

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**

Методы оптимизации и оптимального управления

---

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.04 Методы оптимизации и оптимального управления 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
ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области физики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности	<p>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</p> <p>ПК-1.2: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников</p> <p>ПК-1.3: Использует современные информационные и коммуникационные технологии сбора теоретических и эмпирических данных, их анализа и представления полученных результатов исследования</p>	<p>ПК-1.1:</p> <p>Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области своей профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: определять наиболее актуальные направления исследований в области профессиональной деятельности</p> <p>Владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований</p> <p>ПК-1.2:</p> <p>Знать: современные информационные и коммуникационные технологии сбора и анализа большого объема данных</p> <p>Уметь: систематизировать и анализировать данные большого объема</p> <p>Владеть: навыками работы с большим объемом данных, полученных из различных источников</p> <p>ПК-1.3:</p> <p>Знать: современные</p>	Задания	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>информационные и коммуникационные технологии сбора теоретических и эмпирических данных</p> <p>Уметь: анализировать и представлять полученные результаты исследования</p> <p>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 радиофизики и оформлять их результаты</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.</p> <p>ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы 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>ПК-2.1:</p> <p>Знать: современное состояние исследований, современные подходы к описанию различных явлений в области своей профессиональной деятельности</p> <p>Уметь: анализировать современное состояние исследований в области физики и радиофизики</p> <p>Владеть: навыками 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>	Задания	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p><b>ПК-2.3:</b>  <i>Знать: основные принципы организации научного исследования</i>  <i>Уметь: анализировать процесс выполнения научного исследования и, в случае необходимости, корректировать план исследования на определенных этапах</i>  <i>Владеть: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов</i></p> <p><b>ПК-2.4:</b>  <i>Знать: современные подходы к оценке полученных результатов в области своей профессиональной деятельности</i>  <i>Уметь: анализировать полученные данные, формулировать выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики</i>  <i>Владеть: навыками оценки полученных результатов и формулировки выводов для выполненной научно-исследовательской задачи</i></p>		
<p><i>ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок</i></p>	<p><i>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</i>  <i>ПК-3.2: Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу</i>  <i>ПК-3.3: Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и</i></p>	<p><b>ПК-3.1:</b>  <i>Знать: основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации</i>  <i>Уметь: применять заданные требования и правила к оформлению рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</i>  <i>Владеть: навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров, публикаций</i></p> <p><b>ПК-3.2:</b></p>	<p><i>Задания</i></p>	<p><i>Экзамен:  Контрольные вопросы</i></p>

	<p>проектных работ по направленности Радиофизика</p>	<p>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</p> <p>ПК-3.3: 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</p>		
--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	2
самостоятельная работа	29
Промежуточная аттестация	45 Экзамен

#### 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	Самостоятельная

		взаимодействии с преподавателем), часы из них			работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Тема 1. Введение. Основные методологии принятия решений	5	2		2	3
Тема 2. Структурно-функциональное описание информационной системы. Прямая и обратная задача исследования	12	6		6	6
Тема 3. Оптимизация как эффективная методика принятия решений	12	6		6	6
Тема 4. Численные методы поисковой оптимизации	12	8		8	4
Тема 5. Решение математических и прикладных задач методами оптимизации.	12	6		6	6
Тема 6. Понятие оптимального и эффективного управления. Принцип максимума Понтрягина. Решение прикладных задач	8	4		4	4
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	108	32	0	34	29

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение. Основные методологии принятия решений

Тема 2. Структурно-функциональное описание информационной системы. Прямая и обратная задача исследования

Тема 3. Оптимизация как эффективная методика принятия решений

Тема 4. Численные методы поисковой оптимизации

Тема 5. Решение математических и прикладных задач методами оптимизации.

Тема 6. Понятие оптимального и эффективного управления. Принцип максимума Понтрягина. Решение прикладных задач

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 - 4 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 - экзамен.

Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы

- 1) Неформализованные подходы к принятию решений
- 2) Структурно-функциональное описание объекта
- 3) Функциональные показатели и внутренняя структура
- 4) Основные задачи исследования (экспертиза, синтез)
- 5) Классификация задач синтеза
- 6) Методы структурного синтеза
- 7) Оптимизация как эффективная инвариантная методология синтеза
- 8) Поисковая минимизация. Поисковый алгоритм
- 9) Алгоритмы локальной минимизации
- 10) Алгоритмы глобальной минимизации
- 11) Основные методы отыскания эффективных решений (методы формирования целевых функционалов)
- 12) Понятие оптимального управления. Критерий максимума Понтрягина

## **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 ПК-1:**

*Задание 1.* Методами оптимизации решить следующую систему уравнений

$$\begin{cases} 5p^2 - 3q + 1 = 0 \\ 3 \cdot \cos^2(p-1) - \sin(q-2p) - 3 = 0 \end{cases} \quad -5 \leq p, q \leq 5$$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

*Задание 2.* Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

$$p^2 - 8p + 7 = 0 \quad 0 \leq p \leq 8$$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

*Задание 3.* Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

$$p^3 - 6p^2 + 11p - 6 = 0 \quad -1 \leq p \leq 5$$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

*Задание 4.* Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

$$p^3 - 9p^2 + 23p - 15 = 0 \quad 0 \leq p \leq 10$$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

*Задание 5.* Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

$$p^3 - 6p^2 + 11p - 6 = 0 \quad -1 \leq p \leq 5$$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

*Задание 6.* Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

$$p^4 - 3p^3 - 65p^2 + 219p - 280 = 0 \quad -10 \leq p \leq 10$$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

*Задание 7.* Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

$$p^3 - 6p^2 + 11p - 6 = 0 \quad -1 \leq p \leq 5$$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

*Задание 8.* Методами оптимизации решить следующую математическую задачу  
 $\sin^2(p-1) + \ln p = 0$   $0,2 \leq p \leq 5$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

*Задание 9.* Методами оптимизации решить следующую математическую задачу  
 $3 \sin^2(p-2) + \cos(4-2p) - 1 = 0$   $0 \leq p \leq 4$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

*Задание 10.* Методами оптимизации решить следующую систему уравнений  
$$\begin{cases} \sin(q-2p) + \ln p = 0 \\ 3 \cdot \cos(p-1) - p - q = 0 \end{cases} \quad 0,5 \leq p, q \leq 5$$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

*Задание 11.* Методами оптимизации решить следующую систему неравенств  
$$\begin{cases} \sin(q-3p) + e^{p-1} < 0 \\ 5 \cdot \cos^2(p-1) - 2(q-p) < 0 \end{cases} \quad 0 \leq p, q \leq 5$$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

*Задание 12.* Методами оптимизации решить следующую математическую задачу  
 $3 \sin^2(p-2) + \cos(4-2p) - 1 = 0$   $0 \leq p \leq 4$

На языке C++ написать программу расчёта целевой функции данной задачи.

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

Задание 1. Какие творческие подходы к принятию решений вы знаете?

Задание 2. Как можно решать творческую задачу при отсутствии её формализации?

Задание 3. Какие приближения используются для моделирования современных радиоэлектронных систем и технологий?

Задание 4. Как применять методы оптимизации для решения базов радиофизических задач?

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

Задание 5. Как управлять системами или процессами при наличии множества критериев?

Задание 6. Какие программные продукты и ресурсы Интернет в области принятия решений и оптимизации вы знаете?

Задание 7. Приведите примеры математического моделирования радиофизических объектов или процессов.

Задание 8. В чём состоит особенность использования компьютерных экспертных систем при решении задач производственной и технологической деятельности?

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
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»
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»

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

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
		не зачтено		зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний	Уровень знаний ниже	Минимально	Уровень знаний в	Уровень знаний в	Уровень знаний в	Уровень знаний в

	теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	минимальных требований. Имели место грубые ошибки	допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	объеме, превышающем программу подготовки.
<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 некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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»

<b>не зачтено</b>	<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 ПК-1**

1. Принятие решений. Неформализованные и формализованные подходы к принятию решений.
2. Методы перебора, мозговой атаки и эвристических приемов. Их особенности и недостатки.
3. Структурно-функциональное описание объекта оптимизации. Функциональные показатели и внутренняя структура.
4. Основные задачи исследования (экспертиза, синтез)
5. Основные приближения при моделировании аналоговых РЭУ.
6. Современные модели цифровой фильтрации. Рекурсивные и нерекурсивные фильтры.
7. Классификация задач синтеза и современные требования (тенденции) к синтезу РЭУ.
8. Методы структурного синтеза систем. Принципиальные достоинства морфологического метода.

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

9. Основные этапы морфологического метода анализа и синтеза технических решений.
10. Классические методы синтеза РЭУ. Их недостатки.
11. Оптимизация как эффективная инвариантная методология синтеза. Общая задача векторной оптимизации.
12. Понятие эффективного (паретовского) решения векторной экстремальной задачи.
13. Относительные показатели функционирования РЭУ. Их формирование.
14. Скаляризация векторной экстремальной задачи.

15. Поисковая минимизация. Поисковый алгоритм. Алгоритмы локальной минимизации.
16. Алгоритмы глобальной минимизации. Основные критерии их оценки.

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

17. Алгоритм Нелдера-Мида. Глобальный симплексный и глобальный сеточный алгоритмы. Принципы их работы.
18. Основные методы отыскания эффективных решений (методы формирования целевых функционалов). Метод главного критерия.
19. Метод обобщённого критерия. Его особенности.
20. Метод минимаксного критерия. Его особенности.
21. Метод последовательных уступок. Его особенности.
22. Основные способы формирования функции качества (цели) в задачах с групповой иерархией критериев. Метод комбинированного критерия.
23. Понятие оптимального управления. Критерий максимума Понтрягина.
24. Понятие эффективного управления. Достоинства и недостатки.

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

Оценка	Критерии оценивания
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

Оценка	Критерии оценивания
	этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
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»

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

Основная литература:

1. Денисов В. П. Радиотехнические системы / Денисов В. П., Дудко Б. П. - Москва : ТУСУР, 2012. - 334 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=711386&idb=0>.
2. Методы оптимизации: Курс лекций / Розова В.Н., Максимова И.С. - Москва : РУДН, 2010., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=639063&idb=0>.
3. Струченков Валерий Иванович. Дискретная оптимизация. Модели, методы, алгоритмы решения прикладных задач : Практическое пособие / РТУ МИРЭА. - Москва : Издательство "СОЛОН-Пресс", 2020. - 192 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-91359-181-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=792416&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Введение в специальность "Радиоэлектронные системы" / Митрохин В.Н. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=642955&idb=0>.
2. Кривошеев Валерий Иванович. Синтез оптимальных приемных устройств радиосигналов на фоне помех : учеб. пособие : для студентов ННГУ, обучающихся по специальностям 010801 "Радиофизика и электроника", 090106 "Информационная безопасность телекоммуникационных систем" / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2009. - 128 с. - ISBN 978-5-91326-087-1 : 157.33., 16 экз.
3. Процессы и задачи управления проектами информационных систем / Корячко В.П., Таганов А.И. - Москва : Горячая линия - Телеком, 2014., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=646325&idb=0>.
4. Болтянский Владимир Григорьевич. Математические методы оптимального управления. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1969. - 408 с. : с черт. - 1.45., 30 экз.

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

Не используется.

## 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.