

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

« 02 » *02/02* 2021 г.



Фонд оценочных средств по дисциплине

**Методы оптимизации и исследование операций**

по направлению подготовки

**09.03.03 Прикладная информатика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Разработка программного обеспечения в цифровой экономике**

ФОС 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 от 17 июня 2021 г. № 05

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

С.П. Сущенко

**Фонд оценочных средств (ФОС)** является элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ФОС разрабатывается в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины.

### 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	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
ОПК-6. Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.	ИОПК-6.1. Обладает понятиями и категориями математического моделирования, используемыми при расчете экономических и организационно-технических процессов.	ОР-6.1.1. Знать исторические предпосылки, общую методологию и классификацию задач исследования операций; ОР-6.1.2. Знать, понимать и применять базовый математический аппарат линейного и динамического программирования	Демонстрация высокого уровня умений в применении математического аппарата и использовании современных инструментальных средств для разработки и исследования информационных систем.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в умении применения математического аппарата и использования современных инструментальных средств для разработки и исследования информационных систем.	Фрагментарные знания, частично освоенное умение в применении математического аппарата и использовании современных инструментальных средств для разработки и исследования информационных систем.	Отсутствие знаний и умений в применении математического аппарата и использовании современных инструментальных средств для разработки и исследования информационных систем.

	<p>ИОПК-6.2. Использует методы системного анализа для выявления информационных потребностей пользователей.</p>	<p>ОР-6.2.1. Уметь решать модельные задачи линейного программирования с помощью пакетов и библиотек стандартных программ;</p>	<p>Сформированное систематическое умение использовать методы оптимизации и исследования операций при разработке информационных систем и умение применять современные языки программирования, библиотеки стандартных программ</p>	<p>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>Фрагментарные, частично освоенное умение использовать методы оптимизации и исследования операций при разработке информационных систем и умение применять библиотеки стандартных программ для задач</p>	<p>Отсутствие умений использовать методы оптимизации и исследования операций при разработке информационных систем соответствующего назначения;</p>
	<p>ИОПК-6.3. Выбирает методы моделирования систем, структурирует и анализирует цели и функции систем управления, проводит системный анализ прикладной области.</p>	<p>ОР-6.3.1. Знать и понимать фундаментальные принципы динамического программирования; знать основные понятия нелинейного, выпуклого, квадратичного и динамического программирования.</p>	<p>Сформированные систематические знания современного математического аппарата, фундаментальных концепций и системных методологий в информационных технологиях.</p>	<p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современного математического аппарата, фундаментальных концепций и системных методологий в информационных технологиях.</p>	<p>Фрагментарные знания современного математического аппарата, фундаментальных концепций и системных методологий в области информационных технологий.</p>	<p>Отсутствие знаний современного математического аппарата, фундаментальных концепций и системных методологий в области информационных технологий.</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. Знать исторические предпосылки, общую методологию и классификацию задач исследования операций; ОР-6.1.2. Знать, понимать и применять базовый математический аппарат линейного и динамического программирования ОР-6.2.1. Уметь решать модельные задачи линейного программирования с помощью пакетов и библиотек стандартных программ;  ОР-6.3.1. Знать и понимать фундаментальные принципы динамического программирования; знать основные понятия нелинейного, выпуклого, квадратичного и динамического программирования.	Вопросы для проведения промежуточной аттестации.
2.	Примеры и математическая модель задачи линейного программирования		Вопросы для проведения промежуточной аттестации.
3.	Повторение специфических разделов линейной алгебры		Вопросы для проведения промежуточной аттестации, задания для проведения текущего контроля
4.	Симплексный метод.		Вопросы для проведения промежуточной аттестации, задания для проведения текущего контроля
5.	Теория двойственности		Вопросы для проведения промежуточной аттестации, задания для проведения текущего контроля
6.	Транспортная задача		Вопросы для проведения промежуточной аттестации, задания для проведения текущего контроля
7.	Задача о назначении		Вопросы для проведения промежуточной аттестации, задания для проведения текущего контроля
8.	Дискретное линейное программирование		Вопросы для проведения промежуточной аттестации, задания для проведения текущего контроля
9.	Динамическое программирование		
10.	Теория выпуклого программирования		

## 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 экзамен. Оценка за 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;