

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 Ученого совета ННГУ  
от 30.11.2022 г. протокол № 13

**Рабочая программа дисциплины**  
**Модели многоэкстремальной оптимизации**

---

Уровень высшего образования  
**магистратура**

---

Направление подготовки  
**010402 Прикладная математика и информатика**

---

Направленность образовательной программы  
**Вычислительные методы и суперкомпьютерные технологии**

---

Форма обучения  
**очная**

---

Нижегород  
2022

### Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 «Модели выбора решений-2» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и предназначена для освоения студентами 1-го курса, обучающимися в магистратуре по направлению «Прикладная математика и информатика».

**Общей целью курса** является подготовка высококвалифицированных исследователей, способных моделировать сложные интеллектуальные процессы принятия решений, разрабатывать эффективные методы анализа моделей оптимального выбора, проектировать и реализовывать современные программные средства поиска оптимальных вариантов в сложных моделях принятия решений на базе передовых вычислительных архитектур, включая суперкомпьютерные системы.

Данный курс преследует цель систематического изложения современных методов моделирования процессов принятия решений, разработки алгоритмов исследования моделей и проектирования программных комплексов, нацеленных на решение актуальных прикладных задач.

#### 1. 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	
ПК-4 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК-4.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	ЗНАТЬ методы организации и проведения исследований с целью получения новых научных и прикладных результатов.	Собеседование (зачет)
	ПК-4.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	УМЕТЬ проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты	Тест (текущий контроль)
ПК-11 Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические	ПК-11.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических	ЗНАТЬ технологии разработки и применения математических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.	Собеседование (зачет)

модели решаемых задач производственно-технологической деятельности	моделей решаемых производственно-технологических задач		
	ПК-11.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач	УМЕТЬ разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности	Тест (текущий контроль)

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация – зачет	

#### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание 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	Занятия лабораторного типа	Всего	
Многошаговая схема редукции размерности	36	6	6		12	24
Характеристические алгоритмы оптимизации	24	4	4		8	16
Параллельные алгоритмы анализа моделей принятия решений	28	4	4		8	20
Принципы создания программных систем оптимизации	19	2	2		4	15
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – зачет						
Итого	108	16	16	0	33	75

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

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов на занятиях семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет)

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

Выполнение практических работ на следующие темы:

- Разработка программной системы одномерной многоэкстремальной оптимизации на основе информационно-статистических алгоритмов
- Разработка программной системы глобального поиска на основе методов огибающих
- Разработка программной системы поиска глобального экстремума с помощью характеристических алгоритмов
- Построение множества Парето в выпуклой двухкритериальной задаче методом линейной свертки
- Построение множества Парето в двухкритериальной задаче с помощью свертки Гермейера
- Программная реализация многошаговой редукции размерности

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность оценить полноту знаний вследствие	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 несущественных	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

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

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»
--	-------	---

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

### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Аналитическое решение задач оптимизации без ограничений с помощью многошаговой схемы редукции размерности.	ПК-4
2. Применение многошаговой схемы редукции размерности в областях с вычислимой границей.	ПК-4
3. Исследование свойств инвариантности характеристических алгоритмов оптимизации.	ПК-11
4. Ускорение сходимости информационно-статистических алгоритмов глобального поиска.	ПК-11
5. Построение топологий метода Пиявского и метода Стронгина.	ПК-11

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-4

В задачах нелинейного программирования с липшицевой целевой функцией сложность задачи с ростом размерности увеличивается

- линейно
- экспоненциально (+)
- квадратично
- полиномиально

### 5.2.3. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-11

Построить топологии методов Стронгина и Пиявского в задаче

$$|x| \rightarrow \min, x \in [-1, 1]$$

для параметра метода  $r = 2$ .

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Городецкий С.Ю., Гришагин В.А. Нелинейное программирование и многоэкстремальная оптимизация. Учебное пособие. Н.Новгород: изд-во ННГУ, 2007. – 489 с. (81экз.)
2. Гришагин В.А. Редукция размерности в задачах глобальной оптимизации. Фонд электронных образовательных ресурсов ННГУ, № 1189.16.06. <http://www.unn.ru/books/resources.html>

3. Гергель В. П., Стронгин Р. Г. - Абсолют. Программная система для исследований и изучения методов глобальной оптимизации: учеб. пособие. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 1998. - 141 с. (53 экз.)
4. Карманов В.Г. Математическое программирование. Учебное пособие. – М.: Физматлит, 1986 или 2008. (136 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. Учебное пособие – 2-е изд. перераб. и доп. – М.:Наука,1988. (220 экз.)
2. Сергеев Я.Д., Квасов Д.Е. Диагональные методы глобальной оптимизации. М.: Физматлит, ННГУ, 2008. (14 экз.)
3. Стронгин Р.Г. Численные методы в многоэкстремальных задачах.- М.: Наука, 1987. (26 экз.)
4. Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В. Курс методов оптимизации. 2-е издание. — М.: Наука, 2011. – Электронная библиотечная система «Издательства Лань», 2016.

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

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и семинарского типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика.

Автор: В.А. Гришагин

Заведующий кафедрой Р.Г. Стронгин

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.