

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института прикладной  
математики и компьютерных наук  
А.В. Замятин  
« 14 » \_\_\_\_\_ 2023 г.



Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине  
(Оценочные средства по дисциплине)

**Методы оптимизации и исследование операций**

по направлению подготовки

**09.03.03 Прикладная информатика**

Направленность (профиль) подготовки :  
**Разработка программного обеспечения в цифровой экономике**

ОС составил:  
канд. физ.-мат. наук,

доцент кафедры прикладной информатики



Б.А. Гладких

Рецензент:  
д-р техн. наук, профессор,  
профессор кафедры прикладной информатики



С.П. Сущенко

Оценочные средства одобрены на заседании учебно-методической комиссии  
института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол №2 от 08.06.2023

Председатель УМК ИПМКН,  
д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

**Оценочные средства (ОС)** является элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ОС разрабатывается в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины и включает в себя набор оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### 1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
			Отлично (зачтено)	Хорошо (зачтено)	Удовлетворительно (зачтено)	Неудовлетворительно (не зачтено)

<p>ОПК-6 – Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования</p>	<p>ИОПК-6.3 Выбирает методы моделирования систем, структурирует и анализирует цели и функции систем управления, проводит системный анализ прикладной области. ИОПК-6.2 Использует методы системного анализа для выявления информационных потребностей пользователей. ИОПК-6.1 Обладает понятиями и категориями математического моделирования, используемыми при расчете экономических и организационно-технических процессов</p>	<p>ОР-6.3.1 Способен выбирать методы моделирования систем, структурирует и анализирует цели и функции систем управления, проводит системный анализ прикладной области. ОР-6.2.1 Знает как использовать методы системного анализа для выявления информационных потребностей пользователей. ОР-6.1.1 Знает понятия и категории математического моделирования, используемыми при расчете экономических и организационно-технических процессов</p>	<p>Обладает понятиями и категориями математического моделирования, используемыми при расчете экономических и организационно-технических процессов, использует методы системного анализа для выявления информационных потребностей пользователей, выбирает методы моделирования систем, структурирует и анализирует цели и функции систем управления, проводит системный анализ прикладной области, допускает неточности высокого уровня знаний и умений в применении математического аппарата и использовании современных инструментальных средств для разработки и исследования</p>	<p>Обладает понятиями и категориями математического моделирования, используемыми при расчете экономических и организационно-технических процессов, использует методы системного анализа для выявления информационных потребностей пользователей, выбирает методы моделирования систем, структурирует и анализирует цели и функции систем управления, проводит системный анализ прикладной области, допускает неточности высокого уровня знаний и умений в применении математического аппарата и использовании современных инструментальных средств для разработки и исследования</p>	<p>Обладает понятиями и категориями математического моделирования, используемыми при расчете экономических и организационно-технических процессов, использует методы системного анализа для выявления информационных потребностей пользователей, выбирает методы моделирования систем, структурирует и анализирует цели и функции систем управления, проводит системный анализ прикладной области, допускает неточности высокого уровня знаний и умений в применении математического аппарата и использовании современных инструментальных средств для разработки и исследования</p>	<p>Не обладает понятиями и категориями математического моделирования, используемыми при расчете экономических и организационно-технических процессов, не использует методы системного анализа для выявления информационных потребностей пользователей, не выбирает методы моделирования систем, структурирует и анализирует цели и функции систем управления, проводит системный анализ прикладной области, допускает неточности высокого уровня знаний и умений в применении математического аппарата и использовании современных инструментальных средств для разработки и исследования</p>
--	--	--	--	--	--	---

			<p>информационных систем. Сформированное систематическое умение использовать методы оптимизации и исследования операций при разработке информационных систем и умение применять современные языки программирования, библиотеки стандартных программ</p>	<p>исследования информационных систем. Сформированное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать методы оптимизации и исследования операций при разработке информационных систем и умение применять библиотеки стандартных программ для задач</p>	<p>разработки исследования информационных систем. Фрагментарные, частично освоенное умение использовать методы оптимизации и исследования операций при разработке информационных систем и умение применять библиотеки стандартных программ для задач</p>	<p>информационных систем. Отсутствие умений использовать методы оптимизации и исследования операций при разработке информационных систем соответствующего назначения;</p>
--	--	--	---	---	--	---

## 2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1.	Введение в исследование операций.	ОР-6.1.1, ОР-6.2.2, ОР-6.3.1	Вопросы для проведения промежуточной аттестации.
2.	Примеры и математическая модель задачи линейного программирования	ОР-6.1.1, ОР-6.2.2, ОР-6.3.1	Вопросы для проведения промежуточной аттестации.
3.	Повторение специфических разделов линейной алгебры	ОР-6.1.1, ОР-6.2.2, ОР-6.3.1	Вопросы для проведения промежуточной аттестации, лабораторная работа
4.	Симплексный метод.	ОР-6.1.1, ОР-6.2.2, ОР-6.3.1	Вопросы для проведения промежуточной аттестации, лабораторная работа
5.	Теория двойственности	ОР-6.1.1, ОР-6.2.2, ОР-6.3.1	Вопросы для проведения промежуточной аттестации, лабораторная работа
6.	Транспортная задача	ОР-6.1.1, ОР-6.2.2, ОР-6.3.1	Вопросы для проведения промежуточной аттестации, лабораторная работа
7.	Задача о назначении	ОР-6.1.1, ОР-6.2.2, ОР-6.3.1	Вопросы для проведения промежуточной аттестации, лабораторная работа
8.	Дискретное линейное программирование	ОР-6.1.1, ОР-6.2.2, ОР-6.3.1	Вопросы для проведения промежуточной аттестации, лабораторная работа
9.	Динамическое программирование	ОР-6.1.1, ОР-6.2.2, ОР-6.3.1	Вопросы для проведения промежуточной аттестации, лабораторная работа
10.	Теория выпуклого программирования	ОР-6.1.1, ОР-6.2.2, ОР-6.3.1	Вопросы для проведения промежуточной аттестации, лабораторная работа

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения

3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине (студенты должны самостоятельно подготовить и сдать программы на лабораторных занятиях):

Примеры заданий для лабораторных работ:

Лабораторная работа 1. Дана задача линейного программирования:

$$\begin{aligned}
&30x_1 + 40x_2 \rightarrow \max \\
&12x_1 + 4x_2 \leq 300 \\
&4x_1 + 4x_2 \leq 120 \\
&3x_1 + 12x_2 \leq 252 \\
&x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.
\end{aligned}$$

- а) представить её в канонической форме;
- б) найти решение задачи симплексным методом (выписать: значение целевой функции (прибыль); оптимальный план, определить, является ли оптимальный план вырожденным или нет; остатки ресурсов);
- в) записать двойственную задачу и решить её;
- г) выполнить проверку правильности решения, используя геометрическую интерпретацию.

Лабораторная работа №2. Используя вторую теорему двойственности (проверка пар двойственных условий на активность/неактивность), проверить на оптимальность план  $X = (0, 2, 6, 0)$  для задачи линейного программирования:

$$\begin{aligned}
&x_1 + 2x_2 \rightarrow \max \\
&5x_1 + 10x_2 \leq 26 \\
&2x_1 + 10x_2 \leq 20 \\
&x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.
\end{aligned}$$

Лабораторная работа №3. Дана задача линейного программирования. Записать расширенную задачу с использованием единичного искусственного базиса.

$$\begin{aligned}
&3x + 2y \Rightarrow \min \\
&x_1 + x_2 \leq 4, \\
&x_1 + 2x_2 \geq 5, \\
&2x_1 + x_2 \geq 6, \\
&x_1 \geq 0, x_2 \geq 0.
\end{aligned}$$

Лабораторная работа №3. Решение транспортной задачи.

1.
  - а) Составить математическую модель транспортной задачи;
  - б) Составить математическую модель двойственной задачи;
  - в) Построить исходный опорный план транспортной задачи методом северо-западного угла и решить задачу методом потенциалов;
  - г) Построить исходный опорный план транспортной задачи методом минимального элемента и решить задачу методом потенциалов;
  - д) Сравнить количество итераций в полученных решениях.

Пункты производства	Пункты потребления				Объёмы производства
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	
№ 1	17	4	6	2	25
№ 2	7	9	3	11	32
№ 3	5	8	13	1	15
Объёмы потребления	12	20	15	25	

Лабораторная работа №4. Задача о назначениях.

- а) Составить математическую модель задачи о назначениях;
- б) Решить задачу о назначениях венгерским методом.

Лабораторная работа №5.

1. Найти стационарные точки функции  $f(x_1, x_2)$ , определить их тип согласно критерию Сильвестра и вычислить экстремальные значения функции

$$f(x_1, x_2) = 5x_1^2 + x_2^2 + x_1x_2 + x_1.$$

2. Составив функцию Лагранжа для функции  $f(x_1, x_2)$ , свести задачу условной оптимизации к задаче безусловной оптимизации и найти точки экстремума и экстремальные значения этой функции

$$f(x_1, x_2) = 5x_1^2 + x_2^2 + x_1x_2 + x_1,$$
$$x_1 + x_2 = 10.$$

3. Составить систему дифференциальных условий Куна – Таккера для следующей задачи выпуклого программирования

$$f(x_1, x_2) = (x_1 - 4)^2 + (x_2 - 1)^2 \Rightarrow \min$$
$$5x_1^2 + x_2 \leq 10,$$
$$0 \leq x_2 \leq 7,$$
$$x_1 \geq 0.$$

4. Составить и решить систему дифференциальных условий Куна – Таккера для следующей задачи квадратичного программирования

$$f(x_1, x_2) = (x_1 - 2)^2 + x_2^2 \Rightarrow \min$$
$$2x_1 + x_2 = 4,$$
$$x_2 \geq 0.$$

5. Методом Вульфа свести задачу квадратичного программирования к задаче линейного программирования и составить исходную симплекс-таблицу

$$f(x_1, x_2) = (x_1 - 2)^2 + x_2^2 \Rightarrow \min$$
$$2x_1 + x_2 \leq 6,$$
$$x_2 \leq 5,$$
$$x_1, x_2 \geq 0.$$

3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
Экзамен проводится в виде теста во время сессии. К экзамену допускаются студенты, сдавшие обязательные лабораторные работы.

Вопросы для промежуточной аттестации:

1. Предмет исследования операций. Место исследования операций среди других наук
2. Методология операционного исследования
3. Постановка и формы записи задачи линейного программирования (развернутая, матричная, векторная)



4. Приведение задачи линейного программирования к канонической форме
5. Графическая интерпретация задачи линейного программирования
6. Доказать, что оптимальный план находится в крайней точке множества планов
7. Доказать, что план является крайней точкой множества планов тогда и только тогда, когда он опорный
8. Ограничение перебора в симплексном методе: выбор вектора, подлежащего исключению из базиса
9. Направленность перебора в симплексном методе: выбор вектора, подлежащего включению в базис
10. Доказательство критерия оптимальности в симплексном методе (объяснить)
11. Алгоритм симплексного метода.
12. Метод искусственного базиса.
13. Симметричные и несимметричные двойственные задачи. Двойственные условия
14. Доказательство первой теоремы двойственности (объяснить)
15. Вторая теорема двойственности и ее обращение
16. Экономическая интерпретация двойственных переменных и двойственных условий
17. Постановки и формы записи транспортной задачи. Особенности векторной формы записи. Свойство разрешимости
18. Размерность транспортной задачи
19. Свойство целочисленности транспортной задачи
20. Транспортная задача. Разложение векторов условий и критерий их линейной независимости
21. Метод северо-западного угла и метод минимального элемента
22. Проблема вырожденности в транспортной задаче и метод ее устранения
23. Критерий оптимальности в транспортной задаче
24. Переход к новому опорному плану в транспортной задаче
25. Задача о назначении и ее свойства: эквивалентные преобразования, независимые нули
26. Независимые нули и паросочетания. Метод чередующихся цепей
27. Метод отсечения в целочисленном линейном программировании
28. Метод ветвей и границ в булевом линейном программировании
29. Основные принципы динамического программирования на примере задачи о кратчайшем пути. Уравнение Беллмана для этой задачи
30. Основные принципы динамического программирования на примере задачи о распределении ресурсов. Уравнение Беллмана для этой задачи
31. Какой вид имеет общая задача математического программирования?
32. Что такое целевая функция и ограничения?
33. Что такое область допустимых значений?
34. В чём заключается задача нелинейного программирования?
35. Чем характеризуется выпуклое программирование?
36. Чем характеризуется квадратичное программирование?
37. Что такое аффинное пространство?
38. Что такое скалярное произведение векторов?
39. Как вычисляется длина вектора в евклидовом пространстве?
40. Какие функции называются выпуклыми?
41. Что такое неравенство Иенсена?

42. Что такое глобальный и локальный экстремумы?
43. Какая функция называется квадратичной?
44. Сформулируйте свойство выпуклости функции?
45. Что такое функция Лагранжа?
46. Сформулируйте теорему Куна – Таккера?
47. Что такое условие Слейтера?
48. Представьте дифференциальные условия Куна – Таккера?
49. Чем характеризуется квадратичное программирование?
50. В чём заключается метод Вульфа? Приведите пример.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения**

4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Текущий контроль успеваемости проводится во время сдачи лабораторных работ. Лабораторные работы оцениваются по пятибалльной шкале.

4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

Видом промежуточной аттестации является зачет, экзамен. Оценка за зачет, экзамен выставляется на основе выполненных лабораторных и контрольных работ и экзаменационного тестирования. Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Итоговая оценка по предмету выставляется на основе результатов экзаменационного тестирования и выполненных лабораторных работ:

«отлично» – студент выполнил все лабораторные работы, заключительный тест по теории сдан не менее чем на 90 баллов;

«хорошо» – студент выполнил не менее 80% лабораторных работ, заключительный тест по теории сдан не менее чем на 80 баллов;

«удовлетворительно» – студент выполнил все обязательные лабораторные работы, заключительный тест по теории сдан не менее чем на 70 баллов;

«неудовлетворительно» – студент не сдал хотя бы одну обязательную лабораторную работу или заключительный тест по теории сдал менее чем на 70 баллов;