведением практических занятий курсанты обязаны проработать соответствующие материалы, уяснить цель занятия, ознакомиться с содержанием и последовательностью его проведения, а преподаватель проверить их знания и готовность к выполнению задания.

Текст выполняемых работ практических занятий курсанты должны писать чернилами, понятным почерком. Схемы, эскизы, таблицы необходимо выполнять только карандашом и только с помощью чертежных инструментов.

МО-11 02 03-ОП.10.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОПРИЁМНЫЕ УСТРОЙСТВА И ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ТЕХНИКА	С.4/27

После каждого практического занятия проводится зачет, как правило, на следующем практическом занятии перед выполнением последующей работы. На зачете курсант должен: пояснить, как проводится расчет; уметь проанализировать полученные результаты (в соответствии с основными требованиями к знаниям и умениям по данной теме рабочей программы). Ответить на вопросы для самопроверки. В процессе выполнения практических работ обучающийся должен получить практический опыт:

анализировать работу элементов и систем и находить эффективные способы предупреждения их отказов;

пользоваться контрольно-измерительной аппаратурой, инструментом, средствами механизации;

оформлять техническую документацию;

обеспечивать соблюдение правил охраны труда и окружающей среды.

Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Кол-во часов
Раздел 2. Радиоприёмные устройства		
Тема 2.1 Входные цепи (ВЦ) радиоприёмных устройств		
1	Практическое занятие №1. Исследование входных цепей с различными видами связи с антенной	2
Тема 2.2 Усилители радиочастоты (УРЧ)		
2	Практическое занятие №2 Исследование полосового усилителя	2
Тема 2.4 Усилители звуковой частоты (УЗЧ)		
3	Практическое занятие №3. Исследование усилителя напряжения звуковой частоты	2
Тема 2.5 Детектирование амплитудно-модулированных сигналов		
4	Практическое занятие № 4 Исследование диодных детекторов	2
Тема 2.6 Преобразователи частоты		
5	Практическое занятие № 5 Исследование преобразователя частоты	2
Тема 2.7 Радиоприёмные устройства с цифровой обработкой сигналов		
6	Практическое занятие № 6 Измерение параметров (чувствительности и избирательности) приемника	2
7	Практическое занятие № 7 Снятие кривой верности и амплитудной характеристики приемника	2
8	Практическое занятие № 8 Исследование схем АРУ	2
9	Практическое занятие №9 Исследование частотного детектора	2
ИТОГО		18

РАЗДЕЛ 2. РАДИОПРИЁМНЫЕ УСТРОЙСТВА
ТЕМА 2.1 ВХОДНЫЕ ЦЕПИ (ВЦ) РАДИОПРИЁМНЫХ УСТРОЙСТВ
Практическое занятие № 1 Исследование входных цепей с различными
видами связи с антенной

Цель работы:

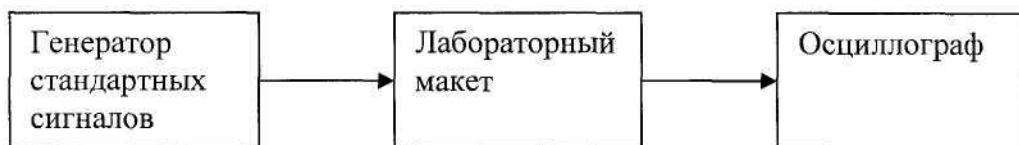
1. Закрепить теоретические знания по теме.
2. Ознакомиться с методикой исследования входных цепей.
3. Приобрести практические навыки пользования радиоизмерительными приборами.

Содержание работы:

1. Найти рабочий диапазон входной цепи.
2. Снять кривую зависимости резонансного коэффициента передачи ВЦ от частоты.
3. Снять частотную характеристику.
4. Измерить избирательность ВЦ по зеркальному каналу.

Порядок выполнения работы:

1. Собрать схему:



2. Найти рабочий диапазон входной цепи. Для этого следует полностью ввести ротор КПЕ и, перестраивая генератор, добиться на экране осциллографа максимального сигнала. Частота, подаваемая с генератора, будет f_{\min} . Затем полностью выводим ротор КПЕ и аналогичным путем находим f_{\max} .

При выполнении этого пункта можно определить резонансный коэффициент передачи ВЦ на f_{\min} и f_{\max} . Для этого на f_{\min} подключить осциллограф к выходным клеммам генератора и записать $U_{\text{вх}}$ (в мм), затем подключить осциллограф на выход ВЦ и записать $U_{\text{вых}}$ (мм).

Резонансный коэффициент передачи $K_0 = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}}$ на f_{\min} .

Аналогично может быть найден резонансный коэффициент передачи на f_{\max} .

3. Для снятия кривой зависимости резонансного коэффициента передачи ВЦ от частоты необходимо выбрать внутри диапазона 4 ... 5 точек, настраивать

контур в резонанс с генератором в каждой точке и определять K_0 аналогично пункту 2. Затем строится график зависимости K_0 от частоты.

4. Снятие АЧХ входной цепи производится на f_{\min} и f_{\max} . Для этого входная цепь настраивается в резонанс с генератором на f_{\min} . Далее, изменяя частоту генератора на $\pm \Delta f_1$, $\pm \Delta f_2$ и т.д., отсчитываем выходное напряжение по осциллографу. Каждая ветвь кривой должна содержать 4 ... 5 точек. Определяем полосу пропускания на уровне 0,707.

Аналогично строится АЧХ на максимальной частоте диапазона f_{\max} . Кривые вычерчиваются на одном графике.

5. Измерение избирательности по ЗК производится на f_{\max} . Для этого входная цепь настраивается в резонанс на максимальной частоте диапазона. Выходное напряжение снимается с осциллографа (в мм). Затем частоту генератора увеличиваем на $2f_{\text{нр}}=930$ кГц и, не перестраивая ВЦ, снимаем выходное напряжение (в мм) на экране осциллографа. Входное напряжение поддерживается постоянным.

Избирательность по зеркальному каналу рассчитывается по формуле:

$$Se_{\text{ЗК}} = \frac{U_{\text{вых } f_{\max}} (\text{мм})}{U_{\text{вых } f_{\text{ЗК}}} (\text{мм})}; \quad Se_{[\text{дБ}]} = 20 \lg Se.$$

6. Ознакомиться со схемой и измерительной аппаратурой.

7. Подключить измерительную аппаратуру к схеме.

8. Определить крайние частоты диапазона.

9. Снять кривую зависимости K_0 от частоты. Результаты измерений занести в таблицу.

f [кГц]	$U_{\text{вх}}$ [мм]	$U_{\text{вых}}$ [мм]	$K_0 = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}}$

10. Снять АЧХ входной цепи. Результаты измерений занести в таблицу.

f_{\min}	f_{\max}
Δf	Δf
$U_{\text{вых}}$ [мм]	$U_{\text{вых}}$ [мм]

$U_{\text{вх}} = \text{const}$

11. Измерить избирательность ВЦ по зеркальному каналу.

*документ управляется программными средствами 1С коллеж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся 1С Колледж*

12. Все измерения проделать для входной цепи с индуктивной связью и емкостной связью.

Использованные источники: [2, §§ 2.1 – 2.6].

Содержание отчета:

Наименование лабораторной работы
Цель работы
Схема работы и назначение элементов.
Схема подключения измерительной аппаратуры.
Таблицы измерений.
Графики.
Краткие выводы
Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое режим удлинения, укорочения?
2. В чем достоинства режима удлинения?
3. Как и почему изменяется коэффициент передачи при емкостной связи с антенной?
4. Сравнение схемы с индуктивной связью в режиме удлинения и емкостной связью.

Тема 2.2 Усилители радиочастоты (УРЧ) Практическое занятие № 2 Исследование полосового усилителя

Цель работы:

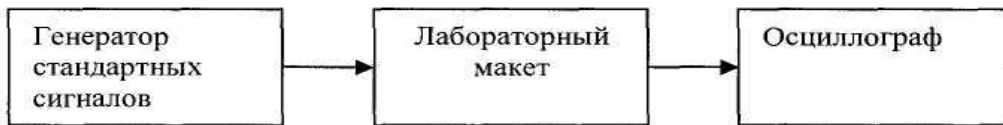
1. Закрепить теоретические знания по теме.
2. Исследовать свойства УПЧ в зависимости от вида нагрузки.
3. Ознакомиться с методикой исследования полосовых усилителей.
4. Получить практические навыки по применению радиоизмерительных приборов.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Снять АЧХ полосовых усилителей.
2. Найти резонансный коэффициент усиления.

3. Измерить избирательность по соседнему каналу.

4. Собрать схему:



5. Настроить генератор и УПЧ с двухконтурным полосовым фильтром в резонанс (по максимуму сигнала на экране осциллографа).

6. Изменяя частоту на генераторе через 2 кГц в обе стороны от резонансной снимаем напряжение УПЧ (в мм на экране осциллографа). Входное напряжение на УПЧ поддерживается постоянным и равным 50 мВ. Напряжение на выходе УПЧ при расстройке на ± 10 кГц от резонансной частоты соответствует соседнему каналу. Т. О., избирательность по соседнему каналу может быть определена как отношение:

$$Se_{ск} = \frac{U_{вых} f_0}{U_{вых}(f_0 \pm 10 \text{ кГц})}$$

при $U_{вх} = \text{const}$. В децибелах: $Se_{дБ} = 20 \lg Se_{ск}$.

7. Резонансный коэффициент усиления УПЧ определяется как отношение $U_{вых}/U_{вх}$; величины $U_{вых}$ и $U_{вх}$ снимаются при настройке в резонанс с экрана осциллографа в мм при подключении его к выходу и входу УПЧ (усиление вертикального канала осциллографа должно быть постоянным).

$$K_0 = \frac{U_{вых}[\text{мм}]}{U_{вх}[\text{мм}]}$$

8. Работа для УПЧ с фильтром сосредоточенной избирательности выполняется аналогично.

9. Ознакомиться со схемой и измерительной аппаратурой.

10. Подключить измерительную аппаратуру и блок питания к схеме.

11. Снять АЧХ полосового усилителя.

Результаты измерений занести в таблицу.

Δf [кГц]	$U_{вх} = \text{const}$	$U_{вых}$ [мм]	$K = \frac{U_{вых}}{U_{вх}}$

Определить полосу пропускания на уровне 0,707.

Рассчитать эквивалентную добротность контуров, если принять, что $\beta = 1$.

12. Определить избирательность УПЧ по соседнему каналу.

13. Для УПЧ с ФСИ выполнить пункты 6 и 7.

Результаты измерений занести в таблицу.

Использованные источники: [2, § 3.8]

Содержание отчета:

Наименование лабораторной работы

Цель работы

Схема макета и назначение элементов

Схема подключения измерительной аппаратуры

Таблица измерений, расчеты

Графики АЧХ

Краткие выводы

Даты и подпись курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. От чего зависит форма резонансной кривой двухконтурного полосового усилителя?
2. Чем отличается АЧХ двухконтурного полосового усилителя при критической связи от АЧХ резонансного одноконтурного усилителя при равных полосах пропускания?
3. Что такое соседний канал?
4. Что такое ФСИ?
5. Почему в транзисторных УПЧ в большинстве случаев используется неполное включение контуров?

Тема 2.4 Усилители звуковой частоты (УЗЧ)
Практическое занятие № 3 Исследование усилителя напряжения
звуковой частоты

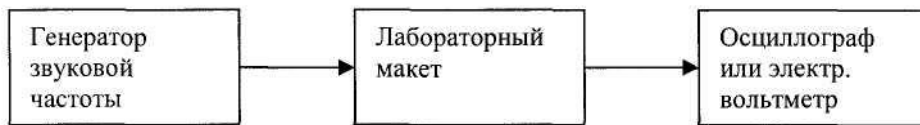
Цель работы:

1. Закрепить теоретические знания по теме.
2. Ознакомиться с методикой исследования УНЗЧ.
3. Приобрести практические навыки пользования радиоизмерительными приборами.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Снять АЧХ УНЗЧ для разных значений элементов переходной цепи и шунтирующей емкости.

2. Собрать схему:



3. Снятие АЧХ УНЗЧ производится путем изменения частоты, подаваемой с генератора на усилитель; величина напряжения на выходе генератора поддерживается постоянной и примерно равной 20 мВ. Выходное напряжение УНЗЧ фиксируется осциллографом или электронным вольтметром.

Измерения производим на следующих частотах: 20, 50, 100, 200, 500 Гц, 1, 2, 5, 10, 20, 50 кГц, т.е. каждая кривая строится по 11 точкам.

Частотные характеристики снимаются для следующих положений тумблеров:

$B2 \downarrow B3 \downarrow B4 \downarrow$

$B2 \downarrow B3 \uparrow B4 \downarrow$

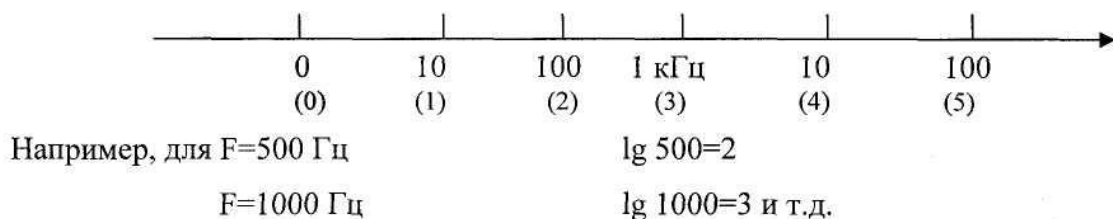
$B2 \uparrow B3 \uparrow B4 \uparrow$

$B2 \uparrow B3 \downarrow B4 \uparrow$

Тумблер $B1$ должен быть всегда в положении \downarrow .

Все кривые строятся на одном чертеже.

Масштаб на шкале частот логарифмический, т.е. интервалы частот от 0 до 10 Гц, от 10 до 100 Гц, от 100 Гц до 1 кГц и т.д. занимают на графике одинаковые отрезки; по горизонтальной оси откладываются логарифмы частот.



Полоса пропускания усилителя определяется на уровне 0,707.

Вычислить коэффициент усиления каскада для средней частоты можно по формуле:

$$K_0 = \left(\frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} \right)_{f=1\text{кГц}}$$

4. Собрать схему для испытаний.

5. Снять АЧХ для различных значений элементов переходной цепи и

шунтирующей емкости.

Результаты измерений занести в таблицу:

F (Гц)	$U_{вх=const}$	$U_{вых}$ [мВ]

6. Найти коэффициент усиления каскада для средней частоты $F=1000$ Гц, а также полосу пропускания на уровне 0,707 для разных значений элементов переходной цепи.

Использованные источники: [1, §§ 76 – 78]

Содержание отчета:

Наименование лабораторной работы

Цель работы

Схема УНЗЧ и назначение элементов

Схема подключения измерительной аппаратуры

Таблицы измерений

Графики АЧХ, расчеты

Краткие выводы

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Какие искажения сигнала возникают в усилительном устройстве?
2. Почему схемы с ОЭ применяются чаще, чем схема с ОБ?
3. От чего зависит коэффициент усиления по напряжению резисторного каскада?
4. Чем вызывается завал АЧХ в области нижних и верхних звуковых частот резисторного усилителя?
5. Как уменьшить частотные искажения резисторного усилителя?

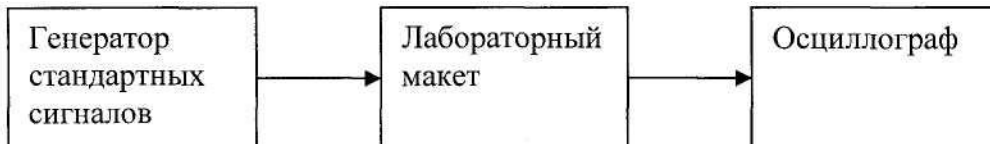
Тема 2.5 Детектирование амплитудно-модулированных сигналов Практическое занятие № 4. Исследование диодных детекторов

Цель работы:

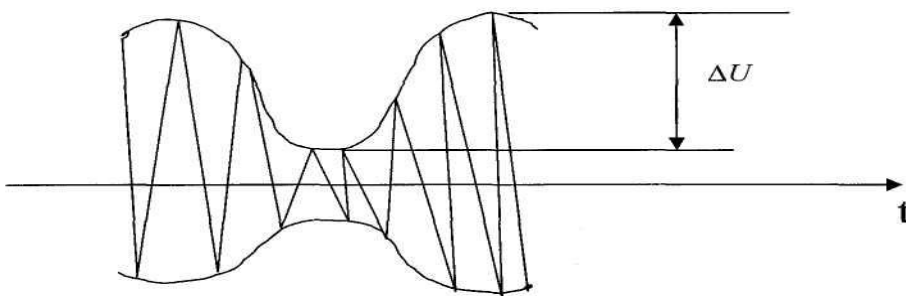
1. Закрепить теоретические знания по теме.
2. Ознакомиться с методикой испытания диодного детектора.
3. Получить практические навыки работы с радиоизмерительными приборами.

Содержание и порядок выполнения работы:

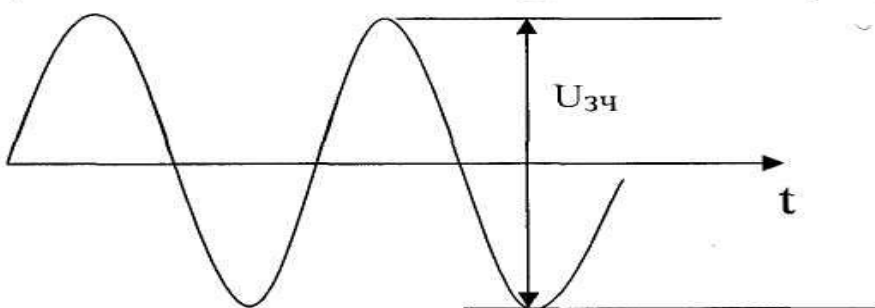
1. Определить коэффициент передачи детектора K_d .
2. Снять детекторную характеристику.
3. Изучить влияние элементов схемы на возникновение нелинейных искажений.
4. Собрать схему:



5. На генераторе включаем внутреннюю модуляцию и устанавливаем $m \approx 0,5$, частота несущей около 500 кГц. Закорачиваем гнезда «прибор» на макете. С помощью осциллографа, подключенного на вход детектора, измеряем ΔU (в мм):



- Затем, не изменяя положения ручек на генераторе, измеряем $U_{зч}$ на выходе детектора:



Коэффициент передачи детектора $K_d = \frac{U_{зч} [\text{мм}]}{\Delta U [\text{мм}]}$ диодного детектора меньше

1.

6. Для снятия детекторной характеристики следует в гнезда «прибор» включить микроамперметр на 100 μA , выключить внутреннюю модуляцию на

генераторе. Изменяя напряжение на выходе генератора (множитель 10^5), снимаем зависимость среднего тока детектора от $U_{\text{вх}}$.

7. Для изучения влияния элементов схемы на возникновение нелинейных искажений, необходимо:

а) увеличить глубину модуляции до $m = 0,8 - 0,9$ и включить в гнезда добавочную емкость порядка $6000 \dots 8000$ пФ. Снять осциллограмму напряжения на выходе;

б) уменьшить величину сопротивления R до минимума, снять осциллограмму напряжения на выходе.

8. Ознакомиться со схемой и измерительной аппаратурой.

9. Подключить измерительную аппаратуру к схеме.

10. Измерить коэффициент передачи детектора.

11. Снять детекторную характеристику (5.. 7 точек).

По результатам измерений построить график зависимости $I_{\text{ср}} = f(U_{\text{вх}})$

12. Изучить влияние элементов схемы на возникновение нелинейных искажений.

Снять осциллограммы напряжений.

Использованные источники: [2, §§ 6.1 – 6.7].

Содержание отчета:

Наименование лабораторной работы

Цель работы

Схема и назначение элементов

Схема подключения измерительной аппаратуры

Таблицы измерений, расчеты

Графики, осциллограммы

Краткие выводы

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. При каких условиях детектор работает как линейный?

2. Каковы причины появления нелинейных искажений в схеме диодного детектора?

3. Как уменьшить частотные искажения в области верхних частот полезного

сигнала?

4. С какой целью нагрузку диодного детектора разделяют на две части?
5. Что такое детекторная характеристика?

Тема 2.6 Преобразователи частоты

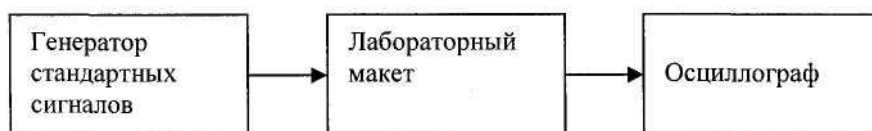
Практическое занятие № 5. Исследование преобразователя частоты

Цель работы:

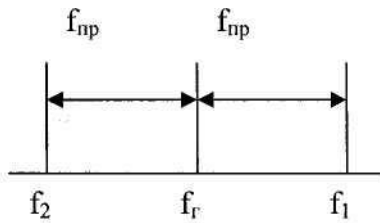
1. Закрепить теоретические знания по теме.
2. Ознакомиться с практической схемой преобразователя частоты, исследовать его параметры.
3. Получить практические навыки работы с радиоизмерительными приборами.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Найти рабочий диапазон частот, в котором обеспечивается преобразование частоты (при $f_r > f_c$). Вычислить значение промежуточной частоты.
2. Снять зависимость амплитуды напряжения гетеродина от угла поворота ротора КПЕ.
3. Снять осциллограммы напряжений в разных точках схемы.
4. Собрать схему:



5. Определение диапазона частот $f_{cmin} \dots f_{cmax}$, в котором обеспечивается преобразование по верхней настройке гетеродина производится следующим образом: после включения и проверки работоспособности гетеродина (вход осциллографа подключается к гнезду выхода гетеродина и наличие напряжения гетеродина наблюдается в виде полосы на экране) конденсатор переменной емкости устанавливается в положение максимальной емкости. Перестраивая частоту генератора, добиваемся максимального сигнала на экране осциллографа, подключенного к выходу схемы. Записываем показание частоты генератора. Затем, перестраивая генератор (в ту или другую сторону) находим еще одну частоту, при которой на выходе будет такой же сигнал. Записываем новое значение частоты на выходе



Меньшая из двух частот является $f_{c\min}$ для верхней настройки Гетеродина, а частота f_1 - зеркальный канал. Полностью выведем ротор КПЕ и аналогичным путем

Определим $f_{c\max}$ - вычислим $f_{пр} = \frac{f_2 - f_1}{2}$ (на минимальной и максимальной частотах). Коэффициент усиления смесителя можно определить по формуле $K_0 = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}}$ Напряжения определяются по осциллографу (в мм) (при одинаковом усилении осциллографа).

6. Зависимость амплитуды напряжения гетеродина от угла поворота ротора КПЕ снимается с помощью осциллографа, подключенного к гнезду гетеродина. Проверка производится в 3 точках (на $f_{c\min}$, $f_{c\max}$, f_{cp}).

7. Ознакомиться со схемой и измерительной аппаратурой.

8. Подключить измерительную аппаратуру и блок питания к схеме.

9. Снять зависимость амплитуды напряжения гетеродина от угла поворота КПЕ.

Результаты измерений занести в таблицу:

α	$U_{\text{мг}}$ [мм]

10. Определить диапазон частот, в котором обеспечивается преобразование частоты (настройка гетеродина верхняя).

11. Найти пределы изменения частоты гетеродина для случая верхней настройки.

12. Вычислить значение промежуточной частоты

13. Снять осциллограммы напряжений в разных точках схемы (вход, выход, гетеродин).

14. Найти коэффициент усиления смесительной части.

Использованные источники: [1, §§ 4.1 – 4.4]

Содержание отчета:

*Документ управляется программными средствами 1С Колледж
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся 1С Колледж*

Наименование лабораторной работы

Цель работы

Схема макета и назначение элементов.

Схема подключения измерительной аппаратуры

Таблица измерений

Графики, осциллограммы

Краткие выводы

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Как различить верхнюю и нижнюю настройку гетеродина?
2. Что такое зеркальный канал и где осуществляется избирательность по ЗК?
3. Как объяснить зависимость крутизны преобразования от амплитуды напряжения гетеродина?
4. К чему приводит нестабильность частоты гетеродина и как она должна быть учтена?

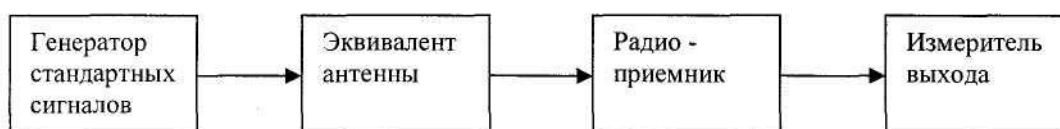
Тема 2.7 Радиоприемные устройства с цифровой обработкой сигналов Практическое занятие № 6. Измерение параметров (чувствительности и избирательности) приемника

Цель работы:

1. Закрепить теоретические знания по теме.
2. Ознакомиться с методикой измерения чувствительности и избирательности приемника.
3. Получить практические навыки пользования радиоизмерительными приборами.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Измерить чувствительность приемника в нескольких точках на разных поддиапазонах.
2. Собрать схему для испытаний:



3. Ручки управления на радиоприемнике установить в следующие положения:

- ручка «ПОЛОСА ПЧ» - 6 кГц
- усиление НЧ - максимальное
- калибратор и АРУ - выключены
- род работы - ТЛФ
- динамик - включен

4. Включить аппаратуру и приемник, установить на генераторе диапазон частот, соответствующий выбранному поддиапазону радиоприемника.

5. На генераторе включить внутреннюю модуляцию ($F = 1000$ Гц) и установить глубину $m = 0,3$.

6. Настроить генератор и приемник на одну частоту по максимуму напряжения на измерителе выхода.

7. Выключить внутреннюю модуляцию на генераторе и ручкой «усиление ПЧ» выставить на выходе приемника напряжение 0,6 в (это напряжение шума).

8. Включить внутреннюю модуляцию на генераторе и с помощью аттенюатора генератора довести выходное напряжение на выходе до 1,8 В. При этом ручку «Усиление ПЧ» не трогать. Т.о., при включенной модуляции $U_{\text{вых}} = 1,8$ В, при выключенной $U_{\text{вых}} = 0,6$ В.

9. Снять показания с выхода генератора. Напряжение в микровольтах, подаваемое с генератора, и есть реальная чувствительность приемника. Это

телефонная чувствительность $\frac{U_c}{U_{\text{ш}}} = 3 : 1$.

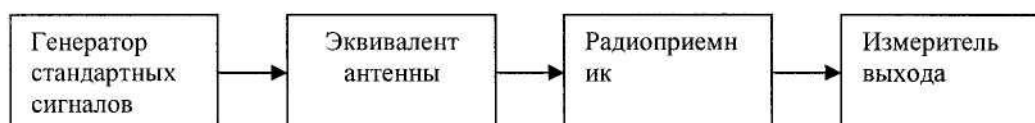
10. Измерить чувствительность в трех точках одного поддиапазона и по одной точке в середине двух других поддиапазонов. „

Результаты занести в таблицу.

11 Измерить избирательность приёмника по соседнему каналу.

12. Измерить избирательность приёмника по зеркальному каналу.

13. Собрать схему для испытаний:



14. В заданной точке поддиапазона измерить реальную чувствительность (см. лабораторную работу № 9) $E_{\text{сф}_0}$.

15. Не меняя настройки приемника, изменить частоту генератора на ± 10 кГц. Увеличить входной сигнал до получения на выходе нормального напряжения $U = 1,8$ В и определить чувствительность на этой частоте, путем снятия показаний с выхода генератора $E_{Cf_0 \pm 10 \text{ кГц}}$.

16. Отношение чувствительности на частоте соседнего канала $E_{Cf_0 \pm 10 \text{ кГц}}$, к чувствительности E_{Cf_0} на частоте основного канала характеризует избирательность

по соседнему каналу $Se_{ск} = \frac{E_{Cf_0 \pm 10 \text{ кГц}}}{E_{Cf_0}}$; $Se_{ск} = 20 \lg Se_{ск}$, [дБ]

17. проверить избирательность по соседнему каналу на 3-4 поддиапазонах (в средней части).

Ослабление по зеркальному каналу первого преобразователя.

Проверку осуществляют на наивысшей частоте двух последних поддиапазонов и сводится она к следующему:

18. Измеряем чувствительность на основной частоте E_{Cf_0} .

19. Подаем с генератора сигнал, отличающийся от сигнала настройки приемника на т.е. $2f_{np}$, т.е. $f_0 + 2f_{np}$ - это частота зеркального канала. Увеличиваем входной сигнал до получения на выходе приемника напряжения $U_{вых} = 1,8$ В и определяем чувствительность на этой частоте $E_{Cf_0 + 2f_{np}}$ (выход генератора).

20. Избирательность по зеркальному каналу:

$Se_{зк} = \frac{E_{Cf_0 + 2f_{np}}}{E_{Cf_0}}$ (раз); $Se_{зк} = 20 \lg Se_{зк}$ [дБ]

Использованные источники: [2, §1.4 § 1.5].

Содержание отчета:

Наименование лабораторной работы

Цель работы

Схема подключения измерительной аппаратуры

Таблица измерений

График изменения чувствительности по диапазону

График изменения избирательности по соседнему каналу.

Краткие выводы

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

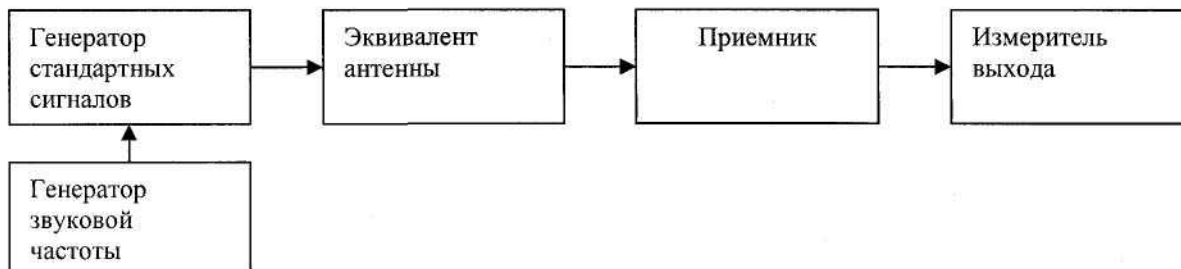
1. Что характеризует чувствительность приемника?
2. Какие виды чувствительности известны?
3. В каких приемниках измеряется реальная чувствительность и почему?
4. Как повысить реальную чувствительность приемника?
5. Что такое телефонная чувствительность?
6. Что характеризует избирательность приемника?
7. Где, в основном, обеспечивается избирательность по соседнему каналу?
8. Что такое зеркальный канал?
9. Чем вызвано появление зеркального канала?
10. Где должна обеспечиваться избирательность по зеркальному каналу?

Практическое занятие № 7 Снятие кривой верности и амплитудной характеристики приемника*Цель работы:*

1. Закрепить теоретические знания по теме.
2. Ознакомиться с методикой снятия характеристик приемника.
3. Закрепить практические навыки пользования радиоизмерительными приборами.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Снятие кривой верности приемника.
2. Снять амплитудную характеристику приемника.
3. Собрать схему для испытаний:



4. Включить генераторы и приемник.
5. Установить на выходе генератора звуковой частоты $F = 1$ кГц, включить на генераторе стандартных сигналов внешнюю модуляцию и установить глубину

модуляции 30%.

6. Измерить реальную чувствительность приемника (см. лабораторную №9).

7. Изменяя частоту на выходе генератора звуковой частоты в пределах от 30 Гц до 4 кГц (8 - 10 точек), снимать показания измерителя выхода.

8. Построить зависимость $U_{\text{вых}} = f(F_{\text{мод.}})$. Это кривая верности приемника. По графику определить полосу пропускания приемника на уровне 0,707.

Для снятия амплитудной характеристики приемника необходимо включить на приемнике АРУ и измерить реальную чувствительность приемника.

Затем. Увеличивая напряжение на выходе генератора стандартных сигналов в пределах от реальной чувствительности до 10 - 20 мВ, снимать показания измерителя выхода (Всего 8 - 10 точек).

Амплитудная характеристика приемника - это зависимость $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$, характеризует эффективность работы схемы АРУ.

В результате выполнения этой лабораторной работы курсант должен снимать кривую верности и амплитудную характеристику.

Использованные источники: [2, § 1.6].

Содержание отчета:

Наименование лабораторной работы

Цель работы

Схема подключения измерительной аппаратуры

Таблицы измерений

Графики

Краткие выводы

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Что характеризует амплитудная характеристика приемника?
2. Что такое эффективность АРУ?
3. Как снимается кривая верности приемника?

Практическое занятие № 8. Исследование схем АРУ

Цель работы:

1. Закрепить теоретические знания по теме.
2. Ознакомиться с методикой исследования схем АРУ.
3. Получить практические навыки пользования радиоизмерительными приборами.

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Снять зависимость напряжения на выходе детектора АРУ при изменении сигнала на выходе.

При снятии зависимости напряжения на выходе детектора АРУ от уровня входного напряжения необходимо настроить генератор ГЗ-33 и каскад УПЧ схемы в резонанс (по максимуму показаний прибора на выходе). Напряжение задержки АРУ при этом следует снять. Затем, изменяя напряжение на входе схемы, отсчитывать выходное напряжение Ару с задержкой при 2-х напряжениях задержки. Изменяя глубину модуляции сигнала (если в качестве генератора используется генератор стандартных сигналов, посмотреть, как меняется напряжение на выходе.

Схема:



2. Собрать схему для испытаний.
3. Настроить УПЧ в резонанс с генератором.
4. Снять зависимость напряжения на выходе детектора от величины сигнала на выходе схемы.
5. Данные свести в таблицу.

$U_{вх}$		
$U_{вых}$		

Построить кривые для АРУ без задержки и для задержанной АРУ (для 2-х напряжений задержки).

Использованные источники: [2, § 8.3].

Содержание отчета:

Наименование лабораторной работы

Цель работы

Схема детектора АРУ и назначение элементов

Схема подключения измерительной аппаратуры

Таблицы измерений

Графики характеристик

Краткие выводы

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. В чем состоит сущность АРУ?
2. Каковы недостатки простой АРУ?
3. Чем отличается работа задержанной АРУ от работы простой АРУ?
4. Что такое эффективность АРУ?

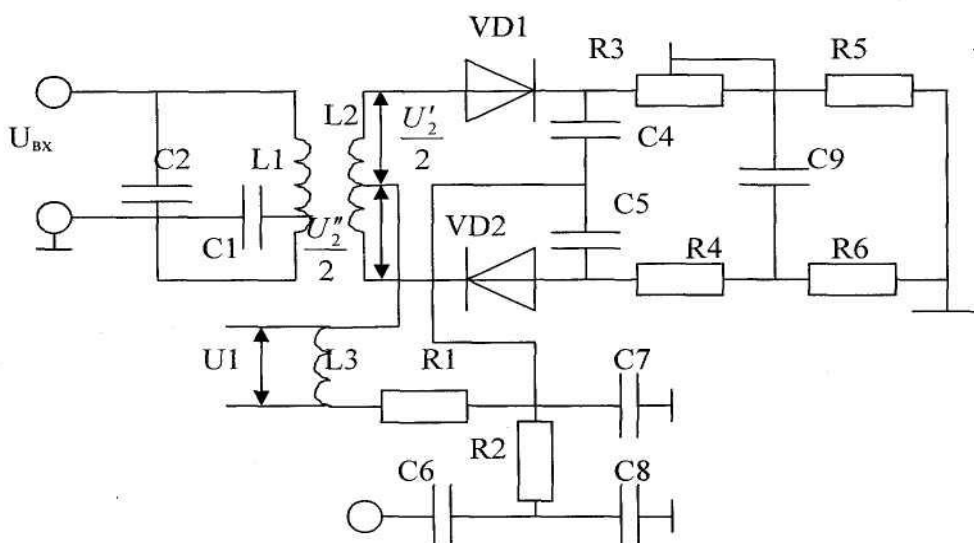
Практическое занятие № 9 Исследование частотного детектора

Цель работы:

Изучить работу частотного детектора, снять амплитудно-частотную характеристику.

Содержание и порядок выполнения работы:

Основные теоретические сведения

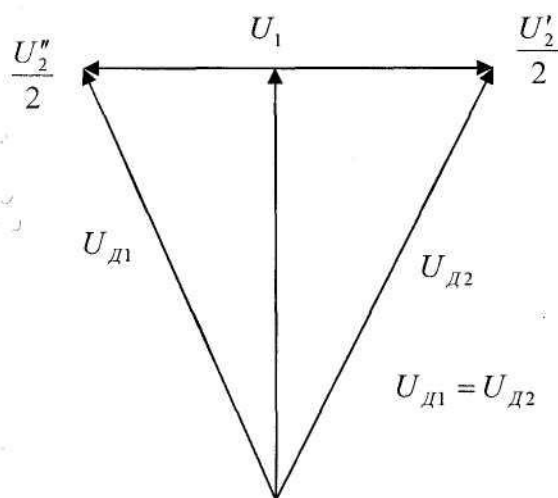


Дробный детектор (детектор отношений) обеспечивает выделение сигнала информации из частотно-модулированного сигнала. Дробный детектор обладает ограничивающими свойствами, поэтому перед ним нет необходимости ставить амплитудный ограничитель для срезания паразитной амплитудной модуляции. Поэтому дробный детектор обладает повышенной чувствительностью, т.к. для нормальной работы амплитудного ограничителя требуется довольно большое напряжение сигнала (1 ... 2 В).

Принцип демодуляции ЧМ сигнала заключается в преобразовании ЧМ сигнала, а АЧМ сигнал с последующим детектированием амплитудными детекторами.

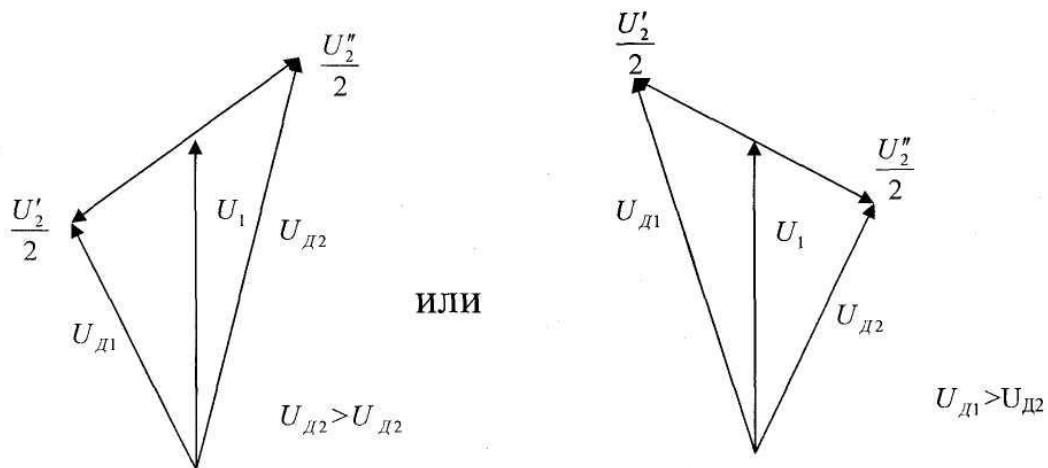
К диоду VD1 приложено напряжение $U_{Д1} = U_1 + \frac{U_2'}{2}$, а к диоду VD2 - $U_{Д2} = U_1 + \frac{U_2''}{2}$.

Для случая $f_c = f_k$ (режим несущей) векторная диаграмма имеет следующий вид:



Напряжения, приложенные к диодам равны, следовательно, при симметрии плеч напряжения заряда конденсаторов, будут равны. Когда диоды VD1 и VD2 закрываются, происходит заряд C7 токами, протекающими в противоположных направлениях. Результирующее напряжение на C7 равно нулю, т.к. токи разряда C4 и C5 одинаковы, поскольку $U_{C4} = U_{C5}$. Т.о., в режиме несущей на выходе дробного детектора напряжение равно нулю.

При появлении модулирующего напряжения появляется отклонение частоты от f_k векторная диаграмма примет следующий вид:



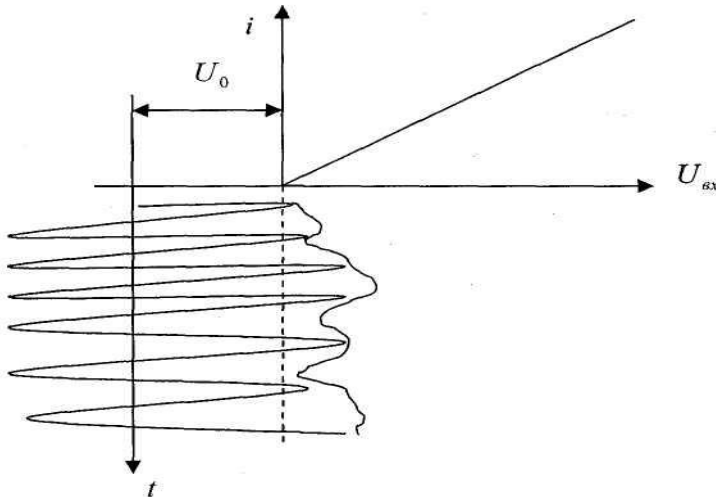
Характер векторной диаграммы зависит от того, положительная или отрицательная полуволна напряжения действует в данный момент (имеется в виду модулирующий сигнал), а также от величины модулирующего сигнала, т.к. от этих факторов зависит знак отклонения частоты и величина этого отклонения.

При $U_{д1} \neq U_{д2}$ напряжения $U_{с4}$ и $U_{с5}$ не будут равными, следовательно, токи, протекающие через $C7$ и заряжающие его противоположными зарядами, также не будут равны, в результате чего на $C7$ появится напряжение, знак и величина которого соответствует изменению частоты, т.е. модулирующему напряжению.

Напряжение, снимаемое с $C7$ является исходным модулирующим напряжением, т.е. полезным сигналом информации.

Суммарное напряжение на $C4$ и $C5$ поддерживается постоянным благодаря емкости $C9$ большой величины. При изменении $U_{с4}$ и $U_{с5}$ меняется соотношение между ними, поэтому детектор называется детектором отношений (дробным).

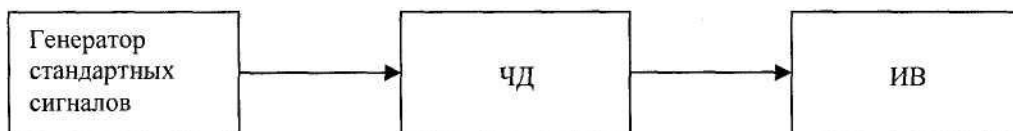
Благодаря большой емкости $C9$ смещение на диодах $VD1$ и $VD2$ при паразитной амплитудной модуляции остается неизменным, что приводит к изменению угла отсечки.



При большей амплитуде угол отсечки θ также больше, а коэффициент передачи детектора $K_d = \cos \theta$ будет меньше. Т.о., увеличение амплитуды (за счет паразитной амплитудной модуляции) приведет к уменьшению K_d и наоборот. В результате происходит сглаживание паразитной амплитудной модуляции.

Коэффициент передачи дробного детектора вдвое меньше, чем дискриминатора. R2C8 - фильтр нижних частот для ослабления помех от верхних частот модуляции АМ сигнала помех. В передатчике ЧМ искусственно поднимают верхние частоты модуляции (предискажения).

1. Собрать схему для исследования.
2. Снять амплитудно-частотную характеристику дробного детектора.
3. Найти полосу частот рабочего участка:



Использованные источники: [2, §§ 7.2 – 7.3].

Содержание отчета:

Наименование лабораторной работы

Цель работы

Принципиальная схема макета

Таблица измерений

График АЧХ, расчет полосы участка.

Краткие выводы

Даты и подписи курсанта и преподавателя

Вопросы для самопроверки:

1. Построение векторных диаграмм для различных случаев.
2. Цепи заряда С4 и С5.
3. Цепи разряда С4 и С5
4. Объяснить ограничивающие свойства дробного детектора.
5. Объяснить роль фильтра R2C8.

МО-11 02 03-ОП.10.ПЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОПРИЁМНЫЕ УСТРОЙСТВА И ТЕЛЕВИЗИОННАЯ ТЕХНИКА	С.27/27

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Виды источников	Наименование рекомендуемых учебных изданий
Основные	Дворников, С. В. Устройства приема и обработки сигналов : учебник / С. В. Дворников, А. Ф. Крячко, С. В. Мичурин. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 512 on-line. Травин, Г. А. Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа : учебное пособие / Г. А. Травин, Д. С. Травин. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 52 on-line.
Дополнительные,	курс лекций по учебной дисциплине, методические пособия и рекомендации для выполнения лабораторных занятий, методические пособия и рекомендации для выполнения самостоятельных работ
Электронные образовательные ресурсы	1. ЭБС «Book.ru», https://www.book.ru 2. ЭБС «ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru 3. ЭБС «Академия», https://www.academia-moscow.ru 4. Издательство «Лань», https://e.lanbook.com 5.Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://www.biblioclub.ru
Периодические издания	Журнал «Радио»; Журнал «Эксплуатация морского транспорта»; Журнал «Морские вести России»; Журнал «Морской Флот»; Журнал «Стандарты и качество». Научно-технический сборник российского морского регистра судоходства.