

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

Модели выбора решений

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы

Вычислительные методы и суперкомпьютерные технологии

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Модели выбора 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-11: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач производственно-технологической деятельности | <p>ПК-11.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.2: Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.3: Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> | <p>ПК-11.1: ЗНАТЬ технологии разработки и применения математических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения.</p> <p>ПК-11.2: УМЕТЬ разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.</p> <p>ПК-11.3: ВЛАДЕТЬ навыками применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> | Собеседование | Зачёт: Контрольная работа |
| ПК-4: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных | ПК-4.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач | ПК-4.1: ЗНАТЬ методы организации и проведения исследований с целью получения новых научных и прикладных | Собеседование | Зачёт: Контрольная работа |

| | | | | |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| проблем и задач | <p>ПК-4.2: Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p> <p>ПК-4.3: Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</p> | <p>результатов.</p> <p>ПК-4.2: УМЕТЬ проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты.</p> <p>ПК-4.3: ВЛАДЕТЬ навыками применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</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 | 16 |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 16 |
| - КСР | 1 |
| самостоятельная работа | 75 |
| 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 | |
| | о ф | о ф | о ф | о ф | о ф |

| | | | | | |
|------------------------------------------------------|-----|----|----|----|----|
| | о | о | о | о | о |
| Тема 1. Введение в предмет. Модель принятия решений. | 14 | 2 | 0 | 2 | 12 |
| Тема 2. Метод линейной свертки. | 28 | 4 | 4 | 8 | 20 |
| Тема 3. Метод минимаксной свертки. | 34 | 6 | 6 | 12 | 22 |
| Тема 4. Метод уступок. | 31 | 4 | 6 | 10 | 21 |
| Аттестация | 0 | | | | |
| КСР | 1 | | | 1 | |
| Итого | 108 | 16 | 16 | 33 | 75 |

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Модель объекта. Ограничения, критерии. Общая модель принятия решений как задача многокритериальной оптимизации. Противоречивость критериев. Понятие доминирования. Оптимальное решение.

Тема 2. Метод главного критерия. Методы сверток. Метод линейной свертки в пространстве параметров. Распространение метода на пространство критериев. Линейные задачи как задачи линейного программирования. Нелинейные задачи и неполнота нахождения эффективных решений.

Тема 3. Метод свертки на основе взвешенного максимума критериев. Линейные задачи в пространствах параметров и критериев. Нелинейные задачи и методы их анализа.

Тема 4. Метод уступок. Применение метода уступок для решения многокритериальных задач разных типов.

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. Анализ многокритериальных задач оптимизации методом линейной свертки : учебно-методическое пособие. Фонд электронных образовательных ресурсов ННГУ № 2715.21.06

<http://www.lib.unn.ru/students/src/2715.pdf>

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-11:

1. Модель объекта. Координатные ограничения.
2. Модель объекта. функциональные ограничения. Частичная вычислимость.
3. Модель объекта. Критерии.
4. Оптимальное проектирование сосудов различной формы.

5. Принципы доминирования в многокритериальных задачах.
6. Оптимальность по Парето (эффективные решения).
7. Оптимальность по Слейтеру (слабоэффективные решения).

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-4:

1. Метод главного критерия.
2. Методы сверток - общее описание.
3. Метод линейной (аддитивной) свертки.
4. Применение линейного программирования для решения линейных многокритериальных задач методом аддитивной свертки.
5. Условия получения полного множества Парето методом аддитивной свертки.
6. Метод взвешенного максимума критериев.
7. Применение метода взвешенного максимума к анализу двухкритериальных моделей.
8. Метод уступок - общая схема.
9. Применение метода уступок в пространстве параметров.
10. Применение метода уступок в пространстве критериев.

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 (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 и 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-11

Вариант 1.

Построить модель многокритериальной оптимизации и определить оптимальные значения отдельных критериев в задаче проектирования сосуда цилиндрической формы при фиксированной площади поверхности.

Вариант 2.

Построить модель многокритериальной оптимизации и определить оптимальные значения отдельных критериев в задаче проектирования сосуда правильной конической формы при фиксированном объеме.

Вариант 3.

Построить модель многокритериальной оптимизации и определить оптимальные значения отдельных критериев в задаче проектирования сосуда правильной конической формы при фиксированной площади поверхности.

Вариант 4.

Построить модель многокритериальной оптимизации и определить оптимальные значения отдельных критериев в задаче проектирования коробки прямоугольной формы при фиксированном объеме.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-4

Вариант 1

Решить методом линейной свертки задачу

$$f_1(y) = 2y_2 - y_1$$

$$f_2(y) = 2y_1$$

$$1 \leq y_1 \leq 2$$

$$2 \leq y_2 \leq 3$$

и построить паретовское множество в пространстве параметров и пространстве критериев.

Вариант 2

Решить методом линейной свертки задачу

$$f_1(y) = 5 - 2y_2$$

$$f_2(y) = 3y_1 + y_2$$

$$1 \leq y_1 \leq 2$$

$$1 \leq y_2 \leq 2$$

и построить паретовское и слейтеровское множества в пространстве параметров и пространстве критериев.

Вариант 3

Решить методом свертки максимума задачу

$$f_1(y) = y_1 + y_2$$

$$f_2(y) = 5 - y_1$$

$$2 \leq y_1 \leq 3$$

$$1 \leq y_2 \leq 3$$

и построить паретовское множество в пространстве параметров и пространстве критериев.

Вариант 4

Решить методом свертки максимума задачу

$$f_1(y) = 2y_2$$

$$f_2(y) = 2y_1 - y_2$$

$$2 \leq y_1 \leq 3$$

$$1 \leq y_2 \leq 2$$

и построить паретовское и слейтеровское множества в пространстве параметров и пространстве критериев.

Вариант 5

Решить методом уступок задачу

$$f_1(y) = 2y_1 + y_2$$

$$f_2(y) = -y_1 + 2y_2$$

$$1 \leq y_1 \leq 2$$

$$2 \leq y_2 \leq 3$$

считая, что первый критерий важнее второго, и построить паретовское и слейтеровское множества в пространстве параметров и пространстве критериев.

Вариант 6

Решить методом уступок задачу

$$f_1(y) = 2y_1 + y_2$$

$$f_2(y) = -y_1 + 2y_2$$

$$1 \leq y_1 \leq 2, \quad 2 \leq y_2 \leq 3$$

считая, что второй критерий важнее первого, и построить паретовское множество в пространстве параметров и пространстве критериев.

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. Гермейер Юрий Борисович. Введение в теорию исследования операций. - М. : Наука, 1971. - 383 с. - (Оптимизация и исследование операций / ред. Н. Н. Моисеев). - 1.55., 4 экз.
2. Задачи по исследованию операций. - М. : Изд-во МГУ, 1979. - 168 с. : ил. - 0.35., 23 экз.
3. Подиновский Владислав Владимирович. Оптимизация по последовательно применяемым критериям. - М. : Советское радио, 1975. - 192 с. : ил. - 0.47., 3 экз.
4. Гришагин Владимир Александрович. Анализ многокритериальных задач оптимизации методом линейной свертки : учебно-методическое пособие / В. А. Гришагин ; ННГУ им. Н. И.

Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2021. - 40 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=794004&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Подиновский Владислав Владимирович. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. - М. : Наука, 1982. - 254 с. : ил. - (Экономико-математическая библиотека). - 1.50., 2 экз.
2. Кини Ральф Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / пер. с англ. В. В. Подиновского [и др.] ; под ред. И. Ф. Шахнова ; послесл. Г. С. Пospelова. - М. : Радио и связь, 1981. - 560 с. : ил. - 3.10., 2 экз.
3. Соболев Илья Меерович. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки "Техн. науки". - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Дрофа, 2006. - 175, [1] с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-7989-X : 181.00., 3 экз.

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

1. Инструментальная среда программирования MS Visual Studio

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 01.04.02 - 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.