

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

Системы поддержки принятия решений

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы

Прикладная математика и информатика (общий профиль)

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.12.03 Системы поддержки принятия решений 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-13: Способен участвовать в исследовании математических моделей в естественных науках и технике	<p>ПК-13.1: Знает методы создания, анализа и исследования математических моделей в естественных науках и технике</p> <p>ПК-13.2: Знает математические методы обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p> <p>ПК-13.3: Умеет корректно использовать методы создания, анализа и исследования математических моделей, умеет применять численные и аналитические методы решения базовых математических задач и классических задач естествознания в практической деятельности</p> <p>ПК-13.4: Владеет навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований</p>	<p>ПК-13.1: Знать технологии разработки и применения алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения</p> <p>ПК-13.2: Знать методы приобретения новых научных и профессиональных знаний на основе современных образовательных и информационных технологий</p> <p>ПК-13.3: Уметь применять методы разработки программ системного и прикладного назначения</p> <p>ПК-13.4: Владеть навыками проведения алгоритмического анализа проблемы; навыками проектирования программных продуктов; опытом практической разработки системных и прикладных программ; способностью к разработке новых алгоритмических,</p>	Собеседование	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольная работа</p>

		методических и технологических решений		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	24
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	24
- КСР	1
самостоятельная работа	23
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

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/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Введение в модели, методы и программные средства принятия оптимальных решений.	6	2	2	4	2
Тема 2. Оптимальность методов оптимизации.	10	4	2	6	4
Тема 3. Характеристические алгоритмы поиска экстремума	18	6	6	12	6
Тема 4. Многомерные задачи оптимизации и методы их решения на основе схем редукции размерности	18	8	6	14	4
Тема 5. Разработка программных систем поддержки принятия решений	19	4	8	12	7
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	24	24	49	23

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1.

- 1.1. Экстремальные характеристики функций и постановки задач оптимизации.
- 1.2. Общая модель метода оптимизации.
- 1.3. Общая вычислительная схема метода оптимизации.

Тема 2.

- 2.1. Оценки экстремума по конечному числу испытаний.
- 2.2. Постановка задачи оптимальности методов оптимизации.
- 2.3. Эпсилон-оптимальность.
- 2.4. Последовательно-оптимальные методы.
- 2.5. Одношаговая оптимальность.
- 2.6. Асимптотическая оптимальность

Тема 3.

- 3.1. Модель характеристического алгоритма оптимизации.
- 3.2. Примеры известных характеристических алгоритмов глобального поиска.
- 3.3. Двусторонняя сходимость и условие останова.
- 3.4. Условия всюду плотной сходимости.
- 3.5. Локально-оптимальная сходимость.
- 3.6. Достаточные условия сходимости к глобальному оптимуму.
- 3.7. Инвариантность к линейному преобразованию целевой функции.

Тема 4.

- 4.1. Постановка общей задачи математического программирования.
- 4.2. Редукция сложности многомерных многоэкстремальных задач.
- 4.3. Многошаговая схема редукции. Построение и редукция функции допустимости.
- 4.4. Общая схема многошаговой редукции как система вложенных одномерных задач оптимизации.
- 4.5. Структура допустимых областей одномерного поиска.
- 4.6. Свойства одномерных подзадач многошаговой схемы.
- 4.7. Использование характеристических алгоритмов для решения одномерных подзадач.

Тема 5.

- 5.1. Функционал и структура программной системы поддержки принятия решений.
- 5.2. Проектирование алгоритмического наполнения программной системы.
- 5.3. Реализация диалогового интерфейса.
- 5.4. Проведение вычислительных экспериментов на классах тестовых задач.
- 5.5. Сравнение эффективности алгоритмов оптимизации по методу операционных характеристик.

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.

Гришагин В.А. Редукция размерности в задачах глобальной оптимизации. Фонд электронных образовательных ресурсов ННГУ, № 1189.16.06, 2016.

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 ПК-13:

1. Постановки задач оптимизации.
2. Общая модель метода оптимизации.
3. Общая вычислительная схема оптимизационных методов.
4. Априорные предположения и оценки экстремума.
5. Минимаксная и байесова оптимальность методов оптимизации.
6. ε –оптимальные алгоритмы.
7. Принцип одношаговой оптимальности.
8. Асимптотическая оптимальность и оптимальность по порядку.
9. Характеристические алгоритмы оптимальности. Определение и примеры.
10. Условия двусторонней сходимости и условие останова.
11. Всюду плотная и локально-оптимальная сходимость.
12. Достаточные условия сходимости к глобальному экстремуму.
13. Многошаговая схема редукции размерности. Сечения и проекции.
14. Основное соотношение многошаговой схемы редукции размерности.
15. Структура допустимых областей одномерного поиска.
16. Выпуклые и монотонно-унимодальные ограничения.
17. Свойства редуцированных одномерных функций. Сепарабельные задачи.
18. Липшицевость редуцированных одномерных функций.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	На вопросы собеседования получены ответы с незначительными погрешностями.
не зачтено	Продемонстрированы ответы с грубыми ошибками.

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	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	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	обучающегося от ответа			негрубых ошибок	несущественных 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 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
	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 - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-13

Контрольная по разделу "Характеристические алгоритмы"

Построить 5 первых точек испытаний, порождаемых при решении задачи

$$|x| \rightarrow \min, x \in [-8, 4] - 1, 2, 3 \text{ варианты}$$

$$|x| \rightarrow \min, x \in [-4, 8] - 4, 5, 6 \text{ варианты}$$

методом Пиявского с $m = m_j$ и методом Стронгина с $r = r_j$, где j – номер варианта.

1 вариант: $m_1 = 2, r_1 = 4$

2 вариант: $m_2 = 4, r_2 = 2$

3 вариант : $m_3 = 5, r_3 = 3$

4 вариант: $m_4 = 5, r_4 = 3$

5 вариант: $m_5 = 4, r_5 = 2$

6 вариант: $m_6 = 2, r_6 = 4$

Контрольная по разделу "Многошаговая схема редукции размерности"

Вариант 1

$$f(y_1, y_2) = y_1^2 - 6y_1 + y_2 + 9 \rightarrow \min$$

$$y_2 \geq y_1^2 + 2$$

$$-2 \leq y_1 \leq 2, 0 \leq y_2 \leq 4$$

Вариант 2

$$f(y_1, y_2) = \sqrt{y_1} + \sqrt{y_2} \rightarrow \min$$

$$y_2 \geq (y_1 - 1)^2$$

$$0 \leq y_1 \leq 4, 0 \leq y_2 \leq 3$$

Вариант 3

$$f(y_1, y_2) = y_1^2 - 6y_1 - y_2 - 7 \rightarrow \min$$

$$y_2 \leq 3 - y_1^2$$

$$-2 \leq y_1 \leq 2, 0 \leq y_2 \leq 4$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Контрольная работа выполнена с незначительными погрешностями.
не зачтено	Контрольная работа выполнена с грубыми ошибками.

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. Гришагин Владимир Александрович. Редукция размерности в задачах глобальной оптимизации : учебно-методическое пособие / В. А. Гришагин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Институт информационных технологий, математики и механики. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2016. - 17 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=823661&idb=0>.
3. Стронгин Роман Григорьевич. Численные методы в многоэкстремальных задачах : (информ.- стат. алгоритмы). - М. : Наука, 1978. - 240 с. : ил. - (Оптимизация и исследование операций / Н. Н. Моисеев). - 0.75., 25 экз.
4. 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.

Дополнительная литература:

1. 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.
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. Гергель Виктор Павлович. Абсолют. Программная система для исследований и изучения методов глобальной оптимизации : учеб. пособие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 1998. - 141 с. - 15.00., 53 экз.
4. 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>.

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

1. Среда разработки MS Visual Studio
2. Программная система многоэкстремальной оптимизации MULTEX
3. Программная система многоэкстремальной оптимизации Абсолют (разработка кафедры).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

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 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Гришагин Владимир Александрович, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Кузенков Олег Анатольевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Баркалов Константин Александрович, доктор технических наук.

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