

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Методы оптимизации

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

---

Направленность образовательной программы

Общий профиль

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.19 Методы оптимизации 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-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знает основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и основную терминологию ОПК-1.2: Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты. ОПК-1.3: Имеет практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знает, как применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при решении практических задач  ОПК-1.2: Знает, как применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при решении практических задач  ОПК-1.3: Знает, как применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук при решении практических задач	Собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-1: Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим	ПК-1.1: Знает методы обработки и интерпретации данных научных исследований. ПК-1.2: Умеет собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований. ПК-1.3: Имеет практический опыт сбора,	ПК-1.1: Знает методы обработки современных научных исследований и умеет их применять при решении практических задач в области математики и (или) естественных наук  ПК-1.2: Знает методы обработки	Тест	Экзамен: Тест

научным и профессиональным проблемам	обработки и интерпретации данных научных исследований.	современных научных исследований и умеет их применять при решении практических задач в области математики и (или) естественных наук  ПК-1.3: Знает методы обработки современных научных исследований и умеет их применять при решении практических задач в области математики и (или) естественных наук		
--------------------------------------	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>10</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>20</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>76</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b>
	<b>Экзамен</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	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Введение: постановки задач нелинейного математического программирования, многокритериальные задачи. Динамическое	21	2	4	6	15

программирование. Introduction: formulation of nonlinear mathematical programming problems, multicriteria problems. Dynamic programming.					
Тема 2. Элементы выпуклого анализа. Теория условий оптимальности. Elements of convex analysis. The theory of optimality conditions.	21	2	4	6	15
Тема 3. Численные методы безусловной локальной оптимизации. Numerical methods of unconditional optimization of the local	21	2	4	6	15
Тема 4. Методы учета функциональных ограничений в локальной оптимизации. Methods of accounting for functional constraints in local optimization	21	2	4	6	15
Тема 5. Численные методы многоэкстремальной оптимизации. Numerical methods for multiextremal optimization	22	2	4	6	16
Аттестация	36				
КСР	2			2	
Итого	144	10	20	32	76

### Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1 Введение: постановки задач нелинейного математического программирования, многокритериальные задачи. Динамическое программирование. Introduction: formulation of nonlinear mathematical programming problems, multicriteria problems. Dynamic programming.

Тема 2. Элементы выпуклого анализа. Теория условий оптимальности. Elements of convex analysis. The theory of optimality conditions.

Тема 3. Численные методы безусловной локальной оптимизации. Numerical methods of unconditional optimization of the local

Тема 4. Методы учета функциональных ограничений в локальной оптимизации. Methods of accounting for functional constraints in local optimization.

Тема 5. Численные методы многоэкстремальной оптимизации. Numerical methods for multiextremal optimization

#### 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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "-" (-).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

#### 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-1:

Примеры вопросов для собеседования:

1.Предмет дисциплины. Классификация задач оптимизации, различные трактовки понятия решения. Задачи векторной и скалярной оптимизации. The subject of the discipline. Classification of optimization problems, various interpretations of the concept of solutions
2. Математические модели задач динамического программирования с дискретным временем. Mathematical models of dynamic programming problems with discrete time. The Bellman principle in the form of a necessary and sufficient condition
3. Элементы выпуклого анализа. Теория условий оптимальности. Elements of convex analysis. The theory of optimality conditions

### Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент отвечает на вопросы без ошибок или с негрубыми ошибками.
не зачтено	Студент отвечает на вопросы с грубыми ошибками или отказывается от ответа.

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

Примеры заданий:

1. Понятие метода поисковой оптимизации, модель задачи оптимизации/ The concept of search engine optimization method, optimization problem model
1. Понятие численного метода оптимизации. Классификация методов. Пассивные и исследовательские алгоритмы. Методы второго, первого порядков, методы прямого поиска./ The concept of numerical optimization method. Classification of methods. Passive and research algorithms. Second-order, first-order methods, direct search methods.
2. Принцип наилучшего гарантированного результата, оптимальность алгоритма/ The principle of the best guaranteed result, the optimality of the algorithm.

Полный перечень приведен в ФОС дисциплины.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Более половины заданий выполнено.
не зачтено	Выполнено менее половины заданий.

### 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 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 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 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	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 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
	<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 ОПК-1

Примеры вопросов:

1. Общая постановка задачи математического программирования. Целевая функция, функции ограничений, допустимая область. General statement of the problem of mathematical programming. The objective function, functions, limits, allowable area
2. Понятия локального и глобального экстремумов. Геометрическое представление задачи: поверхность равного уровня, градиент и его свойства. Concepts of local and global extrema. Geometric representation of the problem: the surface of equal level, gradient and its properties
3. Элементы выпуклого анализа (элементы теории выпуклых множеств и функций) <i>Elements of convex analysis (elements of the theory of convex sets and functions)</i>

Полный перечень приведен в ФОС дисциплины.

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

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающе м программу подготовки

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1

Примеры заданий:

1. Методы учета функциональных ограничений в локальной оптимизации. Methods of accounting for functional constraints in local optimization
2. Классификация методов учета ограничений. Обзор методов сведения задачи с ограничениями к задачам без ограничений. Метод штрафных функций, его обоснование и свойства. Classification of methods of accounting for restrictions. An overview of methods for reducing restricted tasks to unlimited tasks. Method of penalty functions, its justification and properties.
3. Численные методы многоэкстремальной оптимизации/ Numerical methods for multiextremal optimization.
4. Проблемы многоэкстремальной оптимизации. Метод Пиявского в одномерных и многомерных задачах, его обоснование.

Полный перечень приведен в ФОС дисциплины.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Продemonstr ированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
отлично	Продemonstr ированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущест- венным недочетами, выполнены все задания в полном



Оценка	Критерии оценивания
	объеме.
очень хорошо	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
хорошо	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
удовлетворительно	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме
неудовлетворительно	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.
плохо	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа.

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

Основная литература:

1. Городецкий С. Ю. Нелинейное программирование и многоэкстремальная оптимизация : учеб. пособие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2007. - 489 с. - (Модели и методы конечномерной оптимизации ; вып. 2). - ISBN 978-5-85746-987-3 : 90.00., 82 экз.
2. Васильев Федор Павлович. Численные методы решения экстремальных задач : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Приклад. математика". - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Наука, 1988. - 549 с. : ил. - ISBN 5-02-013796-0 (в пер.) : 1.60., 178 экз.
3. Карманов Владимир Георгиевич. Математическое программирование : [учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика"]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1986. - 286, [1] с. : граф. - 0.80., 127 экз.

Дополнительная литература:

1. Гилл Филип. Практическая оптимизация / пер. с англ. В. Ю. Лебедева ; под ред. А. А. Петрова. - М. : Мир, 1985. - 509 с. : ил. - 2.70., 32 экз.
2. Сергеев Ярослав Дмитриевич. Диагональные методы глобальной оптимизации. - М. : Физматлит, 2008. - 352 с. - (Библиотека Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского). - ISBN 978-5-9221-1032-7 : 270.00., 16 экз.
3. Сухарев А. Г. Курс методов оптимизации / Сухарев А. Г., Тимохов А. В., Федоров В. В. - 2-е изд. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 384 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0559-0., <https://e->

lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665794&idb=0.

4. Измаилов А. Ф. Численные методы оптимизации / Измаилов А. Ф., Солодов М. В. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 320 с. - Рекомендовано учебно-методическим советом по прикладной математике и информатике для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 010200 "Прикладная математика и информатика" и по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика". - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-0975-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=665731&idb=0>.

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

Для поддержки курса разработаны компьютерные программные лаборатории «OptWay» и «LocOpt», установленные в учебном компьютерном классе лаборатории «Динамика и оптимизация» кафедры ТУиДС (ауд. 220, корп.2). Кроме того, при проведении лабораторных работ используются математические пакеты общего назначения, преимущественно MatCad v 14 или MatLab. Используемое программное обеспечение является лицензионным.

## **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 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Стребуляев Сергей Николаевич, кандидат технических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Калинин Алексей Вячеславович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.