

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Макаренко Елена Николаевна

Должность: Ректор

Дата подписания: 27.12.2024 10:56:43

Уникальный программный ключ:

c098bc0c1041cb2a4cf926cf171d6715d99a6ae00adc8e27b55cbe1e2dbd7c78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)»

УТВЕРЖДАЮ

Начальник

учебно-методического управления

Платонова Т.К.

«25» июня 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Математические методы и модели экономики**

Направление 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"  
Направленность 01.03.02.02 "Математическое и программное обеспечение систем  
искусственного интеллекта"

Для набора 2022 года

Квалификация  
Бакалавр

**КАФЕДРА            Прикладная математика и технологии искусственного интеллекта**

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 4 (2.2) |    | 5 (3.1) |     | Итого |     |
|---|---------|----|---------|-----|-------|-----|
|   | Неделя  |    | Неделя  |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП      | РП | УП      | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 16      | 16 | 32      | 32  | 48    | 48  |
| Практические                              | 16      | 16 | 32      | 32  | 48    | 48  |
| Итого ауд.                                | 32      | 32 | 64      | 64  | 96    | 96  |
| Контактная работа                         | 32      | 32 | 64      | 64  | 96    | 96  |
| Сам. работа                               | 40      | 40 | 44      | 44  | 84    | 84  |
| Часы на контроль                          |         |    | 36      | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 72      | 72 | 144     | 144 | 216   | 216 |

**ОСНОВАНИЕ**

Учебный план утвержден учёным советом вуза от 25.06.2024 г. протокол № 18.

Программу составил(и): доцент, Дмитриева В.Д.; ассистент, Алипатов И.Д.

Зав. кафедрой: к.э.н, доц. Рутга Н.А.

Методический совет направления: д.э.н., профессор Тищенко Е.Н.

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | продемонстрировать логику развития и многообразие экономических процессов, углубить представление о методах микроэкономического и макроэкономического анализов, сформировать навыки практической работы с микроэкономическими и макроэкономическими моделями |
|-----|--|

### 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ПК-1: Способен собирать данные, исследовать и разрабатывать математические модели и методы, алгоритмы и программное обеспечение по тематике проводимых научно-исследовательских проектов**

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- основы фундаментальной математики и информатики, необходимые при разработке математических моделей и методов для исследуемых объектов, процессов и систем
- способы и методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач
- подходы использования современных методов для решения научных и практических задач (соотнесено с индикатором ПК-1.1)

**Уметь:**

- выбирать и создавать новые математические методы и модели для проведения научных исследований
- применять современные методы прикладной математики и информатики для разработки концептуальных и теоретических моделей по тематике проводимых научно-исследовательских проектов
- разрабатывать техническую документацию, применять математические методы для решения задач научной и проектно-технологической деятельности (соотнесено с индикатором ПК-1.2)

**Владеть:**

- современным математическим аппаратом при проведении научных исследований как самостоятельно, так и в составе научного коллектива
- современными методами прикладной математики и информатики, методами углубленного анализа проблем, постановки обоснования задач в экономических исследованиях, навыками работы с современными программными и аппаратными средствами
- методами решения задач научной и проектно-технологической деятельности (соотнесено с индикатором ПК-1.3)

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Раздел 1. Основы математического программирования

| №   | Наименование темы / Вид занятия   | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература   |
|-----|---|----------------|-------|-------------|--|
| 1.1 | Тема "Постановка задачи линейного программирования".<br>Формы модели задач. Основные определения. Теоремы линейного программирования. Примеры задач линейного программирования.<br>Графический метод решения задач линейного программирования.<br>Алгоритм решения задач. Определение оптимального плана выпуска изделий. Экономический анализ задач.<br>Симплексный метод решения задач. Теоретические основы и геометрическая интерпретация метода. Симплексные таблицы. Применение симплексного метода в экономике. Решение матричных игр симплексным методом. / Лек /   | 4              | 4     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.2 | Тема "Постановка задачи линейного программирования".<br>Формы модели задач. Основные определения. Теоремы линейного программирования.<br>Графический метод решения задач линейного программирования.<br>Алгоритм решения задач. Определение оптимального плана выпуска изделий. Экономический анализ задач.<br>Симплексный метод решения задач. Теоретические основы и геометрическая интерпретация метода. Симплексные таблицы. Применение симплексного метода в экономике. Решение матричных игр симплексным методом. Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач линейного программирования / Пр / | 4              | 4     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.3 | Тема "Постановка задачи линейного программирования".<br>История развития линейного программирования как науки. Этапы решения экстремальных экономических задач.   | 4              | 4     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |

|     |   |   |   |      |  |
|-----|---|---|---|------|--|
|     | <p>Построение математических моделей простейших прикладных задач. Различные формы записи задач линейного программирования.</p> <p>Последовательность решения задач линейного программирования графическим методом. Различные случаи решения (единственный оптимальный план, оптимальных планов бесконечное множество, оптимального плана нет).</p> <p>Основные теоремы и геометрический смысл процедуры симплекс-метода. Алгоритм простого симплекс-метода.</p> <p>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач линейного программирования / Ср /</p>  |   |   |      |  |
| 1.4 | <p>Тема "Двойственность в линейном программировании".</p> <p>Постановка пары взаимно-двойственных задач. Виды математических моделей двойственных задач. Теорема о допустимом решении взаимно-двойственных задач. Правила построения математической модели двойственной задачи. Двойственная симплекс-таблица. Использование теории двойственности в задачах с экономическим содержанием. / Лек /</p>   | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |
| 1.5 | <p>Тема "Двойственность в линейном программировании".</p> <p>Постановка пары взаимно-двойственных задач. Виды математических моделей двойственных задач. Теорема о допустимом решении взаимно-двойственных задач. Правила построения математической модели двойственной задачи. Двойственная симплекс-таблица. Использование теории двойственности в задачах с экономическим содержанием. / Пр /</p>  | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |
| 1.6 | <p>Тема "Двойственность в линейном программировании".</p> <p>Постановка пары взаимно-двойственных задач. Виды математических моделей двойственных задач. Теорема о допустимом решении взаимно-двойственных задач. Правила построения математической модели двойственной задачи. Двойственная симплекс-таблица. Использование теории двойственности в задачах с экономическим содержанием. / Ср /</p>  | 4 | 6 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |
| 1.7 | <p>Тема "Транспортная задача".</p> <p>Постановка транспортной задачи и ее математическая модель. Закрытая и открытая модели транспортной задачи. Теорема о разрешимости транспортной задачи. Теорема о ранге системы ограничений транспортной задачи. Методы построения первого опорного плана. Метод потенциалов. Понятие цикла. Теоремы об опорном плане транспортной задачи. Критерий оптимальности плана транспортной задачи. Перемещение по циклу. Теорема о переходе от одного опорного плана к другому. Вырождение в транспортной задаче. Открытая модель транспортной задачи. Задачи о назначениях / Лек /</p>  | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |
| 1.8 | <p>Тема "Транспортная задача".</p> <p>Постановка транспортной задачи и ее математическая модель. Закрытая и открытая модели транспортной задачи. Теорема о разрешимости транспортной задачи. Теорема о ранге системы ограничений транспортной задачи. Методы построения первого опорного плана. Метод потенциалов. Понятие цикла. Теоремы об опорном плане транспортной задачи. Критерий оптимальности плана транспортной задачи. Перемещение по циклу. Теорема о переходе от одного опорного плана к другому. Вырождение в транспортной задаче. Открытая модель транспортной задачи. Задачи о назначениях/ Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения транспортных задач / Пр /</p> | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |
| 1.9 | <p>Тема "Транспортная задача".</p> <p>Постановка транспортной задачи и ее математическая модель. Закрытая и открытая модели транспортной задачи. Теорема о разрешимости транспортной задачи. Теорема о ранге системы ограничений транспортной задачи. Методы построения первого опорного плана. Метод потенциалов. Понятие цикла. Теоремы об опорном плане транспортной задачи. Критерий оптимальности плана транспортной задачи. Перемещение по циклу. Теорема о</p>   | 4 | 6 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |

|      |  |   |   |      |  |
|------|--|---|---|------|--|
|      | переходе от одного опорного плана к другому. Вырождение в транспортной задаче. Открытая модель транспортной задачи. Задачи о назначениях.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения транспортных задач / Ср /   |   |   |      |  |
| 1.10 | Тема "Целочисленное программирование".<br>Постановка задачи целочисленного программирования. Экономическая интерпретация. Графический метод решения задач. Метод ветвей и границ. Метод Гомори и его применение в экономических задачах. / Лек /   | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.11 | Тема "Целочисленное программирование".<br>Постановка задачи целочисленного программирования. Экономическая интерпретация. Графический метод решения задач. Метод ветвей и границ. Метод Гомори и его применение в экономических задачах. / Пр /  | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.12 | Тема "Целочисленное программирование".<br>Постановка задачи целочисленного программирования. Экономическая интерпретация. Графический метод решения задач. Метод ветвей и границ. Метод Гомори и его применение в экономических задачах. / Ср /  | 4 | 6 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.13 | Тема "Параметрическое линейное программирование".<br>Линейное программирование с параметром в целевой функции. Линейное программирование с параметром в правых частях системы ограничений. Линейное программирование с параметром в целевой функции и правых частях системы ограничений. Транспортная параметрическая задача. / Лек /  | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.14 | Тема "Параметрическое линейное программирование".<br>Линейное программирование с параметром в целевой функции. Линейное программирование с параметром в правых частях системы ограничений. Линейное программирование с параметром в целевой функции и правых частях системы ограничений. Транспортная параметрическая задача. / Пр /   | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.15 | Тема "Параметрическое линейное программирование".<br>Линейное программирование с параметром в целевой функции. Линейное программирование с параметром в правых частях системы ограничений. Линейное программирование с параметром в целевой функции и правых частях системы ограничений. Транспортная параметрическая задача. / Ср /   | 4 | 6 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.16 | Тема "Нелинейное программирование".<br>Формулировка модели. Условия оптимальности первого и второго порядка. Теорема Куна-Таккера. Классификация задач нелинейного программирования. Графический метод и его особенности в нелинейных задачах. Метод множителей Лагранжа. Дробно-линейное программирование: постановка задачи, экономическая интерпретация. / Лек /  | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.17 | Тема "Нелинейное программирование".<br>Формулировка модели. Условия оптимальности первого и второго порядка. Теорема Куна-Таккера. Классификация задач нелинейного программирования. Графический метод и его особенности в нелинейных задачах. Метод множителей Лагранжа. Дробно-линейное программирование: постановка задачи, экономическая интерпретация. Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач нелинейного программирования / Пр /    | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.18 | Тема "Нелинейное программирование".<br>Формулировка модели. Условия оптимальности первого и второго порядка. Теорема Куна-Таккера. Классификация задач нелинейного программирования. Графический метод и его особенности в нелинейных задачах. Метод множителей Лагранжа. Дробно-линейное программирование: постановка задачи, экономическая интерпретация.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач нелинейного программирования / Ср / | 4 | 6 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.19 | Тема "Динамическое программирование".<br>Постановка оптимизационной задачи для применения метода динамического программирования. Общая схема метода  | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |

|      |  |   |   |      |  |
|------|--|---|---|------|--|
|      | динамического программирования. Экономические задачи, решаемые методом динамического программирования. / Лек /   |   |   |      |  |
| 1.20 | Тема "Динамическое программирование".<br>Постановка оптимизационной задачи для применения метода динамического программирования. Общая схема метода динамического программирования. Экономические задачи, решаемые методом динамического программирования. Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач динамического программирования / Пр / | 4 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.21 | Тема "Динамическое программирование".<br>Постановка оптимизационной задачи для применения метода динамического программирования. Общая схема метода динамического программирования. Экономические задачи, решаемые методом динамического программирования. Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач динамического программирования / Ср / | 4 | 6 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 1.22 | / Зачёт /  | 4 | 0 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |

## Раздел 2. Статистические методы и модели в экономических исследованиях

| №   | Наименование темы / Вид занятия  | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература   |
|-----|--|----------------|-------|-------------|--|
| 2.1 | Тема "Парная корреляция и регрессия".<br>Понятие о функциональной, статистической и корреляционной связях. Основные задачи корреляционно-регрессионного задания. Оценка тесноты связи между переменными. Линейный коэффициент ковариации, линейный коэффициент корреляции Пирсона, их интерпретация. Коэффициент детерминации, его интерпретация.<br>Модель парной линейной регрессии. Уравнение парной линейной регрессии, интерпретация оценок параметров модели. Метод наименьших квадратов и условия его применения для оценок параметров модели парной линейной регрессии. Проверка значимости уравнения регрессии в целом: F-критерий Фишера. Проверка значимости оценок параметров модели регрессии: t-критерий Стьюдента. Расчет границ доверительных интервалов параметров модели регрессии. Прогноз по уравнению регрессии. / Лек /  | 5              | 4     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 2.2 | Тема "Парная корреляция и регрессия".<br>Понятие о функциональной, статистической и корреляционной связях. Основные задачи корреляционно-регрессионного задания. Оценка тесноты связи между переменными. Линейный коэффициент ковариации, линейный коэффициент корреляции Пирсона, их интерпретация. Коэффициент детерминации, его интерпретация.<br>Модель парной линейной регрессии. Уравнение парной линейной регрессии, интерпретация оценок параметров модели. Метод наименьших квадратов и условия его применения для оценок параметров модели парной линейной регрессии. Проверка значимости уравнения регрессии в целом: F-критерий Фишера. Проверка значимости оценок параметров модели регрессии: t-критерий Стьюдента. Расчет границ доверительных интервалов параметров модели регрессии. Прогноз по уравнению регрессии.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice, средств Python и Gretl для решения задач / Пр / | 5              | 4     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 2.3 | Тема "Парная корреляция и регрессия".<br>Понятие о функциональной, статистической и корреляционной связях. Основные задачи корреляционно-регрессионного задания. Оценка тесноты связи между переменными. Линейный коэффициент ковариации, линейный коэффициент корреляции Пирсона, их интерпретация. Коэффициент детерминации, его интерпретация.<br>Модель парной линейной регрессии. Уравнение парной линейной   | 5              | 4     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |

|     |   |   |   |      |  |
|-----|---|---|---|------|--|
|     | регрессии, интерпретация оценок параметров модели. Метод наименьших квадратов и условия его применения для оценок параметров модели парной линейной регрессии. Проверка значимости уравнения регрессии в целом: F-критерий Фишера. Проверка значимости оценок параметров модели регрессии: t-критерий Стьюдента. Расчет границ доверительных интервалов параметров модели регрессии. Прогноз по уравнению регрессии. Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice, средств Python и Gretl для решения задач / Ср /  |   |   |      |  |
| 2.4 | Тема "Множественная корреляция и регрессия".<br>Множественная регрессия. Классическая линейная модель множественной регрессии. Оценка параметров модели множественной регрессии методом наименьших квадратов. Стандартизированные коэффициенты регрессии, их интерпретация. Парные и частные коэффициенты корреляции. Множественный коэффициент корреляции, множественный коэффициент детерминации.<br>Оценка качества модели множественной регрессии: F-критерий Фишера, t-критерий Стьюдента. / Лек /   | 5 | 4 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 2.5 | Тема "Множественная корреляция и регрессия".<br>Множественная регрессия. Классическая линейная модель множественной регрессии. Оценка параметров модели множественной регрессии методом наименьших квадратов. Стандартизированные коэффициенты регрессии, их интерпретация. Парные и частные коэффициенты корреляции. Множественный коэффициент корреляции, множественный коэффициент детерминации.<br>Оценка качества модели множественной регрессии: F-критерий Фишера, t-критерий Стьюдента.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice, средств Python и Gretl для решения задач / Пр /  | 5 | 4 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 2.6 | Тема "Множественная корреляция и регрессия".<br>Множественная регрессия. Классическая линейная модель множественной регрессии. Оценка параметров модели множественной регрессии методом наименьших квадратов. Стандартизированные коэффициенты регрессии, их интерпретация. Парные и частные коэффициенты корреляции. Множественный коэффициент корреляции, множественный коэффициент детерминации.<br>Оценка качества модели множественной регрессии: F-критерий Фишера, t-критерий Стьюдента.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice, средств Python и Gretl для решения задач / Ср /  | 5 | 6 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 2.7 | Тема "Спецификация переменных в уравнениях регрессии".<br>Спецификация переменных в уравнениях регрессии. Ошибки спецификации.<br>Мультиколлинеарность (корреляция регрессоров): причины и последствия. Методы обнаружения и устранения мультиколлинеарности.<br>Гетероскедастичность (непостоянство ошибок вариации): методы обнаружения и устранения. Ранговая корреляция Спирмена. Тест Голдфелда-Квандта, тест Уайта.<br>Автокорреляция (корреляция остатков): причины, последствия. Основные методы выявления автокорреляции (графический метод, критерий Дарбина-Уотсона и др.)<br>Фиктивные (dummy) переменные. Включение фиктивных переменных в уравнение регрессии. Интерпретация полученных результатов. Тест Чоу.<br>/ Лек / | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 2.8 | Тема "Спецификация переменных в уравнениях регрессии".<br>Спецификация переменных в уравнениях регрессии. Ошибки спецификации.<br>Мультиколлинеарность (корреляция регрессоров): причины и последствия. Методы обнаружения и устранения мультиколлинеарности.<br>Гетероскедастичность (непостоянство ошибок вариации): методы   | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |

|      |  |   |   |      |  |
|------|--|---|---|------|--|
|      | обнаружения и устранения. Ранговая корреляция Спирмена. Тест Голдфелда-Квандта, тест Уайта.<br>Автокорреляция (корреляция остатков): причины, последствия.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice, средств Python и Gretl для решения задач / Пр /  |   |   |      |  |
| 2.9  | Тема "Спецификация переменных в уравнениях регрессии".<br>Спецификация переменных в уравнениях регрессии. Ошибки спецификации.<br>Мультиколлинеарность (корреляция регрессоров): причины и последствия. Методы обнаружения и устранения мультиколлинеарности.<br>Гетероскедастичность (непостоянство ошибок вариации): методы обнаружения и устранения. Ранговая корреляция Спирмена. Тест Голдфелда-Квандта, тест Уайта.<br>Автокорреляция (корреляция остатков): причины, последствия.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice, средств Python и Gretl для решения задач / Ср /  | 5 | 6 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 2.10 | Тема "Нелинейная регрессия. Методы линеаризации".<br>Основные виды нелинейных регрессионных моделей, используемых для анализа социально-экономических явлений.<br>Регрессионные модели, нелинейные по переменным.<br>Регрессионные модели, нелинейные по параметрам.<br>Нелинеаризуемые регрессионные модели. Оценивание нелинейных регрессионных моделей. Интерпретация оценок параметров нелинейных моделей. Выбор наилучшей модели.<br>Использование метода максимального правдоподобия для оценивания нелинейных моделей.<br>Логит-модели. Пробит-модели. Тобит-модели / Лек /   | 5 | 4 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 2.11 | Тема "Нелинейная регрессия. Методы линеаризации".<br>Основные виды нелинейных регрессионных моделей, используемых для анализа социально-экономических явлений.<br>Регрессионные модели, нелинейные по переменным.<br>Регрессионные модели, нелинейные по параметрам.<br>Нелинеаризуемые регрессионные модели. Оценивание нелинейных регрессионных моделей. Интерпретация оценок параметров нелинейных моделей. Выбор наилучшей модели.<br>Использование метода максимального правдоподобия для оценивания нелинейных моделей.<br>Логит-модели. Пробит-модели. Тобит-модели<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice, средств Python и Gretl для решения задач / Пр /  | 5 | 4 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 2.12 | Тема "Нелинейная регрессия. Методы линеаризации".<br>Основные виды нелинейных регрессионных моделей, используемых для анализа социально-экономических явлений.<br>Регрессионные модели, нелинейные по переменным.<br>Регрессионные модели, нелинейные по параметрам.<br>Нелинеаризуемые регрессионные модели. Оценивание нелинейных регрессионных моделей. Интерпретация оценок параметров нелинейных моделей. Выбор наилучшей модели.<br>Использование метода максимального правдоподобия для оценивания нелинейных моделей.<br>Логит-модели. Пробит-модели. Тобит-модели.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice, средств Python и Gretl для решения задач / Ср / | 5 | 6 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 2.13 | Тема "Многомерный статистический анализ: основные задачи и методы".<br>Содержание и основные этапы многомерного статистического анализа. Основные задачи многомерного статистического анализа. Типы многомерных данных. Многомерное признаковое пространство.<br>Дискриминантный анализ. Построение и интерпретация модели линейного дискриминантного анализа. Пошаговый дискриминантный анализ. Оценка качества дискриминантной функции.<br>Кластерный анализ. Непараметрический случай классификации без обучения: кластерный анализ. Расстояние между объектами. Меры близости между объектами. Меры близости между   | 5 | 4 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |



|  |  |   |   |      |  |
|--|--|---|---|------|--|
|  | <p>кластерами. Иерархические кластер-процедуры. Метод k-средних. Расщепление смесей вероятностных распределений. Факторный анализ. Модель ортогональных факторов. Определение факторных нагрузок методом главных факторов. Вращение пространства общих факторов. Статистическая оценка надежности решений методом факторного анализа. Построение сводного (интегрального) показателя качества сложной системы</p> <p>Снижение размерности исследуемых многомерных признаков. Метод главных компонент. Собственные векторы и собственные значения и их использование для получения матрицы весовых коэффициентов. Построение и интерпретация модели главных компонент. / Лек /</p>  |   |   |      |  |
| 2.14   | <p>Тема "Многомерный статистический анализ: основные задачи и методы".</p> <p>Содержание и основные этапы многомерного статистического анализа. Основные задачи многомерного статистического анализа. Типы многомерных данных. Многомерное признаковое пространство.</p> <p>Дискриминантный анализ. Построение и интерпретация модели линейного дискриминантного анализа. Пошаговый дискриминантный анализ. Оценка качества дискриминантной функции.</p> <p>Кластерный анализ. Непараметрический случай классификации без обучения: кластерный анализ. Расстояние между объектами. Меры близости между объектами. Меры близости между кластерами. Иерархические кластер-процедуры. Метод k-средних. Расщепление смесей вероятностных распределений. Факторный анализ. Модель ортогональных факторов. Определение факторных нагрузок методом главных факторов. Вращение пространства общих факторов. Статистическая оценка надежности решений методом факторного анализа. Построение сводного (интегрального) показателя качества сложной системы. Снижение размерности исследуемых многомерных признаков. Метод главных компонент. Собственные векторы и собственные значения и их использование для получения матрицы весовых коэффициентов. Построение и интерпретация модели главных компонент.</p> <p>Применение средств Python для решения задач / Пр /</p> | 5 | 4 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |
| 2.15   | <p>Тема "Многомерный статистический анализ: основные задачи и методы".</p> <p>Содержание и основные этапы многомерного статистического анализа. Основные задачи многомерного статистического анализа. Типы многомерных данных. Многомерное признаковое пространство.</p> <p>Дискриминантный анализ. Построение и интерпретация модели линейного дискриминантного анализа. Пошаговый дискриминантный анализ. Оценка качества дискриминантной функции.</p> <p>Кластерный анализ. Непараметрический случай классификации без обучения: кластерный анализ. Расстояние между объектами. Меры близости между объектами. Меры близости между кластерами. Иерархические кластер-процедуры. Метод k-средних. Расщепление смесей вероятностных распределений. Факторный анализ. Модель ортогональных факторов. Определение факторных нагрузок методом главных факторов. Вращение пространства общих факторов. Статистическая оценка надежности решений методом факторного анализа. Построение сводного (интегрального) показателя качества сложной системы. Снижение размерности исследуемых многомерных признаков. Метод главных компонент. Собственные векторы и собственные значения и их использование для получения матрицы весовых коэффициентов. Построение и интерпретация модели главных компонент.</p> <p>Применение средств Python для решения задач / Ср /</p> | 5 | 8 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |
| <b>Раздел 3. Математические модели в экономике</b> |  |   |   |      |  |

| №   | Наименование темы / Вид занятия   | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература   |
|-----|---|----------------|-------|-------------|--|
| 3.1 | Тема "Теория систем массового обслуживания".<br>Марковские процессы и потоки событий. Системы массового обслуживания. Классификация и структура СМО. Одноканальные СМО. Многоканальные СМО.<br>/ Лек /  | 5              | 2     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.2 | Тема "Теория систем массового обслуживания".<br>Марковские процессы и потоки событий. Системы массового обслуживания. Классификация и структура СМО. Одноканальные СМО. Многоканальные СМО.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Пр /   | 5              | 2     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.3 | Тема "Теория систем массового обслуживания".<br>Марковские процессы и потоки событий. Системы массового обслуживания. Классификация и структура СМО. Одноканальные СМО. Многоканальные СМО.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Ср /   | 5              | 2     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.4 | Тема "Спрос и предложение".<br>Спрос. Прямая и обратная функции спроса. Закон спроса. Предложение. Прямая и обратная функции предложения. Закон предложения. Эластичность спроса и предложения, их экономический смысл.<br>Нахождение области определения функций спроса и предложения, построение их графиков. Определение среднего и предельного значений функций спроса и предложения, их экономический смысл. Определение эластичности функций спроса и предложения, их экономический смысл и графики. Построение суммарной функции спроса.<br>Механизм установления рыночного равновесия. Выигрыши потребителя и производителя. Динамическая модель рыночного равновесия. Устойчивое и неустойчивое равновесие. Определение равновесных параметров при государственном регулировании рынка путем введения налогов. / Лек /   | 5              | 2     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.5 | Тема "Спрос и предложение".<br>Спрос. Прямая и обратная функции спроса. Закон спроса. Предложение. Прямая и обратная функции предложения. Закон предложения. Эластичность спроса и предложения, их экономический смысл.<br>Нахождение области определения функций спроса и предложения, построение их графиков. Определение среднего и предельного значений функций спроса и предложения, их экономический смысл. Определение эластичности функций спроса и предложения, их экономический смысл и графики. Построение суммарной функции спроса.<br>Механизм установления рыночного равновесия. Выигрыши потребителя и производителя. Динамическая модель рыночного равновесия. Устойчивое и неустойчивое равновесие. Определение равновесных параметров при государственном регулировании рынка путем введения налогов.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Пр / | 5              | 2     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.6 | Тема "Спрос и предложение".<br>Спрос. Прямая и обратная функции спроса. Закон спроса. Предложение. Прямая и обратная функции предложения. Закон предложения. Эластичность спроса и предложения, их экономический смысл.<br>Нахождение области определения функций спроса и предложения, построение их графиков. Определение среднего и предельного значений функций спроса и предложения, их экономический смысл. Определение эластичности функций спроса и предложения, их экономический смысл и графики. Построение суммарной функции спроса.<br>Механизм установления рыночного равновесия. Выигрыши потребителя и производителя. Динамическая модель рыночного равновесия. Устойчивое и неустойчивое равновесие.  | 5              | 2     | ПК-1        | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |

|      |  |   |   |      |  |
|------|--|---|---|------|--|
|      | Определение равновесных параметров при государственном регулировании рынка путем введения налогов.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Ср /   |   |   |      |  |
| 3.7  | Тема "Задача потребительского выбора".<br>Функция полезности. Задача потребительского выбора. Функции спроса. Выбор потребителя, максимизирующий полезность при данном бюджетном ограничении. Геометрическое решение задачи потребительского выбора. Условие равенства предельной нормы замещения благ отношению их цен. «Угловое» равновесие потребителя<br>Модель Р. Стоуна. Уравнение Слуцкого. / Лек /   | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.8  | Тема "Задача потребительского выбора".<br>Функция полезности. Задача потребительского выбора. Функции спроса. Выбор потребителя, максимизирующий полезность при данном бюджетном ограничении. Геометрическое решение задачи потребительского выбора. Условие равенства предельной нормы замещения благ отношению их цен. «Угловое» равновесие потребителя<br>Модель Р. Стоуна. Уравнение Слуцкого.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Пр / | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.9  | Тема "Задача потребительского выбора".<br>Функция полезности. Задача потребительского выбора. Функции спроса. Выбор потребителя, максимизирующий полезность при данном бюджетном ограничении. Геометрическое решение задачи потребительского выбора. Условие равенства предельной нормы замещения благ отношению их цен. «Угловое» равновесие потребителя<br>Модель Р. Стоуна. Уравнение Слуцкого.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Ср / | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.10 | Тема "Производственные функции".<br>Теория факторов производства.<br>Производственные функции. Основные характеристики производственных функций. Основные виды производственных функций. Производственная функция Кобба-Дугласа. / Лек /   | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.11 | Тема "Производственные функции".<br>Теория факторов производства.<br>Производственные функции. Основные характеристики производственных функций. Основные виды производственных функций. Производственная функция Кобба-Дугласа.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Пр /   | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.12 | Тема "Производственные функции".<br>Теория факторов производства.<br>Производственные функции. Основные характеристики производственных функций. Основные виды производственных функций. Производственная функция Кобба-Дугласа.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Ср /   | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.13 | Тема "Балансовые модели. Модели леонтьевского типа".<br>Межотраслевой баланс. Модель межотраслевого баланса. Общая модель межотраслевого баланса продукции. Межотраслевой баланс производства и распределения продукции. Динамическая модель межотраслевого баланса. Модель В.В. Леонтьева. Модель Дж. фон Неймана. / Лек /  | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.14 | Тема "Балансовые модели. Модели леонтьевского типа".<br>Межотраслевой баланс. Модель межотраслевого баланса. Общая модель межотраслевого баланса продукции. Межотраслевой баланс производства и распределения продукции. Динамическая модель межотраслевого баланса. Модель В.В. Леонтьева. Модель Дж. фон Неймана.<br>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Пр /  | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.15 | Тема "Балансовые модели. Модели леонтьевского типа".<br>Межотраслевой баланс. Модель межотраслевого баланса. Общая   | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,               |

|      |  |   |   |      |  |
|------|--|---|---|------|--|
|      | <p>модель межотраслевого баланса продукции. Межотраслевой баланс производства и распределения продукции. Динамическая модель межотраслевого баланса. Модель В.В. Леонтьева. Модель Дж. фон Неймана.</p> <p>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Ср /</p>  |   |   |      | Л2.4, Л2.5                                     |
| 3.16 | <p>Тема "Основные макроэкономические показатели. Индексы цен". Предмет макроэкономики. Соотношение макроэкономического и микроэкономического анализа. Макроэкономические агенты. Особенности макроэкономических показателей. Макроэкономические модели. Валовой внутренний продукт (ВВП): понятие и способы измерения. Соотношение показателей в системе национальных счетов.</p> <p>Номинальный и реальный ВВП (ВВП). Расчет индекса цен. Индекс Ласпейреса и его экономический смысл. Индекс Паше и его экономический смысл. Индекс Фишера. Соотношение между этими индексами. Совокупный спрос и факторы, его определяющие. Совокупное предложение и факторы, его определяющие. / Лек /</p>   | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |
| 3.17 | <p>Тема "Основные макроэкономические показатели. Индексы цен". Предмет макроэкономики. Соотношение макроэкономического и микроэкономического анализа. Макроэкономические агенты. Особенности макроэкономических показателей. Макроэкономические модели. Валовой внутренний продукт (ВВП): понятие и способы измерения. Соотношение показателей в системе национальных счетов.</p> <p>Номинальный и реальный ВВП (ВВП). Расчет индекса цен. Индекс Ласпейреса и его экономический смысл. Индекс Паше и его экономический смысл. Индекс Фишера. Соотношение между этими индексами. Совокупный спрос и факторы, его определяющие. Совокупное предложение и факторы, его определяющие.</p> <p>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Пр /</p> | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |
| 3.18 | <p>Тема "Основные макроэкономические показатели. Индексы цен". Предмет макроэкономики. Соотношение макроэкономического и микроэкономического анализа. Макроэкономические агенты. Особенности макроэкономических показателей. Макроэкономические модели. Валовой внутренний продукт (ВВП): понятие и способы измерения. Соотношение показателей в системе национальных счетов.</p> <p>Номинальный и реальный ВВП (ВВП). Расчет индекса цен. Индекс Ласпейреса и его экономический смысл. Индекс Паше и его экономический смысл. Индекс Фишера. Соотношение между этими индексами. Совокупный спрос и факторы, его определяющие. Совокупное предложение и факторы, его определяющие.</p> <p>Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Ср /</p> | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |
| 3.19 | <p>Тема "Модели экономического роста". Показатели уровня экономического развития. Понятие макроэкономической нестабильности. Понятие экономического цикла. Основные фазы экономического цикла.</p> <p>Понятие и факторы экономического роста. Классификация моделей экономического роста. Исторический экскурс: модели экономического роста от Мальтуса до Солоу, учет населения и научно-технического прогресса. АК-модель и модель обучения в процессе деятельности. Модели экономического роста с человеческим капиталом. Государство и экономический рост: учет политических факторов. Включение в модели экономического роста влияния искусственного интеллекта. / Лек /</p>  | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |
| 3.20 | <p>Тема "Модели экономического роста". Показатели уровня экономического развития. Понятие макроэкономической нестабильности. Понятие экономического цикла. Основные фазы экономического цикла.</p> <p>Понятие и факторы экономического роста. Классификация моделей экономического роста. Исторический экскурс: модели</p>   | 5 | 2 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5 |

|      |  |   |    |      |  |
|------|--|---|----|------|--|
|      | экономического роста от Мальтуса до Солоу, учет населения и научно-технического прогресса. АК-модель и модель обучения в процессе деятельности. Модели экономического роста с человеческим капиталом. Государство и экономический рост: учет политических факторов. Включение в модели экономического роста влияния искусственного интеллекта. Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Пр /  |   |    |      |  |
| 3.21 | Тема "Модели экономического роста".<br>Показатели уровня экономического развития. Понятие макроэкономической нестабильности. Понятие экономического цикла. Основные фазы экономического цикла.<br>Понятие и факторы экономического роста. Классификация моделей экономического роста. Исторический экскурс: модели экономического роста от Мальтуса до Солоу, учет населения и научно-технического прогресса. АК-модель и модель обучения в процессе деятельности. Модели экономического роста с человеческим капиталом. Государство и экономический рост: учет политических факторов. Включение в модели экономического роста влияния искусственного интеллекта. Применение приложения Calc офисного пакета LibreOffice и средств Python для решения задач / Ср / | 5 | 2  | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |
| 3.22 | / Экзамен /  | 5 | 36 | ПК-1 | Л1.1, Л1.2, Л1.3,<br>Л2.1, Л2.2, Л2.3,<br>Л2.4, Л2.5 |

#### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Структура и содержание фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 5.1. Основная литература

|      | Авторы,  | Заглавие  | Издательство, год  | Колич-во  |
|------|--|---|--|---|
| Л1.1 | Алексеевко, В. Б.,<br>Коршунов, Ю. С.,<br>Красавина, В. А. | Математические модели в экономике: учебное пособие  | Москва: Российский университет дружбы народов, 2013                    | <a href="https://www.iprbookshop.ru/22160.html">https://www.iprbookshop.ru/22160.html</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей                                     |
| Л1.2 | Алексейчик Т. В.,<br>Богачев Т. В.,<br>Пржедецкая Н. В.    | Математические модели в экономике: учебное пособие  | Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2018 | <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567398">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=567398</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |
| Л1.3 | Кундышева Е. С.  | Математические методы и модели в экономике: учебник | Москва: Дашков и К°, 2022  | <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=684490">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=684490</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |

##### 5.2. Дополнительная литература

|      | Авторы,   | Заглавие   | Издательство, год    | Колич-во  |
|------|---|--|----------------------|---|
| Л2.1 | Ниворожкина Л. И.,<br>Арженковский С. В.                            | Многомерные статистические методы в экономике: учеб. для вузов | М.: Дашков и К, 2008 | 196   |
| Л2.2 | Балдин К. В.,<br>Башлыков В. Н.,<br>Рукоусев А. В.,<br>Балдин К. В. | Математические методы и модели в экономике: учебник            | Москва: ФЛИНТА, 2017 | <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |

|      | Авторы,   | Заглавие  | Издательство, год  | Колич-во  |
|------|---|---|--|---|
| Л2.3 | Кремер, Н. Ш.,<br>Путко, Б. А.,<br>Тришин, И. М.,<br>Фридман, М. Н.,<br>Кремер, Н. Ш. | Высшая математика для экономистов: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям | Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2017   | <a href="https://www.iprbookshop.ru/74953.html">https://www.iprbookshop.ru/74953.html</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей                                     |
| Л2.4 | Литвин, Д. Б.,<br>Мелешко, С. В.,<br>Мамаев, И. И.                                    | Линейное программирование. Транспортная задача: учебное пособие   | Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, Сервисшкола, 2017 | <a href="https://www.iprbookshop.ru/76116.html">https://www.iprbookshop.ru/76116.html</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей                                     |
| Л2.5 |   | Экономическая политика: журнал  | Москва: Экономическая политика, 2018   | <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495261">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=495261</a><br>неограниченный доступ для зарегистрированных пользователей |

### 5.3 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

ИСС "Гарант" <https://internet.garant.ru>

Федеральная государственная служба статистики <https://rosstat.gov.ru> (свободный доступ)

База данных Центрального банка РФ [http://cbr.ru/hd\\_base](http://cbr.ru/hd_base) (свободный доступ)

### 5.4. Перечень программного обеспечения

Операционная система РЕД ОС

Свободно распространяемый офисный пакет LibreOffice

IDLE (Python) (свободная лицензия)

Python (свободная лицензия)

Gretl

### 5.5. Учебно-методические материалы для студентов с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости по заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья учебно-методические материалы предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям здоровья и восприятия информации. Для лиц с нарушениями зрения: в форме аудиофайла; в печатной форме увеличенным шрифтом. Для лиц с нарушениями слуха: в форме электронного документа; в печатной форме. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в форме электронного документа; в печатной форме.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Помещения для всех видов работ, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами обучения:

- столы, стулья;
- персональный компьютер / ноутбук (переносной);
- проектор;
- экран / интерактивная доска.

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические указания по освоению дисциплины представлены в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 1.1 Показатели и критерии оценивания компетенций:

| ЗУН, составляющие компетенцию   | Показатели оценивания  | Критерии оценивания  | Средства оценивания   |
|---|--|--|---|
| ПК-1: Способен собирать данные, исследовать и разрабатывать математические модели и методы, алгоритмы и программное обеспечение по тематике проводимых научно-исследовательских проектов  |  |  |   |
| <p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы фундаментальной математики и информатики, необходимые при разработке математических моделей и методов для исследуемых объектов, процессов и систем</li> <li>- способы и методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</li> <li>- подходы использования современных методов для решения научных и практических задач</li> </ul>                                  | <p>Формулирует ответы на вопросы опроса, экзамена и зачета по базовым понятиям</p> | <p>Полнота и содержательность ответов на вопросы опроса, экзамена и зачета, умение использовать знание смежных разделов математики</p> | <p>Семестр 4<br/>Вопросы к зачету (1-30), задания к зачету (1-17), задачи (1-17), задания (1-8), индивидуальное задание № 1</p> <p>Семестр 5<br/>Вопросы к экзамену (1-70), задания к экзамену (1-24), задания (1-12), индивидуальное задание № 2-3</p> |
| <p><b>Уметь</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать и создавать новые математические методы и модели для проведения научных исследований</li> <li>- применять современные методы прикладной математики и информатики для разработки концептуальных и теоретических моделей по тематике проводимых научно-исследовательских проектов</li> <li>- разрабатывать техническую документацию, применять математические методы для решения задач научной и проектно-</li> </ul> | <p>Решает типовые задачи и индивидуальные задания</p>                              | <p>Правильность и четность решения задач с использованием знаний смежных разделов математики</p>                                       | <p>Семестр 4<br/>Вопросы к зачету (1-30), задания к зачету (1-17), задачи (1-17), задания (1-8), индивидуальное задание № 1</p> <p>Семестр 5<br/>Вопросы к экзамену (1-70), задания к экзамену (1-24), задания (1-12), индивидуальное задание № 2-3</p> |

|  |  |   |  |
|--|--|---|--|
| технологической деятельности   |  |   |  |
| <b>Владеть</b><br>- современным математическим аппаратом при проведении научных исследований как самостоятельно, так и в составе научного коллектива<br>- современными методами прикладной математики и информатики, методами углубленного анализа проблем, постановки обоснования задач в экономических исследованиях, навыками работы с современными программными и аппаратными средствами<br>- методами решения задач научной и проектно-технологической деятельности | Выполняет практические задания к зачету и экзамену, типовые задания (на практических занятиях), индивидуальные задания | Объем выполненных контрольных и индивидуальных работ. Степень владения навыками применения фундаментальных знаний, полученных в области математических и естественных наук при решении практических задач | Семестр 4<br>Вопросы к зачету (1-30), задания к зачету (1-17), задачи (1-17), задания (1-8), индивидуальное задание № 1<br><br>Семестр 5<br>Вопросы к экзамену (1-70), задания к экзамену (1-24), задания (1-12), индивидуальное задание № 2-3 |

## 1.2 Шкалы оценивания:

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация осуществляется в рамках накопительной балльно-рейтинговой системы в 100-балльной шкале.

### Семестр 4

50-100 баллов («зачтено»)

0-49 баллов («не зачтено»)

### Семестр 5

84-100 баллов (оценка «отлично»)

67-83 баллов (оценка «хорошо»)

50-66 баллов (оценка «удовлетворительно»)

0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно»)

**2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

## Семестр 4

### Вопросы к зачету

1. Формулировка задачи линейного программирования. Экономическая интерпретация
2. Основные теоремы линейного программирования
3. Графический метод задач линейного программирования
4. Симплексный метод решения задач линейного программирования, его геометрический смысл
5. Поиск начального опорного плана методом искусственного базиса
6. Постановка пары двойственных задач. Двойственная симплекс-таблица
7. Использование теории двойственности в задачах с экономическим содержанием



8. Постановка транспортной задачи и ее математическая модель.
9. Закрытая модель транспортной задачи
10. Открытая модель транспортной задачи
11. Опорный план транспортной задачи: методы построения
12. Решение транспортной задачи методом потенциалов
13. Вырожденность опорного плана транспортной задачи
14. Задачи о назначениях
15. Постановка задачи целочисленного программирования. Экономическая интерпретация
16. Графический метод решения задач целочисленного программирования
17. Метод ветвей и границ
18. Метод Гомори и его применение в экономических задачах
19. Линейное программирование с параметром в целевой функции
20. Линейное программирование с параметром в правой части системы ограничений
21. Линейное программирование с параметром в целевой функции и в правой части системы ограничений
22. Транспортная параметрическая задача
23. Нелинейное программирование: постановка задачи, экономическое приложение
24. Теорема Куна-Таккера
25. Классификация задач нелинейного программирования
26. Графический метод решения задач нелинейного программирования и его особенности
27. Метод множителей Лагранжа
28. Дробно-линейное программирование: постановка задачи, экономическая интерпретация
29. Постановка оптимизационной задачи для применения метода динамического программирования. Экономические задачи, решаемые методом динамического программирования
30. Общая схема метода динамического программирования

#### Задания к зачету

1. Решите задачу линейного программирования графическим методом

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

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 5 \\ 5x_1 - 2x_2 \leq 20 \\ 8x_1 - 3x_2 \geq 0 \\ 5x_1 - 6x_2 \leq 0 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2. Решите задачу линейного программирования графическим методом

$$z = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

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

3. Решите задачу линейного программирования симплексным методом

$$z = 2x_1 + 4x_2 + x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 36 \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 45 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 \leq 30 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0 \end{cases}$$

4. Решите задачу линейного программирования симплексным методом

$$z = 6x_1 - 2x_2 - 8x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_2 - x_3 \geq -2 \\ -5x_1 + x_2 + x_3 = 4 \\ -8x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 6 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0 \end{cases}$$

5. Решите задачу линейного программирования симплексным методом

$$z = 27x_1 + 70x_2 + 2x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 + 3x_3 \geq 6 \\ -x_1 + 2x_2 \geq 1 \\ 5x_1 + 13x_2 - x_3 \geq 1 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

6. Фирма, выпускающая трикотажные изделия, использует для производства продукции два вида сырья. Данные приведены в таблице:

| Сырье                        | Затраты на единицу продукции, кг |         |        | Запасы сырья, кг |
|------------------------------|----------------------------------|---------|--------|------------------|
|                              | Свитер                           | Пуловер | Костюм |                  |
| Чистая шерсть                | 0,4                              | 0,2     | 0,8    | 160              |
| Силон                        | 0,2                              | 0,1     | 0,2    | 60               |
| Прибыль за изделие, ден. ед. | 16                               | 15      | 22     |                  |

Записать в математической форме условия выпуска готовой продукции, если сырье расходуется полностью, а прибыль должна быть максимальной. Решить задачу графическим способом

7. Составьте задачу, двойственную исходной задаче, и решите ее графическим способом или симплексным методом

$$z = 2x_1 + 4x_2 + x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 36 \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 45 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 \leq 30 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

8. Составьте задачу, двойственную исходной задаче, и решите ее графическим способом или симплексным методом

$$z = x_1 + 2x_2 - x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -x_1 + 4x_2 - 2x_3 \leq 12 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 17 \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 = 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

9. Составьте задачу, двойственную исходной задаче, и решите ее графическим способом или симплексным методом

$$z = 4x_1 + 3x_2 - 30x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_1 - 6x_3 \geq 1 \\ 2 - x_2 + 5x_3 \leq 0 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

10. Составьте задачу, двойственную исходной задаче, и решите ее графическим способом или симплексным методом

$$z = 2x_1 + x_2 + 5x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 + x_3 \geq -4 \\ x_1 - 5x_2 + x_3 \geq 5 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 \geq 6 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

11. На строительство объектов кирпич поступает с трех заводов, обозначенных буквами А, В, С. Заводы имеют на складах соответственно 50, 100 и 50 тысяч штук кирпича. Объекты требуют соответственно 50, 70, 40 и 40 тысяч шт. кирпича. Тарифы (ден. ед./тыс. шт.) приведены в таблице. Составьте план перевозок, минимизирующий суммарные транспортные расходы

| Заводы      | Тариф (ден. ед./ тыс. шт.) |    |    |    | Запасы |
|-------------|----------------------------|----|----|----|--------|
|             | 1                          | 2  | 3  | 4  |        |
| А           | 2                          | 6  | 2  | 3  | 50     |
| В           | 5                          | 2  | 1  | 7  | 100    |
| С           | 4                          | 5  | 7  | 8  | 50     |
| Потребности | 50                         | 70 | 40 | 40 |        |

12. Найти оптимальный план перевозок, обеспечивающий их наименьшую стоимость. Условие задачи задано таблично:

| Заводы | Тариф (ден. ед./ тыс. шт.) |   |   | Запасы на складах |
|--------|----------------------------|---|---|-------------------|
|        | 1                          | 2 | 3 |                   |
|        |                            |   |   |                   |

|                      |    |    |    |    |
|----------------------|----|----|----|----|
| A                    | 2  | 3  | 4  | 70 |
| B                    | 3  | 2  | 5  | 50 |
| C                    | 4  | 5  | 2  | 80 |
| Запросы потребителей | 90 | 40 | 70 |    |

13. Найти оптимальный план перевозок, обеспечивающий их наименьшую стоимость. Условие задачи задано таблично:

| Заводы               | Тариф (ден. ед./ тыс. шт.) |    |    | Запасы на складах |
|----------------------|----------------------------|----|----|-------------------|
|                      | 1                          | 2  | 3  |                   |
| A                    | 5                          | 2  | 3  | 30                |
| B                    | 1                          | 2  | 1  | 35                |
| C                    | 4                          | 1  | 5  | 60                |
| Запросы потребителей | 25                         | 40 | 60 |                   |

14. Найти оптимальный план перевозок, обеспечивающий их наименьшую стоимость. Условие задачи задано таблично:

| Заводы               | Тариф (ден. ед./ тыс. шт.) |    |    | Запасы на складах |
|----------------------|----------------------------|----|----|-------------------|
|                      | 1                          | 2  | 3  |                   |
| A                    | 6                          | 4  | 2  | 24                |
| B                    | 3                          | 5  | 4  | 28                |
| C                    | 3                          | 6  | 3  | 23                |
| Запросы потребителей | 20                         | 25 | 30 |                   |

15. Определите оптимальный план расширения производства трех предприятий, если известна их прибыль в год при отсутствии вложений и при инвестировании 1, 2, 3 или 4 млн. рублей. Определите, при каком инвестировании будет максимальный процент прироста прибыли

| $f_1$ | $f_2$ | $f_3$ | $x_i$ |
|-------|-------|-------|-------|
| 40    | 30    | 35    | 0     |
| 90    | 110   | 95    | 1     |
| 395   | 385   | 270   | 2     |
| 440   | 470   | 630   | 3     |
| 620   | 740   | 700   | 4     |

16. Определите оптимальный план расширения производства четырех предприятий, если известна их прибыль в год при отсутствии вложений и при инвестировании 50, 100, 150 и 200 млн. рублей. Определите, при каком инвестировании будет максимальный процент прироста прибыли

| Инвестиции, млн рублей | Прибыль (млн рублей) |     |     |     |
|------------------------|----------------------|-----|-----|-----|
|                        | 1                    | 2   | 3   | 4   |
| 50                     | 25                   | 30  | 36  | 28  |
| 100                    | 60                   | 70  | 64  | 56  |
| 150                    | 100                  | 90  | 95  | 110 |
| 200                    | 140                  | 122 | 130 | 142 |

17. Динамическая задача распределения инвестиций. Производственное объединение состоит из четырех предприятий ( $n = 4$ ). Общая сумма капитальных вложений равна 700 млн рублей ( $b = 700$ ), выделяемые предприятиям суммы кратны 100 млн рублей. Если  $j$ -тое предприятие получает инвестиции в объеме  $\xi$  млн рублей, то прирост годовой прибыли на этом предприятии составит  $f_j(\xi)$  млн рублей в год ( $j = 1,2,3,4$ ). Значения функций  $f_j(\xi)$  известны и для каждого варианта компактно записаны в следующем виде:

$f_1(0) f_1(100) f_1(200) f_1(300) f_1(400) f_1(500) f_1(600) f_1(700)$   
 $f_2(0) f_2(100) f_2(200) f_2(300) f_2(400) f_2(500) f_2(600) f_2(700)$   
 $f_3(0) f_3(100) f_3(200) f_3(300) f_3(400) f_3(500) f_3(600) f_3(700)$   
 $f_4(0) f_4(100) f_4(200) f_4(300) f_4(400) f_4(500) f_4(600) f_4(700)$

### Критерии оценивания:

Зачетное задание включает 2 теоретических вопроса из перечня вопросов к зачету и 1 задание из перечня практических заданий к зачету.

Максимальное количество баллов за ответ по зачетному заданию – **100** (вопросы и задание имеют одинаковый вес при выставлении итоговой оценки)

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>50-100 баллов (зачтено)</b>  | Изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний; правильные, уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе; практическое задание выполнено правильно и прокомментировано; наличие твердых и достаточно полных знаний, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы; практическое задание выполнено правильно, но не прокомментировано; при неполном ответе на вопросы; затрудняется ответить на дополнительные вопросы; практико-ориентированное задание выполнено с ошибками и отсутствуют комментарии |
| <b>0-49 баллов (не зачтено)</b> | Ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы; практическое задание не выполнено.   |

## Семестр 5

### Вопросы к экзамену

1. Основные типы эконометрических моделей
2. Типы данных. Этапы эконометрического моделирования
3. Выбор математической функции при построении модели регрессии
4. Спецификация модели регрессии. Ошибки спецификации.
5. Гетероскедастичность. Причины и последствия гетероскедастичности
6. Способы обнаружения и устранения гетероскедастичности.
7. Корреляция и ковариация. Коэффициенты ковариации, корреляции, детерминации. Их интерпретация
8. Коэффициенты эластичности: расчет и интерпретация
9. Уравнение регрессии, его смысл и назначение. Интерпретация параметров модели парной линейной регрессии.
10. Метод наименьших квадратов для оценок параметров модели парной линейной регрессии
11. Проверка статистической значимости оценок параметров модели регрессии: t-критерий Стьюдента
12. Проверка статистической значимости уравнения регрессии в целом: F-критерий Фишера
13. Точечные и интервальные оценки параметров модели регрессии
14. Точечный и интервальный прогноз индивидуального значения зависимой переменной
15. Модель множественной линейной регрессии. Интерпретация параметров модели множественной линейной регрессии
16. Метод наименьших квадратов для оценок параметров модели множественной регрессии
17. Стандартизированные коэффициенты регрессии, их интерпретация
18. Парные и частные коэффициенты корреляции, их интерпретация
19. Множественный коэффициент корреляции и множественный коэффициент детерминации. Скорректированный коэффициент детерминации
20. Проверка значимости коэффициентов корреляции множественной регрессии
21. Применение F – критерия Фишера и t - критерия Стьюдента для проверки значимости оценок модели множественной регрессии

22. Мультиколлинеарность. Причины и последствия мультиколлинеарности
23. Способы обнаружения и устранения мультиколлинеарности
24. Автокорреляция (корреляция остатков): причины и последствия
25. Основные методы выявления автокорреляции
26. Фиктивные переменные. Их назначение. Интерпретация параметров модели с фиктивными переменными.
27. Нелинейная регрессия. Модели регрессии, нелинейные по переменным и по параметрам
28. Метод максимального правдоподобия для оценивания нелинейных моделей
29. Интерпретация оценок параметров нелинейных моделей. Выбор наилучшей модели
30. Логит-модели, тобит-модели, пробит-модели: общая характеристика
31. Содержание, основные задачи и этапы многомерного статистического анализа
32. Типы многомерных данных. Многомерное признаковое пространство
33. Дискриминантный анализ: построение и интерпретация модели линейного дискриминантного анализа
34. Кластерный анализ: общая характеристика метода
35. Кластерный анализ: расстояние между объектами и меры близости объектов друг к другу
36. Кластерный анализ: расстояние между классами объектов (кластерами)
37. Кластерный анализ: оценка качества разбиения на классы
38. Кластерный анализ: метод k-средних
39. Факторный анализ. Модель ортогональных факторов
40. Метод главных компонент для снижения размерности признакового пространства
41. Марковские процессы и потоки событий
42. Системы массового обслуживания, их классификация
43. Одноканальные системы массового обслуживания
44. Многоканальные системы массового обслуживания
45. Спрос и предложение: нахождение области определения функций спроса и предложения, их экономический смысл
46. Спрос и предложение: определение эластичности функций спроса и предложения, их экономический смысл и графическое изображение
47. Спрос и предложение: установление рыночного равновесия
48. Динамическая модель рыночного равновесия
49. Производственные функции: основные характеристики и виды
50. Производственная функция Кобба-Дугласа
51. Задача потребительского выбора
52. Модель Р. Стоуна
53. Уравнение Слуцкого
54. Модель межотраслевого баланса
55. Модель В.В. Леонтьева
56. Модель фон Неймана
57. Основные макроэкономические показатели и их особенности
58. Макроэкономические модели и их особенности.
59. Совокупный спрос и совокупное предложение
60. Валовой внутренний продукт (ВВП): понятие и способы измерения. Номинальный и реальный ВВП
61. Индексы цен. Индекс Ласпейреса и его экономический смысл
62. Индексы цен. Индекс Пааше и его экономический смысл
63. Индексы цен. Индекс Фишера
64. Экономический цикл. Основные фазы экономического цикла.
65. Понятие и факторы экономического роста. Классификация моделей экономического роста
66. Модели экономического роста с учетом населения и научно-технического прогресса
67. Экономический рост: АК-модель и модель обучения в процессе деятельности (learning-by-doing)
68. Модели экономического роста с человеческим капиталом
69. Учет политических факторов в моделях экономического роста
70. Включение в модели экономического роста влияния искусственного интеллекта

### Задания к экзамену

1. Исследуется зависимость стоимости найма жилья (однокомнатной квартиры) от площади жилой комнаты.

|                              | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Стоимость, ден. ед.          | 150  | 170  | 148  | 155  | 165  | 200  |
| Площадь жилой комнаты, кв.м. | 16.0 | 18.0 | 14.0 | 16.0 | 18.0 | 24.0 |

- Постройте поле корреляции, рассчитайте коэффициент корреляции.
- Постройте уравнение парной линейной регрессии.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации
- Оцените статистическую значимость коэффициента регрессии с помощью t-статистики
- Сделайте выводы

2. Исследуется зависимость стоимости найма жилья (однокомнатной квартиры) от площади жилой комнаты.

|                              | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Стоимость, ден. ед.          | 200  | 210  | 220  | 275  | 380  | 550  |
| Площадь жилой комнаты, кв.м. | 24.0 | 27.0 | 34.0 | 35.0 | 40.0 | 37.0 |

- Постройте поле корреляции, рассчитайте коэффициент корреляции.
- Постройте уравнение парной линейной регрессии.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации
- Оцените статистическую значимость коэффициента регрессии с помощью t-статистики
- Сделайте выводы

3. Бюджетное обследование случайно выбранных семей дало следующие результаты:

|                      | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|
| Накопления, ден. ед. | 3  | 6  | 5  | 4  | 4  | 1  |
| Доход, ден. ед.      | 40 | 55 | 45 | 30 | 26 | 30 |

- Постройте поле корреляции, рассчитайте коэффициент корреляции.
- Постройте уравнение парной линейной регрессии.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации
- Оцените статистическую значимость коэффициента регрессии с помощью t-статистики
- Сделайте выводы

4. Исследуется зависимость потребления кофе от средней розничной цены на него

|   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|---|------|------|------|------|------|------|
| Потребление кофе (количество чашек в день на одного человека) | 2,57 | 2,50 | 2,35 | 2,30 | 2,25 | 2,20 |
| Цена за чашку (ден. ед.)                                      | 0,77 | 0,74 | 0,72 | 0,73 | 0,76 | 0,75 |

- Постройте поле корреляции, рассчитайте коэффициент корреляции.
- Постройте уравнение парной линейной регрессии.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации
- Оцените статистическую значимость коэффициента регрессии с помощью t-статистики
- Сделайте выводы

5. Исследуется зависимость потребления кофе от средней розничной цены на него

|  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Потребление кофе<br>(количество чашек<br>в день на одного<br>человека) | 2,20 | 2,11 | 1,94 | 1,97 | 2,06 | 2,02 |
| Цена за чашку<br>(ден. ед.)  | 0,75 | 1,08 | 1,81 | 1,39 | 1,20 | 1,17 |

- Постройте поле корреляции, рассчитайте коэффициент корреляции.
- Постройте уравнение парной линейной регрессии.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации
- Оцените статистическую значимость коэффициента регрессии с помощью t-статистики
- Сделайте выводы

6. Исследуется зависимость между стажем работы (лет) и выработкой продукции (шт.)

|                               | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Стаж работы (лет)             | 2  | 3  | 5  | 7  | 9  | 10 |
| Выработка<br>продукции, (шт.) | 14 | 16 | 21 | 25 | 28 | 32 |

- Постройте поле корреляции, рассчитайте коэффициент корреляции.
- Постройте уравнение парной линейной регрессии.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации
- Оцените статистическую значимость коэффициента регрессии с помощью t-статистики
- Сделайте выводы

7. Исследуется зависимость стоимости ущерба, нанесенного пожаром (млн руб.), от расстояния до ближайшей пожарной станции (км):

|                                   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Общая сумма<br>ущерба             | 25,0 | 38,9 | 55,3 | 40,5 | 68,0 | 48,7 |
| Расстояние до<br>пожарной станции | 4,5  | 3,8  | 8,3  | 7,4  | 5,3  | 8,0  |

- Постройте поле корреляции, рассчитайте коэффициент корреляции.
- Постройте уравнение парной линейной регрессии.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации
- Оцените статистическую значимость коэффициента регрессии с помощью t-статистики
- Сделайте выводы

8. Исследуется зависимость стоимости ущерба, нанесенного пожаром (млн руб.), от расстояния до ближайшей пожарной станции (км):

|                                   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Общая сумма<br>ущерба             | 91,3 | 55,3 | 40,0 | 79,3 | 88,8 | 59,5 |
| Расстояние до<br>пожарной станции | 10,1 | 8,2  | 6,1  | 9,2  | 9,7  | 7,3  |

- Постройте поле корреляции, рассчитайте коэффициент корреляции.
- Постройте уравнение парной линейной регрессии.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации
- Оцените статистическую значимость коэффициента регрессии с помощью t-статистики
- Сделайте выводы

9. Исследуется зависимость потребления мяса (кг) от уровня дохода (тыс. руб.):

|  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Среднегодовой доход                        | 312  | 408  | 523  | 363  | 605  | 348  |
| Годовое потребление мяса на душу населения | 25,3 | 34,7 | 37,8 | 30,1 | 40,2 | 26,8 |

- Постройте поле корреляции, рассчитайте коэффициент корреляции.
- Постройте уравнение парной линейной регрессии.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации
- Оцените статистическую значимость коэффициента регрессии с помощью t-статистики
- Сделайте выводы

10. Исследуется зависимость потребления мяса (кг) от уровня дохода (тыс. руб.):

|  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Среднегодовой доход                        | 605  | 476  | 581  | 255  | 347  | 532  |
| Годовое потребление мяса на душу населения | 40,2 | 35,0 | 42,5 | 15,6 | 27,9 | 36,6 |

- Постройте поле корреляции, рассчитайте коэффициент корреляции.
- Постройте уравнение парной линейной регрессии.
- Оцените качество модели с помощью коэффициента детерминации
- Оцените статистическую значимость коэффициента регрессии с помощью t-статистики
- Сделайте выводы

11. Спрос и предложение некоего товара на рынке описываются уравнениями:

$$Q_D = 600 - 25P, \quad Q_S = 100 + 100P$$

- 1) Вычислите параметры равновесия на рынке данного товара.
- 2) Государство установило налог с продажи на единицу данного товара в размере 2,5 денежной единицы. Найдите, сколько потеряют при этом покупатели, а сколько – продавцы данного товара

12. Спрос и предложение некоего товара на рынке описываются уравнениями:

$$Q_D = 600 - 100P, \quad Q_S = 150 + 50P$$

- 1) Вычислите параметры равновесия на рынке данного товара.
- 2) Государство установило налог с продажи на единицу данного товара в размере 1,5 денежной единицы. Найдите, сколько потеряют при этом покупатели, а сколько – продавцы данного товара

13. Спрос и предложение некоего товара на рынке описываются уравнениями:

$$Q_D = 70 - 2P, \quad Q_S = 10 + P$$

- 1) Вычислите параметры равновесия на рынке данного товара.
- 2) Правительство ввело налог на потребителей в размере 9 ден. ед. за единицу. Покажите, как изменятся равновесные цена и объем продукции. Каков доход государства от введения этого налога? В какой степени пострадают от введения этого налога производители?

14. Спрос и предложение некоего товара на рынке описываются уравнениями:

$$Q_D = 18 - 2P, \quad Q_S = 4P$$

- 1) Вычислите параметры равновесия на рынке данного товара.
- 2) Государство установило налог с продажи на единицу данного товара в размере 15 ден. ед. Найдите, сколько потеряют при этом покупатели, а сколько – продавцы данного товара



15. Спрос и предложение некоего товара на рынке описываются уравнениями:

$$Q_D = 500 - P, Q_S = 200 + 4P$$

- 1) Вычислите параметры равновесия на рынке данного товара.
- 2) Государство установило налог с продажи на единицу данного товара в размере 15 ден. ед. Найдите, сколько потеряют при этом покупатели, а сколько – продавцы данного товара

16. Спрос и предложение некоего товара на рынке описываются уравнениями:

$$Q_D = 12 - P, Q_S = -8 + 3P$$

- 1) Вычислите параметры равновесия на рынке данного товара.
- 2) Производители уплачивают в бюджет налог в размере 1,5 ден. ед. на единицу товара. Определите выигрыш потребители и выигрыш продавца (а) до уплаты налога и (б) после уплаты налога

17. Спрос и предложение некоего товара на рынке описываются уравнениями:

$$Q_D = 2000 - 200P, Q_S = 1200 + 100P$$

- 1) Вычислите параметры равновесия на рынке данного товара.
- 2) Государство установило на данный товар фиксированную цену в 30 ден. ед. за единицу товара. Охарактеризуйте последствия такого решения

18. Спрос и предложение некоего товара на рынке описываются уравнениями:

$$Q_D = 800 - 10P, Q_S = 50 + 100P$$

- 1) Вычислите параметры равновесия на рынке данного товара.
- 2) Государство установило на данный товар фиксированную цену в 30 ден. ед. за единицу товара. Охарактеризуйте последствия такого решения

19. Спрос и предложение некоего товара на рынке описываются уравнениями:

$$Q_D = 400 - P, Q_S = 100 + 4P$$

- 1) Вычислите параметры равновесия на рынке данного товара.
- 2) Государство установило налог на потребителей в размере 15 ден. ед. В какой степени пострадают от введения этого налога производители?

20. Спрос и предложение некоего товара на рынке описываются уравнениями:

$$Q_D = 600 - P, Q_S = 200 + 4P$$

- 1) Вычислите параметры равновесия на рынке данного товара.
- 2) Государство установило максимальный уровень цен на товар в размере 30 ден. ед. Охарактеризуйте последствия такого решения

21. Производственная функция имеет вид  $Y = AK^{0.2}L^{0.8}$ . Общая производительность факторов растет с темпом 4%, темп роста выпуска равен 3,5 %, темп роста капитала 8%. Найдите темп роста численности занятых.

22. Производственная функция имеет вид  $Y = AK^{0.5}L^{0.5}$ . Норма сбережения равна 0,3, норма выбытия 4%, темп роста населения составляет 1,5% в год, темп трудосберегающего технологического прогресса равен 2%. Какими должны быть фондовооруженность и норма сбережения в соответствии с «золотым правилом»?

23. Производственная функция имеет вид  $Y = K^{0.5}L^{0.5}$ . предположим, что в день затрачивается 4 часа труда ( $L = 4$ ) и 4 часа работы машин ( $K = 4$ ). Определите:

- 1) максимальное количество выпускаемой продукции;
- 2) средний продукт труда;
- 3) предположим, что фирма увеличила затраты обоих факторов в 2 раза. Каков будет объем выпускаемой продукции?

24. Производственная функция имеет вид  $Y = 150K^{0.9}L^{0.1}$ . Найдите:

- 1) предельные продукты труда и капитала при  $K = 16, L = 125$

- 2) коэффициенты эластичности выпуска по труду и капиталу и объяснить их экономический смысл для полученных значений

### Критерии оценивания:

Максимальное количество баллов – 100.

Экзаменационный билет включает 2 теоретических вопроса из перечня вопросов к экзамену и 2 задания из перечня практических заданий к экзамену.

Каждый вопрос оценивается отдельно, максимально в **20 баллов**.

Максимальное количество баллов за ответы на теоретические вопросы – **40 баллов**. Критерии оценивания отдельного вопроса:

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>17-20 баллов</b> | изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленной программой курса целью обучения; грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой |
| <b>14-16 баллов</b> | наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целью обучения, допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины                                     |
| <b>11-13 баллов</b> | наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целью обучения, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов   |
| <b>0-10 баллов</b>  | ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы  |

Каждое практическое задание оценивается максимально в **30 баллов** (соответственно, 2 задания – 60 баллов). Критерии оценивания задания:

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>26-30 баллов</b> | задание выполнено в полном объеме; обучающийся демонстрирует уверенные действия в процессе решения  |
| <b>21-25 баллов</b> | задание выполнено в полном объеме, но с небольшими погрешностями; обучающийся демонстрирует правильные действия в процессе решения                                      |
| <b>16-20 баллов</b> | задание выполнено частично; при решении продемонстрированы в целом правильные действия  |
| <b>0-15 баллов</b>  | задание не выполнено или выполнено частично, с грубыми ошибками; обучающийся демонстрирует неумение применять полученные знания и навыки при решении конкретных заданий |

### Общие критерии оценивания:

|   |   |
|---|---|
| <b>84-100 баллов (оценка «отлично»)</b> | Ответы обучающегося на оба теоретических вопроса фактически верны, изложенный материал фактически верен, наличие глубоких исчерпывающих знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с поставленной программой курса целью обучения; грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой.<br>Практическое задание выполнено верно, обучающийся демонстрирует правильные, уверенные действия по применению полученных навыков и умений при решении задания. |
| <b>67-83 баллов (оценка «хорошо»)</b>   | Даны ответы на оба теоретических вопроса; обучающийся демонстрирует наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме пройденной программы дисциплины в соответствии с целью обучения, четко излагает материал. В ответе допускаются отдельные логические и стилистические погрешности, обучающийся усвоил  |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>основную литературу, рекомендованную в рабочей программе дисциплины.</p> <p>Практическое задание выполнено, но с небольшими погрешностями; обучающийся демонстрирует правильные действия по применению навыком и умений при решении задания.</p>   |
| <p><b>50-66 баллов (оценка «удовлетворительно»)</b></p>  | <p>При ответе на оба теоретических вопроса обучающийся демонстрирует наличие твердых знаний в объеме пройденного курса в соответствии с целью обучения, изложение ответов с отдельными ошибками, уверенно исправленными после дополнительных вопросов.</p> <p>Практическое задание выполнено частично; при решении продемонстрированы в целом правильные действия по применению навыков и умений при решении практико-ориентированных заданий</p> |
| <p><b>0-49 баллов (оценка «неудовлетворительно»)</b></p> | <p>Ответы обучающегося не связаны с вопросами, в ответе присутствуют грубые ошибки, непонимание сущности излагаемого вопроса, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы</p> <p>Задание не выполнено или выполнено частично, с грубыми ошибками; обучающийся демонстрирует неумение применять полученные знания и навыки при решении конкретных заданий</p>   |

## Семестр 4

### Задания

**Задание 1.** Подготовьте конспект по теме «Постановка задачи линейного программирования. Графический метод решения ЗЛП». Дополните конспект примерами

**Задание 2.** Подготовьте конспект по теме «Постановка задачи линейного программирования. Симплексный метод решения ЗЛП». Дополните конспект примерами

**Задание 3.** Подготовьте расширенный структурированный конспект по теме «Двойственность в линейном программировании». Дополните конспект примерами

**Задание 4.** Подготовьте расширенный структурированный конспект по теме «Транспортная задача». Дополните конспект примерами

**Задание 5.** Подготовьте расширенный структурированный конспект по теме «Целочисленное программирование». Дополните конспект примерами

**Задание 6.** Подготовьте расширенный структурированный конспект по теме «Параметрическое линейное программирование». Дополните конспект примерами

**Задание 7.** Подготовьте расширенный структурированный конспект по теме «Нелинейное программирование». Дополните конспект примерами

**Задание 8.** Подготовьте расширенный структурированный конспект по теме «Динамическое программирование». Дополните конспект примерами

### Критерии оценивания:

Всего за подготовку заданий обучающийся может получить **16 баллов**. Каждое задание оценивается максимум в **2 балла**

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>2 балла</b>  | Представлен полный, развернутый конспект, системно показана совокупность освоенных знаний об объекте, проявляющаяся в свободной оперировании основными понятиями учебного курса, умения выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Конспект характеризуется содержательностью, конкретностью, знанием основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по теме, четкостью и логичностью изложения материала, дополнен примерами; демонстрирует творческий подход обучающегося. |
| <b>1 балл</b>   | Представлен неполный конспект, представляющий собой разрозненные знания по теме. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связи между понятиями, концептуальные пересечения, структурные закономерности. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность. Примеры по теме отсутствуют   |
| <b>0 баллов</b> | Конспект не представлен  |

### Задачи

1. Решите задачу линейного программирования графическим методом

$$z = 4x_1 - 3x_2 \rightarrow \max$$
$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 5 \\ 5x_1 - 2x_2 \leq 20 \\ 8x_1 - 3x_2 \geq 0 \\ 5x_1 - 6x_2 \leq 0 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

2. Решите задачу линейного программирования графическим методом

$$z = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$$

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

3. Решите задачу линейного программирования симплексным методом

$$z = 2x_1 + 4x_2 + x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 36 \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 45 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 \leq 30 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

4. Решите задачу линейного программирования симплексным методом

$$z = 6x_1 - 2x_2 - 8x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_2 - x_3 \geq -2 \\ -5x_1 + x_2 + x_3 = 4 \\ -8x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 6 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

5. Решите задачу линейного программирования симплексным методом

$$z = 27x_1 + 70x_2 + 2x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 + 3x_3 \geq 6 \\ -x_1 + 2x_2 \geq 1 \\ 5x_1 + 13x_2 - x_3 \geq 1 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

6. Фирма, выпускающая трикотажные изделия, использует для производства продукции два вида сырья. Данные приведены в таблице:

| Сырье                        | Затраты на единицу продукции, кг |         |        | Запасы сырья, кг |
|------------------------------|----------------------------------|---------|--------|------------------|
|                              | Свитер                           | Пуловер | Костюм |                  |
| Чистая шерсть                | 0,4                              | 0,2     | 0,8    | 160              |
| Силон                        | 0,2                              | 0,1     | 0,2    | 60               |
| Прибыль за изделие, ден. ед. | 16                               | 15      | 22     |                  |

Записать в математической форме условия выпуска готовой продукции, если сырье расходуется полностью, а прибыль должна быть максимальной. Решить задачу графическим способом

7. Составьте задачу, двойственную исходной задаче, и решите ее графическим способом или симплексным методом

$$z = 2x_1 + 4x_2 + x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 36 \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 45 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 \leq 30 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

8. Составьте задачу, двойственную исходной задаче, и решите ее графическим способом или симплексным методом

$$z = x_1 + 2x_2 - x_3 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} -x_1 + 4x_2 - 2x_3 \leq 12 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 17 \\ 2x_1 - x_2 + 2x_3 = 4 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

9. Составьте задачу, двойственную исходной задаче, и решите ее графическим способом или симплексным методом

$$z = 4x_1 + 3x_2 - 30x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} x_1 - 6x_3 \geq 1 \\ 2 - x_2 + 5x_3 \leq 0 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

10. Составьте задачу, двойственную исходной задаче, и решите ее графическим способом или симплексным методом

$$z = 2x_1 + x_2 + 5x_3 \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 + x_3 \geq -4 \\ x_1 - 5x_2 + x_3 \geq 5 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 \geq 6 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

11. На строительство объектов кирпич поступает с трех заводов, обозначенных буквами А, В, С. Заводы имеют на складах соответственно 50, 100 и 50 тысяч штук кирпича. Объекты требуют соответственно 50, 70, 40 и 40 тысяч шт. кирпича. Тарифы (ден. ед./тыс. шт.) приведены в таблице. Составьте план перевозок, минимизирующий суммарные транспортные расходы

| Заводы      | Тариф (ден. ед./ тыс. шт.) |    |    |    | Запасы |
|-------------|----------------------------|----|----|----|--------|
|             | 1                          | 2  | 3  | 4  |        |
| А           | 2                          | 6  | 2  | 3  | 50     |
| В           | 5                          | 2  | 1  | 7  | 100    |
| С           | 4                          | 5  | 7  | 8  | 50     |
| Потребности | 50                         | 70 | 40 | 40 |        |

12. Найти оптимальный план перевозок, обеспечивающий их наименьшую стоимость. Условие задачи задано таблично:

| Заводы               | Тариф (ден. ед./ тыс. шт.) |    |    | Запасы на складах |
|----------------------|----------------------------|----|----|-------------------|
|                      | 1                          | 2  | 3  |                   |
| А                    | 2                          | 3  | 4  | 70                |
| В                    | 3                          | 2  | 5  | 50                |
| С                    | 4                          | 5  | 2  | 80                |
| Запросы потребителей | 90                         | 40 | 70 |                   |

13. Найти оптимальный план перевозок, обеспечивающий их наименьшую стоимость. Условие задачи задано таблично:

| Заводы               | Тариф (ден. ед./ тыс. шт.) |    |    | Запасы на складах |
|----------------------|----------------------------|----|----|-------------------|
|                      | 1                          | 2  | 3  |                   |
| А                    | 5                          | 2  | 3  | 30                |
| В                    | 1                          | 2  | 1  | 35                |
| С                    | 4                          | 1  | 5  | 60                |
| Запросы потребителей | 25                         | 40 | 60 |                   |

14. Найти оптимальный план перевозок, обеспечивающий их наименьшую стоимость. Условие задачи задано таблично:

| Заводы               | Тариф (ден. ед./ тыс. шт.) |    |    | Запасы на складах |
|----------------------|----------------------------|----|----|-------------------|
|                      | 1                          | 2  | 3  |                   |
| А                    | 6                          | 4  | 2  | 24                |
| В                    | 3                          | 5  | 4  | 28                |
| С                    | 3                          | 6  | 3  | 23                |
| Запросы потребителей | 20                         | 25 | 30 |                   |

15. Определите оптимальный план расширения производства трех предприятий, если известна их прибыль в год при отсутствии вложений и при инвестировании 1, 2, 3 или 4 млн. рублей. Определите, при каком инвестировании будет максимальный процент прироста прибыли

| $f_1$ | $f_2$ | $f_3$ | $x_i$ |
|-------|-------|-------|-------|
| 40    | 30    | 35    | 0     |
| 90    | 110   | 95    | 1     |
| 395   | 385   | 270   | 2     |
| 440   | 470   | 630   | 3     |
| 620   | 740   | 700   | 4     |

16. Определите оптимальный план расширения производства четырех предприятий, если известна их прибыль в год при отсутствии вложений и при инвестировании 50, 100, 150 и 200 млн. рублей. Определите, при каком инвестировании будет максимальный процент прироста прибыли

| Инвестиции,<br>млн рублей | Прибыль (млн рублей) |     |     |     |
|---------------------------|----------------------|-----|-----|-----|
|                           | 1                    | 2   | 3   | 4   |
| 50                        | 25                   | 30  | 36  | 28  |
| 100                       | 60                   | 70  | 64  | 56  |
| 150                       | 100                  | 90  | 95  | 110 |
| 200                       | 140                  | 122 | 130 | 142 |

17. Динамическая задача распределения инвестиций. Производственное объединение состоит из четырех предприятий ( $n = 4$ ). Общая сумма капитальных вложений равна 700 млн рублей ( $b = 700$ ), выделяемые предприятиям суммы кратны 100 млн рублей. Если  $j$ -тое предприятие получает инвестиции в объеме  $\xi$  млн рублей, то прирост годовой прибыли на этом предприятии составит  $f_j(\xi)$  млн рублей в год ( $j = 1, 2, 3, 4$ ). Значения функций  $f_j(\xi)$  известны и для каждого варианта компактно записаны в следующем виде:

$f_1(0) f_1(100) f_1(200) f_1(300) f_1(400) f_1(500) f_1(600) f_1(700)$   
 $f_2(0) f_2(100) f_2(200) f_2(300) f_2(400) f_2(500) f_2(600) f_2(700)$   
 $f_3(0) f_3(100) f_3(200) f_3(300) f_3(400) f_3(500) f_3(600) f_3(700)$   
 $f_4(0) f_4(100) f_4(200) f_4(300) f_4(400) f_4(500) f_4(600) f_4(700)$

#### Критерии оценивания:

Всего за решение задач обучающийся может получить **34 балла**. Каждая задача оценивается максимум в **2 балла**

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>2 балла</b>  | Задача решено верно   |
| <b>1 балл</b>   | При решении задачи были допущены неточности и ошибки (задача решена частично) |
| <b>0 баллов</b> | Задача не решена  |

### Индивидуальное задание № 1

Индивидуальное задание включает 5 задач и выполняется по вариантам. Каждый вариант соответствует порядковому номеру студента по журналу:

| Вариант | Номера по списку в журнале |
|---------|----------------------------|
| 1       | 1, 11, 21                  |
| 2       | 2, 12, 22                  |
| 3       | 3, 13, 23                  |
| 4       | 4, 14, 24                  |
| 5       | 5, 15, 25                  |
| 6       | 6, 16, 26                  |
| 7       | 7, 17, 27                  |
| 8       | 8, 18, 28                  |
| 9       | 9, 19, 29                  |
| 10      | 10, 20, 30                 |

*Все задания выполняются без использования специальных программных средств (приложения Calc офисного пакета LibreOffice или средств Python), т.е. все расчеты должны быть произведены вручную и приведены в работе*

#### Задача 1

Решить задачу линейного программирования графическим и симплексным методом

|                  |                                    |                  |                                     |
|------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| <b>Вариант 1</b> | $z = 4x_1 - 3x_2 \rightarrow \max$ | <b>Вариант 6</b> | $z = -2x_1 - 3x_2 \rightarrow \min$ |
|------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------------------|

|                  |   |                   |   |
|------------------|---|-------------------|---|
|                  | $\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 5 \\ 5x_1 - 2x_2 \leq 20 \\ 8x_1 - 3x_2 \geq 0 \\ 5x_1 - 6x_2 \leq 0 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$  |                   | $\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 \geq 12 \\ x_1 + x_2 \geq 2 \\ 3x_1 + 6x_2 \leq 24 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$                                  |
| <b>Вариант 2</b> | $z = -x_1 + 4x_2 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \leq 24 \\ -8x_1 + 3x_2 \leq 24 \\ 2x_1 - 3x_2 \leq 12 \\ 4x_1 + 3x_2 \geq -12 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$ | <b>Вариант 7</b>  | $z = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} -x_1 + x_2 \geq -1 \\ x_1 - 2x_2 \leq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$                       |
| <b>Вариант 3</b> | $z = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} -2x_1 + x_2 \leq 2 \\ -x_1 + 2x_2 \leq 7 \\ x_1 + 3x_2 \leq 18 \\ 4x_1 - 3x_2 \leq 12 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$       | <b>Вариант 8</b>  | $z = 4x_1 + 16x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 6x_1 + 5x_2 \leq 60 \\ 2x_1 + 3x_2 \leq 24 \\ 10x_2 \leq 40 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$ |
| <b>Вариант 4</b> | $z = x_1 + 4x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} -4x_1 + x_2 \leq 4 \\ -x_1 + x_2 \leq 5 \\ -x_1 + 2x_2 \leq 2 \\ 3x_1 + 4x_2 \geq 12 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$        | <b>Вариант 9</b>  | $z = x_1 + 2x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 4 \\ x_1 - x_2 \leq 2 \\ x_2 \leq 6 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$            |
| <b>Вариант 5</b> | $z = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 \geq 12 \\ x_1 + x_2 \geq 2 \\ 3x_1 + 6x_2 \leq 24 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$                             | <b>Вариант 10</b> | $z = x_1 + 3x_2 \rightarrow \max$ $\begin{cases} x_1 - x_2 \leq 4 \\ 2x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 - x_2 \geq 0 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$     |

## Задача 2

Решить задачу симплексным методом.

|                  |   |                   |   |
|------------------|---|-------------------|---|
| <b>Вариант 1</b> | $z = 27x_1 + 70x_2 + 2x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 2x_1 + 5x_2 + 3x_3 \geq 6 \\ -x_1 + 2x_2 \geq 1 \\ 5x_1 + 13x_2 - x_3 \geq 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$      | <b>Вариант 6</b>  | $z = 9x_1 + 6x_2 + 7x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 3x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 5 \\ x_1 + x_2 + x_3 \geq 2 \\ 6x_1 + 2x_2 + 2x_3 \geq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$               |
| <b>Вариант 2</b> | $z = 2x_1 + 4x_2 + x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} -2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 36 \\ x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 45 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 \leq 30 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$ | <b>Вариант 7</b>  | $z = 8x_1 + 6x_2 + 5x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 3x_1 + 3x_2 + 9x_3 \leq 1053 \\ 10x_1 + 9x_2 + 15x_3 \leq 1170 \\ 5x_1 + 5x_2 + 3x_3 \leq 325 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$ |
| <b>Вариант 3</b> | $z = 4x_1 + 6x_2 + 4x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} -3x_1 + x_2 + x_3 \leq 10 \\ -x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 70 \\ x_1 - 3x_2 + x_3 \leq 10 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$ | <b>Вариант 8</b>  | $z = 4x_1 + 5x_2 + 6x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 6x_3 \leq 240 \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 100 \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 \leq 80 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$       |
| <b>Вариант 4</b> | $z = 6x_1 - 2x_2 - 8x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} x_2 - x_3 \geq -2 \\ -5x_1 + x_2 + x_3 = 4 \\ -8x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 6 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$             | <b>Вариант 9</b>  | $z = 6x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} 6x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 240 \\ 4x_1 + 2x_2 + 4x_3 \leq 100 \\ 8x_1 + 6x_2 + 4x_3 \leq 160 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$     |
| <b>Вариант 5</b> | $z = x_1 + 6x_2 + 4x_3 \rightarrow \max$ $\begin{cases} -3x_1 + x_2 + x_3 \leq 10 \\ -x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 70 \\ x_1 - 3x_2 + x_3 \leq 10 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$  | <b>Вариант 10</b> | $z = x_1 - x_2 - 3x_3 \rightarrow \min$ $\begin{cases} 2x_1 - x_2 + x_3 \leq 1 \\ 4x_1 - 2x_2 + x_3 \geq -2 \\ 3x_1 + x_3 \leq 5 \end{cases}$   |



|  |  |  |                                      |
|--|--|--|--------------------------------------|
|  |  |  | $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$ |
|--|--|--|--------------------------------------|

### Задача 3

Найти наименьшие транспортные расходы в задаче, заданной таблицей, в которой указаны количество тонн груза на складах (левая колонка), количество тонн груза, которое надо доставить потребителям (верхняя строка), а также соответствующие тарифы

|                  |  |                   |   |
|------------------|--|-------------------|---|
| <b>Вариант 1</b> | $\begin{pmatrix} 0 & 100 & 200 & 150 & 50 \\ 220 & 2 & 1 & 3 & 4 \\ 90 & 5 & 2 & 4 & 1 \\ 190 & 3 & 6 & 2 & 4 \end{pmatrix}$ | <b>Вариант 6</b>  | $\begin{pmatrix} 0 & 50 & 150 & 220 & 80 \\ 160 & 2 & 1 & 4 & 3 \\ 40 & 5 & 4 & 1 & 2 \\ 300 & 3 & 2 & 4 & 5 \end{pmatrix}$   |
| <b>Вариант 2</b> | $\begin{pmatrix} 0 & 50 & 150 & 220 & 80 \\ 160 & 1 & 4 & 2 & 3 \\ 40 & 2 & 5 & 1 & 4 \\ 300 & 3 & 1 & 3 & 5 \end{pmatrix}$  | <b>Вариант 7</b>  | $\begin{pmatrix} 0 & 80 & 120 & 240 & 60 \\ 130 & 2 & 1 & 4 & 3 \\ 100 & 1 & 3 & 1 & 2 \\ 270 & 5 & 3 & 2 & 3 \end{pmatrix}$  |
| <b>Вариант 3</b> | $\begin{pmatrix} 0 & 90 & 110 & 220 & 80 \\ 140 & 4 & 1 & 2 & 3 \\ 160 & 1 & 2 & 3 & 5 \\ 200 & 3 & 5 & 1 & 4 \end{pmatrix}$ | <b>Вариант 8</b>  | $\begin{pmatrix} 0 & 90 & 110 & 220 & 80 \\ 150 & 2 & 5 & 1 & 4 \\ 160 & 3 & 1 & 2 & 5 \\ 190 & 4 & 3 & 4 & 1 \end{pmatrix}$  |
| <b>Вариант 4</b> | $\begin{pmatrix} 0 & 60 & 240 & 110 & 90 \\ 200 & 5 & 1 & 2 & 2 \\ 230 & 4 & 1 & 2 & 3 \\ 70 & 2 & 3 & 4 & 1 \end{pmatrix}$  | <b>Вариант 9</b>  | $\begin{pmatrix} 0 & 160 & 140 & 110 & 90 \\ 200 & 1 & 2 & 3 & 4 \\ 130 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 170 & 2 & 1 & 4 & 3 \end{pmatrix}$ |
| <b>Вариант 5</b> | $\begin{pmatrix} 0 & 110 & 240 & 70 & 80 \\ 90 & 2 & 4 & 1 & 5 \\ 50 & 3 & 1 & 2 & 3 \\ 360 & 1 & 2 & 5 & 4 \end{pmatrix}$   | <b>Вариант 10</b> | $\begin{pmatrix} 0 & 100 & 250 & 70 & 80 \\ 120 & 1 & 3 & 5 & 4 \\ 200 & 2 & 4 & 1 & 3 \\ 120 & 5 & 2 & 4 & 1 \end{pmatrix}$  |

### Задача 4

Перерабатывающий цех производит два вида колбасных изделий, используя три вида технологического оборудования. Определить, сколько изделий каждого вида нужно изготовить, чтобы средние затраты на производство одного изделия были наименьшими, если необходимые данные этой задачи представлены в следующей таблице

| Типы оборудования                                    | Затраты времени использования оборудования на обработку одного изделия (час.) |           | Ресурсы времени использования оборудования (час.) |
|--|---|-----------|---|
|  | Изделие А   | Изделие В |   |
| I  | $a_1$   | $b_1$     | $\leq d_1$  |
| II   | $a_2$   | $b_2$     | $\geq d_2$  |
| III  | $a_3$   | $b_3$     | $\leq d_3$  |
| Затраты на производство одного изделия (тыс. рублей) | $c_1$   | $c_2$     |   |

Вариант каждого задания определяется матрицей вида:

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & d_3 \\ c_1 & c_2 & 0 \end{pmatrix}$$

|                  |   |                  |  |
|------------------|---|------------------|--|
| <b>Вариант 1</b> | $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 10 \\ 1 & 1 & 5 \\ 10 & 2 & 20 \\ 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ | <b>Вариант 6</b> | $\begin{pmatrix} 8 & 2 & 16 \\ 3 & 2 & 6 \\ 3 & 8 & 24 \\ 2 & 4 & 0 \end{pmatrix}$ |
|------------------|---|------------------|--|

|                  |   |                   |  |
|------------------|---|-------------------|--|
| <b>Вариант 2</b> | $\begin{pmatrix} 8 & 2 & 16 \\ 3 & 2 & 6 \\ 3 & 8 & 24 \\ 2 & 4 & 0 \end{pmatrix}$  | <b>Вариант 7</b>  | $\begin{pmatrix} 9 & 2 & 18 \\ 5 & 3 & 15 \\ 5 & 10 & 50 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ |
| <b>Вариант 3</b> | $\begin{pmatrix} 4 & 12 & 48 \\ 1 & 1 & 4 \\ 9 & 3 & 27 \\ 2 & 3 & 0 \end{pmatrix}$ | <b>Вариант 8</b>  | $\begin{pmatrix} 9 & 3 & 27 \\ 4 & 5 & 20 \\ 4 & 10 & 40 \\ 3 & 4 & 0 \end{pmatrix}$ |
| <b>Вариант 4</b> | $\begin{pmatrix} 3 & 8 & 24 \\ 3 & 2 & 6 \\ 8 & 2 & 16 \\ 4 & 2 & 0 \end{pmatrix}$  | <b>Вариант 9</b>  | $\begin{pmatrix} 6 & 2 & 12 \\ 3 & 2 & 6 \\ 3 & 6 & 18 \\ 1 & 4 & 0 \end{pmatrix}$   |
| <b>Вариант 5</b> | $\begin{pmatrix} 10 & 2 & 20 \\ 1 & 1 & 5 \\ 1 & 2 & 10 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ | <b>Вариант 10</b> | $\begin{pmatrix} 3 & 12 & 36 \\ 3 & 4 & 12 \\ 8 & 2 & 16 \\ 1 & 3 & 0 \end{pmatrix}$ |

### Задача 5 (общий вариант)

Решить динамическую задачу распределения инвестиций. Имеются четыре предприятия, между которыми необходимо распределить 400 млн ден. ед. Средства выделяются только в размерах кратных  $a = 80$  млн. ден. ед. Функции прироста продукции от вложенных средств на каждом предприятии заданы таблично. Требуется так распределить вложения между предприятиями, чтобы общий прирост продукции (в млн. ден. ед.) был максимальным.

| $X_0$ | Вкладываемые средства $X$ | Функции прироста продукции на предприятии |          |          |          |
|-------|---------------------------|---|----------|----------|----------|
|       |                           | $f_1(x)$                                  | $f_2(x)$ | $f_3(x)$ | $f_4(x)$ |
| 400   | 0                         | 10  | 15       | 13       | 14       |
|       | 80                        | 13  | 20       | 17       | 16       |
|       | 160                       | 16  | 22       | 21       | 23       |
|       | 240                       | 21  | 25       | 26       | 25       |
|       | 320                       | 25  | 30       | 28       | 27       |
|       | 400                       | 25  | 32       | 30       | 32       |

### Критерии оценивания

Всего за подготовку индивидуального задания обучающийся может получить до **50 баллов**. Каждая задача оценивается максимум в **10 баллов**

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>10 баллов</b>  | задача выполнена верно   |
| <b>8-9 баллов</b> | при решении задачи были допущены неточности, не влияющие на результат<br><b>Неточеты (неточности)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.</li> <li>• Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.</li> <li>• Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.</li> <li>• Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков. Орфографические и пунктуационные ошибки</li> </ul> |
| <b>6-7 баллов</b> | при решении задачи были допущены ошибки<br><b>Негрубые ошибки</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Неточности формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванные неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия, ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта или измерений.</li> <li>• Ошибки в условных обозначениях на схемах, неточности чертежей, графиков, схем.</li> <li>• Нерациональный выбор хода решения.</li> </ul>  |
| <b>1-5 баллов</b> | при решении задачи были допущены существенные ошибки<br><b>Грубые ошибки</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Незнание определений основных понятий, законов, правил, основных</li> </ul>  |

|                 |   |
|-----------------|---|
|                 | <p>положений теории, формул, общепринятых символов обозначения физических величины, единиц их измерения.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Неумение выделить в ответе главное.</li><li>• Неумение применять знания для решения задач и объяснения экономических явлений; неправильно сформулированные вопросы задачи или неверные объяснения хода ее решения; незнание приемов решения задач, аналогичных ранее решенных в классе, ошибки, показывающие неправильное понимание условия задачи или неправильное истолкование решения.</li><li>• Неумение читать и строить графики.</li></ul> |
| <b>0 баллов</b> | задача не выполнена   |

## Семестр 5

### Задания

**Задание 1.** Подготовьте конспект по теме «Парная корреляция и регрессия». Дополните конспект примерами

**Задание 2.** Подготовьте конспект по теме «Множественная корреляция и регрессия». Дополните конспект примерами

**Задание 3.** Подготовьте конспект по теме «Спецификация переменных в уравнениях регрессии». Дополните конспект примерами

**Задание 4.** Подготовьте конспект по теме «Нелинейная регрессия. Методы линеаризации». Дополните конспект примерами

**Задание 5.** Подготовьте конспект по теме «Многомерный статистический анализ: основные задачи и методы». Дополните конспект примерами

**Задание 6.** Подготовьте конспект по теме «Теория систем массового обслуживания». Дополните конспект примерами

**Задание 7.** Подготовьте конспект по теме «Спрос и предложение». Дополните конспект примерами

**Задание 8.** Подготовьте конспект по теме «Задача потребительского выбора». Дополните конспект примерами

**Задание 9.** Подготовьте конспект по теме «Производственные функции». Дополните конспект примерами

**Задание 10.** Подготовьте конспект по теме «Балансовые модели. Модели леонтьевского типа». Дополните конспект примерами

**Задание 11.** Подготовьте конспект по теме «Основные макроэкономические показатели. Индексы цен». Дополните конспект примерами

**Задание 12.** Подготовьте конспект по теме «Модели экономического роста». Дополните конспект примерами

### Критерии оценивания:

Всего за подготовку заданий обучающийся может получить **24 баллов**. Каждое задание оценивается максимум в **2 балла**

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>2 балла</b>  | Представлен полный, развернутый конспект, системно показана совокупность освоенных знаний об объекте, проявляющаяся в свободной оперировании основными понятиями учебного курса, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Конспект характеризуется содержательностью, конкретностью, знанием основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по теме, четкостью и логичностью изложения материала, дополнен примерами; демонстрирует творческий подход обучающегося. |
| <b>1 балл</b>   | Представлен неполный конспект, представляющий собой разрозненные знания по теме. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связи между понятиями, концептуальные пересечения, структурные закономерности. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность. Примеры по теме отсутствуют   |
| <b>0 баллов</b> | Конспект не представлен  |

## Индивидуальное задание № 2

Индивидуальное задание включает 4 задачи и выполняется по вариантам. Каждый вариант соответствует порядковому номеру студента по журналу:

| Вариант | Номера по списку в журнале |
|---------|----------------------------|
| 1       | 1, 11, 21                  |
| 2       | 2, 12, 22                  |
| 3       | 3, 13, 23                  |
| 4       | 4, 14, 24                  |
| 5       | 5, 15, 25                  |
| 6       | 6, 16, 26                  |
| 7       | 7, 17, 27                  |
| 8       | 8, 18, 28                  |
| 9       | 9, 19, 29                  |
| 10      | 10, 20, 30                 |

Все задания выполняются без использования специальных программных средств (приложения Calc офисного пакета LibreOffice, Gretl или средств Python), т.е. все расчеты должны быть произведены вручную и приведены в работе

### Задача 1

- 1) Построить поле корреляции результативного и факторного признаков, сделать вывод о форме связи между ними
- 2) Рассчитать коэффициент корреляции и сделать вывод о характере зависимости между показателями
- 3) Записать уравнение регрессии в общем виде, найти его параметры и дать их интерпретацию
- 4) Рассчитать теоретические значения регрессанта
- 5) Рассчитать коэффициент детерминации и объяснить его смысл
- 6) С вероятностью 0,95 оценить статистическую значимость коэффициента регрессии и уравнения регрессии в целом (с помощью  $F$ -критерия и  $t$ -статистики). Сделать выводы
- 7) Построить 95%-ный доверительный интервал для оценок параметров уравнения регрессии
- 8) Сделать прогноз для  $x^*$  (указывается отдельно для каждого варианта)

### Вариант 1

Данные о тираже бесплатной рекламной газеты «Из рук в руки» (тыс. экз.), распространяемой в различных регионах страны и стоимости размещения в ней рекламы стандартного размера (тыс. руб.):

| № п/п             | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Тираж             | 350 | 125 | 400 | 875 | 450 | 200 | 100 | 300 | 175 | 225 |
| Стоимость рекламы | 1,6 | 1,2 | 2,0 | 2,6 | 2,3 | 1,3 | 0,8 | 1,7 | 1,3 | 1,5 |

К заданию (8)  $x^* = 500$

### Вариант 2

Менеджера магазина интересует зависимость между ценой продаваемого в розницу товара (руб.) и его количеством (шт. в день), для этого были проанализированы следующие данные:

| № п/п                    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Количество единиц товара | 52 | 49 | 42 | 39 | 48 | 50 | 32 | 37 | 47 | 35 |
| Цена за единицу          | 20 | 23 | 26 | 30 | 23 | 21 | 33 | 31 | 24 | 31 |

К заданию (8)  $x^* = 20$

### Вариант 3

Исследуется зависимость между урожайностью зерновых (ц/га) и количеством внесенных удобрений (кг). Имеются данные по 10 фермерским хозяйствам района:

| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|

|                                  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Урожайность зерновых             | 29 | 36 | 41 | 48 | 26 | 32 | 38 | 22 | 25 | 31 |
| Внесено удобрений на 1 га посева | 12 | 18 | 24 | 20 | 11 | 18 | 14 | 19 | 11 | 17 |

К заданию (8)  $x^* = 35$

#### Вариант 4

Исследуется зависимость объема продаж бензина от динамики потребительских цен. Были получены следующие данные за последние 10 кварталов:

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Квартал   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| Индекс потребительских цен (в %)                                  | 139 | 132 | 126 | 121 | 117 | 112 | 106 | 100 | 100 | 104 |
| Средний за день объем продаж бензина в течение квартала (тыс. л.) | 102 | 98  | 89  | 80  | 77  | 74  | 63  | 64  | 62  | 78  |

К заданию (8)  $x^* = 130$

#### Вариант 5

Администрация страховой компании приняла решение о введении нового вида услуг – страхования на случай пожара. С целью определения тарифов по выборке анализируется зависимость стоимости ущерба, нанесенного пожаром (млн руб.), от расстояния до ближайшей пожарной станции:

|                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| № п/п                          | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| Общая сумма ущерба             | 25,0 | 38,9 | 68,0 | 75,5 | 91,3 | 55,3 | 40,0 | 79,3 | 88,8 | 19,5 |
| Расстояние до пожарной станции | 4,5  | 3,8  | 5,1  | 4,8  | 10,1 | 8,2  | 6,1  | 9,2  | 3,1  | 2,1  |

К заданию (8)  $x^* = 6,5$

#### Вариант 6

Международная компания, состоящая из 10 региональных представительств, продает свой товар по каталогу, рассылая его по почте. Данные, иллюстрирующие количество рассылок (тыс. адресов) и объемом выручки региональных представительств компании (млн у.е.), представлены в таблице:

|                             |    |    |    |      |    |      |      |     |     |    |
|-----------------------------|----|----|----|------|----|------|------|-----|-----|----|
| № п/п                       | 1  | 2  | 3  | 4    | 5  | 6    | 7    | 8   | 9   | 10 |
| Количество адресов рассылки | 65 | 55 | 67 | 41   | 59 | 78   | 105  | 110 | 125 | 91 |
| Выручка                     | 28 | 19 | 20 | 17,5 | 20 | 24,5 | 29,5 | 31  | 35  | 30 |

К заданию (8)  $x^* = 85$

#### Вариант 7

Периодически в средствах массовой информации обсуждаются высокие должностные оклады президентов благотворительных организаций. С целью анализ зависимости между должностным окладом президента (тыс. дол.) и собранной суммой пожертвований в расчете на душу населения, (дол.) была предоставлена информация о 10 крупнейших филиалах общества United Way, действующих в разных городах:

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| № п/п   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| Должностной оклад президента                    | 154 | 189 | 226 | 177 | 134 | 195 | 161 | 142 | 159 | 203 |
| Собранная сумма пожертвований на душу населения | 16  | 22  | 31  | 30  | 14  | 25  | 21  | 19  | 23  | 29  |

К заданию (8)  $x^* = 26$

### Вариант 8

По данным обследования семейных бюджетов исследуется зависимость потребления мяса (кг) от уровня дохода (тыс. руб.):

| № п/п                                      | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Среднегодовой доход                        | 312  | 408  | 523  | 363  | 605  | 476  | 681  | 255  | 347  | 532  |
| Годовое потребление мяса на душу населения | 25,3 | 34,7 | 37,8 | 30,1 | 40,2 | 35,0 | 40,5 | 15,6 | 27,9 | 36,6 |

К заданию (8)  $x^* = 450$

### Вариант 9

Имеются данные о количестве копий (тыс. шт.) сделанных копировальными машинами различных марок в издательских центрах города и стоимости технического обслуживания копировальных машин (тыс. у.е):

| № п/п                     | 1   | 2   | 3   | 4    | 5    | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|---------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Количество копий          | 16  | 19  | 24  | 26   | 28   | 29  | 33  | 39  | 40  | 41  |
| Стоимость техобслуживания | 1,4 | 1,6 | 1,7 | 1,75 | 1,85 | 2,4 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,0 |

К заданию (8)  $x^* = 27$

### Вариант 10

Налоговую инспекцию интересует наличие зависимости розничного товарооборота магазинов от среднесписочного числа работников. С этой целью было исследовано 8 магазинов города и собраны следующие статистические данные:

| № п/п                                   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Товарооборот (млн. руб.)                | 0,5 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 1,4 | 1,7 | 1,9 | 1,8 | 2,1 | 2,2 |
| Среднесписочное число работников (чел.) | 73  | 85  | 102 | 115 | 122 | 126 | 134 | 147 | 142 | 172 | 176 |

К заданию (8)  $x^* = 150$

### Задача 2

- 1) Определить парные коэффициенты корреляции и частные коэффициенты корреляции. Сравните полученные данные и сделайте вывод;
- 2) Построить линейное уравнение множественной регрессии и поясните смысл его параметров;
- 3) Рассчитать коэффициент детерминации, скорректированный коэффициент детерминации, множественный коэффициент корреляции. Сделайте выводы;
- 4) Построить 95% доверительные интервалы для коэффициентов регрессии и проверить значимость каждого из них;
- 5) Оценить значимость уравнения регрессии в целом. Сделайте вывод.
- 6) Рассчитайте коэффициенты эластичности. Дайте их интерпретацию.
- 7) Используя тест Уайта, проверьте предположение о гомоскедастичности остатков. Сделайте выводы.

### Вариант 1

Изучается зависимость потребления электроэнергии (тыс. кВт/ч) от производства продукции (тыс. ед.) и уровня механизации труда (%). Для этого по 15 производственным компаниям, выпускающим одноименную продукцию, были получены следующие данные

|             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Потребление | 120 | 130 | 185 | 195 | 200 | 260 | 400 | 450 | 470 | 370 | 230 | 410 | 340 | 230 | 110 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

|                           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| э/энергии                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Производство продукции    | 12 | 16 | 19 | 22 | 23 | 26 | 38 | 41 | 45 | 39 | 25 | 43 | 33 | 20 | 12 |
| Уровень механизации труда | 19 | 25 | 28 | 30 | 35 | 47 | 58 | 60 | 65 | 53 | 45 | 67 | 50 | 41 | 33 |

### Вариант 2

Для исследования зависимости между стоимостью мужских рубашек (у.е) и составом тканей, использовавшихся при их изготовлении, в магазине мужской одежды было отобрано 15 образцов.

|                                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Содержание натуральных волокон, % | 70 | 65 | 30 | 40 | 35 | 45 | 50 | 95 | 85 | 90 | 85 | 80 | 65 | 75 | 50 |
| Содержание полиэстера, %          | 25 | 25 | 50 | 40 | 60 | 43 | 40 | 2  | 7  | 5  | 10 | 10 | 27 | 15 | 31 |
| Стоимость рубашки, у.е.           | 30 | 21 | 12 | 16 | 10 | 17 | 19 | 47 | 37 | 42 | 37 | 35 | 28 | 35 | 19 |

### Вариант 3

Медицинская компания провела обследование людей, имеющих лишний вес. В ходе обследования изучалась зависимость между величиной лишнего килограммов (Y), возрастом пациентов (X<sub>1</sub>) и среднесуточной калорийностью питания (X<sub>2</sub>). В таблице приведены результаты обследования за 1 год.

|                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Y              | 15  | 17  | 19  | 22  | 35  | 8   | 23  | 11  | 6   | 19  | 17  | 9   | 16  | 23  | 30  |
| X <sub>1</sub> | 26  | 33  | 39  | 48  | 55  | 25  | 40  | 31  | 22  | 45  | 41  | 23  | 39  | 60  | 58  |
| X <sub>2</sub> | 2,7 | 2,9 | 3,6 | 4,0 | 4,1 | 2,4 | 3,5 | 3,0 | 2,2 | 3,5 | 2,9 | 2,3 | 3,0 | 3,6 | 4,3 |

### Вариант 4

В конце семестра студенты сдают экзамены. Перед сдачей экзаменов в 15 группах был проведен опрос о том, какую оценку по сдаваемым предметам они предполагают получить. После сессии полученные оценки были сопоставлены с ожидаемыми и числом студентов в группах.

|                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Средняя оценка по предмету | 4.1 | 3.4 | 3.3 | 3   | 4.7 | 4.6 | 3   | 4.6 | 4.6 | 3.6 | 3.5 | 4   | 3.6 | 3.1 | 3.3 |
| Ожидаемая оценка           | 3.4 | 3.1 | 3   | 2.8 | 3.7 | 3.5 | 2.9 | 3.7 | 3.5 | 3.2 | 3   | 3.5 | 3.3 | 3.1 | 3.3 |
| Число студентов в группе   | 45  | 52  | 47  | 63  | 20  | 32  | 51  | 32  | 21  | 33  | 40  | 29  | 38  | 67  | 61  |

### Вариант 5

В таблице представлены данные по стоимости коттеджей в Московской области (переменная Price - цена в тыс. долларов) в зависимости от двух факторов: Dist -расстояние от кольцевой автодороги в км; House -площадь дома, кв.м.

|       |     |     |    |    |     |     |    |     |     |    |     |     |     |     |    |
|-------|-----|-----|----|----|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| Price | 300 | 60  | 14 | 38 | 85  | 85  | 28 | 83  | 80  | 15 | 27  | 42  | 5,5 | 47  | 5  |
| Dist  | 20  | 18  | 90 | 18 | 25  | 19  | 30 | 45  | 25  | 46 | 86  | 85  | 85  | 74  | 95 |
| House | 400 | 170 | 60 | 65 | 320 | 210 | 60 | 228 | 200 | 36 | 180 | 250 | 36  | 285 | 36 |

### Вариант 6

Приведены данные о тарифах на размещение одной страницы цветной рекламы в ведущих американских журналах (тыс. дол.), численности планируемой аудитории (млн. чел.), проценте мужчин-читателей.

|             |       |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| Тариф       | 115,1 | 97,1 | 53,6 | 61,5 | 55,3 | 68,9 | 130  | 197  | 145,1 | 167  | 77,5 | 63,1 | 158  | 135  |
| Численность | 5,9   | 17   | 4,1  | 4,6  | 5,2  | 16,8 | 41,3 | 56,4 | 24,7  | 36,5 | 6,3  | 4,3  | 29,9 | 51,9 |



|                    |      |      |     |      |      |      |      |      |    |      |     |      |      |      |
|--------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|----|------|-----|------|------|------|
| аудитории          |      |      |     |      |      |      |      |      |    |      |     |      |      |      |
| % читателей мужчин | 71,1 | 15,2 | 8,5 | 69,1 | 70,3 | 49,7 | 33,1 | 40,3 | 55 | 59,6 | 8,5 | 44,3 | 53,9 | 40,1 |

### Вариант 7

Имеются данные по ряду стран за 2000 год.

|  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Продолжительность жизни при рождении, лет                | 65,9 | 77,1 | 67,9 | 77,2 | 77,4 | 78,7 | 77,2 | 78,2 | 69,3 | 70,3 | 76,9 | 81,5 |
| Численность населения, обслуживаемого одним врачом, чел. | 230  | 298  | 230  | 590  | 295  | 350  | 340  | 370  | 820  | 326  | 395  | 556  |
| ВВП на душу населения, тыс. дол.                         | 9,5  | 24,1 | 7,1  | 21,5 | 24,5 | 29,5 | 22,4 | 25,1 | 7,4  | 3,5  | 34,3 | 31,1 |

### Вариант 8

В таблице представлены данные, собранные по 14 странам мира, включающие затраты на образование в процентном выражении от ВВП ( $y$ ), душевой доход ( $x_1$ ), долю населения в возрасте до 14 лет в общей численности населения ( $x_2$ ).

|       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $y$   | 2    | 4,3  | 4,7  | 8,6  | 4,4  | 6,3  | 3,5  | 4,5  | 4,8  | 5,4  | 4,3  | 4,1  | 7,3  | 5,9  |
| $x_1$ | 1060 | 2300 | 1470 | 2650 | 1370 | 1980 | 2460 | 1100 | 1110 | 1570 | 1400 | 1430 | 1760 | 2160 |
| $x_2$ | 0,3  | 0,29 | 0,24 | 0,3  | 0,24 | 0,26 | 0,25 | 0,21 | 0,31 | 0,33 | 0,24 | 0,24 | 0,27 | 0,25 |

### Вариант 9

В таблице представлены 14 годовых наблюдения по ФРГ: процент изменения заработной платы ( $y$ ), рост промышленной продукции ( $x_1$ ) и уровень инфляции ( $x_2$ ), измеренный индексом цен на промышленную продукцию.

|       |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |     |      |      |     |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|
| $y$   | 9,0 | 6,0 | 8,9 | 9,0 | 7,1 | 3,2 | 6,5 | 9,1 | 14,6 | 11,9 | 9,4 | 12,0 | 12,5 | 8,5 |
| $x_1$ | 3,5 | 2,8 | 6,3 | 4,5 | 3,1 | 1,5 | 7,6 | 6,7 | 4,2  | 2,7  | 3,5 | 5,0  | 2,3  | 1,5 |
| $x_2$ | 4,5 | 3,0 | 3,1 | 3,8 | 3,8 | 1,1 | 2,3 | 3,6 | 7,5  | 8,0  | 6,3 | 6,1  | 6,9  | 7,1 |

### Вариант 10

Представлены сведения о биржевой стоимости одной акции (условных денежных единиц), величине активов (млн.у.е.) и численности служащих (тыс. человек) ряда промышленных компаний.

|                                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Биржевая стоимость акции, у.е.  | 10  | 15  | 12  | 41  | 18  | 19  | 25  | 39  | 29  | 33  | 38  | 19  | 24  | 28  |
| Активы компании, млн.у.е.       | 120 | 140 | 130 | 250 | 160 | 155 | 175 | 214 | 180 | 200 | 260 | 170 | 184 | 210 |
| Численность служащих, тыс. чел. | 8   | 11  | 9   | 22  | 12  | 15  | 17  | 18  | 16  | 18  | 20  | 12  | 15  | 17  |

### Задача 3

- 1) Построить поле корреляции результативного и факторного признаков и сделать предположение о форме связи между ними.
- 2) Построить следующие регрессии:
  - а) линейную;
  - б) степенную;
  - в) равноугонную гиперболу;
  - г) показательную.

- 3) Дать интерпретацию коэффициентов регрессии для каждой модели, оценить их статистическую значимость
- 4) Рассчитать коэффициент детерминации, оценить значимость уравнения регрессии
- 5) Для каждой модели рассчитать эластичность  $Y$  на  $X$ .
- 6) Выбрать наиболее целесообразную модель, свой выбор аргументировать

#### Вариант 1

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| X | 0,3 | 1   | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,4 | 1,6 | 2,1 | 2,5 | 2,8 | 2,7 | 2,9 |
| Y | 5,8 | 4,6 | 5,2 | 4,2 | 4,5 | 3,4 | 3,6 | 2,4 | 2,5 | 2,4 | 2   | 2,8 |

#### Вариант 2

|   |     |     |     |      |      |      |      |      |    |      |      |      |
|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|----|------|------|------|
| X | 6,5 | 4,2 | 8,1 | 10,6 | 12,9 | 17,1 | 14,3 | 18,5 | 19 | 15,8 | 19,8 | 11,4 |
| Y | 8   | 9   | 10  | 14   | 16   | 22   | 19   | 22   | 25 | 22   | 24   | 18   |

#### Вариант 3

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| X | 35 | 35 | 33 | 34 | 38 | 40 | 40 | 39 | 37 | 36 | 35 | 31 |
| Y | 29 | 31 | 35 | 35 | 45 | 46 | 45 | 44 | 38 | 37 | 33 | 28 |

#### Вариант 4

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| X | 22 | 26 | 45 | 37 | 28 | 50 | 56 | 34 | 60 | 40 | 42 | 32 |
| Y | 16 | 17 | 26 | 24 | 22 | 21 | 32 | 18 | 30 | 20 | 22 | 24 |

#### Вариант 5

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| X | 5  | 9  | 11 | 12 | 12 | 14 | 15 | 16 | 16 | 17 | 19 | 21 |
| Y | 42 | 35 | 36 | 25 | 29 | 22 | 19 | 18 | 16 | 14 | 12 | 11 |

#### Вариант 6

|   |     |     |     |      |      |      |      |     |     |      |      |      |
|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|
| X | 6,5 | 4,2 | 8,1 | 13,2 | 10,6 | 17,1 | 14,3 | 7,2 | 16  | 26,7 | 23,2 | 16,6 |
| Y | 1,2 | 1,6 | 1,9 | 2,8  | 2,0  | 3,0  | 3,4  | 1,6 | 2,3 | 4,9  | 4,5  | 3,2  |

#### Вариант 7

|   |     |      |      |     |      |     |     |     |     |     |      |      |
|---|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| X | 9,7 | 10,1 | 13,3 | 15  | 17,4 | 4,5 | 7,2 | 5,9 | 7,7 | 6,4 | 10,6 | 11,8 |
| Y | 8,2 | 6,9  | 8,2  | 7,5 | 8,4  | 2,5 | 4,7 | 3,1 | 6,2 | 3,4 | 8,4  | 7,1  |

#### Вариант 8

|   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| X | 37 | 60 | 60 | 53 | 35 | 25 | 44 | 30 | 49 | 68 | 48 | 35 |
| Y | 25 | 42 | 38 | 37 | 30 | 17 | 36 | 29 | 36 | 46 | 28 | 29 |

#### Вариант 9

|   |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 6,5 | 4,2 | 8,8  | 15,9 | 17,1 | 14,3 | 18,5 | 19,6 | 20,4 | 12,2 | 12   | 11,5 |
| Y | 9,4 | 7   | 10,6 | 14,6 | 16,7 | 18   | 19,6 | 22,5 | 25,7 | 26,3 | 13,6 | 16   |

#### Вариант 10

|   |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| X | 4,1 | 7,1 | 8,5 | 10,8 | 11,5 | 13,7 | 12,3 | 14,8 | 13,4 | 15,4 | 16,3 | 14,9 |
| Y | 1,5 | 2,4 | 3,8 | 4,3  | 6,3  | 7,9  | 6    | 8,4  | 6,6  | 9,4  | 10,5 | 10   |

#### Задача 4

Подберите наилучшую по Вашему мнению модель регрессии (парную линейную, множественную линейную или парную нелинейную соответствующей формы), обоснуйте свой выбор.

#### Вариант 1

Имеются данные о продаже квартир на вторичном рынке жилья в некотором городе

|          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Квартира | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

|                                   |    |      |    |    |      |      |    |    |      |      |      |    |    |      |
|-----------------------------------|----|------|----|----|------|------|----|----|------|------|------|----|----|------|
|                                   |    |      |    |    |      |      |    |    |      | 0    | 1    | 2  | 3  | 4    |
| Цена квартиры, млн рублей         | 13 | 16,5 | 17 | 15 | 14,2 | 10,5 | 23 | 12 | 15,6 | 12,5 | 11,3 | 12 | 21 | 12,6 |
| Общая площадь квартира, кв.м.     | 37 | 60   | 60 | 53 | 35   | 30   | 43 | 30 | 35   | 32   | 31   | 33 | 53 | 32   |
| Расстояние до метро, минут пешком | 20 | 10   | 10 | 15 | 8    | 15   | 5  | 10 | 3    | 5    | 10   | 5  | 3  | 15   |

### Вариант 2

Для изучения зависимости между производительностью труда, уровнем механизации работ и количеством рабочих, имеющих специальную подготовку, представлены следующие данные.

|                                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Предприятие                           | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Кол-во рабочих с проф. подготовкой, % | 38 | 46 | 73 | 92 | 81 | 62 | 57 | 71 | 45 | 56 | 78 | 88 | 65 | 47 |
| Коэффициент механизации работ, %      | 46 | 59 | 87 | 98 | 92 | 70 | 68 | 82 | 55 | 60 | 85 | 95 | 75 | 55 |
| Производительность труда, шт.         | 25 | 32 | 48 | 60 | 53 | 41 | 38 | 47 | 29 | 36 | 50 | 56 | 43 | 30 |

### Вариант 3

Имеются данные по ряду стран:

|  |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |      |      |      |      |
|--|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| Страна   | 1   | 2    | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10  | 11   | 12   | 13   | 14   |
| Продолжительность жизни при рождении, лет                | 66  | 77   | 68  | 77   | 77   | 77   | 77   | 77   | 69  | 70  | 77   | 81   | 88   | 79   |
| Численность населения, обслуживаемого одним врачом, чел. | 230 | 298  | 230 | 590  | 295  | 350  | 340  | 370  | 820 | 326 | 395  | 556  | 550  | 427  |
| ВВП на душу населения, тысяч долларов                    | 9,5 | 24,1 | 7,1 | 21,5 | 24,5 | 29,5 | 22,4 | 25,1 | 7,4 | 3,5 | 34,3 | 31,1 | 32,9 | 25,6 |

### Вариант 4

Имеются данные по ряду фермерских хозяйств:

|                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Фермерские хозяйства                 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   |
| Урожайность зерновых культур, ц/га   | 9,7  | 9,95 | 8,4  | 8,78 | 10,5 | 11,2 | 12,0 | 10,1 | 9,67 | 9,55 | 10,3 | 11,6 | 12,4 | 11,1 |
| Число тракторов, единиц на 100 га    | 1,58 | 0,46 | 0,28 | 1,13 | 0,64 | 0,59 | 0,73 | 1,34 | 1,06 | 1,33 | 0,95 | 0,86 | 0,97 | 1,05 |
| Количество внесенных удобрений, т/га | 0,32 | 0,77 | 0,59 | 0,55 | 0,76 | 0,99 | 0,64 | 0,38 | 0,48 | 0,62 | 0,81 | 0,75 | 0,46 | 0,57 |

### Вариант 5

По предприятиям региона имеются данные о выработке продукции на одного работника (тыс. рублей), вводе в действие новых основных фондов (процентов от стоимости фондов на конец года) и удельном весе рабочих высокой квалификации в общей численности рабочих (процентов)

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Предприятия   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
| Выработка продукции на одного рабочего, тыс. рублей | 7   | 7   | 7   | 7   | 8   | 8   | 9   | 9   | 10  | 10  | 10  | 11  | 12  | 12  |
| Ввод основных фондов, %                             | 3,5 | 3,6 | 3,9 | 4,1 | 4,2 | 4,5 | 5,3 | 5,5 | 5,6 | 6,1 | 6,3 | 6,5 | 7,2 | 7,5 |
| Удельный вес рабочих высокой квалификации, %        | 9   | 10  | 12  | 17  | 18  | 19  | 19  | 20  | 21  | 21  | 22  | 22  | 24  | 25  |

### Вариант 6

Имеются данные о сменной добыче угля на одного рабочего (т), мощности пласта (м) и уровне механизации работ (%), характеризующие процесс добычи угля в шахтах

| Шахта                                  | 1 | 2  | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|--|---|----|----|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| Сменная добыча угля на одного рабочего | 8 | 11 | 12 | 9 | 8 | 8 | 9 | 9 | 8 | 12 | 11 | 10 | 7  | 9  |
| Мощность пласта                        | 5 | 8  | 8  | 5 | 7 | 8 | 6 | 4 | 5 | 7  | 8  | 7  | 8  | 8  |
| Уровень механизации работ              | 5 | 10 | 10 | 7 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 8  | 9  | 9  | 5  | 8  |

### Вариант 7

Имеются данные за ряд лет по темпам прироста заработной платы (процентов), производительности труда (процентов) и по уровню инфляции (процентов)

| Годы                            | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9    | 10   | 11  | 12  | 13  | 14   |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|------|
| Темпы прироста заработной платы | 9   | 6   | 8,9 | 9   | 7,1 | 3,2 | 6,5 | 9,2 | 14,6 | 11,9 | 9,2 | 8,8 | 12  | 12,7 |
| Производительность труда        | 3,5 | 2,8 | 6,3 | 4,5 | 3,2 | 1,5 | 7,6 | 6,7 | 4,2  | 2,7  | 4,5 | 3,5 | 5   | 2,3  |
| Инфляция                        | 4,5 | 3   | 3,1 | 3,8 | 3,8 | 1,1 | 2,3 | 3,6 | 7,5  | 8    | 3,9 | 4,7 | 6,1 | 6,9  |

### Вариант 8

Имеются данные о расходах семей на питание (ден. ед. в неделю), общих расходах семей (ден. ед. в неделю) и среднем размере семьи (человек)

| Семьи                | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Общие расходы        | 45   | 75   | 125  | 223  | 92   | 146  | 227  | 358  | 135  | 218  | 331  | 490  | 175  | 305  |
| Средний размер семьи | 1,52 | 1,6  | 1,85 | 1,83 | 3,34 | 3,62 | 3,44 | 3,47 | 5,54 | 5,41 | 5,33 | 8,48 | 8,25 | 8,14 |
| Расходы на питание   | 21,8 | 33,3 | 50,4 | 66,9 | 47,3 | 66   | 81   | 106  | 70,3 | 94,6 | 119  | 147  | 92,8 | 133  |

### Вариант 9

По предприятиям региона имеются данные о выработке продукции на одного работника (тыс. рублей), вводе в действие новых основных фондов (процентов от стоимости фондов на конец года) и удельном весе рабочих высокой квалификации в общей численности рабочих (процентов)

| Предприятия   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Выработка продукции на одного рабочего, тыс. рублей | 9   | 9   | 10  | 10  | 10  | 10  | 11  | 12  | 12  | 13  | 12  | 14  | 14  | 15  |
| Ввод основных фондов, %                             | 5,3 | 5,5 | 5,6 | 6,1 | 6,3 | 6,5 | 7,2 | 7,5 | 7,9 | 8,2 | 8,4 | 8,6 | 9,5 | 9,6 |
| Удельный вес рабочих высокой квалификации, %        | 19  | 20  | 21  | 21  | 22  | 22  | 24  | 25  | 27  | 30  | 31  | 33  | 35  | 36  |

### Вариант 10

Для исследования зависимости между стоимостью мужских рубашек (у.е.) и составом тканей, использовавшихся при их изготовлении, в магазине мужской одежды было отобрано 15 образцов.

| Образец                           | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Содержание натуральных волокон, % | 70 | 65 | 30 | 40 | 35 | 45 | 50 | 95 | 85 | 90 | 85 | 80 | 65 | 75 | 50 |
| Содержание полиэстера, %          | 25 | 25 | 50 | 40 | 60 | 43 | 40 | 2  | 7  | 5  | 10 | 10 | 27 | 15 | 31 |
| Стоимость рубашки,                | 30 | 21 | 12 | 16 | 10 | 17 | 19 | 47 | 37 | 42 | 37 | 35 | 28 | 35 | 19 |

|      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| у.е. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

### Критерии оценивания

Всего за подготовку индивидуального задания обучающийся может получить до **40 баллов**. Каждая задача оценивается максимум в **10 баллов**

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>10 баллов</b>  | задача выполнена верно   |
| <b>8-9 баллов</b> | при решении задачи были допущены неточности, не влияющие на результат<br><b>Недочеты (неточности)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.</li> <li>• Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.</li> <li>• Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.</li> <li>• Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков. Орфографические и пунктуационные ошибки</li> </ul>   |
| <b>6-7 баллов</b> | при решении задачи были допущены ошибки<br><b>Негрубые ошибки</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Неточности формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванные неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия, ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта или измерений.</li> <li>• Ошибки в условных обозначениях на схемах, неточности чертежей, графиков, схем.</li> <li>• Нерациональный выбор хода решения.</li> </ul>  |
| <b>1-5 баллов</b> | при решении задачи были допущены существенные ошибки<br><b>Грубые ошибки</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Незнание определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, общепринятых символов обозначения физических величин, единиц их измерения.</li> <li>• Неумение выделить в ответе главное.</li> <li>• Неумение применять знания для решения задач и объяснения экономических явлений; неправильно сформулированные вопросы задачи или неверные объяснения хода ее решения; незнание приемов решения задач, аналогичных ранее решенных в классе, ошибки, показывающие неправильное понимание условия задачи или неправильное истолкование решения.</li> <li>• Неумение читать и строить графики.</li> </ul> |
| <b>0 баллов</b>   | задача не выполнена  |

### Индивидуальное задание № 3

#### Задание 1

Спрос и предложение некоего товара на рынке описываются уравнениями (см. соответствующий вариант).

- 1) Вычислите параметры равновесия на рынке данного товара
- 2) Ситуация 1. Государство установило максимальный уровень цен на товар в размере 50 ден. ед. Охарактеризуйте последствия такого решения
- 3) Ситуация 2 (снова возвращаемся в исходное состояние равновесия). Правительство ввело налог на потребителей в размере 12 ден. ед. за единицу. Покажите, как изменятся равновесные цена и объем продукции. Каков доход государства от введения этого налога? В какой степени пострадают от введения этого налога производители?

|                  |                                     |                  |                                 |
|------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------------|
| <b>Вариант 1</b> | $Q_D = 120 - 2P, Q_S = 35 + P$      | <b>Вариант 6</b> | $Q_D = 600 - P, Q_S = 260 + 5P$ |
| <b>Вариант 2</b> | $Q_D = 700 - 40P, Q_S = 100 + 100P$ | <b>Вариант 7</b> | $Q_D = 70 - 4P, Q_S = 10 + P$   |

|                  |                                 |                   |                                    |
|------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------------------|
| <b>Вариант 3</b> | $Q_D = 500 - P, Q_S = 200 + 4P$ | <b>Вариант 8</b>  | $Q_D = 250 - 2P, Q_S = 400 + 4P$   |
| <b>Вариант 4</b> | $Q_D = 18 - 2P, Q_S = 6P$       | <b>Вариант 9</b>  | $Q_D = 800 - 20P, Q_S = 50 + 120P$ |
| <b>Вариант 5</b> | $Q_D = 400 - 3P, Q_S = 150 + P$ | <b>Вариант 10</b> | $Q_D = 400 - 20, Q_S = 100 + 200P$ |

### Задание 2

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Варианты 1, 6</b>  | Производственная функция имеет вид $Y = K^{0.5}L^{0.5}$ . Предположим, что в день затрачивается 4 часа труда ( $L = 4$ ) и 4 часа работы машин ( $K = 4$ ). Определите: максимальное количество выпускаемой продукции, средний продукт труда. Предположим, что фирма увеличила затраты обоих факторов в 2 раза. Каков будет объем выпускаемой продукции? |
| <b>Варианты 2, 7</b>  | Для производственной функции Кобба-Дугласа $Y = K^{0.5}L^{0.5}$ предельная норма технологического замещения капитала трудом увеличилась на 15%. Определите, как изменится соотношение $L/K$ , если первоначально оно составляло 3, а эластичность замены капитала трудом равна 0,3.  |
| <b>Варианты 3, 8</b>  | Производственная функция имеет вид $Y = 7K^{2/9}L^{7/9}$ . Цена капитала равна 4, цена труда равна 3. Фирма определила размер затрат в 24. Найдите характер отдачи от масштаба производства и комбинацию факторов, при которой будет обеспечен максимальный выпуск   |
| <b>Варианты 4, 9</b>  | Производственная функция имеет вид $Y = 2K^{0.5}L^{0.5}$ . Цена труда равна 4, цена капитала равна 3, издержки равны 24. Определите, какая комбинация факторов обеспечивает максимальный выпуск  |
| <b>Варианты 5, 10</b> | На предприятии работают 8 сотрудников на 4 станках. Производственная функция имеет вид $Y = K^{0.25}L^{0.75}$ . найти норму замены труда капиталом   |

### Задание 3

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>Варианты 1, 6</b> | Экономика характеризуется следующими показателями: совокупный выпуск – 5000 млрд долл., инвестиции – 500 млрд долл., профицит государственного бюджета – 20 млрд долл., потребительские расходы – 3000 млрд долл., государственные закупки товаров и услуг – 900 млрд долл. Определите чистый экспорт, чистые налоги, располагаемый доход и частные сбережения.  |
| <b>Варианты 2, 7</b> | Совокупный доход, заработанный в производстве товаров и услуг, равен 2400 ден. ед. Фирмы инвестировали в текущем году 900 ден. ед. Объем экспорта составил 700 ден. ед., что на 200 ден. ед. превышало расходы на импорт. Профицит государственного бюджета равен 200 ден. ед. Трансфертные платежи частному сектору отсутствуют. Сумма всех изъятий из потока доходов составила 1900 ден. ед. Определите величину потребительских расходов домашних хозяйств.   |
| <b>Варианты 3, 8</b> | Потребление домашних хозяйств в текущем году было равно 1200 ден. ед. Внешнему миру продано товаров и услуг на сумму 550 ден. ед., на оплату импорта направлено 450 ден. ед. Государственные закупки на товарном рынке составили 800 ден. ед. Известно, что внутренние инвестиции на 80% финансируются из частных сбережений текущего года. Определите величину чистых налогов, взимаемых государством, и сальдо государственного бюджета, если от производства в данном году получен совокупный доход в размере 2500 ден. ед. |
| <b>Варианты 4, 9</b> | В закрытой экономике потребительские расходы домашних хозяйств в четыре раза больше частных сбережений. Чистые налоги составляют 10% совокупного выпуска, государственные расходы на товарном рынке в два раза   |

|                       |  |
|-----------------------|--|
|                       | меньше величины чистых налогов. Инвестиционные расходы равны 460 млрд руб. Определите потребительские расходы домашних хозяйств  |
| <b>Варианты 5, 10</b> | Открытая экономика описывается следующими показателями: потребительские расходы (C) = 1200; валовые инвестиции (I) = 500; государственные расходы (G) = 300; 13 государственных трансферты (TR) = 200; проценты по государственному догу (N) = 100; налоги (T) = 400; чистый экспорт (Xn) = -100. Чему равны: а) частные сбережения; б) государственные сбережения; в) сбережения внешнего мира? |

#### Задание 4

Составьте подробный структурированный конспект в формате презентации или структурированного документа в формате wiki на тему «Теории экономического роста». Конспект должен включать следующие элементы:

- Экономический рост: понятие, типы экономического роста, измерение экономического роста, факторы экономического роста
- Факты экономического роста Калдора, Истерли, Джонса
- Модели экономического роста (**по вариантам**): базовые предпосылки, описание (теоретическое и математическое) модели, преимущества, недостатки, дальнейшее развитие модели

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Вариант 1</b>  | Кейнсианские модели (модель Харрода-Домара)  |
| <b>Вариант 2</b>  | Модели экономического роста с учетом населения и технического прогресса (Р. Солоу)                     |
| <b>Вариант 3</b>  | АК-модели экономического роста (модель Ребело, модель Удзавы-Лукаса)                                   |
| <b>Вариант 4</b>  | Модель обучения в процессе деятельности (learning-by-doing) (модель Эрроу, модель Ромера) ла)          |
| <b>Вариант 5</b>  | Модели экономического роста с человеческим капиталом (модель Мэнкью-Ромера-Вей)                        |
| <b>Вариант 6</b>  | Модель созидательного разрушения Агийона-Хоуитта   |
| <b>Вариант 7</b>  | Модель эндогенного роста Гроссмана-Хелпмана  |
| <b>Вариант 8</b>  | Модель единой теории роста (модель Кремера, модель Галора-Вейла)                                       |
| <b>Вариант 9</b>  | Модель распространения технологий (модель Барро – Сала-и-Мартина)                                      |
| <b>Вариант 10</b> | Модели воздействия государственной политики на экономический рост (модель Барро, модель Сакса-Варнера) |

#### Критерии оценивания

Всего за подготовку индивидуального задания обучающийся может получить до **36 баллов**. Задачи 1-3 оценивается максимум в **10 баллов**, задание 4 – **6 баллов**

#### Для заданий 1-3

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>10 баллов</b>  | задача выполнена верно   |
| <b>8-9 баллов</b> | при решении задачи были допущены неточности, не влияющие на результат<br><b>Недочеты (неточности)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.</li> <li>• Арифметические ошибки в вычислениях, если эти ошибки грубо не искажают реальность полученного результата.</li> <li>• Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.</li> <li>• Небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков. Орфографические и пунктуационные ошибки</li> </ul> |
| <b>6-7 баллов</b> | при решении задачи были допущены ошибки<br><b>Негрубые ошибки</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Неточности формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванные неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия,</li> </ul>  |

|                   |  |
|-------------------|--|
|                   | ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта или измерений. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ошибки в условных обозначениях на схемах, неточности чертежей, графиков, схем.</li> <li>• Нерациональный выбор хода решения.</li> </ul>   |
| <b>1-5 баллов</b> | при решении задачи были допущены существенные ошибки<br><b>Грубые ошибки</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Незнание определений основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, общепринятых символов обозначения физических величин, единиц их измерения.</li> <li>• Неумение выделить в ответе главное.</li> <li>• Неумение применять знания для решения задач и объяснения экономических явлений; неправильно сформулированные вопросы задачи или неверные объяснения хода ее решения; незнание приемов решения задач, аналогичных ранее решенных в классе, ошибки, показывающие неправильное понимание условия задачи или неправильное истолкование решения.</li> <li>• Неумение читать и строить графики.</li> </ul> |
| <b>0 баллов</b>   | задание не выполнено   |

#### Для задания 4

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>6 баллов</b>   | Представлен полный, развернутый конспект, системно показана совокупность освоенных знаний об объекте, проявляющаяся в свободной оперировании основными понятиями учебного курса, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Конспект характеризуется содержательностью, конкретностью, знанием основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по теме, четкостью и логичностью изложения материала, дополнен примерами; демонстрирует творческий подход обучающегося. |
| <b>2-5 баллов</b> | Представлен неполный конспект, представляющий собой разрозненные знания по теме. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связи между понятиями, концептуальные пересечения, структурные закономерности. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность. Примеры по теме отсутствуют   |
| <b>0 баллов</b>   | Конспект не представлен  |

### 3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания включают в себя текущий контроль и промежуточную аттестацию.

**Текущий контроль** успеваемости проводится с использованием оценочных средств, представленных в п. 2 данного приложения. Результаты текущего контроля доводятся до сведения студентов до промежуточной аттестации.

**Промежуточная аттестация в семестрах 4** проводится в форме зачета

Зачет проводится по расписанию промежуточной аттестации в письменном виде. Количество вопросов в задании – 3. Проверка ответов и объявление результатов производится в день зачета. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику промежуточной аттестации, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

**Промежуточная аттестация в семестре 5** проводится в форме экзамена

Экзамен проводится по расписанию промежуточной аттестации в письменном виде. Количество вопросов в экзаменационном билете – 4. Проверка ответов и объявление результатов производится в день экзамена. Результаты аттестации заносятся в ведомость и зачетную книжку студента. Студенты, не прошедшие промежуточную аттестацию по графику промежуточной аттестации, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебным планом предусмотрены следующие виды занятий:

- лекции;
- практические занятия.

В ходе лекционных занятий рассматривается теоретический материал, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к практическим занятиям.

В ходе практических работ развиваются навыки решения задач по различным темам курса математического анализа.

При подготовке к практическим занятиям каждый студент должен:

- изучить рекомендованную учебную литературу;

В процессе подготовки к практическим занятиям студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя.

Теоретические вопросы должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса посредством индивидуальных заданий, выполняемых обучающимися по вариантам. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме. Выделить непонятные термины, найти их значение в энциклопедических словарях.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронно-библиотечными системами. Также обучающиеся могут взять на дом необходимую литературу на абонементе университетской библиотеки или воспользоваться читальными залами.