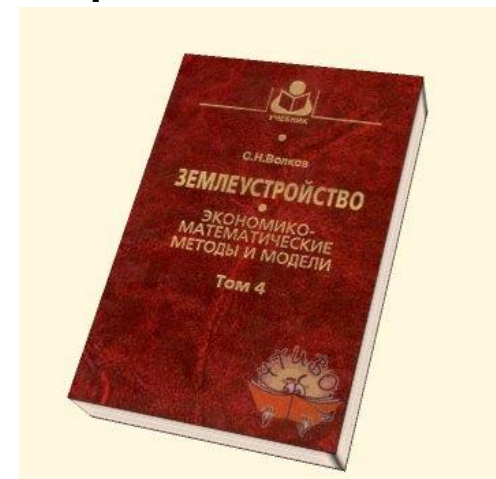


Лекция 1. Основы математического моделирования в землеустройстве

Лектор: доцент кафедры «Финансы и информатизация бизнеса»,
Суханова Ольга Николаевна



Предмет дисциплины. Цели, задачи и содержание курса

- Целью освоения учебной дисциплины «Экономико-математические методы и моделирование в землеустройстве» является обучение студентов методам математического моделирования экономических процессов при организации использования земель различных категорий земельного фонда страны и способам статистической обработки землеустроительной и кадастровой информации.

Предмет дисциплины. Цели, задачи и содержание курса

Задачей дисциплины является получение практических навыков и умений решения производственных задач по:

- управлению городским хозяйством,
- образованию землепользований,
- организации рационального использования земель,
- проведению землеустроительных и кадастровых работ при реорганизации землепользований.

Основная и дополнительная литература дисциплины

- *Гармаш, А. Н.* Экономико-математические методы и прикладные модели : учебник для вузов / А. Н. Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев ; под редакцией В. В. Федосеева. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19233-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/582756> (дата обращения: 10.03.2026).
- *Волков, С.Н.* Экономико-математические методы и модели в землеустройстве: учебник / С.Н. Волков. — изд. 2-е, испр. и доп. — М.: Колос, 2007. — 696 с.
- *Сидняев, Н. И.* Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учебник и практикум для вузов / Н. И. Сидняев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 495 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05070-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510480> (дата обращения: 10.03.2026).

Вопросы:

1. Понятие модели и экономико-математического моделирования.
2. Применение экономико-математического моделирования для решения землеустроительных задач.
3. Виды и классы моделей, применяемые в землеустройстве.
4. Требования, предъявляемые к использованию математических методов и моделей в землеустройстве.
5. Стадии экономико-математического моделирования.
6. Составные части экономико-математической модели.
7. Отличия допустимого решения от оптимального.
8. Понятие и виды землеустроительной информации и требования, предъявляемые к ней.
9. Понятие матрицы экономико-математической задачи.
10. Состав коэффициентов, входящих в матрицу экономико-математической задачи.

1. Понятие модели и экономико-математического моделирования

- Термин модель происходит от латинского слова «**modulus**» - образец, норма, мера. В науке этот термин связывается с таким методом научного познания как аналогия.
- Следовательно, модель - это аналог чего-либо.
- Математические модели, представляют собой абстрактные описания объектов, явлений или процессов с помощью знаков, символов.
- Математические модели имеют вид некоторой совокупности математических уравнений или неравенств, таблиц, матриц, формул и других результатов математического описания тех или иных объектов, явлений или процессов.
- Математические модели применяются, как правило, в тех случаях, когда геометрическое или физическое моделирование объекта затруднено или невозможно вообще.

1. Понятие модели и экономико-математического моделирования

- Математические модели, применяемые в экономических исследованиях, получили название **экономико-математических**.
- Часть этих моделей стала эффективно применяться и в других научных сферах, например, в геодезии, землеустройстве и кадастрах.
- **Экономико-математическое моделирование** – это способ построения экономико-математической модели изучаемого экономического явления

2. Применение экономико-математического моделирования для решения землеустроительных задач

Возможность применения экономико-математических методов обусловлена:

- экономическим характером землеустроительных задач;
- альтернативным характером землеустроительных решений, наличием множества вариантов развития землепользований и сельского хозяйства;
- возможностью выразить переменные (площади участков, длину линий, поголовье скота) в числовой форме;
- наличием системы определенных условий и ограничений (сумма площадей земельных угодий должна равняться общей площади землевладений).

2. Применение экономико-математического моделирования для решения землеустроительных задач

- Оптимизация мероприятий по освоению и интенсификации использования земель
- Оптимизация трансформации угодий
- Организация системы севооборотов
- Оптимизация структуры посевных площадей
- Организация территории плодовых и ягодных насаждений
- Организация зеленого конвейера
- Определение оптимального размера КФХ
- Оптимизация перераспределения земель сельскохозяйственных организаций

3. Виды и классы моделей, применяемые в землеустройстве.

Классификационный признак	Виды моделей
Вид проектной документации	Графические
	Экономические
Степень определенности информации	Детерминистические
	Стохастические
Вид землеустройства	Межотраслевые
	Межхозяйственного землеустройства
	Внутрихозяйственного землеустройства
Математические методы, лежащие в основе	Аналитические
	Экономико-статистические
	Оптимизационные
	Балансовые
	Сетевого планирования
Класс проекта землеустройства	Более 37 классов проектов землеустройства

3. Виды и классы моделей, применяемые в землеустройстве.

- Графическая модель – цифровая модель местности
- Экономическая модель – выраженные в математической форме различные расчеты по проектам землеустройства

3. Виды и классы моделей, применяемые в землеустройстве.

- К **детерминистическим** относятся модели, в которых результат полностью и однозначно определяется набором независимых переменных. Эти модели строились на основе правил линейной алгебры и представляли собой системы уравнений, совместно решаемых для получения результатов.
- К **стохастическим** относятся модели, описывающие случайные процессы, подчиняющиеся законам теории вероятностей. Это модели, основанные на выравнивании статистических рядов, а также модели, с помощью которых анализируются закономерности, не выражающиеся строго функциональными связями.

3. Виды и классы моделей, применяемые в землеустройстве.

- Аналитическая модель основана на применении классического математического аппарата (алгебра, геометрия, мат. анализ). Рассчитывают средние расстояния, коэффициент компактности землепользования и др.
- Экономико-статистическая модель основана на использовании статистической информации, сборе статистических данных. (Оценить зависимость урожайности сельскохозяйственной культуры от балла экономической оценки земель по этой культуре. При этом подбирается статистика по урожайности и баллам оценки с-х культуры за последние 12-15 лет.
- Оптимизационная модель основана на методах математического программирования, позволяющих находить экстремальные (максимальные или минимальные) значения целевой функции по искомому перечню переменных при заданных условиях. Например, необходимо найти такие размеры сх организации (общая площадь, состав земельных угодий и размер отраслей), которые, исходя из его специализации, фондооснащенности и трудообеспеченности давали бы максимальную прибыль.

3. Виды и классы моделей, применяемые в землеустройстве.

- **Балансовая модель основана на взаимном сопоставлении имеющихся материальных, трудовых и финансовых ресурсов и потребностей в них. Под балансовой моделью следует понимать систему уравнений, которые удовлетворяют следующему требованию: соответствие наличия ресурса и его использования (модель межотраслевого баланса производства и распределения продукции в региональной экономике).**
- **Модели сетевого планирования и управления применяются при планировании и организации землеустроительных работ, при разработке планов перехода к новому составу угодий и новым севооборотам, при составлении планов реализации проекта землеустройства и авторского надзора.**

4. Требования, предъявляемые к использованию математических методов и моделей в землеустройстве.

- Сочетание при моделировании количественного и качественного анализа (выявление зависимостей и их математическое описание в виде систем переменных и ограничений).
- Разрабатываемые модели должны учитывать экономические, технологические, землеустроительные, технические и др. условия.
- Возможности моделирования жестко связаны с качеством исходной информации.
- Обязательный анализ и корректировка моделей и результатов решений.
- Максимальное упрощение модели, только в таком случае, ее можно будет модифицировать.
- Комплексное применение математических методов и моделей в проектах землеустройства.

5. Стадии экономико-математического моделирования

Процесс решения задач подразделяется на несколько стадий:

1. Математическая формулировка условий задач в виде систем неравенств и уравнений;
2. Решение задачи симплекс или распределительным методом;
 - приведение задач к канонической форме и нахождение первого варианта допустимого базисного;
 - решение задачи и проверка найденного варианта плана на оптимальность;
 - последовательное улучшение плана до получения оптимального.
3. Экономический анализ и корректировка оптимального плана.

6. Составные части экономико-математической модели.

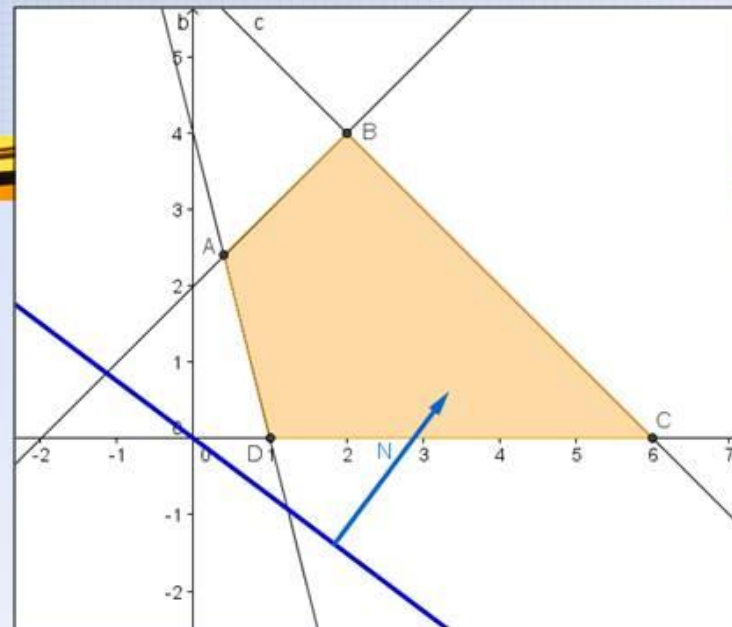
- Совокупность основных переменных, характеризующих моделируемый объект.
- Система линейных ограничений (условий), определяющая область допустимых значений основных переменных.
- Целевая функция, линейно зависящая от основных переменных и определяющая критерий оптимальности задачи.
- Требование неотрицательности основных переменных

7. Отличия допустимого решения от оптимального.

- Допустимое решение – это любой набор неотрицательных переменных, который удовлетворяет всем поставленным в задаче ограничениям.
- Оптимальное решение – допустимое решение, приводящее к экстремуму значение целевой функции.

7. Отличия допустимого решения от оптимального.

На рисунке: оптимальное решение находится в одной из вершин многоугольника решений A, B, C, D



Если задача линейного программирования имеет **оптимальное решение**, то оно **соответствует** хотя бы одной **угловой точке** многогранника решений (и совпадает с одним из допустимых базисных решений системы ограничений)

8. Виды землеустроительной информации и требования, предъявляемые к ней.

Вид информации	Содержание	Примеры
Геоинформационные данные	Сведения содержащиеся в географических и земельно-информационных системах	Вид почвы, гранулометрический состав почвы, содержание гумуса
Отчетная информация	обеспеченность объектов землеустройства земельными и другими ресурсами и выражает результаты их хозяйственной деятельности	Состав и площадь угодий, число работников, урожайность сельскохозяйственных культур
Плановая информация	Перспективные данные	Данные о планируемой структуре посевных площадей, объемы производства по договорам

8. Виды землеустроительной информации и требования, предъявляемые к ней.

Проектировочная информация	Сведения, полученные при проектировании	Площади полей севооборотов, участков пастбищеоборотов
Нормативная информация	Различные нормативы	Нормативы затрат труда, нормы семян, внесения удобрений
Корректирующая информация	Новые сведения, получаемые при реализации ЭММ	Различные
Научная информация	Результат изучения научных статей, докладов и др.	Различные

9. Понятие матрицы экономико-математической задачи

- Матрица – это специальная таблица, содержащая смысловые или кодовые обозначения функции цели, переменных и ограничений, их числовое выражение в виде конкретных коэффициентов.
- Матричная модель с прямоугольным расположением информации представляет собой обычную таблицу разной заполненностью.

Номер ограничения	Переменные				Тип ограничения	Объем ограничения
	X_1	X_2	X_j	X_n		
1	A_{11}	A_{12}	A_{1j}	A_{1n}	$=$	B_1
2	A_{21}	A_{22}	A_{2j}	A_{2n}	\leq	B_2
i	A_{i1}	A_{i2}	A_{ij}	A_{in}	\dots	B_i
m	A_{m1}	A_{m2}	A_{mj}	A_{mn}	\geq	B_m
Z	C_1	C_2	C_j	C_n	\rightarrow	Max (min)

10. Состав коэффициентов, входящих в матрицу экономико-математической задачи

1. Технико-экономические коэффициенты, означающие затраты i -го вида ресурса на единицу j -ой переменной, A_{ij} ;
2. Планируемые объемы производства и размеры хозяйственных ресурсов (земельных, материальных, денежных, трудовых), B_i ;
3. Коэффициенты целевой функции задачи (показатели стоимости продукции), C_j .