

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Методы оптимизации

Код модуля
1156379(1)

Модуль
Дискретные и непрерывные методы оптимизации

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Хачай Михаил Юрьевич	доктор физико-математических наук, доцент	Профессор	вычислительной математики и компьютерных наук

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.Д. Маева

Авторы:

- **Хачай Михаил Юрьевич, Профессор, вычислительной математики и компьютерных наук**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Методы оптимизации**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	4	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Методы оптимизации**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3 -Способен систематизировать, анализировать и обобщать результаты научных исследований на основе информационной и библиографической культуры	Д-1 - Демонстрировать развитие когнитивных умений З-2 - Формулировать требования к оформлению результатов исследований П-1 - Иметь опыт представления обобщенных результатов исследовательской деятельности и их оформления в виде текстовых, графических и иных материалов в соответствии с требованиями У-3 - Интерпретировать результаты собственных исследований, соотнося их с данными научной литературы, формулировать заключения и выводы по результатам исследований	Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

ПК-2 -Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи, обрабатывать научную информацию и результаты исследований, определять закономерности предметной области (Математика и компьютерные науки)	З-1 - Сформулировать математически корректную постановку задачи У-2 - Анализировать основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий	Домашняя работа Контрольная работа Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-5 -Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (Математическое обеспечение и администрирование информационных систем)	З-1 - Сформулировать математически корректную постановку задачи У-2 - Анализировать основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий	Домашняя работа Контрольная работа Практические/семинарские занятия Экзамен

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Работа на лекциях и ведение конспектов</i>	6,17	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		

2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	6,17	50
<i>контрольная работа</i>	6,17	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям - не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)

3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Теория линейной оптимизации
2. Двойственность в ЛП
3. Симплекс-метод решения задач ЛП
4. Теория и методы транспортных задач
5. Элементы выпуклого анализа
6. Нелинейное программирование
7. Численные методы безусловной минимизации
8. Методы условной оптимизации

Примерные задания

Примеры моделей линейного программирования (ЛП), различные формы задач ЛП, геометрия задачи ЛП на плоскости, геометрическая интерпретация задачи ЛП в пространстве R^n , разрешимость задачи ЛП

Двойственная задача ЛП, ее экономическая интерпретация, теоремы двойственности, условия оптимальности в задаче ЛП и их экономический смысл

Теоретические основы симплекс-метода, его алгоритмическая схема, условия оптимальности опорного плана в симплекс-методе, симплекс-таблица, формулы пересчета, метод искусственного базиса

Свойства транспортной задачи, условие оптимальности опорного плана транспортной задачи, методы нахождения начального опорного плана, метод потенциалов для решения транспортной задачи

Выпуклые множества, выпуклые функции и их свойства, условия оптимальности в выпуклой оптимизации

Задача нелинейного программирования (НЛП), примеры моделей НЛП, графический метод решения задач НЛП на плоскости, классификация задач НЛП, задача выпуклого

программирования, теорема Куна-Таккера, функция Лагранжа и двойственность в выпуклом программировании

Градиентные методы, метод Ньютона, методы сопряженных направлений, методы прямого поиска

Методы штрафных функций, метод проекции градиента, метод возможных направлений, методы линеаризации

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Симплекс-метод решения задач ЛП. Двойственность в ЛП

2. Теория и методы транспортных задач

Примерные задания

1. Решить задачу симплекс-методом.

$$z = -6x_1 + 10x_2 + 9x_3 + 8x_4 \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} -2x_1 + x_2 + x_3 \geq 2 \\ x_1 - x_2 - x_4 \leq -4 \\ x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1,4}) \end{cases}$$

2. Решить задачу методом искусственного базиса.

$$z = x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4 \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 15 \\ 2x_1 + x_2 + 5x_3 = 20 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 = 10 \\ x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1,4}) \end{cases}$$

3. Решить задачу линейного программирования с параметром λ .

$$z = (1 - \lambda)x_1 + (3 + 2\lambda)x_2 - 6\lambda \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} x_1 - x_2 \geq -6 \\ 4x_1 + 5x_2 \leq 20 \\ 2x_1 - x_2 \leq 6 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

1. На основании графического анализа двойственной задачи найдите решение прямой задачи ЛП:

$$z = 10x_1 - 9x_2 - 19x_3 - 13x_4 - 11x_5 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} x_2 - 2x_3 + 2x_4 - 2x_5 \leq 4 \\ -2x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 2x_4 + x_5 \geq 2 \\ x_j \geq 0 (j = \overline{1,5}). \end{cases}$$

2. Дан вектор $\bar{X} = (3, 0, 1, 3)$. С помощью теорем двойственности определить, является ли он оптимальным в задаче:

$$z = 2x_1 - x_2 + 4x_3 - 6x_4 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 - x_3 + 2x_4 = 11 \\ x_1 + x_2 - x_4 = 0 \\ 2x_1 - 2x_3 + 3x_4 = 13 \\ x_k \geq 0 (k = \overline{1,4}) \end{cases}$$

3. Составить опорный план методами северо-западного угла и методом минимального элемента. Используя план, полученный методом северо-западного угла, решить методом потенциалов транспортную задачу:

	50	40	30	30
70	6	2	5	4
20	9	4	7	6
60	2	2	4	3

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Теория линейной оптимизации
2. Симплекс-метод решения задач ЛП
3. Двойственность в ЛП
4. Теория и методы транспортных задач

Примерные задания

Привести к канонической форме следующие задачи линейного программирования:

$$z = x_1 - x_2 + 3x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 + 3x_3 \leq 5 \\ x_1 + 2x_3 = 8 \\ -x_1 - 2x_2 \geq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

Решить графически следующие задачи линейного программирования:

$$\begin{aligned} z &= 5x_1 + 3x_2 \rightarrow \max \\ &\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 \leq 15 \\ 5x_1 + 2x_2 \leq 10 \end{cases} \\ &x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{aligned}$$

Решить графически следующие задачи линейного программирования.

$$\begin{aligned} z &= 4x_1 - 2x_2 + x_3 - x_4 \rightarrow \max \\ &\begin{cases} x_1 - x_2 + 4x_3 - 2x_4 = 2 \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 + 4x_4 = 3 \end{cases} \\ &x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1,4}) \end{aligned}$$

Найти решение задачи линейного программирования:

$$\begin{aligned} z &= 2x_1 + x_2 - x_3 + x_4 - x_5 \rightarrow \max \\ &\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 5 \\ 2x_1 + x_2 + x_4 = 9 \\ x_1 + 2x_2 + x_5 = 7 \end{cases} \\ &x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1,5}). \end{aligned}$$

Решить задачу методом искусственного базиса.

$$\begin{aligned} z &= x_1 + 2x_2 - x_3 \rightarrow \max \\ &\begin{cases} -x_1 + 4x_2 - 2x_3 \leq 6 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 6 \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 = 4 \end{cases} \\ &x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{aligned}$$

Составить двойственные задачи к следующим исходным и показать взаимосопряженность соответствующих пар задач:

$$\begin{aligned} z &= 3x_2 - x_4 \rightarrow \max \\ &\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_4 = 8 \\ x_2 + x_3 - 3x_4 = 6 \end{cases} \\ &x_1 \geq 0, \dots, x_4 \geq 0. \end{aligned}$$

Найти оптимальный вектор и оптимальное значение двойственной задачи по решению задачи прямой.

$$z = x_1 + 4x_2 + x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 5x_1 + 12x_2 + 2x_3 = 9 \\ 3x_1 + 10x_2 + 4x_3 = 11 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

Определить исходные опорные решения методом северо-западного угла и методом минимального элемента. Решить задачу методом потенциалов, опираясь на план, полученный методом северо-западного угла.

	80	140	110
100	4	3	5
150	10	1	2
80	3	8	6

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Постановки задач оптимизации. Различные формы задач ЛП, их эквивалентность.
2. Метод Жордана-Гаусса полного исключения неизвестных для систем линейных уравнений.
3. Графический метод решения задач ЛП на плоскости. Геометрическая интерпретация задачи ЛП в пространстве R_n .
4. Эквивалентность понятий «вершина» и «крайняя точка» для выпуклого многогранного множества. Теорема о достижимости решений в задаче ЛП.
5. Эквивалентность понятий опорного плана и вершины допустимого множества. Двойственная задача ЛП, ее экономическая интерпретация.
6. Теоремы двойственности в ЛП. Условия оптимальности в задаче ЛП и их экономическая интерпретация.
7. Теоретические основы симплекс-метода. Алгоритм симплекс-метода. Симплекс-таблица, формулы пересчета.
8. Метод искусственного базиса. Свойства транспортной задачи. Условие оптимальности опорного плана транспортной задачи. Методы нахождения начального плана в транспортной задаче. Метод потенциалов для решения транспортной задачи.
9. Определение и свойства выпуклых функций. Условие оптимальности в задаче выпуклой оптимизации.
10. Классификация задач НЛП (задачи дробно-линейного, квадратичного, целочисленного, выпуклого программирования). Функция Лагранжа в выпуклом программировании и теорема Куна-Таккера. Двойственность в выпуклом программировании.
11. Градиентные методы безусловной минимизации. Метод Ньютона. Методы сопряженных направлений.

12. Методы прямого поиска. Методы штрафных функций. Метод проекции градиента.

13. Метод возможных направлений. Методы линеаризации.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-2	З-1 У-2	Домашняя работа Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен