

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета компьютерных систем и информационных технологий

Кочевский А. А.

« 20 » апреля 2023 г.

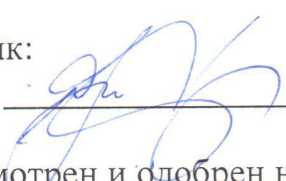
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

«Методы оптимизации»

01.03.02 Прикладная математика и информатика

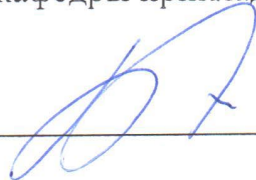
«Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и компьютерных сетей»

Разработчик:

профессор  Семин Д.А.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры прикладной математики от 18 апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой

 Малый В. В.

Луганск 2023 г.

**Паспорт
фонда оценочных средств по учебной дисциплине
«Методы оптимизации»**

**Перечень компетенций (элементов компетенций),
формируемых в результате освоения учебной дисциплины**

№ п/п	Код контроли- руемой компе- тенции	Формулировка кон- тролируемой компе- тенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы фор- мирования (семестр изу- чения)
1	УК-1	способен осуществ- лять поиск, критиче- ский анализ и синтез информации, приме- нять системный подход для решения поставленных задач;	Тема 1. Введение в оптимиза- цию	основной (5)
			Тема 2. Методы линейного программирования	основной (5)
			Тема 3. Методы выпуклого программирования	основной (5)
			Тема 4. Методы условной оп- тимизации	основной (5)
			Тема 5. Численные методы не- линейной оптимизации	основной (5)
2	ОПК-1	способен применять фундаментальные знания, полученные в области математи- ческих и (или) есте- ственных наук, и ис- пользовать их в профессиональной деятельности;	Тема 1. Введение в оптимиза- цию	основной (5)
			Тема 2. Методы линейного программирования	основной (5)
			Тема 3. Методы выпуклого программирования	основной (5)
			Тема 4. Методы условной оп- тимизации	основной (5)
			Тема 5. Численные методы не- линейной оптимизации	основной (5)
3	ОПК-3	способен применять и модифицировать математические мо- дели для решения задач в области про- фессиональной дея- тельности.	Тема 1. Введение в оптимиза- цию	основной (5)
			Тема 2. Методы линейного программирования	основной (5)
			Тема 3. Методы выпуклого программирования	основной (5)

			Тема 4. Методы условной оптимизации	основной (5)
			Тема 5. Численные методы нелинейной оптимизации	основной (5)

**Показатели и критерии оценивания компетенций,
описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Показатель оценивания (знания, умения, навыки)	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	УК-1, ОПК-1, ОПК-3	знать: теоретические основы линейного и нелинейного программирования; симплекс-метод решения задач линейного программирования; метод множителей Лагранжа; методы выпуклого программирования; методы решения параметрических задач оптимизации; основные методы численной оптимизации одномерных и многомерных задач математического программирования; уметь: строить оптимизационные математические модели; использовать методы оптимизации для решения прикладных задач математического программирования; использовать численные методы в пакетах прикладных программ для решения задач технических вычислений; обращаться к информационным системам (Интернет, справочная и другая математическая литература) для пополнения и уточнения математических знаний. владеть навыками: математическими понятиями и	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Фронтальные и индивидуальные опросы; контрольные работы; индивидуальные задания; экзамен (5)

		символами для выражения количественных и качественных отношений, методами оптимизации и алгоритмами в приложениях к техническим наукам.		
--	--	---	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Методы оптимизации»

Вопросы для фронтальных и индивидуальных опросов:

Семестр 5.

Тема 1. Введение в оптимизацию.

1. В чем состоит математическая постановка экстремальной задачи?
2. По каким признакам классифицируются задачи математического программирования.
3. Сформулировать задачи линейного, нелинейного, квадратичного и дискретного программирования.
4. В каких случаях задача математического программирования не имеет определенного оптимального решения.
5. Определение многомерной функции. Построение вектора-градиента функции и матрицы вторых частных производных.
5. Дать определение локального и глобального экстремума.
6. Дать геометрическую интерпретацию задачи математического программирования.

Тема 2. Методы линейного программирования.

7. Сформулировать и привести пример задачи линейного программирования.
8. В чем заключается графоаналитический метод решения задачи линейного программирования?
9. Построить математическую модель задачи планирования оптимального ассортимента.
10. Построить математическую модель "диетической задачи".
11. Построить математическую модель транспортной задачи открытого и закрытого типа.
12. Какие существуют формы математической модели задачи линейного программирования и эквивалентные преобразования одной формы в другую.
13. Определить алгоритм метода Жордана-Гаусса решения системы линейных алгебраических уравнений.
14. Определить общее и базисное решения системы линейных алгебраических уравнений.
15. Привести пример преобразования однократного замещения.
16. Определение базисного решения и опорного плана в системе линейных алгебраических уравнений.
17. Что такое симплексное преобразование опорного плана. Привести пример.
18. Сформулировать основные шаги симплекс-метода.
19. Определить выпуклую комбинацию векторов в пространстве R^n .

20. Построить на примере симплекс-таблицу. Определить оценки оптимальности опорного плана.
21. В чем состоит признак оптимальности опорного плана в симплекс-таблице?
22. В чем состоит признак неоднозначности оптимального решения в симплекс-таблице?
23. В каком случае применяются искусственные базисные переменные (М-задача)?
24. В чем состоит признак пустой области допустимых решений в симплекс-таблице.
25. Дать геометрическую интерпретацию симплексных преобразований.
26. В чем заключается модифицированная форма метода Жордана-Гаусса?
27. Как построить двойственную задачу по отношению к исходной задаче линейного программирования?
28. Как связаны оптимальные решения взаимодвойственных задач линейного программирования?
29. Как определить пары переменных исходной и двойственной задач линейного программирования?
30. Как преобразуется симплекс-таблица для совместного решения взаимодвойственных задач двойственным симплекс-методом?
31. Чем отличается двойственный симплекс-метод от простого симплекс-метода?
32. В чем заключается признак пустой области допустимых решений в двойственном симплекс-методе?
33. Построить транспортную задачу в табличной форме с определением потенциалов строк и столбцов.
34. Как построить оценочную матрицу и выбрать цикл пересчета в транспортной задаче?
35. Как решить транспортную задачу открытого типа?
36. Как классифицировать параметрические задачи линейного программирования?
37. Как применить двойственный симплекс-метод к параметрическим задачам?
38. Как свести дробно-линейную задачу к задаче линейного программирования?

Тема 3. Методы выпуклого программирования

39. Какое пространство называется n -мерным евклидовым пространством?
40. Как определяется норма вектора и расстояние между векторами в евклидовом пространстве R^n ?
41. Как раскрывается определитель матрицы A порядка $(n \times n)$?

42. Дать определение квадратичной формы симметрической матрицы A порядка $(n \times n)$?
43. Дать определение унимодальной функции.
44. В чем состоит критерий Сильвестра положительной определенности квадратичной формы?
45. Что называется собственным вектором и собственным значением матрицы A порядка $(n \times n)$?
46. Свойства вектор-градиента многомерной дифференцируемой функции?
47. Дать определение матрицы Гессе и показать ее связь со вторым полным дифференциалом функции $f(x)$.
48. Необходимые и достаточные условия экстремума функции $f(x)$, $x \in R^n$.
49. Какая функция $f(x)$, $x \in R^n$ называется квадратичной и ее основные свойства?

Тема 4. Методы условной оптимизации.

50. На чем основаны необходимые и достаточные условия экстремума функции $f(x)$, $x \in R^n$.
51. Как проверить достаточные условия экстремума функции $f(x)$, $x \in R^n$ с помощью матрицы Гессе, раскрывая ее диагональные миноры?
52. Как проверить достаточные условия экстремума функции $f(x)$, $x \in R^n$ с помощью собственных значений матрицы Гессе?
53. Что называется функцией Лагранжа задачи нелинейного программирования с ограничениями равенствами?
54. Условия Куна-Таккера для определения стационарных точек функции Лагранжа в задаче с ограничениями неравенствами.
55. Как использовать условие дополняющей нежесткости при исследовании системы условий Куна-Таккера?
56. Условия Куна-Таккера для определения стационарных точек функции Лагранжа в задаче со смешанными ограничениями.
57. Как использовать полный дифференциал функции Лагранжа для исследования достаточных условий экстремума в задаче со смешанными ограничениями?

Тема 5. Численные методы нелинейной оптимизации.

58. Дать определение унимодальной функции $f(x)$, $x \in R$.
59. В чем заключается эвристический алгоритм Свенна для выбора интервала неопределенности для функции $f(x)$, $x \in R$?
60. Дать классификацию и общую характеристику одномерным численным методам оптимизации.

61. Как оценить погрешность точки минимума x^* функции $f(x)$, $x \in R$ в численном методе равномерного поиска?
62. Показать принцип метода деления отрезка пополам на примере одной итерации для функции $f(x)$, $x \in R$.
63. В чем принципиальное отличие метода деления отрезка и метода дихотомии для функции $f(x)$, $x \in R$?
64. На чем основан алгоритм метода золотого сечения для функции $f(x)$, $x \in R$?
65. На чем основан метод квадратичной аппроксимации Пауэлла для поиска точки минимума x^* функции $f(x)$, $x \in R$?
66. На каком принципе основан метод средней точки, как метод первого порядка, для $f(x)$, $x \in R$?
67. Выполнить одну итерацию методом Ньютона для функции $f(x) = x^2 - 8x + 12$ при $x_0 = 2$.
68. Пояснить общие принципы построения численных методов для функции
69. Дать классификацию и общую характеристику численным методам оптимизации для функции $f(x)$, $x \in R^n$.
70. На чем основан метод деформируемого многогранника для функции $f(x)$, $x \in R^n$.
71. Пояснить и привести пример сопряженных направлений относительно матрицы Гессе H порядка $(n \times n)$.
72. Каковы принципы построения методов первого порядка для функции $f(x)$, $x \in R^n$?
73. Как определяется направление поиска минимума в методе Ньютона для функции $f(x)$, $x \in R^n$?
74. В чем заключается особенность построения квазиньютоновского метода ДФП для минимизации функции $f(x)$, $x \in R^n$?

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «фронтальный и индивидуальный опрос»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначи-

	тельные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Контрольные работы:

Типовые варианты контрольных работ

*Контрольная работа
Семестр 5.*

Тема 2. Методы линейного программирования (Общая задача линейного программирования, двойственный симплекс-метод)

*Оценка: задача 1 (2 балла – полное решение);
задача 2 (3 балла – полное решение).*

Вариант № 1

Задача 1

Найти решение исходной задачи, используя решение, определенное графическим методом, двойственной задачи и утверждение теоремы 3 (о дополнительной нежесткости):

$$f(x) = 2x_1 + 2x_2 + 13x_3 - 6x_4 \rightarrow \min ;$$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 - x_3 + x_4 \leq -10, \\ -x_1 + x_2 - x_3 + x_4 \leq -4, \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, 4. \end{cases}$$

Задача 2

Решить исходную задачу двойственным симплекс-методом в модифицированной форме и определить решение двойственной задачи, используя теорему о соответствии между переменными взаимодвойственных задач:

$$f(x) = 5x_1 + 4x_2 \rightarrow \max ;$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \geq 4, \\ x_1 + x_2 \geq 6, \\ x_1 + x_2 \leq 10, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Варианты индивидуальных заданий:

Семестр 5.

Вариант 1.

Задача 1.

Используя необходимые и достаточные условия экстремума определить наличие стационарной точки и ее тип следующей функции:

$$f(x) = 2x_1^2 + 2x_2^2 + 3x_3^2 + x_1x_2 + x_2x_3 + 2x_1x_3 - 10x_1 - 15x_2 - 8x_3$$

в евклидовом пространстве R^3 .

Задача 2.

Используя метод исключения переменных и геометрические построения, найти решение следующей задачи линейной оптимизации:

$$f(x) = 10x_2 - 3x_3 \rightarrow \max ,$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 15 \\ 2x_1 + 5x_2 - 2x_3 \leq 0 \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 = -3 \\ x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

Задача 3.

Решить симплекс-методом. Построить решение графическим методом и сравнить с решением симплекс-методом.

$$f(x) = 10x_1 + 12x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 4x_1 + 7x_2 \leq 30 \\ 3x_1 + 5x_2 \geq 12 \\ -2x_1 + 2x_2 \leq 5 \\ x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0. \end{cases}$$

Задача 4.

Решить транспортную задачу методом потенциалов. Для построения исходного опорного плана использовать правило минимальной стоимости.
Дано:

запасы $a_1 = 150; a_2 = 120; a_3 = 100;$

потребности $b_1 = 120; b_2 = 180; b_3 = 110; b_4 = 100.$

Тарифы перевозок единицы груза c_{ij} заданы следующей таблицей (матрицей):

$$C = \begin{pmatrix} 11 & 3 & 4 & 10 \\ 7 & 5 & 8 & 9 \\ 3 & 4 & 6 & 2 \end{pmatrix}.$$

Задача 5.

Двойственным симплекс-методом определить текущие допустимые решения и оптимальное решение исходной и двойственной задач линейного программирования.

Математическая модель имеет вид:

$$f(x) = 4x_1 + 9x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -3x_1 + 4x_2 \geq 8 \\ 3x_1 - 2x_2 \geq 6 \\ -2x_1 - 3x_2 \geq -48 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases}$$

Задача 6.

Используя двойственный симплекс-метод, найти оптимальное решение параметрической задачи линейного программирования.

Проанализировать решения на концах интервалов параметра t .

Математической модели имеет вид:

$$f(x, t) = (6 - t)x_1 + (-4 + t)x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \geq (6 + t) \\ 2x_1 + 3x_2 \leq (36 - t) \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

$$t \in [-40; 40].$$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «индивидуальные задания»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
Зачтено	Правильно решены 90-100% заданий
Не зачтено	Правильно решены менее 90% заданий

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Типовые экзаменационные билеты

Билеты. Семестр 5.

Билет № 1

1. Определение вектора-градиента многомерной функции. Основные свойства вектора-градиента. Привести пример. 2 балла
2. Используя метод исключения переменных и геометрические построения, найти решение следующей задачи линейного программирования: 3 балла

$$\begin{aligned} f(x) &= 10x_2 - 3x_3 \rightarrow \max, \\ \begin{cases} 2x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 15 \\ 2x_1 + 5x_2 - 2x_3 \leq 0 \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 = -3 \\ x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0. \end{cases} \end{aligned}$$

Билет № 2

1. Понятие локального и глобального экстремума функции одной переменной. Привести примеры 2 балла
2. Решить графическим методом. Изменить параметры целевой функции для получения неоднозначного максимума. 3 балла

$$\begin{aligned} f(x) &= 10x_1 + 12x_2 \rightarrow \max, \\ \begin{cases} 4x_1 + 7x_2 \leq 30 \\ 3x_1 + 5x_2 \geq 12 \\ -2x_1 + 2x_2 \leq 5 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{cases} \end{aligned}$$

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее – ФОС) по дисциплине «Методы оптимизации» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий



Ветрова Н. Н.