

Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Исследование операций»

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

1. Выберите один правильный ответ

Какой метод используется для решения задач целочисленного программирования?

- А) Метод множителей Лагранжа
- Б) Метод ветвей и границ
- В) Метод динамического программирования
- Г) Метод Ньютона

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

2. Выберите один правильный ответ

Какое распределение характерно для входного потока в теории массового обслуживания?

- А) Нормальное
- Б) Экспоненциальное
- В) Пуассоновское
- Г) Равномерное

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

3. Выберите один правильный ответ

Что изучает теория массового обслуживания?

- А) Оптимизацию финансовых потоков
- Б) Решение дифференциальных уравнений
- В) Распределение ресурсов в сетях
- Г) Анализ очередей и процессов обслуживания

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

4. Выберите один правильный ответ

Какой этап исследования операций следует после построения математической модели?

- А) Постановка задачи
- Б) Решение модели
- В) Анализ результатов
- Г) Сбор данных

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

5. Выберите один правильный ответ
Какая модель относится к детерминированным?

- А) Модель с точно заданными параметрами
- Б) Модель с случайными параметрами
- В) Модель с нечеткой логикой
- Г) Модель с вероятностными исходами

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

Задания закрытого типа на установление соответствия

1. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца. Установите соответствие между методами и задачами:

Метод		Описание	
1)	Метод ветвей и границ	A)	Целочисленное программирование
2)	Принцип Беллмана	Б)	Планирование комплекса работ
3)	Алгоритм Гомори	В)	Решение задачи коммивояжера
4)	Сетевой график	Г)	Оптимизация многоэтапных процессов

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	Г	А	Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

2. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца. Установите соответствие между терминами и определениями:

Метод		Описание	
1)	Критический путь	A)	Метод решения целочисленных задач
2)	Динамическое программирование	Б)	Максимальный путь в сетевом графике
3)	Метод Гомори	В)	Заявка покидает систему, если все приборы заняты
4)	Система с отказами	Г)	Многоэтапная оптимизация

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	Г	А	В

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

3. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца. Соотнесите типы моделей и их примеры:

Метод		Описание	
1)	Детерминированная модель	А)	График Ганта
2)	Вероятностная модель	Б)	Задача распределения ресурсов
3)	Сетевая модель	В)	Оптимизация прибыли и риска
4)	Многокритериальная модель	Г)	Система массового обслуживания

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	Г	А	В

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

4. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца. Установите соответствие между учеными и их вкладами:

Метод		Описание	
1)	Р. Беллман	А)	Метод анализа иерархий
2)	Т. Саати	Б)	Динамическое программирование
3)	Дж. Гомори	В)	Теория вероятностей
4)	А. Колмогоров	Г)	Алгоритмы целочисленного программирования

Правильный ответ:

1	2	3	4
Б	А	Г	

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

5. Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца. Соотнесите методы и их применение:

Метод		Описание	
1)	Симплекс-метод	А)	Оптимизация с ограничениями

- | | | |
|------------------------------|----|--|
| 2) Метод множителей Лагранжа | Б) | Поиск кратчайшего пути в графе |
| 3) Алгоритм Дейкстры | В) | Анализ конфликтных ситуаций |
| 4) Теория игр | Г) | Решение задач линейного программирования |

Правильный ответ:

1	2	3	4
Г	А	Б	В

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Этапы решения задачи динамического программирования:

- А) Определение подзадач
- Б) Построение рекуррентных соотношений
- В) Вычисление оптимальных значений
- Г) Восстановление решения

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

2. Этапы построения сетевого графика:

- А) Идентификация работ и событий
- Б) Определение последовательности работ
- В) Расчет временных параметров
- Г) Построение диаграммы

Правильный ответ: А, Б, Г, В

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

3. Шаги метода ветвей и границ:

- А) Разбиение задачи на подзадачи
- Б) Релаксация ограничений
- В) Оценка нижних границ
- Г) Отсечение неоптимальных ветвей

Правильный ответ: Б, А, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

4. Этапы исследования операций:

- А) Постановка задачи
- Б) Сбор данных
- В) Построение модели
- Г) Решение и анализ

Правильный ответ: А, Б, В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

5. Последовательность действий в системе массового обслуживания:

- а) Поступление заявки
- б) Обслуживание
- в) Ожидание в очереди
- г) Выход из системы

Правильный ответ: А, В, Б, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

1. Метод Гомори используется для решения задач
программирования.

Правильный ответ: целочисленного.

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

2. Принцип оптимальности Беллмана гласит, что оптимальная стратегия _____ от предыдущих решений, кроме текущего состояния.

Правильный ответ: не зависит.

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

3. Критический путь в сетевом графике — это путь с
длительностью.

Правильный ответ: максимальной.

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

4. В динамическом программировании задача разбивается на

Правильный ответ: подзадачи

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

5. Интенсивность обслуживания в СМО обозначается буквой

Правильный ответ: μ (мю)

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

1. Интенсивность входного потока $\lambda = 15$ заявок/час, интенсивность обслуживания $\mu = 20$ заявок/час.

Найдите коэффициент загрузки системы (ρ). (*Ответ запишите в виде числа*)

Правильный ответ: $\rho = \frac{15}{20} = 0,75$

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

2. В сетевом графике критический путь составляет 25 дней.

Если длительность одной из работ на этом пути увеличится на 2 дня, каким станет новый срок проекта? (*Ответ запишите в виде числа*)

Правильный ответ: $25 + 2 = 27$ дней

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

3. Для проекта задан сетевой график с критическим путем длительностью 20 дней. Если одна из работ на критическом пути задержится на 3 дня, как это повлияет на срок завершения проекта?

(*Ответ запишите в виде числа*)

Правильный ответ: срок увеличится на 3 дня

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

4. В системе массового обслуживания с 1 каналом $\lambda = 5$ заявок/час, $\mu = 6$ заявок/час. Найдите среднее время ожидания в очереди (Wq). (*Ответ запишите в виде числа, в минутах*)

Правильный ответ: $Wq = \frac{\lambda}{\mu(\mu-\lambda)} = \frac{5}{6(6-5)} = \frac{5}{6} \approx 50$ минут

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

5. Для задачи коммивояжера с матрицей расстояний:

А-В: 10, В-С: 15, С-А: 20. Найдите длину кратчайшего маршрута.

(*Ответ запишите в виде числа*)

Правильный ответ: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A = 10 + 15 + 20 = 45$

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. Решить следующую задачу методом ветвей и границ с использованием двойственного симплекс-метода найти оптимальное решение задачи

$$z = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \leq 6 \\ -x_1 + 2x_2 \leq 2 \\ x_1 - x_2 \leq 1 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2; x_j \in N \text{ для всех } j.$$

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Строится каноническая форма математической модели:

$$z = 3x_1 + 4x_2 \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 6 \\ -x_1 + 2x_2 + x_4 = 2 \\ x_1 - x_2 + x_5 = 1 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1, 5} \end{cases} \quad (2)$$

Задача решается без учета условия целочисленности. Результаты решения задачи представлены в табл.1, 2 и 3.

Таблица 1

Св.п. Баз.п.	x_1	x_2	b_i
x_3	3	2	6
x_4	-1	2^*	2
x_5	1	-1	1
z	-3	-4	0

Таблица 2

Св.п. Баз.п.	x_1	x_4	b_i
x_3	4^*	-1	4
x_2	-0.5	0.5	1
x_5	0.5	0.5	2
z	-5	2	4

Таблица 3

Св.п. Баз.п	x_3	x_4	b_i
x_1	0.25	-0.25	1
x_2	0.125	0.375	1.5
x_5	-0.125	0.625	1.5
		1	0
	.25	.75	

Как следует из табл.3 найденный оптимальный опорный план $x^* = (1; 1.5; 0; 0; 1.5)$ не является решением исходной задачи, т.к. решение не удовлетворяет условию целочисленности. Переменная x_2 принимает нецелое значение, она инициирует процесс ветвления, т.е. порождает две подзадачи (1) и (2), связанные с условиями $x_2 \geq 2$ и $x_2 \leq 1$.

Подзадача 1.

Подзадача определяется дополнительным условием $x_2 \geq 2$. В этом условии переменная x_2 выражается через x_3 и x_4 с помощью первого и второго уравнений системы (2). В результате этого получается эквивалентное неравенство: $-x_3 - 3x_4 \geq 4$. Это неравенство согласно признаку двойственного симплекс-метода определяет неразрешимость рассматриваемой подзадачи, т.к. область допустимых решений пустая. Действительно, при неотрицательных переменных x_3 и x_4 неравенство не имеет места.

Подзадача 2.

Данная подзадача определяется условием $x_2 \leq 1$. После аналогичного приведения к переменным x_3 и x_4 неравенство принимает следующий вид:

$-x_3 - 3x_4 \leq -4$. Дополним таблицу 3 полученным дополнительным ограничением и продолжим решение подзадачи.

Таблица 4

Св.п. Баз.п.	x_3	x_4	b_i
x_1	0.25	-0.25	1
x_2	0.125	0.375	1.5
x_5	-0.125	0.625	1.5
x_6	-1	-3*	-4
z	1.25	0.75	9

Таблица 5

Св.п. Баз.п.	x_3	x_6	b_i
x_1	0.333	-0.083	1.333
x_2	0	0.125	1
x_5	-0.333	0.208	0.667
x_4	0.333	-0.333	1.333
z	1	0.25	8

Оптимальное решение, полученное в табл. 5, не является целочисленным $x^* = (1.333; 1; 0; 1.333; 0.667; 0)$. Переменная x_1 принимает нецелое значение, она инициирует процесс ветвления, т.е. порождает две подзадачи (3) и (4), связанные с условиями $x_1 \geq 2$ и $x_1 \leq 1$.

Подзадача 3.

Подзадача определяется дополнительным условием $x_1 \geq 2$. Выполнив преобразования, аналогичные тем, которые были выполнены в подзадаче 1 и сделав одну итерацию, убеждаемся, что в этой подзадаче область допустимых решений пустая. Выполненные преобразования представлены в табл. 6 и 7.

В табл. 7 строка, соответствующая базисной переменной x_5 , содержит признак пустой области допустимых решений (согласно алгоритму двойственного симплекс-метода).

Таблица 6

Св.п. Баз.п.	x_3	x_6	b_i
x_1	0.333	-0.083	1.333
x_2	0	0.125	1
x_5	-0.333	0.208	0.667
x_4	0.333	-0.333	1.333
x_7	4	-1*	-8
z	1	0.25	8

Таблица 7

Св.п. Баз.п.	x_3	x_7	b_i
x_1	0	-0.083	2
x_2	0.5	0.125	0
x_5	0.5	0.208	-1
x_4	-1	-0.333	4
x_6	-4	-1*	8
z	2	0.25	6

Подзадача 3.

Подзадача определяется дополнительным условием $x_1 \leq 1$. После несложных преобразований x_1 выражается через x_3 и x_6 , в результате чего получается эквивалентное дополнительное условие:

$$-4x_3 + x_6 \leq -4. \quad (3)$$

Условием (3) дополняем табл. 5 и продолжаем преобразования в табл. 8 и 9.

Таблица 8

Св.п. Баз.п.	x_3	x_6	b_i
x_1	0.333	-0.083	1.333
x_2	0	0.125	1
x_5	-0.333	0.208	0.667

Таблица 9

Св.п. Баз.п.	x_7	x_7	b_i
x_1	0.083	0	1
x_2	0	0.125	1
x_5	-0.083	0.125	1

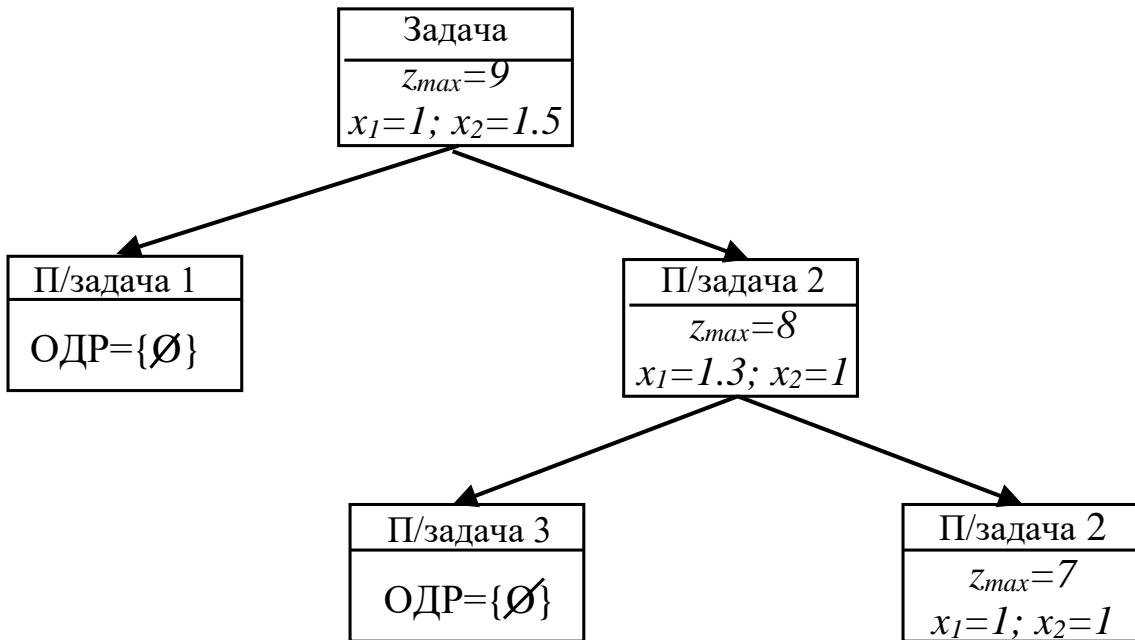
x_4	0.333	-0.333	1.333
x_7	-4*	1	-4
z	1	0.25	8

x_4	0.083	-0.25	1
x_3	-0.25	-0.25	1
z	0.25	0.5	7

В табл. 9 получено оптимальное целочисленное решение, т.е. решение исходной задачи: $x_1^* = 1$; $x_2^* = 1$; $z_{\max} = 7$.

На рисунке изображена совокупность порожденных подзадач в виде дерева.

Каждой подзадаче можно дать геометрическую интерпретацию, выполняя построения на плоскости с учетом дополнительных ограничений, каждое из которых порождает соответствующую подзадачу.



Критерии оценивания:

- построение канонической формы;
- заполнение симплекс-таблицы;
- проверка оптимальности опорного плана и его улучшение;
- пересчет таблицы, используя преобразования Жордана-Гаусса.

Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

2. Определить оптимальные смешанные стратегии и цену игры матричной игры, которая определяется матрицей

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 & 3 \\ 2 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 4 & 4 & 2 \end{pmatrix}$$

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 45 мин.

Ожидаемый результат:

Составляем задачи $\sum_{i=1}^m p_i \rightarrow \min$, $\sum_{i=1}^m a_{ij} p_i \geq 1$. и $\sum_{j=1}^n q_j \rightarrow \max$, $\sum_{j=1}^n a_{ij} q_j \geq 1$.

$$\begin{aligned}
p_1 + p_2 + p_3 &\rightarrow \min, \\
\begin{cases} p_1 + 2p_2 + 3p_3 \geq 1, \\ 2p_1 + p_2 + 4p_3 \geq 1, \\ p_1 + p_2 + 4p_3 \geq 1, \\ 3p_1 + p_2 + 2p_3 \geq 1; \end{cases} \\
p_i &\geq 0 \quad (i=1, 2, 3).
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
q_1 + q_2 + q_3 + q_4 &\rightarrow \max, \\
\begin{cases} q_1 + 2q_2 + q_3 + 3q_4 \leq 1, \\ 2q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \leq 1, \\ 3q_1 + 4q_2 + 4q_3 + 2q_4 \leq 1, \end{cases} \\
q_j &\geq 0 \quad (j=1, 2, 3, 4).
\end{aligned}$$

Решим эти взаимодвойственные задачи линейного программирования двойственным симплекс-методом с использованием модифицированных преобразований Жордана–Гаусса, что позволяет совместить симплекс–таблицы. Решение представлено в таблицах 1 – 4.

Во всех таблицах разрешающий элемент выделен кружочком.

Таблица 1

Переменные двойствен- ных задач		p_4	p_5	p_6	p_7	–
		q_1	q_2	q_3	q_4	
$-p_1$	q_5	1	2	1	3	1
$-p_2$	q_6	2	1	1	1	1
$-p_3$	q_7	3	4	4	2	1
–	–	-1	-1	-1	-1	0

Таблица 2

Переменные двойствен- ных задач		p_4	p_5	p_3	p_7	–
		q_1	q_2	q_7	q_4	
$-p_1$	q_5	1/4	1	-1/4	5/2	3/4
$-p_2$	q_6	5/4	0	-1/4	1/2	3/4
$-p_6$	q_3	3/4	1	1/4	1/2	1/4
–	–	-1/4	0	1/4	-1/2	1/4

Таблица 3

Переменные двойствен- ных задач		p_4	p_5	p_3	p_1	–
		q_1	q_2	q_7	q_5	
$-p_7$	q_4	1/10	2/5	-1/10	2/5	3/10
$-p_2$	q_6	6/5	-1/5	-1/5	-1/5	3/5
$-p_6$	q_3	7/10	4/5	3/10	-1/5	1/10
–	–	-1/5	1/5	1/5	1/5	2/5

Таблица 4

Переменные двойствен- ных задач		p_6	p_5	p_3	p_1	–
		q_3	q_2	q_7	q_5	
–	–	–	–	–	–	–

$-p_7$	q_4	$-\frac{1}{7}$	$\frac{2}{7}$	$-\frac{1}{7}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{2}{7}$
$-p_2$	q_6	$-12\frac{1}{7}$	$-11\frac{1}{7}$	$-5\frac{1}{7}$	$1\frac{1}{7}$	$3\frac{1}{7}$
$-p_4$	q_1	$10\frac{1}{7}$	$8\frac{1}{7}$	$3\frac{1}{7}$	$-2\frac{1}{7}$	$1\frac{1}{7}$
—		$\frac{2}{7}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{3}{7}$

В таблице 4 получено следующее решение относительно основных переменных:

$$p_1 = \frac{1}{7}, \quad p_2 = 0, \quad p_3 = \frac{2}{7}; \quad q_1 = \frac{1}{7}, \quad q_2 = 0, \quad q_3 = 0, \quad q_4 = \frac{2}{7}.$$

Поскольку $p_1 + p_2 + p_3 = \frac{1}{v}$, то $v = \frac{7}{3}$. Переходя к исходным переменным, получим

$$x_1 = vp_1 = \frac{1}{3}, \quad x_2 = 0, \quad x_3 = vp_3 = \frac{2}{3};$$

$$y_1 = vq_1 = \frac{1}{3}, \quad y_2 = 0, \quad y_3 = 0, \quad y_4 = vq_4 = \frac{2}{3}.$$

Итак, оптимальные смешанные стратегии соответственно первого и второго игроков

$$x^0 = \left(\frac{1}{3}, 0, \frac{2}{3} \right); \quad y^0 = \left(\frac{1}{3}, 0, 0, \frac{2}{3} \right), \quad \text{цена игры } v = \frac{7}{3}.$$

Критерии оценивания:

- построение двойственных задач по заданной матрице;
 - заполнение симплекс-таблицы;
 - проверка оптимальности опорного плана и его улучшение;
 - пересчет таблицы, используя преобразования Жордана-Гаусса.
- Компетенции (индикаторы): ОПК-6 (ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3).

Экспертное заключение

Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине «Исследование операций» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика.

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

Разработанные и представленные для экспертизы оценочные материалы рекомендуются к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии
института компьютерных систем и
информационных технологий



Ветрова Н. Н.

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)
1.	Дополнен комплектом оценочных материалов	протокол заседания кафедры прикладной математики № <u>8</u> от <u>24. 02. 2025</u>	 B.V. Малый