

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

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Спецлаборатории по информационным процессам и системам

---

Уровень высшего образования  
Магистратура

---

Направление подготовки / специальность  
03.04.03 - Радиофизика

---

Направленность образовательной программы  
Информационные процессы и системы

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.07 Специальные лаборатории по информационным процессам и системам относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1: Понимает структуру жизненного цикла проекта УК-2.2: Организует жизненный цикл проекта в соответствии с его спецификой	УК-2.1: Знать: этапы выполнения лабораторной работы и эксперимента Уметь: составлять график работы и следовать назначенному плану выполнения работы Владеть: навыками выполнения всех этапов экспериментальной работы  УК-2.2: Знать: основные принципы планирования эксперимента Уметь: планировать и проектировать эксперимент Владеть: навыками выполнения всех этапов экспериментальной работы	Задания	Зачёт: Контрольные вопросы
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 ПК-1.2: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников	ПК-1.1: 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	Задания	Зачёт: Контрольные вопросы

	<p>ПК-1.3: Использует современные информационные и коммуникационные технологии сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования</p>	<p>банных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований</p> <p>ПК-1.2: 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</p> <p>ПК-1.3: Знать: современные информационные и коммуникационные технологии сбора теоретических и эмпирических данных Уметь: анализировать и представлять полученные результаты исследования Владеть: навыками использования современных информационных и коммуникационных технологий сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования</p>		
<p>ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области физики и</p>	<p>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. ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы</p>	<p>ПК-2.1: 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</p>	Задания	<p>Зачёт: Контрольные вопросы</p>

<p>радиофизики и оформлять их результаты</p>	<p>исследования в соответствии с типом поставленной задачи</p> <p>ПК-2.3: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР</p> <p>ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики</p>	<p>моделирования различных явлений в области физики и радиофизики</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Знать: современные подходы к моделированию различных явлений</p> <p>Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования</p> <p>Владеть: навыками проведения моделирования или эксперимента для решения конкретной научно-исследовательской задачи</p> <p>ПК-2.3:</p> <p>Знать: основные принципы организации научного исследования</p> <p>Уметь: анализировать процесс выполнения научного исследования и, в случае необходимости, корректировать план исследования на определенных этапах</p> <p>Владеть: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов</p> <p>ПК-2.4:</p> <p>Знать: современные подходы к оценке полученных результатов в области своей профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: анализировать полученные данные, формулировать выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики</p> <p>Владеть: навыками оценки полученных результатов и формулировки выводов для</p>		
--	--	---	--	--

		выполненной научно-исследовательской задачи		
ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок	<p>ПК-3.1: Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>ПК-3.2: Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу</p> <p>ПК-3.3: Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика</p>	<p>ПК-3.1:</p> <p>Знать: основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации</p> <p>Уметь: применять заданные требования и правила к оформлению рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>Владеть: навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров, публикаций</p> <p>ПК-3.2:</p> <p>Знать: основные способы представления и продвижения результатов НИР</p> <p>Уметь: структурировать презентационный материал, выделять основные результаты деятельности для их представления и расставлять акценты</p> <p>Владеть: навыками представления результатов НИР перед научным и академическим сообществом</p> <p>ПК-3.3:</p> <p>Знать: основные этапы подготовки НИР и составления проекта НИР</p> <p>Уметь: анализировать проектную документацию на выполнение НИР</p> <p>Владеть: навыками составления части проектной документации для проведения НИР</p>	Задания	Зачёт: Контрольные вопросы

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
--	-------

<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>0</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>32</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b>
	<b>Зачёт</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование 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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
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
Тема 3. 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	32	33	39

### Содержание разделов и тем дисциплины

#### 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.

#### 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.

#### Тема 3. 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.

#### Тема 4. Оптимальное проектирование радиоэлектронных устройств

#### Тема 5. Моделирование и синтез микрополосковых устройств

Практические 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.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 32 ч.

### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

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  $T$  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 Рош 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?

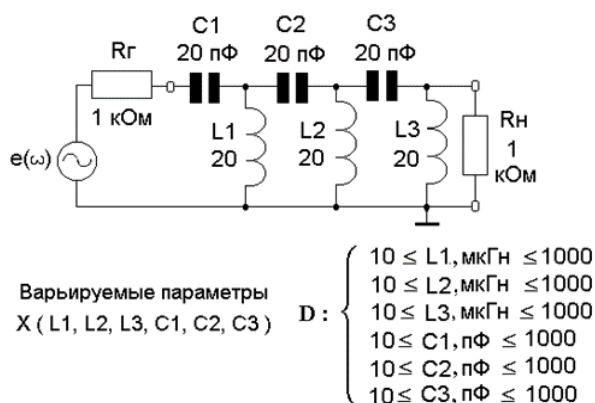


## 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

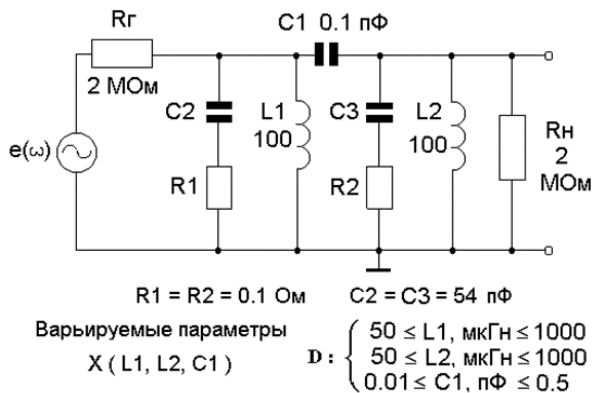
### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

#### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции УК-2:

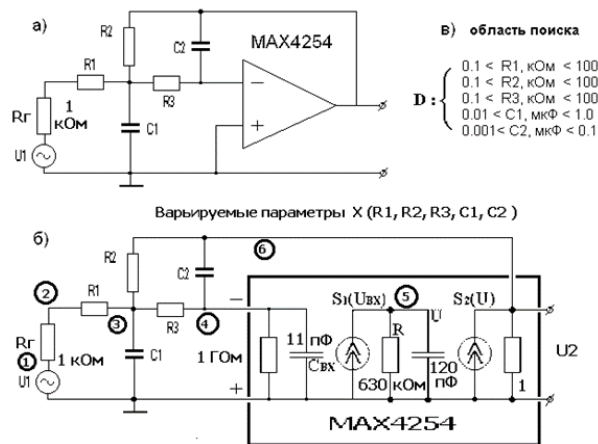
**Задание 1.** Осуществить синтез пассивного фильтра верхних частот (ФВЧ) по следующей принципиальной схеме



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

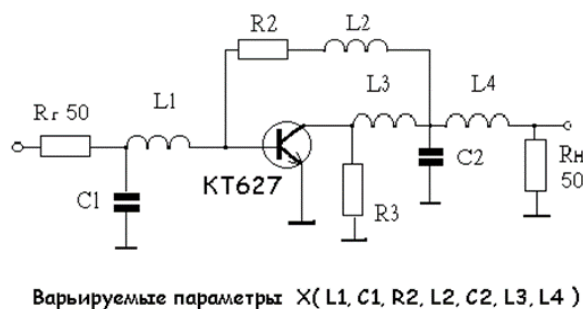


**Задание 3.** Синтез активного фильтра нижних частот (АФНЧ). Принципиальная схема устройства, реализованного на операционном усилителе MAX4254 по схеме с двухконтурной обратной связью,

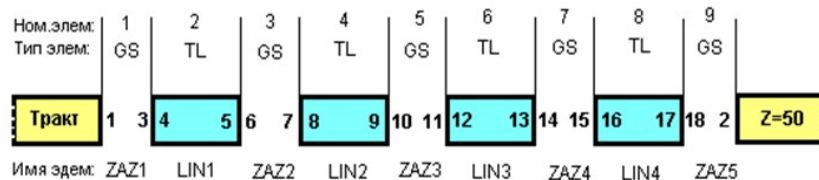


### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

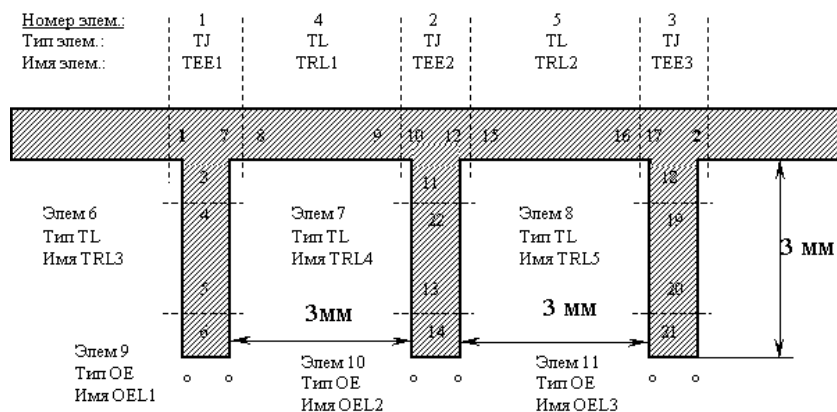
**Задание 4.** Многофункциональный синтез широкополосного транзисторного усилителя (ШПТУ). В данном задании необходимо осуществить синтез ШПТУ в рабочем диапазоне 0.1 – 75 МГц сначала по одной характеристике – требуемому коэффициенту передачи мощности  $K_p(w)$ , а затем по двум его частотным характеристикам ( $K_p$  и ФЧХ). Усильтельным элементом является биполярный СВЧ-транзистор средней мощности КТ627, включённый по схеме с общим эмиттером с резистивной нагрузкой  $R_3$  в коллекторной цепи.



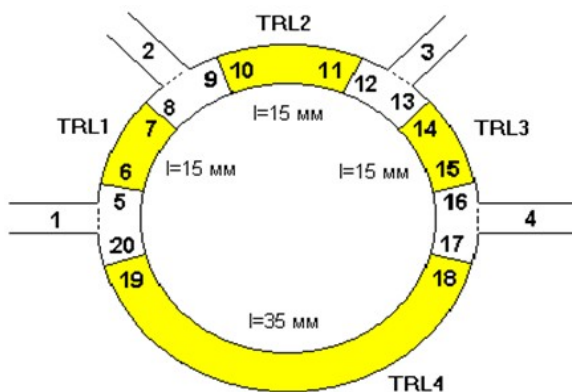
**Задание 5.** Многофункциональный синтез полосового фильтра на симметричной полосковой линии с зазорами. Фильтр реализован на СПЛ со следующими размерами (рис. 1): толщина линии  $b=6,35$  мм, толщина проводника  $l=0,03556$  мм, относительная диэлектрическая проницаемость  $\epsilon_0 = 2,55$ .



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.



### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

**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: l1, l2, l3, l4, l5, l6, d1, d2, d3

#### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

Оформить отчет по итогам выполнения зачетного задания.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

#### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

##### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения 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 от	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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несуществе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	ответа			ошибок	нных ошибок		
<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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<b>превосходно</b>	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
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	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	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### **5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-2**

1. Дискретные сигналы (последовательности) и их представление. Синусоиды дискретного времени и их особенности в сравнении с синусоидами непрерывного времени
2. Дискретизация сигналов непрерывного времени: теорема отсчетов для видеосигналов (формулировка и доказательство)
3. Дискретизация сигналов непрерывного времени: теорема отсчетов для радиосигналов (формулировка и доказательство)
4. Частотно-временные деформации дискретного сигнала: уменьшение частоты дискретизации в целое число раз (прореживание, децимация); увеличение частоты дискретизации в целое число раз (интерполяция)
5. Алгоритмы работы оптимальных обнаружителей и различителей детерминированных сигналов на фоне аддитивного гауссова шума
6. Алгоритмы работы оптимальных обнаружителей и различителей радиосигналов со случайными начальными фазами на фоне аддитивного гауссова шума

#### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1**

7. Алгоритмы работы оптимальных обнаружителей и различителей радиосигналов со случайными начальными фазами и случайными амплитудами на фоне аддитивного гауссова шума
8. Алгоритмы работы оптимального обнаружителя гауссова случайного процесса на фоне аддитивного гауссова шума
9. Алгоритмы работы оптимальных измерителей параметров детерминированных сигналов (в том числе амплитуды, начальной фазы) на фоне аддитивного гауссова шума
10. Алгоритмы работы оптимальных измерителей параметров радиосигнала со случайной начальной фазой (в том числе амплитуды, задержки, доплеровского смещения частоты) на фоне аддитивного гауссова шума
11. Алгоритмы оптимальной фильтрации гауссова случайного информационного процесса, переносимого радиосигналом при мешающем действии аддитивного гауссова шума
12. Основные этапы проектирования радиотехнических систем

#### **5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2**

13. Современные методы принятия решений и их применение в проектировании
14. Структурно-функциональное описание объекта проектирования. Функциональные показатели и внутренняя структура
15. Прямая и обратная задачи проектирования (анализ, синтез).
16. Основные приближения при моделировании аналоговых и цифровых устройств .
17. Классификация задач проектирования РЭУ и современные требования (тенденции) к синтезу
18. Методы структурного проектирования. Принципиальные достоинства морфологического метода.

#### **5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3**

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

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. Ястребов И. П. Дискретизация непрерывных сигналов во времени. Теорема Котельникова : электронное учебно-методическое пособие / Ястребов И. П. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И.

- Лобачевского, 2012. - 31 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Математика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729811&idb=0>.
2. Оппенгейм А. В. Цифровая обработка сигналов / пер. с англ. В. А. Лексаченко, В. Г. Челпанова ; под ред. С. Я. Шаца. - М. : Связь, 1979. - 416 с. : ил. - 2.60., 1 экз.
3. Борисов Юрий Петрович. Математическое моделирование радиотехнических систем и устройств. - М. : Радио и связь, 1985. - 177 с. : ил. - (Библиотека радиоинженера. Современная радиоэлектроника ; вып. 19). - 0.45., 1 экз.
4. Моделирование систем и процессов : Учебник для вузов / под ред. Волковой В.Н., Козлова В.Н. - Москва : Юрайт, 2021. - 450 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-7322-8. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=762716&idb=0>.
5. Ушаков Д.М. Введение в математические основы САПР : учебное пособие / Ушаков Д.М. - Москва : ДМК-пресс, 2015. - 208 с. - ISBN 978-5-97060-278-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=868771&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Сато Ю. Без паники! Цифровая обработка сигналов : монография / Сато Ю. - Москва : ДМК-пресс, 2017. - 176 с. - ISBN 978-5-97060-430-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=868802&idb=0>.
2. Малюх В.Н. Введение в современные САПР : учебное пособие / Малюх В.Н. - Москва : ДМК-пресс, 2014. - 192 с. - ISBN 978-5-94074-986-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=773006&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

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

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 по направлению подготовки/специальности 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Бугров Владимир Николаевич, кандидат технических наук, доцент.

Рецензент(ы): Горбунов Александр Александрович.



Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023, протокол № 09/23.