

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 Ученого совета ННГУ

протокол № 8 от 24.09.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Методы оптимизации и исследования операций

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Информационные системы и технологии

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.13 Методы оптимизации и исследования операций относится к обязательной части 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
ОПК-2: Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение, в том числе отечественного происхождения, для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1: Знает основные положения и концепции в области программирования, архитектуру языков программирования, теории коммуникации, знает основную терминологию, знаком с содержанием Единого Реестра Российских программ ОПК-2.2: Умеет анализировать типовые языки программирования, составлять программы ОПК-2.3: Имеет практический опыт решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций	ОПК-2.1: Знание основные положения и концепции в области программирования, архитектуру языков программирования, теории коммуникации, знает основную терминологию, знаком с содержанием Единого Реестра Российских программ ОПК-2.2: Навык анализировать типовые языки программирования, составлять программы ОПК-2.3: Навык решения задач анализа, интеграции различных типов программного обеспечения, анализа типов коммуникаций	Аудиторная контрольная работа Собеседование Задания	Экзамен: Контрольные вопросы Практическая задача
ОПК-3: Способен к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных	ОПК-3.1: Знает методы теории алгоритмов, методы системного и прикладного программирования, основные положения и концепции в области математических, информационных и имитационных моделей ОПК-3.2: Умеет соотносить знания в	ОПК-3.1: Умение применения методов теории алгоритмов, методы системного и прикладного программирования, основные положения и концепции в области математических, информационных и имитационных моделей ОПК-3.2:	Собеседование Задания	Экзамен: Практическая задача Контрольные вопросы

ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	области программирования, интерпретацию прочитанного, определять и создавать информационные ресурсы глобальных сетей, образовательного контента, средств тестирования систем ОПК-3.3: Имеет практический опыт применения разработки программного обеспечения	Навык сопоставления знания в области программирования, интерпретацию прочитанного, определять и создавать информационные ресурсы глобальных сетей, образовательного контента, средств тестирования систем ОПК-3.3: Навык практической разработки программного обеспечения		
---	---	---	--	--

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	22
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	22
- КСР	2
самостоятельная работа	17
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			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		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	
Тема 1 Введение. Основ-ные методологии принятия решений	2	2		2	

Тема 2. Формальное описание системы. Прямая и обратная задача исследования операций	6	4	2	6	
Тема 3. Оптимизация как эффективная методика принятия решений	8	4	4	8	
Тема 4. Численные методы поисковой оптимизации	17	4	8	12	5
Тема 5. Решение математических задач методами оптимизации электронных систем и базовых задач исследования операций	10	4	4	8	2
Тема 6. Решение задач синтеза радиоэлектронных систем и базовых задач исследования операций	18	4	4	8	10
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	108	22	22	46	17

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Введение. Основные методологии принятия решений

Тема 2. Формальное описание системы. Прямая и обратная задача исследования операций

Тема 3. Оптимизация как эффективная методика принятия решений

Тема 4. Численные методы поисковой оптимизации

Тема 5. Решение математических задач методами оптимизации электронных систем и базовых задач исследования операций

Тема 6. Решение задач синтеза радиоэлектронных систем и базовых задач исследования операций

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.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД, Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

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 - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Основные требования информационной безопасности, защиты государственной тайны
2. Базовые технологии обработки информации в компьютерных системах переработки информации, принятия решений и оптимизации

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:

1. Основные профессиональные стандарты информационных технологий
2. В чём сущность оптимизации как базовой методологии исследования операций?
3. Какие программные продукты и ресурсы Интернет в области оптимизации, управления качеством вы знаете?
4. Как осуществлять мониторинг в задачах эффективного управления качеством?
5. Как формировать целевые функции в прикладных задачах исследования операций
6. В чём состоит особенность использования компьютерных экспертных систем при решении задач производственной и технологической деятельности?
7. Какие основные отличия методики поисковой оптимизации от оптимизации аналитической?
8. В чём состоит методика эффективного решения задач производственной и технологической деятельности?
9. Приведите примеры математического моделирования аналоговых и цифровых радиофизических объектов или процессов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень ответа на вопросы выше минимального, допустимы неточности
не зачтено	Низкий уровень ответа на вопросы, грубые ошибки

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

Задание 1

Какие творческие подходы к принятию решений, исследованию операций вы знаете?

Задание 2

Как можно решать творческую задачу при отсутствии её формализации?

Задание 3

Назовите основные технологии обработки информации в компьютерных системах переработки информации, принятия решений и оптимизации

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

Задание 1

Какие программные продукты и ресурсы в области мониторинга и управления качеством вы знаете?

Задание 2

Как работает морфологическая система принятия решений, оптимизации?

Задание 3

В чём состоит особенность использования компьютерных экспертных систем при решении задач оптимизации и исследования операций?

Задание 4

Написать программу расчёта целевой функции на языке высокого уровня.

Задание 5

Какие приближения используются для моделирования современных радиоэлектронных систем и технологий?

Задание 6

Как применять методы оптимизации, автоматизации проектирования для решения базов радиофизических задач ?

Задание 7

Назовите основные методы формирования целевых функций в прикладных задачах оптимизации и управления.

Задание 8

Назовите основные отличия методики поисковой оптимизации от аналитической оптимизации в задачах производственной и технологической деятельности

Задание 9

В чём состоит разработка программных решений на базе объектно-ориентированного проектирования?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень ответа на вопросы выше минимального, допустимы неточности
не зачтено	Низкий уровень ответа на вопросы, грубые ошибки

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 ответа	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 несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных	При решении стандартных	Продемонстрированы	Продемонстрированы	Продемонстрированы	Продемонстрированы	Продемонстрированы все

	умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	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	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».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	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 ОПК-2

1. Неформализованные и формализованные подходы к принятию решений

5. Прямая и обратная задачи исследования операций

6 Классификация задач оптимизации и современные требования (тенденции) к синтезу

7. Методы структурной оптимизации. Принципиальные достоинства морфологического метода.

8. Классические методы синтеза. Их недостатки.

10. Понятие эффективного (паретовского) решения векторной экстремальной задачи.

11. Относительные функциональные показатели . Их формирование.

12. Скаляризация векторной экстремальной задачи. Задача математического программирования в общей трактовке.

13. Поисковая минимизация. Поисковый алгоритм. Алгоритмы локальной минимизации.

14. Алгоритмы глобальной минимизации. Основные критерии их оценки.

16. Основные способы формирования функции качества (цели) в задачах с групповой иерархией критериев. Метод комбинированного критерия

17. Метод минимаксного критерия. Его особенности.

18. Метод обобщенного критерия. Его особенности.

19. Задача организация производства, как типовая задача исследования операций

20. Задачи оптимального проектирования

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

1. Неформализованные и формализованные подходы к принятию решений
2. Понятие операции, задача исследования операций
3. Базовые задачи исследования операций.
4. Структурно-функциональное описание объекта оптимизации. Функциональные показатели и внутренняя структура
6 Классификация задач оптимизации и современные требования (тенденции) к синтезу
7. Методы структурной оптимизации. Принципиальные достоинства морфологического метода.
9. Оптимизация как эффективная инвариантная методология синтеза. Общая задача векторной оптимизации.
15. Основные методы отыскания эффективных решений (методы формирования целевых функционалов). Метод главного критерия.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических занятиях. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из

Оценка	Критерии оценивания
	практики. Студент активно работал на практических занятиях.Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях.Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях.Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при характеристике нормативно-правовой базы валютного регулирования, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия.Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий.Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий.Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Практическая задача) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

Задание 1.

. Методами оптимизации решить следующую систему уравнений

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

Задание 2.

Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

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

Задание 3.

. Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

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

Задание 4.

. Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

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

Задание 5.

. Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

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

Задание 6.

. . Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

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

Задание 7.

. Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

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

Задание 8.

. . Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

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

Задание 9.

. . Методами оптимизации решить следующую математическую задачу

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

Задание 10.

. . . Методами оптимизации решить следующую систему уравнений

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

Задание 11.

. . . Методами оптимизации решить следующую систему неравенств

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

Задание 12.

. Методами оптимизации решить следующую математическую задачу.

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

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

Основная литература:

1. Струченков Валерий Иванович. Прикладные задачи оптимизации. Модели, методы, алгоритмы : Практическое пособие / РТУ МИРЭА. - Москва : Издательство "СОЛОН-Пресс", 2020. - 314 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-91359-191-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=792433&idb=0>.
2. Бурина Наталья Сергеевна. Автоматизированный расчет НДС и оптимизация по массе конструкций вращения на основе метода подконструкций и имитационного подхода : дис. ... канд. техн. наук : 01.02.04 / Горьковский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Горький, 1986. - 123 с. - Библиогр.: с. 107 - 123., 1 экз.
3. Банди Брайан. Методы оптимизации : ввод. курс / пер. с англ. О. В. Шихеевой ; под ред. В. А. Волынского. - М. : Радио и связь, 1988. - 127, [1] с. : ил. - 0.60., 1 экз.
4. Васин Александр Алексеевич. Исследование операций : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Приклад. математика и информатика", "Приклад. математика". - М. : Академия, 2008. - 464 с. - (Университетский учебник. Прикладная математика и информатика" / отв. ред. Ю. И. Димитриенко). - ISBN 978-5-7695-4190-2 : 473.00., 1 экз.
5. Ржевский Сергей Владимирович. Исследование операций : учеб. пособие. - СПб. : Лань, 2013. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1480-2 : 470.00., 1 экз.
6. Болотский А. В. Исследование операций и методы оптимизации / Болотский А. В., Кочеткова О. А. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 116 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-8114-4568-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=918011&idb=0>.
7. Гончаров В. А. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров. - Москва : Юрайт, 2023. - 211 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-16112-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=871779&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Анциферов Евгений Георгиевич. Методы оптимизации и их приложения. Ч. 1. Математическое программирование / отв. ред. А. П. Меренков ; АН СССР, Сиб. отд-ние, Сиб. энергет. ин-т. - Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1990. - 160 с. : ил. - ISBN 5-02-029658-9 : 2.10., 4 экз.
2. Гасников А. В. Современные численные методы оптимизации. Метод универсального градиентного спуска : учебное пособие / Гасников А. В. - 2-е изд., испр. - Москва : МЦНМО, 2021. - 272 с. - Книга из коллекции МЦНМО - Математика. - ISBN 978-5-4439-3614-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=828737&idb=0>.
3. Агаханов С. А. Лекции по дисциплине «Исследование операций» : учебно-методическое пособие / Агаханов С. А. - Махачкала : ДГПУ, 2023. - 62 с. - Книга из коллекции ДГПУ - Информатика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=897455&idb=0>.

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

<https://e.lanbook.com/>

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703833186.html>

<http://znanium.com>

<https://biblio-online.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 ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

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

Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023г., протокол № 09/23.