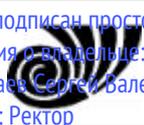


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	 МИНОВНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 06.06.2025 11:53:52 Уникальный программный код: 04c19ed8bf09857b6cb771486b9a8788b87373737	Рабочая программа дисциплины "Методы оптимизации и исследование операций" по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профиль) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

### **Методы оптимизации и исследование операций**

Направление подготовки (специальность)

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль)

Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год набора 2025

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания дисциплины «Методы оптимизации и исследование операций» состоит в выработке у студентов навыков формализации задач, возникающих в различных предметных областях, овладение студентами теоретическими знаниями и навыками применения конкретных методов оптимизации, освоение студентами алгоритмов, реализующих конкретные оптимизационные методы. Изучение дисциплины должно обеспечить возможность использования их для решения прикладных задач механики, вариационного исчисления, дифференциальных игр.

Задачи дисциплины: Основной задачей изучения дисциплины «Методы оптимизации и исследование операций» является формирование у студентов навыков решения различных экстремальных задач.

Изучение дисциплины направлено на развитие следующего индикатора

ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук.

ОПК-1.2. Демонстрирует умения решать типовые задачи, формулируемые в рамках математических и (или) естественных наук.

ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов математики и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.17

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Дифференциальные и разностные уравнения

Алгебра

Математический анализ

Геометрия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Вариационное исчисление и оптимальное управление

Вычислительные методы

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности**

#### Знать:

ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук.

#### Уметь:

ОПК-1.2. Демонстрирует умения решать типовые задачи, формулируемые в рамках математических и (или) естественных наук.

#### Владеть:

ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов математики и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен

##### 3.1 Знать:

3.1.1 Методы решения экстремальных задач

##### 3.2 Уметь:

3.2.1 Решать экстремальные задачи

##### 3.3 Владеть:

3.3.1 Применения методов оптимизации и исследования операций для решения задач



#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	4 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 144 в том числе : аудиторные занятия : 64 самостоятельная работа : 33,4 часов на контроль : 36 контактная работа: 74,6 ИКР: 10,6	Виды контроля в семестрах: экзамены 6

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
<b>Раздел 1. Выпуклые множества и теоремы отделимости</b>				
1.1	Определение выпуклого множества. Примеры выпуклых множеств. Теорема об отделимости точки от выпуклого множества. Теорема о строгой отделимости точки от выпуклого множества. Теорема об отделимости выпуклых множеств. Теорема о строгой отделимости выпуклых множеств. /Лек/	6	2	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
1.2	Выпуклые множества. Доказательство выпуклости множеств. Исследование выпуклости множества. /Пр/	6	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
<b>Раздел 2. Выпуклые функции</b>				
2.1	Определение выпуклой функции. Критерии выпуклости функции в пространстве R. Критерии выпуклости функции в пространстве . /Лек/	6	3	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
2.2	Выпуклые функции. Доказательство выпуклости функции. Исследование выпуклости функций. /Пр/	6	6	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
2.3	Доказательство выпуклости функции. Исследование функции на выпуклость. /Ср/	6	5	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
<b>Раздел 3. Задачи безусловной оптимизации</b>				
3.1	Определение задачи оптимизации. Алгоритм решения задач безусловной оптимизации. Примеры. /Лек/	6	4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2
3.2	Гладкие конечномерные задачи безусловной минимизации. /Пр/	6	2	Л2.1 Э1 Э2
<b>Раздел 4. Гладкие конечномерные экстремальные задачи с ограничениями типа равенств</b>				
4.1	Определение гладкой конечномерной экстремальной задачи с ограничениями типа. Метод множителей Лагранжа решения гладкой конечномерной экстремальной задачи с ограничениями типа. Примеры /Лек/	6	5	Л2.1 Э1 Э2 Э3
4.2	Гладкие конечномерные задачи с ограничениями типа равенств. /Пр/	6	2	Л2.1 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 5. Гладкие конечномерные экстремальные задачи со смешанными ограничениями</b>				
5.1	Определение гладкой конечномерной экстремальной задачи со смешанными ограничениями. Метод множителей Лагранжа решения гладкой конечномерной экстремальной задачи со смешанными ограничениями. Примеры. /Лек/	6	6	Л2.1 Э1 Э2
5.2	Гладкие конечномерные задачи со смешанными ограничениями. /Пр/	6	6	Л2.1 Э1 Э2
5.3	Метод множителей Лагранжа /Ср/	6	10	Л2.1 Э1 Э2



<b>Раздел 6. Основные понятия линейного программирования</b>				
6.1	Общая и основная задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация решения задачи линейного программирования. Примеры. Транспортная задача. /Лек/	6	4	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
6.2	Отыскание опорного решения задачи линейного программирования. Отыскание оптимального решения задачи линейного программирования. Транспортная задача. Открытая и закрытая модель транспортной задачи. /Пр/	6	4	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
6.3	Двойственные задачи линейного программирования /Ср/	6	5	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
6.4	Транспортная задача /Ср/	6	5	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
<b>Раздел 7. Симплекс-метод</b>				
7.1	Идея симплекс-метода решения задачи линейного программирования. Симплекс-таблица, стандартный алгоритм симплекс- преобразования. /Лек/	6	4	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
7.2	Алгоритм симплекс-метода. /Пр/	6	4	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
7.3	Симплекс-метод решения задач линейного программирования. /Ср/	6	4,4	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
7.4	Двойственный симплекс метод /Ср/	6	4	Л1.2 Л1.3Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
<b>Раздел 8. Основные понятия теории двойственности</b>				
8.1	Определение двойственной задачи. Лемма о двойственной функции Лагранжа. Теорема двойственности. /Лек/	6	4	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2 Э3
8.2	Двойственная задача линейного программирования. /Пр/	6	4	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2
<b>Раздел 9. Экзамен</b>				
9.1	/Экзамен/	6	36	Л1.2 Л1.3Л2.3 Э1 Э2 Э3
<b>Раздел 10. Иная контактная работа</b>				
10.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	6	10,6	Л1.2 Л1.3Л2.3 Э1 Э2 Э3

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Контрольная работа №1  
Контрольная работа №2  
Контрольная работа №3  
Контрольная работа №4

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

1. Определить при каких  $a, b, c$  является выпуклой функция.
2. Доказать выпуклость функции.
3. Найти точки экстремума функции.
4. Решить задачу условной оптимизации.
5. Решить задачу линейного программирования графическим способом и симплекс-методом.
6. Решить транспортную задачу.



### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

1. Выпуклые множества. Теорема о строгой отделимости точки от выпуклого множества. Теорема об отделимости точки от выпуклого множества.
2. Выпуклые множества. Теорема об отделимости выпуклых множеств. Теорема о строгой отделимости выпуклых множеств.
3. Выпуклая комбинация точек. Теорема о выпуклой комбинации выпуклого множества.
4. Выпуклая оболочка множества. Теорема о выпуклой оболочке множества.
5. Замыкание множества. Замкнутое множество. Теорема о замыкании выпуклого множества.
6. Выпуклые функции. Эффективная область, надграфик функции. Теорема о непрерывности выпуклой функции.
7. Определение выпуклой функции. Критерий выпуклости дифференцируемой функции. Критерий выпуклости дважды дифференцируемой функции.
8. Критерий выпуклости дифференцируемой функции нескольких переменных. Критерий выпуклости дважды дифференцируемой функции нескольких переменных.
9. Задачи безусловной оптимизации. Понятие локального и глобального минимума (максимума). Теорема Ферма. Критерий экстремума дважды дифференцируемой функции.
10. Необходимое условие экстремума функции нескольких переменных (аналог теоремы Ферма). Критерий экстремума дважды дифференцируемой функции в  $R^n$ .
11. Постановка гладкой конечномерной экстремальной задачи. Необходимое условие минимума в задаче с ограничениями типа равенств.
12. Постановка гладкой конечномерной экстремальной задачи. Необходимое условие минимума в задаче со смешанными ограничениями.
13. Задача линейного программирования. Понятие план, оптимальный план и опорный план задачи. Геометрическая интерпретация решения задачи линейного программирования.
14. Транспортная задача.
15. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования.
16. Двойственная задача. Теорема двойственности.
17. Задача выпуклого программирования. Теорема Куна – Таккера.

### 6.4. Критерии оценивания

В течение учебного семестра студенты за каждый вид работы получают баллы. Кроме этого, на экзамене максимально можно получить 35 баллов. Итоговая оценка складывается из суммы баллов, полученных за работу в семестре и за ответ на экзамене. Затем полученная сумма баллов переводится в оценку. При этом допускается получение студентом автоматической оценки только по результатам работы в семестре.

Посещение занятий - 10 баллов;

Выполнение заданий на практических занятиях - 20 баллов;

Выполнение домашних заданий - 10 баллов;

Контрольная работа №1 - 15 баллов;

Контрольная работа №2 - 15 баллов;

Контрольная работа №3 - 15 баллов;

Контрольная работа №4 - 15 баллов;

Экзамен - 35 баллов.

Каждое задание контрольной работы оценивается от 0 до 5 баллов, в зависимости от правильности решения и допущенных ошибок.

Полученные студентами баллы суммируются, итоговая оценка выставляется исходя из полученной суммы баллов:

От 0 до 50 баллов – «неудовлетворительно»

От 51 до 70 баллов – «удовлетворительно»

От 71 до 90 баллов – «хорошо»

От 91 до 100 баллов – «отлично».

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Сухарев А. Г., Тимохов А. В., Федоров В. В.	Методы оптимизации: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры ( <a href="https://urait.ru/bcode/507818">https://urait.ru/bcode/507818</a> )	Москва : Юрайт, 2022	ЭБС



Рабочая программа дисциплины "Методы оптимизации и исследование операций" по направлению подготовки (специальности) 02.03.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю) Прикладное программирование и системы искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 7

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.2	Горлач Б. А.	Исследование операций ( <a href="https://e.lanbook.com/book/211085">https://e.lanbook.com/book/211085</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС
Л1.3	Аттетков А.В., Зарубин В.С., Канатников А.Н.	Методы оптимизации: учебное пособие ( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=422330">https://znanium.com/catalog/document?id=422330</a> )	Москва : Издательский Центр РИОР, 2023	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Васильев Ф. П.	Методы оптимизации: учебник ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=63313">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=63313</a> )	Москва : МЦНМО, 2011	ЭБС
Л2.2	Адамчук А. С., Амироков С. Р., Кравцов А. М.	Исследование операций: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457348">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=457348</a> )	Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2015	ЭБС
Л2.3	Ржевский С. В.	Исследование операций ( <a href="https://e.lanbook.com/book/213248">https://e.lanbook.com/book/213248</a> )	Санкт-Петербург : Лань, 2022	ЭБС

#### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> .
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> .
Э3	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> .

#### 7.3 Перечень информационных технологий

##### 7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

LibreOffice

##### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992
2. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
3. Mathematical Reviews (MR) : реферативная база данных / American Mathematical Society. – URL: <http://www.ams.org/mathscinet/> – Яз. рус., англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедийное устройство, проектор, ноутбук или стационарный компьютер).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, такие как презентации лекций.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- проработку теоретического материала по учебникам или конспекту лекций с обязательным разбором приведенных примеров;
- подготовку к практическим занятиям;
- подготовку к контрольным работам;
- выполнение домашних заданий;
- подготовку к сдаче зачета.

При планировании времени на самостоятельную работу студентам необходимо предусмотреть регулярное повторение пройденного материала. Теоретический материал, законспектированный на лекциях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

Студент обязан в полном объеме использовать время самостоятельной работы, предусмотренное настоящей рабочей программой, для изучения соответствующих разделов дисциплины, и своевременно обращаться к преподавателю в случае возникновения затруднений при выполнении самостоятельной работы.

В освоение дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснительное учебное материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа.

Индивидуальные консультации по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или



полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

