

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**2.1.4.2 (Ф) Математические методы и модели в прикладных научных  
исследованиях**

**Уровень высшего образования:** подготовка кадров высшей квалификации  
**Группа научной специальности:** 4.1 Агрономия, лесное и водное хозяйство  
**Научная специальность:** 4.1.1 Общее земледелие и растениеводство

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Тематическое содержание дисциплины .....	3
2.	Методические рекомендации по выполнению реферата .....	7
3.	Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий (контрольных работ) .....	7

## **1. Тематическое содержание дисциплины**

**1.1. Тема 1: «Программа курса. Общие подходы к построению программы исследований. Методология исследования» (2 часа).**

**1.1.1. Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

**1. Общенаучная и частнонаучная методология.**

Определение общенаучной методологии. Общенаучные понятия. Методы. Характерные черты общенаучных понятий и методов. Понятие частнонаучной методологии.

**2. Методика научного исследования. Структура научного исследования.**

Научное исследование: понятие, структура, объект или объекты исследования, предмет исследования, задачи, способы достижения цели, средства научно-познавательной деятельности.

**3. Общелогические методы научного исследования. Методы эмпирического исследования**

Анализ. Синтез. Абстрагирование. Обобщение. Виды общего (абстрактно-общее, конкретно-общее). Виды обобщений. Противоположный метод обобщению. Индукция. Дедукция. Аналогия. Моделирование. Методы эмпирического исследования: наблюдение, описание, сравнение, измерение, эксперимент. Методы теоретического исследования: идеализация, моделирование, формализация, аксиоматический, гипотетико-дедуктивный, метод восхождения от абстрактного к конкретному, метод исторического и логического анализа, логический. Эффективность эмпирических и теоретических методов. Обоснование, основные виды. Доказательство, структура доказательства, виды.

**1.2. Тема 2: «Математическая модель и этапы ее построения. Математические методы планирования эксперимента» (10 часа).**

**1.2.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

**1. Математическая модель и этапы ее построения**

Математическая модель. Виды, типы и свойства моделей. Этапы построения математической модели. Постановка задачи (цели, характеристики системы, подлежащей изучению). Построение модели. Математические схемы, используемые при исследовании сложных систем. Оценка адекватности модели.

**2. Планирование эксперимента. Основы математического планирования эксперимента**

Прогон (реализация) модели с целью получения желаемой информации. Фиксация и обработка результатов. Планирование эксперимента: понятие, применение. Общая последовательность при планировании эксперимента с целью получения математической модели. Объект исследования (информационная модель процесса). Виды и схемы экспериментов. Параметр оптимизации (критерий оптимизации), требования к нему. Факторы, влияющие на процесс: их виды, характеристика, уровни. Математическая модель исследования. Число возможных опытов. Расчет коэффициента регрессии. Модели и моделирование в землеустройстве. Общая характеристика экономико-математических методов и областей их применения при решении земельно-кадастровых задач.

**При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:** понятие модели, классификация; инженерно-математическое моделирование; этапы моделирования.

**1.3. Тема 3: «Основы статистической обработки результатов наблюдения. Элементы теории ошибок. Обоснование числа измерений. Использование надстроек Microsoft Excel» (12 часов).**

**1.3.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

## **1. Статистическая обработка результатов измерений**

Понятие статистической обработки данных, задачи, применение, методы. Прямые измерения с многократными наблюдениями: задача обработки; оценка рассеивания; оценка погрешности результата измерений с многократными наблюдениями; закон распределения; доверительный интервал; закон распределения Стьюдента; правила, учитываемые при обработке измерений с многократными наблюдениями; последовательность обработки результатов наблюдения.

### **2. Элементы теории ошибок**

Понятие ошибки выборки. Причины ошибок и степень их влияния на измеряемую величину: приборные погрешности; систематические ошибки; случайные ошибки. План проведения измерений. Изучение зависимостей. Методы определения ошибки выборки.

### **3. Обоснование числа измерений**

Обоснование числа измерений. Критерий Стьюдента (Госсета).

### **4. Использование надстроек Microsoft Excel**

Установка надстройки «Пакет анализа». Технология работы в режиме «Анализ данных». Работа с мастером функций. Определение характера распределения и формирование выборки. Теоретические основы группировки (группировка, статистический ряд распределения и его виды, частота, абсолютная плотность, относительная плотность, полигон и гистограмма, как наглядное представление о характере изменения частот вариационного ряда, кумуляты). Теоретические основы формирования выборки. Технология работы при построении гистограммы. Технология работы при формировании выборки. Характеристика статистической совокупности. Показатель описательной статистики: показатели положения; показатели разброса; показатели асимметрии; показатели, описывающие закон распределения. Показатели, использующие на практике чаще всего: средняя арифметическая (простая, взвешенная); медиана; мода; меры разброса (рассеяния); размах; дисперсия; среднее квадратическое отклонение; коэффициент вариации. Технология работы по описательной статистике.

**При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:** точечные и интервальные оценки характеристик генеральной совокупности; виды погрешностей, истоки их появления; алгоритм определения числа измерений; обработка данных наблюдений с использованием пакетов Microsoft Excel.

**1.4. Тема 4: «Проверка статистических гипотез. Уровень значимости. Критерии. Примеры. Оценка чувствительности критерия при проверке значимости различий. Двухвыборочный t-тест в Excel» (14 часов).**

#### **1.4.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

**1. Проверка статистических гипотез. Уровень значимости. Критерии. Примеры. Оценка чувствительности критерия при проверке значимости различий. Двухвыборочный t-тест в Excel**

Статистические гипотезы и их виды. Критерии согласия. Критерии однородности. Оценка параметров неизвестного распределения. Выравнивание рядов. Проверка статистических гипотез. Двухвыборочный t-тест для средних, технология работы.

**При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:** понятие статистического критерия. Их виды; ошибки первого и второго рода; мощность критерия; значимость различий, виды тестов.

**1.5. Тема 5: «Оценка тесноты связи. Корреляция. Дисперсионный анализ с использованием таблиц Excel. Анализ таблиц сопряженности» (14 часов).**

#### **1.5.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

**1. Оценка тесноты связи. Корреляция. Дисперсионный анализ с использованием таблиц Excel Анализ таблиц сопряженности**

Статистические методы изучения взаимосвязей явлений и процессов. Графическое

отображение связи между результирующим фактором и фактором, в наибольшей степени на него влияющим. Корреляционный анализ: теория; расчет коэффициента корреляции; технология работы.

**При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:** коэффициент корреляции, детерминации; основные этапы дисперсионного анализа; использование таблиц Excel для корреляционного анализа.

**1.6. Тема 6: «Экспертные оценки в прикладных исследованиях. Ранговый коэффициент конкордации для оценки согласия экспертов. Метод парных сравнений в условиях иерархии» (12 часов).**

**1.6.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

**1. Конкордация**

Коэффициент конкордации: понятие; замечание. Пример на оценку согласованности.

**2. Ранговая корреляция**

Ранговая корреляция. Коэффициент корреляции Кендалла, способ расчета. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Доверительный интервал.

**3. Теория и практика экспертных оценок**

Система и методы экспертных оценок. Принципы формирования экспертной группы. Методы экспертного опроса. Виды опросов: круглый стол или консилиум; мозговая атака; метод Делфи. Измерение выполненных в шкале отношений. Шкала интервалов. Метод МАИ (метод анализа иерархий).

**При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:** алгоритм проведения экспертной оценки; методы определения ранговой корреляции; методы определения коэффициента конкордации.

**1.7. Тема 7: «Регрессионные математические модели. Методы построения и статистической оценки. Оценка значимости коэффициентов, адекватности модели и ошибки прогнозирования. Задачи многофакторного моделирования» (12 часов).**

**1.7.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

**1. Регрессионные модели прогнозирования**

Регрессия. Виды регрессий. Регрессионные связи. Регрессионный анализ. Интерпретация результатов регрессии. Положения по разработке и использованию в прогнозировании множественных линейных регрессионных моделей. Метод наименьших квадратов. Оценка качества регрессионного уравнения. Коэффициент детерминации. Средняя относительная ошибка аппроксимации. Проверка значимости вида регрессионной зависимости. Проверка гипотезы. Ошибка коэффициента регрессии. Регрессия: краткие сведения из теории статистики.

**2. Расчет параметров уравнения регрессии. Технология работы**

Расчет параметров уравнения регрессии на примере. В аптеке продается новый препарат для профилактики гриппа. Необходимо выяснить как объем продаж  $y$  (число упаковок в день) зависит от а) числа покупателей, которые слышали рекламу этого препарата (их доля от общего числа покупателей  $x_1$ , %) и работе в торговом зале врача-консультанта (относительное время  $x_2$ , когда он работал, %). Исходные данные представлены в таблице.

День продажи	$y$ , уп/день	$x_1$ , %	$x_2$ , %	День продажи	$y$ , уп/день	$x_1$ , %	$x_2$ , %
1	6	40	30	11	8	50	35
2	5	20	33	12	8	37	30
3	4	31	20	13	7	50	40
4	5	32	25	14	7	38	42
5	6	34	29	15	7	50	39

6	5	35	20	16	6	35	35
7	5	37	21	17	6	46	36
8	5	32	20	18	6	49	38
9	7	39	35	19	7	51	41
10	5	35	30	20	6	45	34

Этапы проведения корреляционно-регрессионного анализа. Разработка числовой экономико-математической модели задачи.

### **3. Интерпретация коэффициентов регрессии**

Ошибки прогнозирования (определение качества регрессионного анализа). Проверка значимости модели. Проверка на адекватность коэффициентов регрессии. Поиск закономерностей для качественных данных. Анализ «хи-квадрата». Технология расчета анализа «хи-квадрат».

**При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:** основные понятия корреляционно-регрессионного анализа, виды регрессии; технология расчета параметров уравнения регрессии; анализ и интерпретация коэффициентов регрессии.

## **1.8. Тема 8 «Методы оптимизации. Использование надстроек Microsoft Excel» (22 часа).**

### **1.8.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

#### **1. ЗЛП. Графический метод решения ЗЛП, симплекс-метод**

Математическое программирование. Критерий оптимальности. Математическая модель. Задачи модели математического программирования. Область допустимых решений. Линейное программирование. Симплексный метод. Графический способ решения ЗЛП.

#### **2. Постановка задачи линейного программирования и свойства ее решений**

Задачи линейного программирования. Формы записи задачи линейного программирования. Теоремы.

#### **3. Симплексный метод решения ЗЛП**

Общая идея симплексного метода для решения ЗЛП. Решение ЗЛП по примеру.

#### **4. Теория двойственности**

Теория двойственности (на примере задачи оптимального использования сырья). Основные теоремы двойственности и их экономическое содержание: теорема для любых планов прямой и двойственной ЗЛП; критерий оптимальности Канторовича; малая теорема двойственности; теорема о дополняющей нежесткости; теорема об оценках.

#### **5. Основные виды задач, сводящихся к ЗЛП**

Задача о наилучшем использовании ресурсов. Задача о смесях. Задача о раскрое материалов. Задача о назначениях.

#### **6. Транспортная задача, методы ее решения**

Математическая модель задачи. Составление опорного плана. Способ северо-западного угла. Распределительный метод достижения оптимального плана. Решение транспортной задачи методом потенциалов. Алгоритм решения транспортной задачи методом потенциалов. Решение задач оптимизации в Excel.

**Вопросы для самостоятельного изучения:** Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур на основе производственных функций. Установление нормативов оценки экономической эффективности и обоснования схем и проектов землеустройства.

**При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:** математическое программирование; методы решения ЗЛП; виды задач, сводящихся к ЗЛП.

## **1.9. Тема 9 «Основные понятия теории графов. Классификация графов, их**

**свойства. Деревья, сети. Основы сетевого анализа» (10 часов).**

**1.9.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:**

**1. Основные понятия и определения теории графов**

Понятие графа. Виды графов: мультиграф; граф без кратных дуг; симметрический граф; полностью неориентированный граф; суграф; подграф; сильно связный граф; изоморфный граф. Дуга графа (петля). Ребро графа. Путь. Цепь. Примеры приложений теории графов. Метод дерева решений. Принятие решений с помощью дерева.

**2. Модели и алгоритмы сетевого анализа**

Модели сетевого планирования и управления. Географические сети. Модели и алгоритмы сетевого анализа. Типы графовых моделей сетей по свойствам ребер и вершин. Поточная иерархическая структура.

**При подготовке к занятию необходимо обратить внимание на следующие моменты:** классификация графов, их свойства; виды сетевых моделей; приложение сетевых моделей к решению задач инженерной практики.

**2. Методические рекомендации по выполнению реферата не предусмотрены.**

**3. Методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий (контрольных работ) не предусмотрены.**