Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Министерство науки, высшего образования и инноваций Кыргызской Республики

Межгосударственная образовательная организация высшего образования Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Фонд оценочных средств

по дисциплине

«Исследование операций в экономике»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

по направлению подготовки 38.03.01 - РФ, 580100 - КР Экономика
профиль «Математические методы в экономике»

Квалификация
бакалавр

Бишкек 2026

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки 38.03.01 - РФ, 580100 - КР Экономика профиль «Математические методы в экономике».

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании Международной бизнес-школы протокол № _1_ от 03.09.2026 г.

Директор Международной бизнес-школы  Кочербаева А.А.

Руководитель образовательной программы Математические методы в экономике  Мокроусов Н.В.

Исполнители:

Профессор  Миркин Е.Л.

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ПРАКТИКИ

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств / шифр раздела в данном документе
ПК-2: Способен обоснованно использовать современные инструменты и методы сбора, подготовки и анализа данных	Знать: − современные методы, технологии и инструментальные средства сбора, подготовки и анализа данных; − современным инструментарием и методами сбора и подготовки данных для последующей обработки адекватными поставленной задаче методами (математическими, статистическими, семантическими и др.).	Блок A, D
	Уметь: − проводить: сравнительный анализ методов и инструментальных средств анализа данных; аналитические работы с использованием современных инструментов и методов сбора, подготовки и анализа данных, в том числе ориентированных на работу с большими структурированными и неструктурированными гомогенными и гетерогенными данными; − применять методологию системного анализа для аналитического исследования сложных экономических и организационных систем; − понимать постановку оптимизационных задач, алгоритмизировать их в виде основных этапов решения.	Блок B, D
	Владеть: − современным инструментарием и методами сбора и подготовки данных для последующей обработки адекватными поставленной задаче методами (математическими, статистическими, семантическими и др.); − устойчивыми навыками программирования и использования компьютерных инструментальных средств (MATLAB) для решения оптимизационных задач.	Блок C, D

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Исследование операций в экономике

Курс/семестр: 4/7
Количество кредитов (ЗЕ): 4
Отчетность: Зачёт, курсовая работа

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачётный минимум	зачётный максимум	график контроля
Модуль 1 Методы моделирования экономических процессов	Текущий контроль	Выполнение домашних заданий	6	10	8
	Рубежный контроль	Тест	5	8	
Модуль 2 Методика проведения исследования операций 1	Текущий контроль	Выполнение и защита лабораторных работ	5	10	11
	Рубежный контроль	Тестирование по пройденному материалу	4	8	
Модуль 3 Методика проведения исследования операций 2	Текущий контроль	Выполнение и защита лабораторных работ	6	10	13
	Рубежный контроль	Тестирование по пройденному материалу	4	7	
Модуль 4 Методика проведения исследования операций	Текущий контроль	Выполнение и защита лабораторных работ	6	10	16
	Рубежный контроль	Тестирование по пройденному материалу	4	7	
ВСЕГО за семестр			**40**	**70**	
Промежуточный контроль (Зачёт)		Зачёт	20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			**60**	**100**	

Модуль – логически завершенная часть дисциплины
Текущий контроль – самостоятельная работа студента, посещаемость и активность на занятиях
Рубежный контроль – проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом
Промежуточный контроль – завершенная задокументированная часть учебной дисциплины – совокупность тесно связанных между собой модулей дисциплины.

Технологическая карта курсовой работы по дисциплине

Курс/семестр: 4/7
Отчетность: Защита курсовой работы

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачётный минимум	зачётный максимум	график контроля
Модуль 1 Курсовая работа	Текущий контроль	1. Углубленное изучение учебников и учебных пособий по разделам, посвященным теме исследования. 2. Ознакомление с научной литературой по избранной теме. 3. Сбор фактического материала.	25	40	16
	Рубежный контроль	1. Как достигнуты поставленные цели и задачи. 2. Правильность использования компьютерного инструментария	15	30	
ВСЕГО за семестр			**40**	**70**	
Промежуточный контроль (Защита курсовой работы)		Защита курсовой работы	20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			**60**	**100**	

Технологическая карта дисциплины
Исследование операций в экономике

Курс/семестр: 4/8
Количество кредитов (ЗЕ): 4
Отчетность: Экзамен

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачётный минимум	зачётный максимум	график контроля
Модуль 1 Общая теория математического программирования	Текущий контроль	Лабораторная работа	4	8	28
	Рубежный контроль	Тест	5	8	
Модуль 2 Условия экстремума первого и второго порядка	Текущий контроль	Лабораторная работа	4	8	31
	Рубежный контроль	Тест	5	10	
Модуль 3 Алгоритмические методы решения оптимизационных задач	Текущий контроль	Лабораторные работы	6	10	33
	Рубежный контроль	Тест	4	6	
Модуль 4 Методы случайного поиска	Текущий контроль	Лабораторные работы	6	10	35
	Рубежный контроль	Тест	6	10	

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачётный минимум	зачётный максимум	график контроля
ВСЕГО за семестр			**40**	**70**	
Промежуточный контроль (Экзамен)		Экзамен	20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			**60**	**100**	

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА)

Блок А (ЗНАТЬ)

7 семестр. Контрольные вопросы

1. Предмет исследования операций. Классы операционных задач.
2. Примеры упрощенных задач исследования операций. Задача оптимизации поставок скоропортящихся товаров.
3. Примеры упрощенных задач исследования операций. Задача прогнозирования спроса на товары длительного пользования с помощью логистической функции.
4. Модели операционных задач. Функции моделей. Классификация и структура моделей.
5. Модели операционных задач. Задачи анализа, управления и идентификации.
6. Функциональные блоки сложных систем (элементы преобразования, сортировки и обратной связи).
7. Математические модели элементов системы. Структурные схемы системы. Основные конфигурации соединения систем.
8. Системы с дискретным временем. Модель склада.
9. Описание моделей динамических систем. Линейные непрерывные системы.
10. Описание моделей динамических систем. Линейные дискретные системы.
11. Основные конфигурации соединения динамических систем (последовательное, параллельное соединение, конфигурация систем с обратной связью).
12. Методика проведения исследования операций. Основные этапы исследования операций.
13. Методика проведения исследования операций. Определение целей. Составление плана разработки проекта.
14. Методика проведения исследования операций. Формулировка проблемы. Построение модели.
15. Методика проведения исследования операций. Разработка вычислительного метода. Сбор данных. Проверка моделей.

8 семестр. Контрольные вопросы

16. Классификация задач оптимизации. Задачи без ограничений. Задачи с ограничениями равенствами. Задачи с ограничениями неравенствами. Линейные задачи. Общая нелинейная задача.
17. Выбор метода решения задачи оптимизации. Математический уровень. Вычислительный уровень.
18. Многомерная оптимизация без ограничений. Необходимые и достаточные условия локальной оптимальности.
19. Общая задача нелинейного программирования. Методы нелинейного программирования без ограничений. Условия первого порядка. Условия второго порядка.
20. Методы минимизации, использующие производные. Градиентные итеративные методы. Упрощенный градиентный метод.
21. Методы минимизации, использующие производные. Метод наискорейшего спуска.
22. Методы минимизации, использующие производные. Метод Ньютона. Оптимизация с ограничениями.
23. Параллельно-тангенциальный метод оптимизации.
24. Методы минимизации. Последовательный метод Гаусса – Зейделя.
25. Методы случайного поиска. Алгоритм полностью случайного поиска на каждом этапе минимизации. Случайный поиск с постоянным радиусом поиска и случайным направлением.

Дополнительные контрольные вопросы (7 семестр)

26. Метод наименьших квадратов: постановка задачи, невязка, оценка параметров регрессионной модели. Идентификация модели экономической системы.
27. Задача максимизации прибыли фирмы, выпускающей однотипную продукцию: модель, целевая функция, налогообложение, условие оптимума.

Дополнительные контрольные вопросы (8 семестр)

28. Одномерная оптимизация унимодальных функций. Метод деления отрезка пополам: алгоритм, оценка числа итераций.
29. Метод золотого сечения: принцип, отношение золотого сечения, отличие от метода деления отрезка пополам.
30. Оптимизация функций конечного числа переменных: задачи с ограничениями равенствами. Метод множителей Лагранжа.
31. Задачи с ограничениями неравенствами. Теорема Куна – Такера.
32. Оптимизация с ограничениями. Метод штрафных функций, метод проекции градиента.
33. Линейное целочисленное программирование (обзор экономических задач и математических методов решения).
34. Численное вычисление градиента многомерной функции. Численное вычисление матрицы Гессе.
35. Метод сопряженного градиента.
36. Проблема глобальной оптимизации. Метод случайной инициализации начальных условий.

Блок В (УМЕТЬ)

Задания блока В выполняются в системе MATLAB в виде практических работ (аудиторная часть) и домашних заданий (самостоятельная часть). Результат каждой работы сдаётся преподавателю в виде файлов (m-файлы с комментариями, графики, краткий отчёт о результатах) по расписанию следующей практической работы и защищается (объяснение алгоритма, ответы на вопросы). Оценивание – по шкале раздела 4 (практическая/домашняя работа). Для заданий приведены контрольные значения, по которым преподаватель проверяет правильность решения; варианты студентам назначает преподаватель.

1. Практические и домашние работы. 7 семестр

Практическая работа 1. Изучение основных возможностей программирования в инструментальной оболочке MATLAB

(РПД, занятие 1.11; Модуль 1, домашние задания)

Изучить: основные приемы программирования; встроенные библиотеки (вычислительные и графические возможности системы); решение тестовых задач по программированию. Выполнить:

1) задана матрица A = [2 3; 4 5]. Вычислить A.^2, A^2, det(A), inv(A);
2) составить скрипт, вычисляющий S = 1 + 1/2^2 + 1/3^2 + … + 1/10^2 с помощью цикла for;
3) построить график функции f(x) = x^2 – 4x + 7 на отрезке [–1; 5] (функции plot или ezplot), подписать оси и добавить заголовок;
4) определить значение s после выполнения фрагмента:

```
s = -1;
for i = 1:-1:-1
    s = 2*s - 1;
end
```

5) найти аналитическое решение дифференциального уравнения dy/dt = –2y, y(0) = 3 с помощью функции dsolve.

Контрольный ответ: 1) A.^2 = [4 9; 16 25]; A^2 = [16 21; 28 37]; det(A) = –2; inv(A) = [–2.5 1.5; 2 –1]; 2) S ≈ 1.5498; 3) парабола с вершиной в точке (2; 3); 4) s = –15; 5) y(t) = 3·exp(–2t).

Практическая работа 2. Идентификация регрессионной модели экономической системы методом наименьших квадратов (МНК)

(РПД, занятие 1.12; Модуль 2)

Задана регрессионная математическая модель системы $y = \theta 0 + \theta 1 \cdot x$. Необходимо: получить оптимальную в смысле МНК оценку параметров системы; реализовать численную процедуру расчета оценки параметров регрессии (написать программу в пакете MATLAB); провести графическую интерпретацию полученных результатов. Для оценки использовать формулу $\theta = (X^T X)^{-1} X^T y$, где X – матрица регрессоров (столбец единиц и столбец значений x). Исходные данные: x = 1, 2, 3, 4, 5, 6; значения y – по варианту.

№ вар.	y (для x = 1…6)	θ0	θ1	сумма квадратов невязок	прогноз y(7)
1	2,1; 3,9; 6,2; 7,8; 10,1; 12,2	–0,020	2,020	0,128	14,12
2	3,2; 5,1; 6,8; 9,1; 10,9; 13,2	1,080	1,991	0,134	15,02
3	10,0; 8,1; 6,2; 3,8; 2,1; 0,2	12,007	–1,983	0,108	–1,87
4	1,0; 2,8; 5,2; 7,1; 8,8; 11,1	–1,040	2,011	0,138	13,04
5	4,5; 6,0; 7,4; 9,1; 10,4; 12,1	2,960	1,511	0,038	13,54

Контрольные значения для каждого варианта приведены в таблице (допустимое отклонение – в последнем знаке). Дополнительно построить график экспериментальных точек и регрессионной прямой, вычислить вектор невязок.

Практическая работа 3. Задача прогнозирования спроса на товары длительного пользования с помощью логистической функции

(РПД, занятие 1.13; Модуль 2)

Задана математическая модель зависимости спроса на товары длительного пользования в виде дифференциального уравнения 1-го порядка: $dy(t)/dt = K \cdot y(t) \cdot [A – y(t)]$, где t – текущее время; y(t) – обеспеченность товаром; A – насыщенность товаром; K – коэффициент пропорциональности. Задана статистика конъюнктуры спроса на конкретный товар длительного пользования в виде таблицы для дискретных интервалов времени (tk, yk), tk = 0, 1, …, 8. Необходимо:

а) перейти от дифференциального уравнения к разностному $y(k+1) – y(k) = K \cdot y(k) \cdot [A – y(k)]$ и, используя метод наименьших квадратов (линейная регрессия $z(k) = (y(k+1) – y(k))/y(k) = K \cdot A – K \cdot y(k)$), определить наилучшую оценку параметров K и A (написать программу на языке MATLAB);

б) по восстановленной модели спрогнозировать конъюнктурный спрос на товар на m = 3 такта вперед (написать программу на языке MATLAB).

№	Параметры исходной модели	y(0)	y(1)	y(2)	y(3)	y(4)	y(5)	y(6)	y(7)	y(8)
1	A = 100; K = 0,002; y(0) = 10	10	11,80	13,88	16,27	19,00	22,08	25,52	29,32	33,46
2	A = 200; K = 0,001; y(0) = 20	20	23,60	27,76	32,54	37,99	44,15	51,03	58,63	66,92
3	A = 80; K = 0,004; y(0) = 8	8	10,30	13,18	16,70	20,93	25,87	31,47	37,58	43,96
4	A = 150; K = 0,002; y(0) = 15	15	19,05	24,04	30,10	37,31	45,72	55,26	65,73	76,81

Данные таблицы получены по разностной модели и округлены до сотых. Контрольные оценки и прогноз на 3 такта (допустимое отклонение оценок – 2 %):

№ вар.	оценка K	оценка A	прогноз y(9); y(10); y(11)
1	0,00201	99,8	37,9; 42,6; 47,5
2	0,00100	200,3	75,8; 85,2; 95,0
3	0,00400	80,0	50,3; 56,3; 61,6
4	0,00200	150,0	88,1; 99,0; 109,1

Практическая работа 4. Задача оптимизации поставок скоропортящихся товаров

(РПД, занятие 1.14; Модуль 3)

Задана математическая модель зависимости «ожидаемой» средней прибыли от реализации скоропортящихся товаров:

$$J(n) = \Sigma\, p(d)\cdot[d\cdot a - (n - d)\cdot b]\ (d = 0\ldots n) + \Sigma\, p(d)\cdot n\cdot a\ (d = n+1\ldots\infty),$$

где n – число заказываемых в день единиц товара; a – прибыль на каждую единицу товара; b – убыток на каждую возвращенную единицу товара; d – спрос, т.е. количество единиц товара, которое можно продать в день, при $n \geq d$; p(d) – вероятность того, что спрос равен d в случайно выбранный день; J – чистая прибыль в день (отрицательное J есть убыток). Задана в виде таблицы (d, p(d)) статистика реализации скоропортящихся товаров на момент принятия решения ($\Sigma\, p(d) = 1$). Необходимо: используя статистику реализации скоропортящихся товаров и вид целевой функции J, найти такое целочисленное n, которое максимизировало бы целевую функцию J (написать программу на языке MATLAB). Дополнительно проверить результат с помощью критерия: оптимальным является наименьшее n, для которого $P(\text{спрос} \leq n) \geq a/(a + b)$.

№	a	b	p(d) для d = 0, 1, 2, …	оптимальное n	max J
1	5	3	0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,15; 0,10	4	12,0
2	4	2	0,10; 0,10; 0,20; 0,30; 0,20; 0,10	3	7,8
3	6	2	0,05; 0,05; 0,10; 0,20; 0,30; 0,20; 0,10	5	18,4
4	3	3	0,10; 0,20; 0,30; 0,20; 0,10; 0,10	2	3,6
5	7	3	0,05; 0,10; 0,10; 0,15; 0,20; 0,20; 0,10; 0,10	5	20,5

Для варианта 1: J(1) = 4,6; J(2) = 8,4; J(3) = 11,0; J(4) = 12,0; J(5) = 11,0, поэтому n = 4 (критерий: a/(a + b) = 0,625; накопленные вероятности 0,05; 0,15; 0,30; 0,50; 0,75).

Практическая работа 5. Задача максимизации прибыли фирмы, выпускающей однотипную продукцию

(РПД, занятие 1.15; Модуль 4)

Задана математическая модель зависимости прибыли фирмы от объема выпуска однотипной продукции: P(Y) = R(Y) – I(Y), где R(Y) = v·Y – доход от реализации Y единиц продукции; v = a – b·Y – цена единицы продукции (a, b – параметры модели); I(Y) = c·Y^2 + d·Y + e – издержки производства (c, d, e – параметры модели). В соответствии с законом о налогообложении фирма платит налог с продаж t % и налог на прибыль w %, поэтому целевая функция имеет вид P(Y) = [R(Y)(1 – t) – I(Y)](1 – w). Заданы в виде таблиц статистические данные: зависимость цены единицы продукции от объема выпуска (vk, Yk); зависимость издержек производства от объема выпуска (Ik, Yk). Необходимо:

а) используя данные таблиц и метод наименьших квадратов, определить наилучшую оценку параметров модели a, b, c, d и e (написать программу на языке MATLAB);

б) с учетом восстановленной модели произвести максимизацию прибыли фирмы по объему выпуска однотипной продукции (написать программу на языке MATLAB).

Исходные данные (вариант 1, t = 10 %, w = 20 %):

Yk	10	20	30	40	50	60	
vk	76	72	68	64	60	56	
Ik	170	330	530	770	1050	1370	

Оптимум определяется из условия P′(Y) = 0: $Y^* = [(1 - t)\cdot a - d] / [2\cdot((1 - t)\cdot b + c)]$. Контрольные значения для вариантов (параметры модели, восстановленные по МНК, и результат):

№	a	b	c	d	e	t, %	w, %	Y*	max P
1	80	0,4	0,2	10	50	10	20	55,36	1332,86
2	100	0,5	0,3	12	60	10	20	52,00	1574,40
3	120	0,6	0,4	20	80	15	20	45,05	1413,80
4	60	0,3	0,1	8	40	5	10	63,64	1367,18

№	a	b	c	d	e	t, %	w, %	Y*	max P
5	90	0,5	0,25	15	70	20	15	43,85	1002,67

Для вариантов 2–5 значения vk и Ik формируются по тем же правилам (Yk = 10, 20, …, 60; vk = a – b·Yk; Ik = c·Yk^2 + d·Yk + e).

2. Практические и домашние работы. 8 семестр

Практическая работа 6. Одномерная минимизация унимодальных функций 1
(РПД, занятие 2.2; Модуль 1)

Выполнить: а) графическое представление унимодальных функций на плоскости и в пространстве (построить график функции одной переменной, а также поверхность и линии уровня функции f(x1, x2) = x1^2 + 2·x2^2 с помощью функций plot, mesh, contour); б) минимизацию унимодальной функции методом деления отрезка пополам (метод дихотомии): написать программу на языке MATLAB, вывести найденную точку минимума, значение функции и число итераций; в) сравнить число итераций с оценкой k > log2((b – a – σ)/(ε – σ)).

Типовое задание: f(x) = x^2 – 4x + 7 на отрезке [0; 5], точность ε = 0,1, параметр σ = 0,01.
Контрольный ответ: число итераций k = 6 (оценка: k > log2(4,99/0,09) ≈ 5,79); конечный отрезок ≈ [1,949; 2,037]; x* ≈ 2,00 (точное значение 2), f(x*) ≈ 3.

Варианты функций (отрезок поиска и точное решение):

№	f(x)	отрезок	x*	f(x*)
1	x^2 – 4x + 7	[0; 5]	2	3
2	exp(x) – 3x	[0; 2]	ln 3 ≈ 1,0986	3 – 3·ln 3 ≈ –0,2958
3	x^4 – 8x	[0; 3]	2^(1/3) ≈ 1,2599	≈ –7,5595
4	x + 4/x	[0,5; 5]	2	4

Практическая работа 7. Одномерная минимизация унимодальных функций 2
(РПД, занятие 3.2; Модуль 2)

Выполнить минимизацию унимодальной функции методом золотого сечения: написать программу на языке MATLAB, на каждой итерации вычислять только одно новое значение функции; сравнить результат и число итераций с методом деления отрезка пополам (практическая работа 6). Варианты функций – из таблицы практической работы 6.

Типовое задание: f(x) = exp(x) – 3x на отрезке [0; 2], ε = 0,01.
Контрольный ответ: число итераций n ≥ ln(ε/(b – a))/ln(0,618) ≈ 11,01, т.е. 12 итераций; конечный отрезок ≈ [1,0959; 1,1021]; x* ≈ 1,099 (точное значение ln 3 ≈ 1,0986); f(x*) ≈ –0,2958.

Практическая работа 8. Многомерная оптимизация без ограничений. Градиентные итеративные методы
(РПД, занятие 4.4; Модуль 3)

Реализовать в MATLAB: упрощенный градиентный метод (постоянный шаг), метод наискорейшего спуска, метод Ньютона. Построить линии уровня и траектории спуска. Выполнить также ручной расчет первой итерации и сравнить с результатом программы.

Типовое задание: f(x) = x1^2 + 2·x2^2 – 2·x1 – 4·x2 + 5, начальная точка x0 = (0; 0).
Контрольный ответ: grad f(x0) = (–2; –4), f(x0) = 5; упрощенный градиентный метод при шаге k = 0,1: x1 = (0,2; 0,4), f = 3,36; x2 = (0,36; 0,64), f = 2,6688; x3 = (0,488; 0,784), f = 2,3555; метод наискорейшего спуска: шаг α = 5/18 ≈ 0,2778, x1 = (0,5556; 1,1111), f ≈ 2,2222; метод Ньютона (матрица Гессе diag(2; 4)): x1 = (1; 1), f = 2 – минимум достигается за одну итерацию.

Дополнительное задание (аналитический расчет): для f(x) = x1^3 + 2·x2^2 + 6·x1 в точке (1; 2) вычислить градиент и матрицу Гессе.
Контрольный ответ: grad f = (9; 8); матрица Гессе = [6 0; 0 4], положительно определена.

Практическая работа 9. Оптимизация многомерных функций с ограничениями
(РПД, занятие 4.5; Модуль 3)

Реализовать в MATLAB метод штрафных функций и метод проекции градиента. Для задач с ограничением-равенством найти точное решение методом множителей Лагранжа и сравнить его с решением методом штрафных функций при возрастающем коэффициенте штрафа r.

Задание А. Минимизировать f(x) = x1^2 + x2^2 при ограничении x1 + x2 = 2; штрафная функция F(x, r) = f(x) + r·(x1 + x2 – 2)^2.
Контрольный ответ: метод Лагранжа: x* = (1; 1), f* = 2, λ = –2; метод штрафных функций: x1 = x2 = 2r/(1 + 2r): при r = 1 – (0,667; 0,667), f = 0,889; при r = 10 – (0,952; 0,952), f = 1,814; при r = 100 – (0,995; 0,995), f = 1,980.

Задание Б. Минимизировать f(x) = (x1 – 2)^2 + (x2 – 1)^2 при ограничении x1 + x2 ≤ 2.
Контрольный ответ: исходная точка (2; 1) недопустима; проекция на допустимую область x* = (1,5; 0,5), f* = 0,5; метод штрафных функций с F = f + r·max(0; x1 + x2 – 2)^2: x2 = (1 + r)/(1 + 2r), x1 = x2 + 1: при r = 10 – (1,524; 0,524), f = 0,4535.

Практическая работа 10. Алгоритмы и методы случайного поиска
(РПД, занятие 5.2; Модуль 4)
Реализовать в MATLAB алгоритм полностью случайного поиска на каждом этапе минимизации и алгоритм случайного поиска с постоянным радиусом поиска и случайным направлением. Построить график изменения лучшего значения функции по итерациям.

Типовое задание: f(x) = (x1 – 1)^2 + (x2 + 2)^2 в области [–5; 5] × [–5; 5], число испытаний N = 10000.
Контрольный ответ: точное решение x* = (1; –2), f* = 0. Результаты случайного поиска зависят от генератора случайных чисел; работа считается выполненной верно, если лучшее найденное значение f < 0,05 (вероятность того, что ни одна из 10000 точек не попадет в область f < 0,05, не превышает 2·10^–7), а для поиска с постоянным радиусом – если найденная точка отличается от x* не более чем на 0,1 по каждой координате.

Блок С (ВЛАДЕТЬ)

1. Курсовая работа (7 семестр)

Курсовая работа – самостоятельное научное исследование студента по выбранной/заданной теме в рамках дисциплины «Исследование операций в экономике», оформленное в виде печатной работы объёмом 30–40 страниц. Цель – закрепление, расширение и углубление знаний, полученных при изучении дисциплины, а также приобретение навыков применения знаний к решению профессиональных задач. Темы, как правило, предоставляются преподавателем, но возможна инициатива со стороны студентов. Курсовая работа представляется преподавателю в форме пояснительной записки и публично защищается в форме презентации доклада; служит для оценки освоения компетенции ПК-2 на уровне «владеть». Оценивание – по шкалам раздела 4.

Требования к содержанию: постановка оптимизационной задачи для выбранного объекта; построение математической модели; выбор и обоснование метода решения; реализация вычислительного метода и решение задачи в системе MATLAB (код с комментариями); анализ полученных результатов; выводы. Работа выполняется по этапам технологической карты (раздел 2): изучение учебников и учебных пособий, ознакомление с научной литературой, сбор фактического материала (текущий контроль); проверка достижения поставленных целей и задач и правильности использования компьютерного инструментария (рубежный контроль).

Примерные темы курсовых работ

1. Оптимизация прибыли ломбарда в зависимости от ставки процента и спроса на денежные средства.
2. Оптимизация поставок автомобильных покрышек автомобильным и железнодорожным транспортом.
3. Динамическая модель поведения фирмы в условиях переходной экономики.
4. Оптимизация прибыли по привлеченному капиталу в ломбардах.

5. Оптимизация ценовой политики в интернет-кафе при трафиковой системе оплаты.
6. Модель самоорганизации рынка труда.
7. Оптимизация налоговых поступлений в бюджет при минимизации налогового бремени.
8. Оптимизация налоговых отчислений для ломбардов КР.
9. Эффективность механизма равновесных трансфертных цен.
10. Задача о замене оборудования.
11. Неэффективные институты рынка – бартерная ловушка.
12. Методы оценки инвестиционных проектов и оптимизация инвестиционного портфеля.
13. Задача оптимального ценообразования для фирмы, реализующей бытовую технику.
14. Задача максимизации прибыли для организации трафика пассажироперевозок в сети с ограниченной пропускной способностью г. Бишкек.
15. Оптимизация сетевого планирования и управления для строительной фирмы.
16. Оптимизация рекламной кампании для фирмы, производящей табачные изделия.
17. Задача оптимизации административных расходов для фирмы, реализующей компьютерную технику.
18. Оптимизация распределения товаров для сети реализации фирмы (задача коммивояжера).
19. Оценка риска инвестиционных решений коммерческого банка.
20. Разработка программного обеспечения для реализации метода динамического программирования Беллмана.
21. Задача управления запасами для фирмы, реализующей лекарственные средства и изделия медицинского назначения.
22. Задача оптимизации составления расписания с использованием элементов теории массового обслуживания.
23. Выбор оптимальной стратегии ценообразования для компании, предоставляющей услуги сотовой связи.
24. Оптимизация амортизационной политики предприятия.
25. Задача оптимизации поставок стройматериалов на крупные строительные объекты.

Блок D

Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации (7 семестр – зачёт; 8 семестр – экзамен):

1. Теоретические вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ – вопросы блока А: 7 семестр – вопросы 1–15, 26, 27; 8 семестр – вопросы 16–25, 28–36.
2. Практические задания для проверки уровня обученности УМЕТЬ – практические работы блока В: 7 семестр – работы 1–5; 8 семестр – работы 6–10 (решение типового задания с контрольными значениями).
3. Задания для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ – защита практических работ блока В (объяснение алгоритма, пояснение фрагментов программы на MATLAB) и защита курсовой работы блока С (7 семестр).
4. Тестовые задания (в форме тестирования) – банк тестовых заданий для рубежного контроля по модулям и проверки уровней ЗНАТЬ и УМЕТЬ приведён ниже. Тестирование проводится в системах ЭММ-тест, MyTest, Iren test, https://onlinetestpad.com. Преподаватель определяет количество вопросов в тесте и время прохождения; вес одного вопроса – 100/N баллов (N – число вопросов в тесте).

Тестовые задания. 7 семестр (модули 1–4; промежуточный контроль – зачёт)

Вопрос №1. Термин «исследование операций» характеризует:
1) применение математических количественных методов для обоснования решений
2) использование операционного подхода для решения дифференциальных уравнений
3) отчёт о проделанных хирургических операциях

Вопрос №2. Термин «исследование операций» возник в связи с:
1) хирургическими операциями
2) экономическими операциями
3) военными операциями

Вопрос №3. Характерные черты операционного подхода – это:
1) изучение технических аспектов проведения операций
2) оценка решения и оценка его правильности
3) построение модели (формализация), постановка задачи (описание цели операции)

Вопрос №4. Какой класс задач не относится к операционным?
1) массового обслуживания
2) накопления
3) управления запасами

Вопрос №5. К какому классу операционных задач относится транспортная задача?
1) управление запасами
2) задачи распределения
3) задачи массового обслуживания
4) задачи транспортного обслуживания

Вопрос №6. Модель операционной задачи – это:
1) представление системы в некоторой форме, отличной от формы её реального существования
2) операционная схема действий с переменными системы
3) схема обработки информации

Вопрос №7. Непрерывные модели описываются:
1) разностными уравнениями
2) дифференциальными уравнениями
3) бинарными уравнениями

Вопрос №8. Статическая модель может быть описана:
1) линейным дифференциальным уравнением
2) нелинейным дифференциальным уравнением высших порядков
3) разностным уравнением
4) алгебраическим уравнением

Вопрос №9. Какие модели являются наиболее общими и абстрактными?
1) натурные
2) аналоговые
3) изобразительные
4) символические

Вопрос №10. Какие составляющие модели возникают в системе в результате воздействия внутренних причин?
1) экзогенные переменные
2) эндогенные переменные
3) функциональные зависимости
4) параметры

Вопрос №11. Формализация процесса или явления сводится к:
1) проведению анализа неопределённостей и ограничений, сопутствующих процессу
2) оценке решения и оценке его правильности
3) описанию процесса на языке математики
4) формированию групп по выполнению отдельных частей проекта

Вопрос №12. Какие из задач, возникающих при моделировании компонентов сложной системы, называются обратными?
1) задача анализа и задача идентификации
2) задача управления и задача анализа
3) задача идентификации и задача управления
4) задача анализа и задача синтеза

Вопрос №13. Структурная схема системы – это:
1) графическое представление математической модели в виде соединения звеньев
2) описание системы на языке программирования высокого уровня
3) описание системы с использованием лингвистического подхода

Вопрос №14. Основными конфигурациями соединения систем являются:
1) только последовательное соединение
2) только параллельное соединение
3) параллельное, последовательное и соединение с обратной связью

Вопрос №15. Модель склада описывается уравнением (Xk – запас на складе, Uk – объём заказа, Wk – объём спроса):
1) Xk = Uk – Wk
2) X(k+1) = Xk – Wk + Uk
3) Uk = –Xk^2 + Wk

Вопрос №16. С чего начинается процедура исследования операций?
1) с составления плана разработки проекта
2) с определения целей исследования
3) с построения модели

Вопрос №17. Укажите неверное утверждение:
1) сильная корреляция между переменными означает, что их изменения взаимосвязаны
2) сильная корреляция не всегда доказывает наличие причинно-следственной связи
3) наличие связи является доказательством причинно-следственной зависимости
4) связанные переменные одновременно изменяются в одном и том же или в противоположном направлении

Вопрос №18. Для чего применяется метод наименьших квадратов?
1) для идентификации моделей систем
2) для решения дифференциальных уравнений
3) для оценки эффективности управленческих решений

Вопрос №19. Невязка в методе наименьших квадратов – это:
1) разница между измерением выхода объекта и выхода, просчитанного по модели
2) разница между измерением входа объекта и выхода, просчитанного по модели
3) разница между измерением входа объекта и входа, просчитанного по модели

Вопрос №20. Метод наименьших квадратов позволяет:
1) определить вид функции аппроксимации эмпирических данных
2) определить значения параметров модели
3) ответы 1 и 2
4) все ответы неверны

Вопрос №21. Каким уравнением описывается модель зависимости спроса на товары длительного пользования (t – время; y(t) – обеспеченность товаром; A – насыщенность товаром; K – коэффициент пропорциональности)?
1) dy/dt = K·y·(A + y)
2) dy/dt = K·y·(A – y)
3) dy/dt = K·y·(A – y)^2

Вопрос №22. Модель зависимости спроса на товары длительного пользования описывается:
1) нелинейным дифференциальным уравнением
2) алгебраическим уравнением
3) линейным дифференциальным уравнением

Вопрос №23. Каким образом решается проблема нахождения оценок параметров в модели спроса на товары длительного пользования?
1) путём перехода от разностного уравнения к дифференциальному
2) путём перехода к рассмотрению вероятностной модели
3) путём включения дополнительных параметров
4) путём перехода от дифференциального уравнения к разностному

Вопрос №24. К чему приводит увеличение коэффициента K при фиксированном A в модели $dy/dt = K \cdot y \cdot (A - y)$?
1) к более быстрому достижению уровня насыщенности спроса
2) к более медленному достижению уровня насыщенности спроса
3) к колебаниям в значениях величины спроса
4) к необходимости модификации вычислительного метода

Вопрос №25. Параметры, найденные по МНК в модели спроса на товары длительного пользования, используются для:
1) иллюстрации закона спроса и предложения
2) прогнозирования величины спроса
3) установления зависимости спроса от спроса на товары-заменители
4) получения эмпирических данных об изменении предложения

Вопрос №26. Продавец газет в «задаче уличного продавца газет» максимизирует:
1) математическое ожидание своей прибыли
2) дисперсию своей прибыли
3) стандартное отклонение своей прибыли
4) вероятность получения максимальной прибыли

Вопрос №27. Если спрос в некоторый день превышает число заказанных единиц скоропортящегося товара, то прибыль продавца равна:
1) произведению числа заказываемого в день товара и прибыли на единицу товара
2) отношению убытка на возвращенную единицу к чистой прибыли в день
3) произведению числа заказываемого в день товара и убытка на возвращенную единицу

Вопрос №28. Модель реализации скоропортящихся товаров является примером:
1) модели принятия решений в условиях неопределённости
2) модели, описываемой дифференциальным уравнением первого порядка
3) детерминированной модели
4) модели, описываемой линейным разностным уравнением

Вопрос №29. В задаче о скоропортящихся товарах $a = 5$, $b = 3$; функция распределения спроса $F(3) = 0{,}50$, $F(4) = 0{,}75$. Оптимальное число заказываемых единиц n равно:
1) 3
2) 4
3) 5
4) 2

Вопрос №30. Каким уравнением определяются издержки производства в модели максимизации прибыли фирмы, выпускающей однотипную продукцию?
1) $P(Y) = R(Y) - I(Y)$
2) $I(Y) = c \cdot Y^2 + d \cdot Y + e$
3) $R(Y) = v \cdot Y$
4) $v = a - b \cdot Y$

Вопрос №31. Какая функция является целевой в модели фирмы, выпускающей однотипную продукцию?
1) чистой прибыли
2) издержек
3) цены за единицу товара
4) дохода от реализации

Вопрос №32. Что определяет коэффициент b в уравнении цены $v = a - b \cdot Y$?
1) скорость снижения цены по мере увеличения выпуска
2) скорость роста издержек
3) уровень налога с продаж
4) уровень насыщенности спроса

Вопрос №33. Для модели фирмы: $a = 80$; $b = 0{,}4$; $c = 0{,}2$; $d = 10$; $t = 10\ \%$; $w = 20\ \%$. Оптимальный объём выпуска Y^* равен (с округлением до 0,1):
1) 50,0
2) 55,4
3) 62,0
4) 100,0

Вопрос №34. Определите значение s после выполнения фрагмента программы (MATLAB):
```
s = -1;
for i = 1:-1:-1
    s = 2*s - 1;
end
```
1) $s = -15$
2) $s = -14$
3) $s = 14$

Вопрос №35. Определите значение s после выполнения фрагмента программы (MATLAB):
```
s = -1;
for i = 1:-1:-1
    s = 2*s - 1;
    if i == 0
        break
    end
end
```
1) $s = -15$
2) $s = -7$
3) $s = -14$

Вопрос №36. Определите значение s после выполнения фрагмента программы (MATLAB):
```
s = -1;
while s < 0
    s = s - 1;
    if s <= -1.5
        break
    end
end
```
1) $s = 2$
2) $s = 1$
3) $s = -2$

Вопрос №37. Определите значение s после выполнения фрагмента программы (MATLAB):
```
s = 5;
while s > 0
    s = s - 1;
    if s < 3.5
        s = s - 2;
    end
end
```

1) s = –1
2) s = 3
3) s = –2

Вопрос №38. Определите значение s после выполнения фрагмента программы (MATLAB):

```
s = 5;
for i = 1:6
    s = s - 1;
    if (s < 3) & (i > 3)
        break
    end
end
```

1) s = 1
2) s = 2
3) s = –2

Вопрос №39. Определите значение s после выполнения фрагмента программы (MATLAB):

```
s = 5;
for i = 1:6
    s = s - 1;
    if (s < 3) | (i > 3)
        break
    end
end
```

1) s = 1
2) s = 2
3) s = –2

Вопрос №40. Определите значение s после выполнения фрагмента программы (MATLAB):

```
s = 5;
for i = 1:6
    s = s - 1;
    if (s < 3) | (i > 1)
        break
    end
end
```

1) s = 2
2) s = 1
3) s = 3

Вопрос №41. A = [2 3; 4 5], B = A.^2. Чему равно B(2,1)?
1) 16
2) 28
3) 18
4) 9

Вопрос №42. A = [2 3; 2 5], B = A.^3. Чему равно B(2,1)?
1) 16
2) 27
3) 8
4) 9

Вопрос №43. Какая команда MATLAB возвращает матрицу b, обратную матрице a?
1) b = inv(a)
2) b = a'
3) b = niv(a)
4) b = int(a)

Вопрос №44. Как выполняется поэлементное умножение матриц A и B в MATLAB?
1) A .* B
2) A * B
3) A *. B

Вопрос №45. Как выделить элементы первой строки матрицы A в MATLAB?
1) A(1,:)
2) A(1,1)
3) A(:,1)

Вопрос №46. Какой знак разделяет строки при вводе матрицы в MATLAB?
1) ;
2) :
3) '
4) !

Вопрос №47. Какой оператор MATLAB решает дифференциальное уравнение в аналитическом виде?
1) solve
2) diff
3) dsolve

Вопрос №48. Какая функция MATLAB используется для построения двумерных графиков?
1) plot
2) mesh
3) plot3

Тестовые задания. 8 семестр (модули 1–4; промежуточный контроль – экзамен)

Вопрос №1. Каким образом задачу максимизации критерия J(x1, …, xn) превратить в задачу минимизации с тем же решением?
1) минимизировать –J(x1, …, xn)
2) минимизировать J(–x1, …, –xn)
3) минимизировать –J^2(–x1, …, –xn)

Вопрос №2. Задача линейного программирования – это задача, в которой:
1) линеен только критерий
2) линейны только ограничения
3) критерий и ограничения линейны

Вопрос №3. Задача нелинейного программирования – это задача, в которой:
1) критерий нелинейный
2) ограничения нелинейные
3) критерий или ограничения нелинейные

Вопрос №4. Мультимодальная целевая функция – это:
1) целевая функция с множеством экстремумов
2) функция с отсутствием экстремумов
3) функция с одним экстремумом

Вопрос №5. Линией равного уровня называется:
1) линия, одинаково отстоящая от других линий
2) линия, нарисованная пунктиром
3) линия, на которой целевая функция имеет постоянное значение

Вопрос №6. Укажите оценочную формулу для числа итераций k, обеспечивающих сходимость метода деления отрезка пополам (σ – разнос точек, ε – точность):
1) $k > \log2((b – a – \sigma)/(\varepsilon – \sigma))$
2) $k > 2\cdot\log2((b – a – \sigma)/(\varepsilon – \sigma))$
3) $k > \log2(\varepsilon/(b – a))/\log2(1 – r)$

Вопрос №7. Сколько вычислений производной на каждом шаге требует метод деления отрезка пополам?
1) два
2) одно
3) метод не требует вычисления производной

Вопрос №8. Метод золотого сечения отличается от метода деления отрезка пополам тем, что:
1) требует вычисления производной второго порядка
2) применяется для оптимизации функции двух переменных
3) требует вычисления только одного нового значения функции на каждой итерации, кроме первой

Вопрос №9. Отношение золотого сечения предполагает выбор точки на отрезке так, чтобы:
1) отношение длины всего отрезка к длине меньшей части равнялось отношению длины большей части к длине всего отрезка
2) отношение длины всего отрезка к длине большей части равнялось отношению длины большей части к длине меньшей
3) отношение длины большей части к длине меньшей равнялось $\pi/2$

Вопрос №10. Необходимое условие экстремума функции в данной точке – это:
1) стационарность функции в данной точке
2) непрерывность функции в данной точке
3) равенство нулю матрицы Гессе

Вопрос №11. Градиент целевой функции в заданной точке показывает:
1) направление наискорейшего убывания функции
2) направление наискорейшего возрастания функции
3) стационарность функции в данной точке

Вопрос №12. Если градиент целевой функции в заданной точке равен нулю, то это означает:
1) наискорейшее убывание функции в данной точке
2) наискорейшее возрастание функции в данной точке
3) стационарность функции в данной точке

Вопрос №13. Матрица Гессе целевой функции в заданной точке нужна для:
1) определения характера экстремума в данной точке
2) определения направления возрастания целевой функции
3) определения направления убывания целевой функции

Вопрос №14. Для того чтобы в стационарной точке был относительный минимум:
1) матрица Гессе должна быть положительно определённой
2) матрица Гессе должна быть отрицательно определённой
3) матрица Гессе должна быть нулевой

Вопрос №15. Укажите размер матрицы Гессе для функции f(x), где x – n-мерный вектор:
1) $n \times n$
2) $1 \times n$
3) $n \times (n + 1)$

Вопрос №16. Если $\hat{x}$ – точка относительного минимума, то в некоторой её окрестности выполняется неравенство:
1) $f(\hat{x} + \delta x) \geq f(\hat{x})$
2) $f(\hat{x} + \delta x) \leq f(\hat{x})$
3) $f(\hat{x} + \delta x) < f(\hat{x})$

Вопрос №17. Дана функция f(x) = x1^3 + 2·x2^2 + 6·x1. Градиент функции в точке (1; 2) равен:
1) (9; 8)
2) (8; 9)
3) (9; 0)

Вопрос №18. Итерационная схема градиентного спуска для поиска минимума функции f(x):
1) x(i+1) = x(i) – k·grad f(x(i))
2) x(i+1) = x(i) + k·grad f(x(i))
3) x(i+1) = x(i–1) + x(i) – k·grad f(x(i))

Вопрос №19. Итерационная схема метода Ньютона для поиска минимума функции f(x):
1) x(i+1) = x(i) – k·grad f(x(i))
2) x(i+1) = x(i) – [F_xx(x(i))]^(–1)·grad f(x(i))
3) x(i+1) = x(i) + [F_xx(x(i))]^(–1)·grad f(x(i))

Вопрос №20. В чём состоит основная идея градиентного метода минимизации функции многих переменных?
1) в движении к минимуму в направлении наиболее быстрого убывания функции
2) в движении к минимуму в направлении наиболее быстрого возрастания функции
3) в движении к минимуму на участке, где функция неотрицательна

Вопрос №21. Какое из условий не является обязательным для минимизации функции градиентным методом?
1) наличие начального приближения
2) постоянство шага спуска
3) наличие критерия останова

Вопрос №22. Когда применение метода Ньютона наиболее целесообразно?
1) на начальных стадиях поиска минимума
2) на финальных стадиях поиска минимума
3) перед использованием градиентного метода с оптимизацией шага

Вопрос №23. Для квадратичной функции f(x) = x1^2 + 2·x2^2 – 2·x1 – 4·x2 + 5 из точки x0 = (0; 0) один шаг метода Ньютона даёт точку:
1) (1; 1)
2) (0,2; 0,4)
3) (0,556; 1,111)
4) (2; 2)

Вопрос №24. Для той же функции из точки x0 = (0; 0) шаг метода наискорейшего спуска $\alpha = (g^T g)/(g^T H g)$ равен:
1) 5/18
2) 0,1
3) 1/2
4) 1

Вопрос №25. Для чего используется метод штрафных функций?
1) для численного нахождения градиента
2) для поиска минимума функции при наличии ограничений
3) для оптимизации шага спуска

Вопрос №26. Метод штрафных функций сводит задачу условной оптимизации к:
1) последовательности задач безусловной оптимизации
2) системе линейных уравнений
3) задаче линейного программирования

Вопрос №27. Для задачи min x1^2 + x2^2 при x1 + x2 = 2 штрафная функция F = f + r·(x1 + x2 – 2)^2. При r = 10 минимум F достигается при x1 = x2, примерно равных:
1) 0,952
2) 1,000
3) 0,667
4) 2,000

Вопрос №28. Какой метод многомерной оптимизации основан на проведении оптимизационных процедур относительно одной переменной?
1) метод Гаусса – Зейделя
2) метод Ньютона
3) метод Растригина

Вопрос №29. Алгоритм Растригина принадлежит к числу:
1) алгоритмов случайного поиска
2) градиентных методов
3) алгоритмов аппроксимации функции

Вопрос №30. Какой из методов оптимизации не использует производную?
1) упрощённый градиентный метод
2) метод Ньютона
3) метод Растригина

Вопрос №31. В каком из методов оптимизации направление и величина шага точно определены?
1) метод Растригина
2) метод Гаусса – Зейделя
3) метод Ньютона

Вопрос №32. При полностью случайном поиске в квадрате $[-5; 5] \times [-5; 5]$ вероятность того, что одна случайная точка попадёт в область площадью 1, равна:
1) 0,01
2) 0,1
3) 0,001
4) 1

Вопрос №33. Метод случайной инициализации начальных условий применяется для:
1) поиска глобального экстремума мультимодальной функции
2) вычисления матрицы Гессе
3) определения шага градиентного спуска

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Виды работ и шкалы оценок

Практическая/домашняя работа

Практическая работа – один из видов практических работ, реализуемых кафедрой ЭММ. Целью практической работы является углубление и закрепление теоретических знаний через развитие навыков обработки данных для решения поставленной задачи в присутствии и под руководством преподавателя. Практическая работа служит для оценки освоения общепрофессиональных и профессиональных компетенций уровня «уметь» и «владеть». Практические работы включают задания по обработке количественных и качественных данных и решения исследовательских задач на их основе. Поскольку задания являются обширными, непосредственно в аудитории преподавателем разбирается постановка задачи, обосновываются и демонстрируются инструменты, необходимые для её решения, уточняются требования к оформлению результатов. Окончательное выполнение практической работы происходит в форме самостоятельной домашней работы. Выполненная домашняя работа сдается по расписанию следующей практической работы в виде файла. Работа проверяется преподавателем. Ошибки обсуждаются со студентом. Выставляется оценка.

Шкала оценивания уровня умений с помощью практической (лабораторной) работы

	Низкий, 0-30 баллов	**Фрагментарный, 31-59 баллов**	**Поверхностный, 60-69 баллов**	**Достаточный, 70-84 балла**	**Высокий, 85-100 баллов**	**оценка / вес**
Решение поставленной задачи	Задача решена неверно, ход решения ошибочен, есть грубые ошибки	Задача решена неверно, ход решения верен, есть грубые ошибки	Задача решена неверно, ход решения верен, есть не более 5 мелких ошибок, оказавших воздействие на ответ	Задача решена верно, есть не более 4 мелких ошибок	Задача решена верно, есть не более 2 мелких ошибок	X1 0,6
Оформление результатов	Не выдержаны требования к оформлению	Большая часть требований не выполнена	Есть не более 5 мелких ошибок в оформлении	Есть не более 4 мелких ошибок в оформлении	Есть не более 2 мелких ошибок в оформлении	X2 0,3
Своевременность сдачи	Не своевременно, 0 баллов			Своевременно, 100 баллов		X3 0,1
Итоговая оценка	**0,6*X1 + 0,3*X2 + 0,1*X3**					

Тесты

Тест – инструмент обязательного объективного контроля знаний студентов, обучающихся по дисциплинам, обеспечиваемым кафедрой ЭММ. Целью тестирования является экспресс-оценка уровня знаний на основе использования стандартизованных вопросов или задач с ответами закрытого типа. Тест служит для оценки освоения общепрофессиональных и профессиональных компетенций уровня «знать» и «уметь». Преподаватель определяет количество вопросов для тестирования и время прохождения теста. Тестирование проводится в системах ЭММ-тест, MyTest, Iren test, https://onlinetestpad.com.

Алгоритм оценивания теста

1. Определяется количество вопросов в тесте – N;
2. Рассчитывается вес вопроса – 100/N баллов;
3. Определяется общее количество баллов, полученных за тест: 100/N·K, где K – количество верных ответов.

Шкала оценивания уровня знаний с помощью теста

Низкий, 0-30 баллов	Фрагментарный, 31-59 баллов	Поверхностный, 60-69 баллов	Достаточный, 70-84 балла	Высокий, 85-100 баллов

Курсовая работа

Курсовая работа – один из видов самостоятельной работы студентов, реализуемых кафедрой ЭММ. Курсовая работа представляет собой самостоятельное научное исследование студента по выбранной/заданной теме в рамках изучаемого предмета, оформленное в виде печатной работы объемом 30-40 страниц. Цель курсовой работы – закрепление, расширение и углубление знаний, полученных при изучении предмета, а также приобретение навыков применения знаний к решению профессиональных задач. Темы курсовых работ, как правило, предоставляются преподавателем, но возможна инициатива со стороны студентов. Курсовая работа служит для оценки освоения профессиональных компетенций уровня «владеть». Курсовая работа предоставляется преподавателю в форме пояснительной записки и публично защищается в форме презентации доклада.

Шкала оценивания уровня навыков с помощью пояснительной записки курсовой работы

	Низкий, 0-30 баллов	Фрагментарный, 31-59 баллов	Поверхностный, 60-69 баллов	Достаточный, 70-84 балла	Высокий, 85-100 баллов	оценка / вес
Раскрытие темы	Тема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Тема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны или выводы не обоснованы	Тема раскрыта. Не все выводы сделаны или обоснованы	Тема раскрыта полностью. Выводы обоснованы	Тема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы	X1 0,5
Представление информации и результатов	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины. Результаты не представлены	Представляемая информация и результаты логически не связаны, не систематизированы и не полны	Представляемая информация и результаты логически связаны, но не систематизированы и не полны	Представляемая информация и результаты логически связаны, систематизированы, но не полны	Представляемая информация и результаты логически связаны, систематизированы, полны	X2 0,25
Оформление печатной работы	Не соответствует ГОСТ	Работа изобилует ошибками в оформлении	Не более 5 ошибок в оформлении работы	Не более 4 ошибок в оформлении работы	Не более 2 ошибок в оформлении работы	X3 0,25
Итоговая оценка	**0,5*X1 + 0,25*X2 + 0,25*X3**					

Шкала оценивания уровня навыков с помощью презентации доклада курсовой работы

	Низкий, 0-30 баллов	Фрагментарный, 31-59 баллов	Поверхностный, 60-69 баллов	Достаточный, 70-84 балла	Высокий, 85-100 баллов	оценка / вес
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта, выводы отсутствуют	Проблема раскрыта частично. Выводы не соответствуют изложенной информации или выводов нет	Проблема раскрыта не глубоко. Выводы не соответствуют изложенной информации или выводы не полны	Проблема раскрыта. Не все выводы обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Выводы обоснованы	X1 0,5
Представление информации и результатов	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины. Результаты не представлены	Представляемая информация и результаты логически не связаны, не систематизированы и не полны	Представляемая информация и результаты логически связаны, но не систематизированы и не полны	Представляемая информация и результаты логически связаны, систематизированы, но не полны	Представляемая информация и результаты логически связаны, систематизированы, полны	X2 0,2

	Низкий, 0-30 баллов	Фрагментарный, 31-59 баллов	Поверхностный, 60-69 баллов	Достаточный, 70-84 балла	Высокий, 85-100 баллов	оценка / вес
Оформление презентации	Презентация нечитабельна	Более 5 ошибок в оформлении презентации	Не более 5 ошибок в оформлении презентации	Не более 4 ошибок в оформлении презентации	Не более 2 ошибок в оформлении презентации	X3 0,1
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы	Ответы полностью не соответствуют вопросам	Ответы только на элементарные вопросы	Ответы сформированы после дополнительных наводящих вопросов	Ответы уверенные, полные, с приведением примеров и пояснений	X4 0,2
Итоговая оценка	**0,5*X1 + 0,2*X2 + 0,1*X3 + 0,2*X4**					

Вес работ по дисциплине «Исследование операций в экономике»

Вес контрольного мероприятия определяется как отношение его зачётного максимума к максимальному семестровому рейтингу (100 баллов) по технологической карте (раздел 2).

Содержание дисциплины	Тип контроля	Форма контроля	Уровень освоения компетенции	Зачётный максимум	Вес
7 семестр					
Модуль 1. Методы моделирования экономических процессов	Текущий контроль	Домашние задания	Уметь	10	0,10
	Рубежный контроль	Тест	Знать	8	0,08
Модуль 2. Методика проведения исследования операций 1	Текущий контроль	Лабораторные работы	Уметь, владеть	10	0,10
	Рубежный контроль	Тест	Знать, уметь	8	0,08
Модуль 3. Методика проведения исследования операций 2	Текущий контроль	Лабораторные работы	Уметь, владеть	10	0,10
	Рубежный контроль	Тест	Знать, уметь	7	0,07
Модуль 4. Методика проведения исследования операций	Текущий контроль	Лабораторные работы	Уметь, владеть	10	0,10
	Рубежный контроль	Тест	Знать, уметь	7	0,07
Итог (текущий и рубежный контроль)				70	0,70
Зачёт	Промежуточный контроль	Зачёт	Знать, уметь, владеть	30	0,30
Семестровый рейтинг по дисциплине				100	1,00
Курсовая работа (7 семестр)					
Курсовая работа	Текущий контроль	Пояснительная записка (этапы работы)	Владеть	40	0,40
	Рубежный контроль	Достижение целей и задач, использование компьютерного инструментария	Владеть	30	0,30
Защита курсовой работы	Промежуточный контроль	Защита (презентация доклада)	Владеть	30	0,30
Семестровый рейтинг				100	1,00
8 семестр					
Модуль 1. Общая теория математического программирования	Текущий контроль	Лабораторная работа	Уметь, владеть	8	0,08
	Рубежный контроль	Тест	Знать, уметь	8	0,08
	Текущий контроль	Лабораторная работа	Уметь, владеть	8	0,08

Содержание дисциплины	Тип контроля	Форма контроля	Уровень освоения компетенции	Зачётный максимум	Вес
Модуль 2. Условия экстремума первого и второго порядка	Рубежный контроль	Тест	Знать, уметь	10	0,10
Модуль 3. Алгоритмические методы решения оптимизационных задач	Текущий контроль	Лабораторные работы	Уметь, владеть	10	0,10
	Рубежный контроль	Тест	Знать, уметь	6	0,06
Модуль 4. Методы случайного поиска	Текущий контроль	Лабораторные работы	Уметь, владеть	10	0,10
	Рубежный контроль	Тест	Знать, уметь	10	0,10
Итог (текущий и рубежный контроль)				70	0,70
Экзамен	Промежуточный контроль	Экзамен	Знать, уметь, владеть	30	0,30
Семестровый рейтинг по дисциплине				100	1,00

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ И ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

В данном разделе приведены рекомендации по порядку выполнения типовых контрольных заданий и иных материалов, необходимых для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине «Исследование операций в экономике». После ознакомления с ними обучающийся должен иметь полную ясность, как именно необходимо готовиться к тестированию, выполнять практические и домашние работы, курсовую работу и готовиться к зачёту и экзамену.

Организация учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины – 8 ЗЕТ (288 часов): лекции – 56 ч (7 семестр – 32 ч, 8 семестр – 24 ч), практические занятия – 56 ч (32 ч и 24 ч), самостоятельная работа – 143,9 ч (79,9 ч и 64 ч). В 7 семестре предусмотрена курсовая работа, форма промежуточной аттестации – зачёт; в 8 семестре – экзамен. Курс предполагает как аудиторную (лекции и практические занятия в компьютерном классе), так и самостоятельную работу студентов. Самостоятельная работа является обязательным компонентом подготовки бакалавров: она формирует самостоятельность и познавательную активность, вырабатывает практические навыки работы с литературой и программной средой MATLAB. Задания самостоятельной работы выполняются вне аудитории без участия преподавателя; основная задача самостоятельной работы – подготовка к практическим занятиям.

Оценивание осуществляется по рейтинговой системе накопления баллов в соответствии с технологической картой дисциплины (раздел 2). Модульный контроль включает:

− текущий контроль – усвоение материала на аудиторных занятиях (лекциях, практических занятиях, в том числе посещаемость и активность) и выполнение обязательных заданий для самостоятельной работы (домашние задания, лабораторные работы);

− рубежный контроль – проверка полноты знаний и умений по материалу модуля в целом (тестирование);

− промежуточный контроль – зачёт (7 семестр), защита курсовой работы (7 семестр), экзамен (8 семестр).

Рекомендации по подготовке к занятиям и самостоятельной работе

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. после лекции, при подготовке к следующему занятию, просмотреть и обдумать конспект лекции;
2. до практического занятия проработать рекомендуемую литературу: основную (Л1.1–Л1.4), дополнительную (Л2.1–Л2.4) и интернет-ресурсы, указанные в рабочей программе (https://cyberleninka.ru/, https://elibrary.ru);
3. прежде чем приступить к выполнению задания на практическом занятии, сначала проработать теоретический материал;
4. при выполнении задания выстроить алгоритм деятельности: проанализировать условие и найти нужный материал; описать математическую модель и выбрать метод решения; составить алгоритм (блок-схему или словесное описание); написать и отладить программу в системе MATLAB; проверить результат на контрольных значениях; провести графическую интерпретацию результатов.

Порядок выполнения и сдачи практических и домашних работ

Практические работы 1–5 (7 семестр) и 6–10 (8 семестр) предусматривают аудиторную часть и самостоятельное завершение в виде домашней работы. Работа выполняется в системе MATLAB; результатом являются m-файлы с комментариями, графики и краткий отчёт. Работа сдаётся в виде файла по расписанию следующей практической работы и защищается: студент объясняет алгоритм, поясняет фрагменты программы, отвечает на вопросы преподавателя;

при выполнении работ предусмотрен групповой анализ выполненной работы. Работа проверяется преподавателем, ошибки обсуждаются со студентом, выставляется оценка. Оценка складывается из трёх составляющих: решение поставленной задачи (вес 0,6), оформление результатов (вес 0,3) и своевременность сдачи (вес 0,1); критерии приведены в разделе 4. Работа, выполненная неверно или с замечаниями, подлежит доработке и повторной сдаче.

Подготовка к рубежному контролю

Тестирование проводится по каждому модулю в системах ЭММ-тест, MyTest, Iren test или на сайте https://onlinetestpad.com; преподаватель определяет количество вопросов и время прохождения. Оценка рассчитывается по формуле $100/N \cdot K$, где N – число вопросов, K – число верных ответов. Для подготовки необходимо изучить теоретические вопросы (блок A), обратив внимание на термины, формулы и итерационные схемы методов оптимизации, условия экстремума, свойства градиента и матрицы Гессе, а также повторить разбор типовых тестовых заданий блока D, включая определение результата выполнения фрагментов программ на MATLAB.

Подготовка и защита курсовой работы

Курсовая работа выполняется в 7 семестре по выбранной или предложенной преподавателем теме (блок C). Работа проходит этапы: углублённое изучение учебников и учебных пособий по разделам, посвящённым теме исследования; ознакомление с научной литературой; сбор фактического материала; построение модели и её реализация в системе MATLAB. Пояснительная записка объёмом 30–40 страниц оформляется по ГОСТ; защита проводится публично в форме презентации доклада. Критерии оценки приведены в разделе 4.

Промежуточная аттестация (зачёт, экзамен)

1. Промежуточная аттестация проходит строго в установленное расписанием время. Зачёт – в 7 семестре, экзамен – в 8 семестре; по каждому виду аттестации зачётный минимум составляет 20 баллов, зачётный максимум – 30 баллов (раздел 2).
2. Для подготовки необходимо повторить теоретические вопросы (блок A), разобрать типовые тестовые задания и практические работы блоков B и D.
3. Итоговая оценка определяется по семестровому рейтингу – сумме баллов за текущий контроль, рубежный контроль и промежуточную аттестацию (при условии выполнения зачётных минимумов по технологической карте) – в соответствии с балльно-рейтинговой шкалой оценки знаний, принятой в КРСУ.

Балльно-рейтинговая шкала для определения итоговой оценки

Семестровый рейтинг, баллов	Оценка	Уровень сформированности компетенции
85–100	«отлично»	высокий
70–84	«хорошо»	достаточный
60–69	«удовлетворительно»	поверхностный
менее 60	«неудовлетворительно»	низкий / фрагментарный

Рекомендуемая литература

Л1.1. Шапкин А.С., Шапкин В.А. Математические методы и модели исследования операций: Учебник. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2019.

Л1.2. Адамчук А.С., Амироков С.Р., Кравцов А.М. Математические методы и модели исследования операций (краткий курс): Учебное пособие. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.

Л1.3. Минько Э.В., Минько А.Э. Методы прогнозирования и исследования операций: Учебное пособие. Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2017.

Л1.4. Колемаев В.А., Гатауллин Т.М., Заичкин Н.И. [и др.]. Математические методы и модели исследования операций: учебник для студентов вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2017.

Л2.1. Калашникова Т.В. Исследование операций в экономике: Учебное пособие. Изд-во Томского политехнического университета, 2011.
Л2.2. Акоф Р., Сасиени М. Основы исследования операций. М.: Мир, 1973.
Л2.3. Исследование операций (в двух томах) / Под ред. Дж. Моудера, С. Элмаграби. М.: Мир, 1981.
Л2.4. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи. Принципы. Методология. М.: Наука, 1981.