

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»

Радиофизический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. №13

Рабочая программа дисциплины

Спецлаборатории по информационным процессам и системам
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
03.04.03 Радиофизика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность программы
Информационные процессы и системы

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.07 «Спецлаборатории по информационным процессам и системам» относится к части ООП направления подготовки 03.04.03 Радиофизика, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Понимает структуру жизненного цикла проекта.	Знать: этапы выполнения лабораторной работы и эксперимента Уметь: составлять график работы и следовать назначенному плану выполнения работы Владеть: навыками выполнения всех этапов экспериментальной работы	Отчет, собеседование
	УК-2.2. Организует жизненный цикл проекта в соответствии с его спецификой.	Знать: основные принципы планирования эксперимента Уметь: планировать и проектировать эксперимент Владеть: навыками выполнения всех этапов экспериментальной работы	Отчет, собеседование
ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области физики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности	ПК-1.1. Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач.	Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области своей профессиональной деятельности Уметь: определять наиболее актуальные направления исследований в области профессиональной деятельности Владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований	Собеседование
	ПК-1.2. Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и	Знать: современные информационные и коммуникационные технологии сбора и анализа большого объема данных Уметь: систематизировать и анализировать данные большого объема Владеть: навыками работы с большим объемом данных, полученных из различных источников	Собеседование

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
	коммуникационных технологий.		
ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области физики и радиофизики и оформлять их результаты	ПК-2.1. Анализирует современное состояние исследований в области физики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов.	Знать: современное состояние исследований, современные подходы к описанию различных явлений в области своей профессиональной деятельности Уметь: анализировать современное состояние исследований в области физики и радиофизики Владеть: навыками моделирования различных явлений в области физики и радиофизики	Собеседование
	ПК-2.2. Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи.	Знать: современные подходы к моделированию различных явлений Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования Владеть: навыками проведения моделирования или эксперимента для решения конкретной научно-исследовательской задачи	Собеседование
	ПК-2.3. Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР.	Знать: основные принципы организации научного исследования Уметь: анализировать процесс выполнения научного исследования и, в случае необходимости, корректировать план исследования на определенных этапах Владеть: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов	Собеседование
	ПК-2.4. Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики.	Знать: современные подходы к оценке полученных результатов в области своей профессиональной деятельности Уметь: анализировать полученные данные, формулировать выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики Владеть: навыками оценки полученных результатов и формулировки выводов для выполненной научно-исследовательской задачи	Собеседование
ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать	ПК-3.1. Использует знание нормативных документов для	Знать: основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации	Собеседование

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях.	Уметь: применять заданные требования и правила к оформлению рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях Владеть: навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров, публикаций	
	ПК-3.2. Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу.	Знать: основные способы представления и продвижения результатов НИР Уметь: структурировать презентационный материал, выделять основные результаты деятельности для их представления и расставлять акценты Владеть: навыками представления результатов НИР перед научным и академическим сообществом	Собеседование
	ПК-3.3. Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика.	Знать: основные этапы подготовки НИР и составления проекта НИР Уметь: анализировать проектную документацию на выполнение НИР Владеть: навыками составления части проектной документации для проведения НИР	Собеседование

3. Структура и содержание дисциплины

3.1.Трудовоемкость дисциплины

1 семестр	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	39
КСР	1
Промежуточная аттестация – зачет	-

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	очная	очная	очная	очная	очная	очная
Тема 1. Дискретные сигналы и системы Представление дискретных сигналов и систем в частотной области. Дискретное во времени преобразование Фурье (ДВПФ). Дискретизация сигналов с непрерывным временем.	12			6	6	6
Тема 2. Оптимальное обнаружение и различение сигналов Общие соотношения для бинарной задачи различения. Статистика пространства принимаемых колебаний. Оптимальное различение двух детерминированных сигналов на фоне аддитивной нормальной помехи.	12			6	6	6
Тема3. Оптимальная оценка параметров сигнала Постановка задачи и практические критерии качества. Оценка параметра детерминированного сигнала на фоне аддитивной нормальной помехи. Оценка параметра радиосигнала со случайной начальной фазой на фоне аддитивной нормальной помехи. Оптимальное измерение амплитуды, смещения частоты, запаздывания радиосигнала.	13			6	6	7
Тема 4. Оптимальное проектирование радиоэлектронных устройств	17			7	7	10
Тема 5. Моделирование и синтез микрополосковых устройств	17			7	7	10
Аттестация	0					
КСР	1				1	
Итого	72	0	0	32	33	39

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: выполнение эксперимента.

На проведение занятий в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

- изучение, анализ научно-технической информации, обобщение отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
 - аналитическое и численное исследование физических явлений и процессов радиофизическими методами;
 - разработка новых комплексов программ по численному моделированию объектов различной физической природы;
 - планирование и проведение экспериментов с применением современных методов и измерительной аппаратуры (акустической, радиоэлектронной, оптоэлектронной);
 - формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований;
 - совершенствование известных и разработка новых методов исследований;
 - анализ получаемых результатов и, при необходимости, корректировка направлений исследований;
 - подготовка и оформление научных статей;
 - составление отчетов и докладов о научно-исследовательской работе;
 - участие в научных конференциях, в том числе международных
 - руководство научной работой обучающихся
- компетенций – УК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся состоит в изучении рекомендованной литературы. Закрепление и контроль усвоения материала происходит в ходе семинарских занятий. Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет.

Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы

1. Сформулируйте теорему Котельникова.
2. При каких условиях теорема Котельникова гарантирует двойное преобразование сигналов (дискретизация и восстановление) без искажений?
3. Могут ли быть дискретизированы и затем восстановлены импульсы прямоугольной формы?
4. Каков алгоритм восстановления дискретизированного сигнала?
5. Какова роль ряда Котельникова в объяснении процесса восстановления сигнала?
6. Какую функцию выполняет ФНЧ?
7. С какой целью в работе исследовались спектры исходного и дискретизированного сигналов?
8. Можно ли произвольно увеличивать или уменьшать Δt между отсчетами? К чему это может привести?
9. В чем отличие идеального и реального ФНЧ?
10. С чем связана необходимость корректировать значение частоты дискретизации?
11. Как Вы представляете себе процесс дискретизации аналогового сигнала? Какие функциональные узлы для этого необходимы?
12. Все ли аналоговые сигналы могут быть: дискретизированы во времени; восстановлены после дискретизации.
13. Назовите причины, вызывающие искажения при восстановлении дискретизированных сигналов.
14. Каково назначение демодулятора в цифровой системе связи? В чем его основное отличие от демодулятора аналоговой системы?
15. Что такое скалярное произведение сигналов? Как оно используется в алгоритме работы демодулятора?

16. Можно ли в оптимальном демодуляторе применять согласованные фильтры?
17. Что такое "критерий идеального наблюдателя"?
18. Что такое "правило максимума правдоподобия"?
19. Как выбирается порог решающего устройства? Что будет, если его изменить?
20. Каков алгоритм принятия решения в РУ?
21. Объясните назначение каждого блока демодулятора.
22. Как можно рассчитать $P_{\text{ош}}$ теоретически и измерить экспериментально?
23. Алгоритм оптимального демодулятора и его функциональная схема для АМ.
24. Алгоритм оптимального демодулятора и его функциональная схема для ЧМ.
25. Объясните разницу в помехоустойчивости систем связи с разными видами модуляции.
26. Объяснить осциллограммы, полученные в разных контрольных точках демодулятора (для одного из видов модуляции).
27. Дайте определение оптимального фильтра. По какому критерию производится оптимизация характеристик фильтра?
28. Где применяются фильтры, максимизирующие отношение сигнал/помеха?
29. Чему равно максимальное отношение сигнал/помеха, которое можно реализовать на выходе фильтра? От чего оно зависит?
30. Каковы импульсная, амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики оптимального фильтра?
31. Сохраняется ли форма сигнала при прохождении через оптимальный фильтр?
32. Поясните условие физической реализуемости оптимального фильтра?
33. Почему возможна оптимальная фильтрация только импульсных сигналов?
34. Структурно-функциональное описание радиоэлектронной системы. Прямая и обратная задачи исследования
35. В чём особенности математического программирования как методологии проектирования радиоэлектронных устройств
36. В чём состоит методология поискового решения экстремальной задачи синтеза цифровых фильтров?
37. Какими способами можно сформировать целевую функцию в задачах поискового проектирования?

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенции (индикатор достижения компетенции)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

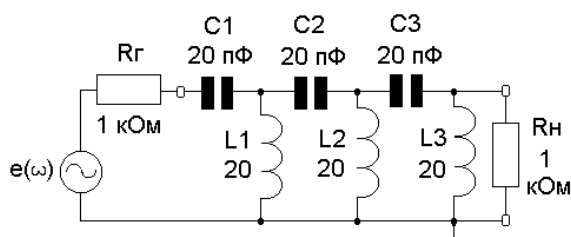
Вопросы к зачету

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Дискретные сигналы (последовательности) и их представление. Синусоиды дискретного времени и их особенности в сравнении с синусоидами непрерывного времени	ПК-2
2. Дискретизация сигналов непрерывного времени: теорема отсчетов для видеосигналов (формулировка и доказательство)	ПК-2
3. Дискретизация сигналов непрерывного времени: теорема отсчетов для радиосигналов (формулировка и доказательство)	ПК-2
4. Частотно-временные деформации дискретного сигнала: уменьшение частоты дискретизации в целое число раз (прореживание, децимация); увеличение частоты дискретизации в целое число раз (интерполяция)	ПК-2
5. Алгоритмы работы оптимальных обнаружителей и различителей детерминированных сигналов на фоне аддитивного гауссова шума	ПК-2
6. Алгоритмы работы оптимальных обнаружителей и различителей радиосигналов со случайными начальными фазами на фоне аддитивного гауссова шума	ПК-2
7. Алгоритмы работы оптимальных обнаружителей и различителей радиосигналов со случайными начальными фазами и случайными амплитудами на фоне аддитивного гауссова шума	ПК-2
8. Алгоритмы работы оптимального обнаружителя гауссова случайного процесса на фоне аддитивного гауссова шума	ПК-1
9. Алгоритмы работы оптимальных измерителей параметров детерминированных сигналов (в том числе амплитуды, начальной фазы) на фоне аддитивного гауссова шума	ПК-1
10. Алгоритмы работы оптимальных измерителей параметров радиосигнала со случайной начальной фазой (в том числе амплитуды, задержки, доплеровского смещения частоты) на фоне аддитивного гауссова шума	ПК-1
11. Алгоритмы оптимальной фильтрации гауссова случайного информационного процесса, переносимого радиосигналом при мешающем действии аддитивного гауссова шума	ПК-1
12. Основные этапы проектирования радиотехнических систем	ПК-1
13. Современные методы принятия решений и их применение в проектировании	ПК-1
14. Структурно-функциональное описание объекта проектирования. Функциональные показатели и внутренняя структура	ПК-1
15. Прямая и обратная задачи проектирования (анализ, синтез).	ПК-1
16. Основные приближения при моделировании аналоговых и цифровых устройств .	ПК-1
17. Классификация задач проектирования РЭУ и современные требования (тенденции) к синтезу	ПК-2
18. Методы структурного проектирования. Принципиальные достоинства	ПК-2

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
морфологического метода.	
19. Аналитические методы синтеза технических решений. Их недостатки.	ПК-2
20. Оптимизация как эффективная инвариантная методология проектирования систем. Общая задача векторной оптимизации.	ПК-2
21. Относительные функциональные показатели системы. Их формирование.	ПК-2
22. Поисковая минимизация. Поисковый алгоритм. Алгоритмы локальной минимизации.	ПК-1
23. Алгоритмы глобальной минимизации в проектировании систем. Основные критерии их оценки.	ПК-1
24. Основные методы отыскания эффективных решений (методы формирования целевых функционалов).	ПК-1

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции УК-2, ПК-1

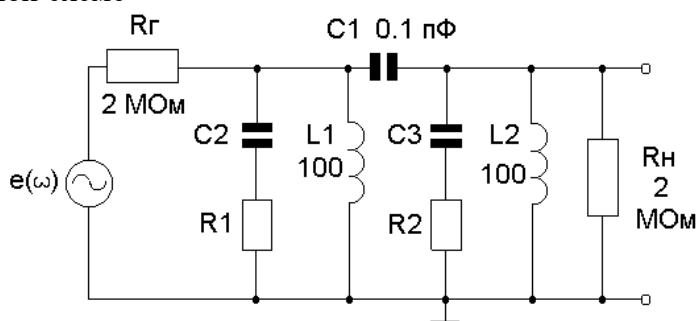
Задание 1. Осуществить синтез пассивного фильтра верхних частот (ФВЧ) по следующей принципиальной схеме



Варьируемые параметры
 $X (L1, L2, L3, C1, C2, C3)$

$$D : \begin{cases} 10 \leq L1, \mu\text{Гн} \leq 1000 \\ 10 \leq L2, \mu\text{Гн} \leq 1000 \\ 10 \leq L3, \mu\text{Гн} \leq 1000 \\ 10 \leq C1, \text{пФ} \leq 1000 \\ 10 \leq C2, \text{пФ} \leq 1000 \\ 10 \leq C3, \text{пФ} \leq 1000 \end{cases}$$

Задание 2. Осуществить синтез пассивного полосно-пропускающего фильтра по следующей принципиальной схеме

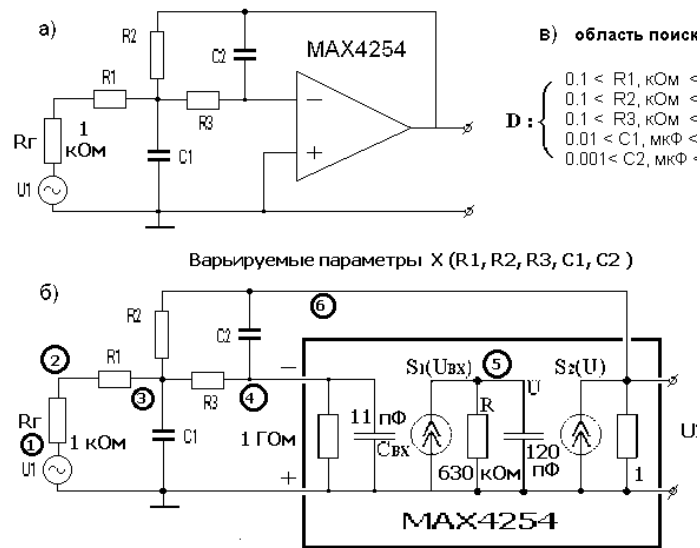


$R1 = R2 = 0.1 \text{ Ом}$ $C2 = C3 = 54 \text{ пФ}$

Варьируемые параметры
 $X (L1, L2, C1)$

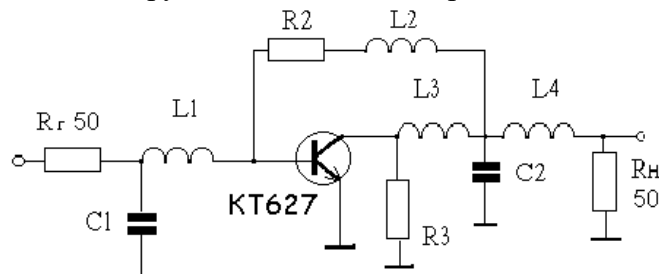
$$D : \begin{cases} 50 \leq L1, \mu\text{Гн} \leq 1000 \\ 50 \leq L2, \mu\text{Гн} \leq 1000 \\ 0.01 \leq C1, \text{пФ} \leq 0.5 \end{cases}$$

Задание 3. Синтез активного фильтра нижних частот (АФНЧ). Принципиальная схема устройства, реализованного на операционном усилителе MAX4254 по схеме с двухконтурной обратной связью,



5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции УК-2, ПК-2

Задание 4. Многофункциональный синтез широкополосного транзисторного усилителя (ШПТУ). В данном задании необходимо осуществить синтез ШПТУ в рабочем диапазоне 0.1 – 75 МГц сначала по одной характеристике – требуемому коэффициенту передачи мощности $K_p(\omega)$, а затем по двум его частотным характеристикам (K_p и $F_{ЧХ}$). Усилительным элементом является биполярный СВЧ-транзистор средней мощности КТ627, включённый по схеме с общим эмиттером с резистивной нагрузкой R3 в коллекторной цепи.

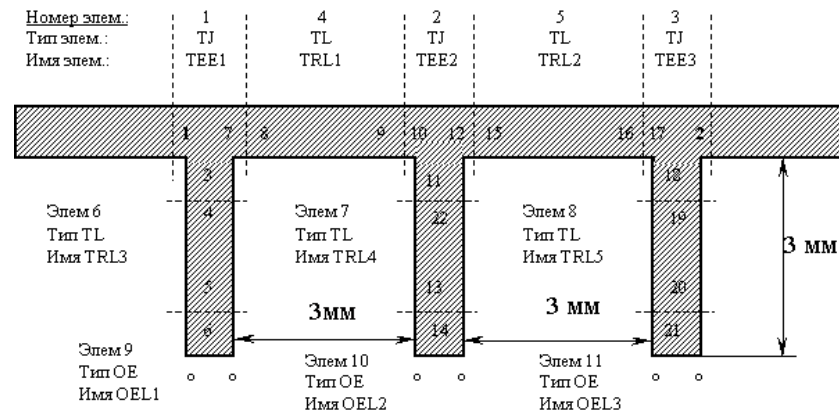


Варируемые параметры X (L1, C1, R2, L2, C2, L3, L4)

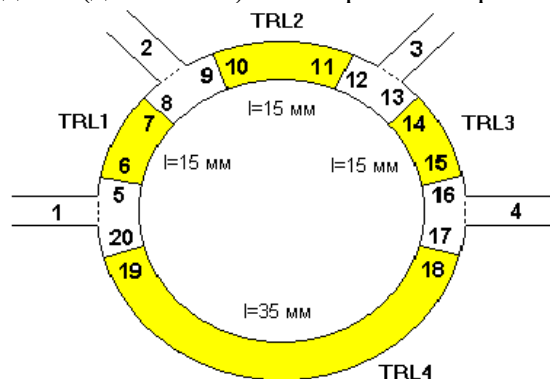
Задание 5. Многофункциональный синтез полосового фильтра на симметричной полосковой линии с зазорами. Фильтр реализован на СПЛ со следующими размерами (рис. 1): толщина линии $b=6,35$ мм, толщина проводника $l=0,03556$ мм, относительная диэлектрическая проницаемость $\epsilon_0 = 2,55$.

Ном. элем:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Тип элем:	GS	TL	GS	TL	GS	TL	GS	TL	GS	
Тракт	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Имя элем:	ZAZ1	LIN1	ZAZ2	LIN2	ZAZ3	LIN3	ZAZ4	LIN4	ZAZ5	

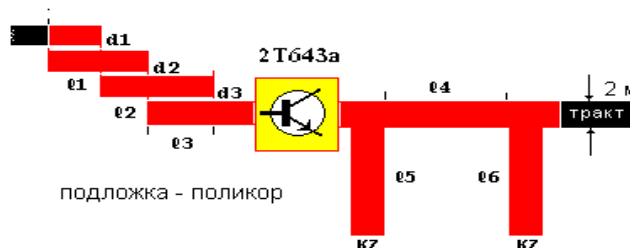
Задание 6. Многофункциональный синтез шлейфового фильтра нижних частот на микрополосковой линии. Фильтр реализован на МПЛ со следующими параметрами (рис. 2): толщина подложки $h=3,175$ мм, толщина проводника $l=0,03556$ мм, относительная диэлектрическая проницаемость $\epsilon_0=9,8$ (поликор).



Задание 7. Синтез направленного ответвителя (НО) на кольцевом гибридном соединении. НО реализован на МПЛ со следующими параметрами: толщина подложки $h=3,175$ мм, толщина проводника $l=0,03556$ мм, относительная диэлектрическая проницаемость $\epsilon_0=2,55$. На рисунке указаны исходные (до синтеза) геометрические размеры НО.



Задание 8. Многофункциональный синтез микрополоскового СВЧ усилителя на транзисторе 2Т643а. Во входной цепи усилителя включен полосовой фильтр на секциях связанных микрополосковых линий, а в выходной цепи – шлейфовый полосовой фильтр. Фильтры реализованы на МПЛ со следующими параметрами: толщина подложки $h=3,0$ мм, толщина проводника $l=0,03$ мм, относительная диэлектрическая проницаемость подложки $\epsilon_0=9,8$ (поликор). Транзистор 2Т643а задаётся его матрицей рассеяния, рассчитанной по теоретической модели.



Варьируемые параметры: $l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, d_1, d_2, d_3$

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-3

Оформить отчет по итогам выполнения зачетного задания.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ястребов И.П. Дискретизация непрерывных сигналов во времени. Теорема Котельникова. Электронное учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород. Нижегородский госуниверситет, 2012. 31 с. - <http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/files/diskretiz.pdf>
2. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] / Оппенгейм А., Шафер Р. - Издание 3-е, исправленное. - М. : Техносфера, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363295.html>
3. Монаков, А.А. Математическое моделирование радиотехнических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 148 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76276>
4. Моделирование систем и процессов : учебник для академического бакалавриата / В. Н. Волкова [и др.] ; под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 450 с. – Электронно-библиотечная система Юрайт.
5. Ушаков, Д.М. Введение в математические основы САПР: курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2011. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1311>
6. Струченков, В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2009. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13781>

б) дополнительная литература:

1. Сато, Ю. Без паники! Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/61023>
2. Малюх, В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1314>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://www.dsp-book.narod.ru>
2. <http://www.pselab.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещение представляет собой учебную аудиторию для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенное оборудованием и техническими средствами обучения: доска, мел, компьютер, подключенный к сети Интернет, оборудование для выполнения экспериментальных заданий.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 03.04.03 Радиофизика (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования РФ 07.08.2020 № 918).

Автор: к.т.н., доцент Бугров В.Н.

Рецензент: преподаватель Горбунов А.А.

Заведующий кафедрой: д.т.н., доцент Фитасов Е.С.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «14» ноября 2022 года, протокол № 08/22.