

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

Институт транспорта и логистики
Кафедра транспортных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
транспорта и логистики



Быкадоров В.В.

(подпись)

« 25 » февраль 2025 года

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине**

**Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и
инженерном анализе**
(наименование учебной дисциплины)

23.04.01 Технология транспортных процессов

(код и наименование направления подготовки)

**«Интеллектуальные транспортные системы», «Организация перевозок и
управление на транспорте (автомобильный транспорт)», «Организация
перевозок и безопасность движения»**

(наименование магистерской программы)

Разработчик:

доцент

(должность)



(подпись)

Кущенко А.В.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры транспортных технологий
от « 25 » февраль 2025 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой

(подпись)

Тарарычкин И.А.

(ФИО)

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и
инженерном анализе»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один правильный ответ

1. Результат выполнения планируемого эксперимента представляют в виде:

- А) уравнения прогрессии
- Б) экспоненциальной функции
- В) показательной функции
- Г) уравнения регрессии

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.2).

2. Степень влияния фактора (взаимодействия факторов) на результаты планируемого эксперимента в кодированных переменных определяют по:

- А) величине коэффициента в функции отклика
- Б) величине функции отклика в узловой точке
- В) вектор-столбцу коэффициента
- Г) величине критерия Кохрена

Правильный ответ: А.

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.1).

3. С какой целью при статистической обработке результатов планируемого эксперимента применяют критерий Фишера?

- А) для определения точности
- Б) для проверки рототабельности
- В) для определения адекватности
- Г) для определения однородности выборочных дисперсий

Правильный ответ: В.

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.3).

4. Определение минимума функции многих переменных методом градиентного спуска с постоянным шагом основано на:

- А) пошаговом последовательном определении градиента функции
- Б) определении интеграла функции
- В) аппроксимации функции полиномом
- Г) последовательным пошаговым уменьшением числа переменных

Правильный ответ: А.

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.4).

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие. Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие между назначением критериев, применяемых при статистической обработке результатов планируемого эксперимента и их наименованием.

	Назначение		Наименование
1)	Определение адекватности уравнения регрессии	А)	Критерий Кохрена
2)	Определение однородности построчных дисперсий	Б)	Критерий Стьюдента
3)	Определение предельной погрешности вычисления коэффициента регрессии	В)	Критерий Фишера
4)	Определение критической величины коэффициента регрессии	Г)	t-критерий

Правильный ответ:

1	2	3	4
В	А	Б	Г)

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.3)

2. Установите соответствие между структурой столбцов в матрице планирования четырехфакторного двухуровневого эксперимента и условиями смешивания факторов.

1)	Столбцы линейно независимы и их число равно числу коэффициентов в уравнении регрессии.	А)	Коэффициенты при факторах определяются с наибольшей точностью
2)	Столбец одного из факторов заменен столбцом взаимодействия трех факторов	Б)	С наибольшей точностью определяется коэффициенты при парных взаимодействиях
3)	Столбец одного из факторов заменен столбцом взаимодействия двух факторов	В)	Смешивание не наблюдается

Правильный ответ:

1	2	3
В	А	Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.1, ОПК-4.2)

3. Проклассифицировать следующие численные методы определения экстремума функции.

1)	Метод Ньютона	А)	Метод первого порядка
2)	Метод деления интервала пополам	Б)	Метод второго порядка
3)	Метод градиентного спуска с постоянным шагом	В)	Метод нулевого порядка

Правильный ответ:

1	2	3
Б	В	А

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.4).

4. Укажите размерности приведенных ниже величин

1)	Коэффициенты уравнения регрессии	А)	Размерность соответствующих физических величин
2)	Значения кодированных факторов в уравнении регрессии	Б)	Размерность функции отклика
3)	Измеряемые в процессе эксперимента факторы	В)	Безразмерные

Правильный ответ:

1	2	3
Б	В	А

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.2).

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

1. Установите правильную последовательность этапов нахождения регрессионной модели явления методом полного факторного эксперимента:

- А) Составление плана эксперимента.
- Б) Проверка воспроизводимости опытных данных.
- В) Выполнение экспериментального исследования.
- Г) Выбор основных факторов и интервалов их варьирования.
- Д) Проверка адекватности полученной регрессионной модели.
- Е) Получение регрессионной модели явления и проверка статистической значимости коэффициентов регрессии.

Правильный ответ: Г, А, В, Б, Е, Д.

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК 4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3)

2. Установите правильную последовательность этапов выполнения статистической обработки результатов планируемого эксперимента:

- А) Определение значимости коэффициентов регрессии
- Б) Определение дисперсии воспроизводимости

- В) Вычисление выборочных дисперсии
 - Г) Проверка адекватности регрессии
 - Д) Определение однородности построчных дисперсий
 - Е) Модернизация уравнения регрессии
- Правильный ответ: В, Д, Б, А, Е, Г.
Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.2, ОПК-4.3)

3. Укажите правильную последовательность выполнения этапов определения минимума функции многих переменных методом градиентного спуска в постоянным шагом:

- А) Определение выражения для градиента функции.
 - Б) Определение начальной точки и условий окончания расчета
 - В) Проверка выполнения условий окончания счета
 - Г) Вычисление величины градиента
 - Д) Определение следующей расчетной точки.
 - Е) Определение шага по градиенту
- Правильный ответ: Б, А, Е, Г, Д, Е, В.
Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК 4.4)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание).

1. _____ заключается в том, что эксперимент проводится по определенному плану, представляющему собой совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации экспериментов, при этом выполняются заданные требования (минимум числа экспериментов, заданная форма и минимум погрешности эмпирической зависимости, программируемый поиск экстремума функции и т. д.), в том числе и при неполном знании физической сущности исследуемого явления.

Правильный ответ: математическое планирование эксперимента
Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.2)

2. _____. представляет собой эксперимент, план которого содержит все возможные комбинации всех n факторов, повторяющихся на каждом уровне одинаковое число раз (для N уровней число этих комбинаций равняется N^n).

Правильный ответ: метод полного факторного эксперимента/
Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.2)/

3. Значения _____ характеризуют степень достижения цели, во имя которой поставлена или решается задача

Правильный ответ: целевой функции

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.4)

4. Вектор, своим направлением указывающий направление наискорейшего роста некоторой скалярной величины (значение которой меняется от одной точки пространства к другой, образуя скалярное поле) и ортогональный изоповерхности называется _____.

Правильный ответ: градиентом.

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.4),

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Запишите результат вычислений в виде числа.

1. Вычислите число вариантов опытов, которые необходимо предусмотреть в матрице планирования полнофакторного двухуровневого пятифакторного эксперимента.

Правильный ответ: 32.

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.2)

2. Определить величину (скаляр) вектора, если его проекции на оси координат составляют 3 и 4.

Правильный ответ: 5.

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.4)

3. Определить размах и шаг варьирования фактора при выполнении планирования эксперимента на двух уровнях если его изменение составило от 30 до 100 м/с.

Правильный ответ: 70 и соответственно 35 м/с..

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.2).

4. Какому значению кодированной величины соответствует середина размаха варьирования фактора?

Правильный ответ "0".

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.2)

Задания открытого типа с развернутым ответом

1. По заданным значениям функции отклика и заданной матрице планирования полнофакторного эксперимента (табл.1.1) найти уравнение регрессии. Вычислить расчетные значения функции отклика и сравнить с заданными.

Время выполнения – 30 мин.

Таблица 1.1 – Матрица планирования

	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₁₂	b ₁₃	b ₂₃	b ₁₂₃	Функц. откл. (резул. опыта)
Найден. значения →	5	8	-7	6	-4	3	-2	1	
N ^o	x ₀	x ₁	x ₂	x ₃	x ₁ x ₂	x ₁ x ₃	x ₂ x ₃	x ₁ x ₂ x ₃	
1	+	-	-	-	+	+	+	-	y ₁ =-6
2	+	+	-	-	-	-	+	+	y ₂ =14
3	+	-	+	-	-	+	-	+	y ₃ =-6
4	+	+	+	-	+	-	-	-	y ₄ =-6
5	+	-	-	+	+	-	-	+	y ₅ =6
6	+	+	-	+	-	+	-	-	y ₆ =34
7	+	-	+	+	-	-	+	-	y ₇ =-6
8	+	+	+	+	+	+	+	+	y ₈ =10

Ожидаемый результат:

По формуле для коэффициентов регрессии $b_j = \frac{1}{k} \sum_i^k y_i x_{ij}$ находим:

$$b_0 = (-6 + 14 - 6 - 6 + 6 + 34 - 6 + 10) / 8 = 5;$$

$$b_1 = (6 + 14 + 6 + 6 - 6 + 34 + 6 + 10) / 8 = 8;$$

$$b_2 = (6 - 14 - 6 - 6 - 6 - 34 - 6 + 10) / 8 = -7;$$

$$b_3 = (6 - 14 + 6 + 6 + 6 + 34 - 6 + 10) / 8 = 6;$$

$$b_4 = (-6 - 14 + 6 - 6 + 6 - 34 + 6 + 10) / 8 = -4;$$

$$b_5 = (-6 - 14 - 6 + 6 - 6 + 34 + 6 + 10) / 8 = 3;$$

$$b_6 = (-6 + 14 + 6 + 6 - 6 - 34 - 6 + 10) / 8 = -2;$$

$$b_7 = (6 + 14 - 6 + 6 + 6 - 34 + 6 + 10) / 8 = 1.$$

Уравнение регрессии получено в следующем виде:

$$y = 5 + 8x_1 - 7x_2 + 6x_3 - 4x_1x_2 + 3x_1x_3 - 2x_2x_3 + x_1x_2x_3.$$

Расчетные значения в узловых точках находим по уравнению регрессии при значениях факторов, указанных в соответствующих строках таблицы планирования 19.1:

$$y_1 = 5 - 8 + 7 - 6 - 4 + 3 - 2 - 1 = -6$$

$$y_2 = 5 + 8 + 7 - 6 + 4 - 3 - 2 + 1 = 14$$

$$y_3 = 5 - 8 - 7 - 6 + 4 + 3 + 2 + 1 = -6$$

$$y_4 = 5 + 8 - 7 - 6 - 4 - 3 + 2 - 1 = -6$$

$$y_5 = 5 - 8 + 7 + 6 - 4 - 3 + 2 + 1 = 6$$

$$y_6 = 5 + 8 + 7 + 6 + 4 + 3 + 2 - 1 = 34$$

$$y_7 = 5 - 8 - 7 + 6 + 4 - 3 - 2 - 1 = -6$$

$$y_8 = 5 + 8 - 7 + 6 - 4 + 3 - 2 + 1 = 10$$

Ответ: Расчётные значения функции отклика в узловых точках соответствуют экспериментальным, что подтверждает корректность определения коэффициентов и уравнения регрессии

$$y = 5 + 8x_1 - 7x_2 + 6x_3 - 4x_1x_2 + 3x_1x_3 - 2x_2x_3 + x_1x_2x_3.$$

Критерии оценивания:

– определение коэффициентов уравнения регрессии и его конкретного вида, что отражает объем изученного студентом учебного материала в ходе прохождения курса;

- вычисление расчетных значений функции отклика в узловых точках матрицы планирования;

- оценивание соответствия расчетных и экспериментальных значений функции отклика.

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.4).

2. Решите задачу.

Требуется с двух пунктов a_1 и a_2 груз в объемах Q_1 и Q_2 доставить восьми грузополучателям $b_1 \dots b_8$, табл. 2.1. Там же приведены расстояния между грузоотправителями и грузополучателями.

Найдите оптимальное распределение грузов между потребителями, используя приближенный метод Фогеля. Решение сопроводите разъяснениями выполняемых Вами действий

Таблица 2.1 Объем перевозок груза и расстояние между грузообразующими а и грузопоглощающими в пунктами

Пункт погрузки →		b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	Вместе, т
Объем перевозок уровень запасов, т ↓		Расстояния между пунктами ↓								
Q , т		0,3	0,35	0,5	1,6	0,6	0,7	0,95	1,0	6,0
a_1	2,0	200	470	600	610	480	320	300	270	-
a_2	4,0	340	320	290	320	370	380	540	570	-

Привести расширенное решение.

Время на решение – 30 мин.

Решение транспортной задачи методом Фогеля

В каждой строке и столбце матрицы кратчайших расстояний найдем два наименьших элемента и определим абсолютную разность между ними. Затем

выбираем самую большую величину разности (среди строк и столбцов равноправного) и в клетку соответствующей выбранной строки или столбца с минимальным элементом заносим максимально возможную загрузку, учитывая при этом ресурсы поставщика и спрос потребителя. При наличии двух одинаковых самых больших разностей загрузку записывают в клетку, которая имеет наименьший из минимальных элементов. Если спрос потребителя полностью удовлетворен или ресурс поставщика полностью исчерпан, то данная строка или столбец из дальнейшего рассмотрения исключается.

Например, для первой строки, которая относится к первому пункту погрузки, значение наименьших элементов уровне 270 и 200 (км), таким образом, разность равное 70 км.

Таким образом, последовательно выбирая 3-й столбец с самой большой разностью и назначая вследствие этой перевозку в клетку a_2b_3 с наименьшим в столбце 3 элементом, также назначая в найденную клетку максимально возможную перевозку с т. a_2 в т. b_3 загрузку 0,5т, учитывая изменение запасов на a_2 и вычеркивая столбец 3 (спрос потребителя полностью удовлетворен, поэтому данный столбец из дальнейшего рассмотрения исключается табд. 20.2. Переходим к следующей таблице:

Таблица 2.2 Матрица транспортной задачи с элементами метода Фогеля

Пункт погрузки, объем перевозок, уровень запасов, т		b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	Столбец разностей
$Q, т$		0,3	0,35	0,5	1,6	0,6	0,7	0,95	1,0	-
a_1	2,0	200	470	600	610	480	320	300	270	70
a_2	4,0	340	320	290	320	370	380	540	570	30
Строка разностей		140	150	310	290	110	60	240	300	-

Таблица 2.3 Последовательная реализация метода Фогеля

Пункт погрузки, объем перевозок, уровень запасов, т		b_1	b_2	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	Столбец разностей
$Q, т$		0,3	0,35	1,6	0,6	0,7	0,95	1,0	-
a_1	2,0	200	470	610	480	320	300	270	70
a_2	3,5	340	320	320	370	380	540	570	0
Строка разностей		140	150	290	110	60	240	300	-

Аналогичным образом, выбирая 8-и столбец и назначая перевозку 1,0т из a_1 в b_8 имеем:

Таблица 20.4 Последовательная реализация метода Фогеля

Пункт погрузки, объем перевозок, уровень запасов, т		b_1	b_2	b_4	b_5	b_6	b_7	Столбец разности
Q , т		0,3	0,35	1,6	0,6	0,7	0,95	-
a_1	1,0	200	470	610	480	320	300	100
a_2	3,5	340	320	320	370	380	540	0
Строка разностей		140	150	290	110	60	240	-

Здесь, следуя вышеизложенному нужно назначить перевозку 1,6т из a_2 в b_4 .
Таким образом, получаем:

Таблица 2.5 Последовательная реализация метода Фогеля

Пункт погрузки, объем перевозок, уровень запасов, т		b_1	b_2	b_5	b_6	b_7	Столбец разностей
Q , т		0,3	0,35	0,6	0,7	0,95	-
a_1	1,0	200	470	480	320	300	100
a_2	1,9	340	320	370	380	540	20
Строка разностей		140	150	110	60	240	-

Здесь назначаем перевозка 0,95т з a_1 в b_7 . Дальше:

Таблица 20.6 Последовательная реализация метода Фогеля

Пункт погрузки, объем перевозок, уровень запасов, т		b_1	b_2	b_5	b_6	Столбец разностей
Q , т		0,3	0,35	0,6	0,7	-
a_1	0,05	200	470	480	320	120
a_2	1,9	340	320	370	380	20
Строка разностей		140	150	110	60	-

Перевозка 0,35т з a_2 в b_2 .

Таблица 20.7 Последовательная реализация метода Фогеля

Пункт погрузки, объем перевозок, уровень запасов, т		b_1	b_5	b_6	Столбец разности
Q , т		0,3	0,6	0,7	-

a_1	0,05	200	480	320	120
a_2	1,55	340	370	380	30
Строка разностей		140	110	60	-

Следовательно, перевозка 0,05т з a_1 в b_1 . Далее имеем:

Таблица 20.8 Последовательная реализация метода Фогеля

Пункт погрузки объем перевозок уровень запасов, т		b_1	b_5	b_6	Столбец разностей
Q , т		0,25	0,6	0,7	-
a_2	1,55	340	370	380	
Строка разностей					-

Ответ: Оптимальный план распределения перевозок (табл: 20.9).

Таблица 20.9 Оптимальный план распределения перевозок по методу Фогеля.

Пункт нагрузка									Вместе, т
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6	b_7	b_8	
a_1	0,05						0,95	1,0	2,0
a_2	0,25	0,35	0,5	1,6	0,6	0,7			4,0

Критерии оценивания:

– нахождение клетки таблицы плана перевозок, определяющей направление и объем перевозки, что отражает объем изученного студентом учебного материала в ходе прохождения курса;

- последовательное определение остатка груза пунктах грузоотправления;
- определение оптимального плана распределения груза по потребителям.

Компетенции (индикаторы): ОПК-4 (ОПК-4.4)

Экспертное заключение

Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине «Аналитические и численные методы в планировании экспериментов и инженерном анализе» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 23.04.01 Технология транспортных процессов.

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 подготовки.

Председатель учебно-методической комиссии
института транспорта и логистики



Иванова Е.И.

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)