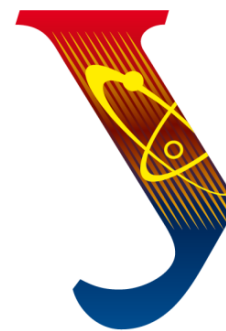




Уральский
федеральный
университет

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина



Уральский
федеральный
университет

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

**Физико-
технологический
институт**

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ФИНАНСОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА ВАРИАТИВНО-РЕГРЕССИОННЫМИ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Образовательная программа:
Информационные системы
в научно-технических и социально-
экономических технологиях

Направление: Информационные
системы и технологии 09.03.02

Студент

Дубовик Анастасия Александровна
ФТ-410008

Руководитель, доцент, к.ф.-м.н.
Кашин Илья Владимирович

АКТУАЛЬНОСТЬ

Необоснованные управленческие решения – **угроза для бизнеса**



29,3 млн
чел.

Численность занятых
в секторе МСП
от общего в РФ [1]





СУЩЕСТВУЮЩИЕ СИСТЕМЫ ФИНАНСОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ (МСП)

- ☼ Сложность восприятия без специальной подготовки
- ☼ Раскрытие конфиденциальных данных
- ☼ Отсутствие простых финансовых рекомендаций

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработать информационную систему для поддержки **финансового планирования** и формулирования действенных эффективных **рекомендаций** с целью улучшения финансовой ситуации предприятия на основе данных о продажах.

ЗАДАЧИ:

-  обзор существующих методов финансового планирования;
-  разработка моделей системы;
-  проектирование системы;
-  инженерная реализация.

ОСНОВЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Финансовое планирование — это процесс прогнозирования доходов и расходов для достижения устойчивого развития бизнеса.

Точка безубыточности — уровень продаж, при котором доходы равны расходам.

Экономические ситуации

ПРИБЫЛЬ

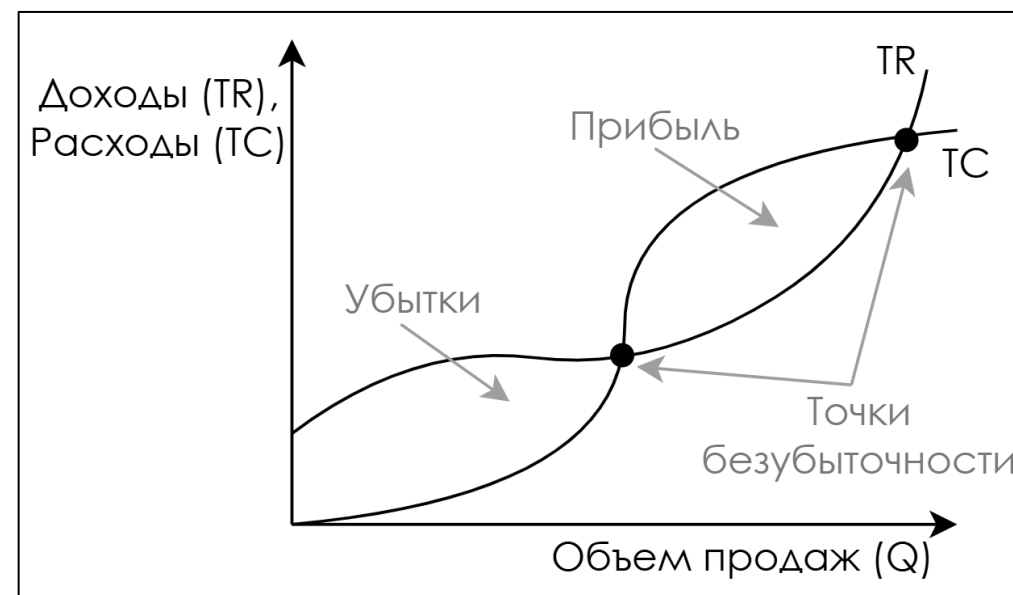
доходы > расходов

Цель: отдалиться
от точек
безубыточности, чтобы
увеличить прибыль

УБЫТОК

расходы > доходов

Цель: достичь точку
безубыточности,
чтобы выйти
в прибыль



СБОР ИНФОРМАЦИИ

Объект исследования:

ОАО «Российские железные дороги»

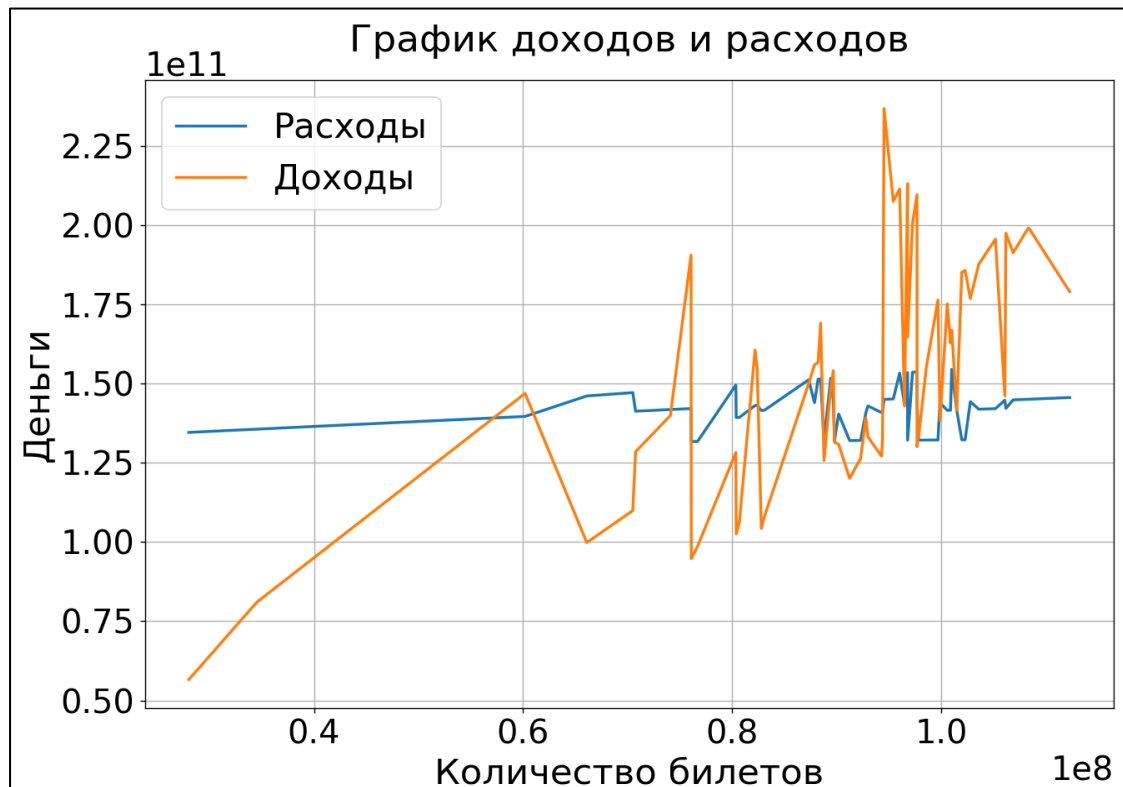
- публичная компания, которая регулярно публикует финансовую отчётность и статистику в открытых источниках.

- * Анализ безубыточности, прогнозирование продаж, анализ затрат — универсальные задачи, не зависящие от размера компании, поскольку они опираются на одинаковые базовые финансовые показатели. Данные РЖД — пример структурированной информации, удобной для тестирования. Систему можно масштабировать под любой бизнес.

Р
а
с
х
о
д
ы

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	ИСТОЧНИК
Количество проданных товаров (<u>билетов</u>) (по месяцам)	Отчеты по продажам
Изменения цен (по месяцам, в долях)	Статистика
Себестоимость (по годам)	Бухгалтерская отчетность
Коммерческие, управленческие расходы (по годам)	
Налог на прибыль (по годам)	
Выручка (доходы)	

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАННЫХ



- Линейная модель расходов:

$$\tilde{y}_t = A \cdot t + B$$

y_t - фактические расходы за год t ;

\tilde{y}_t - аппроксимированные расходы;

A, B - постоянная и переменная части;

Коэффициенты A и B :

$$A = \frac{\langle t y_t \rangle - \langle t \rangle \langle y_t \rangle}{\langle t \cdot t \rangle - \langle t \rangle \langle t \rangle}, B = \langle y_t \rangle - A \cdot \langle t \rangle$$

- Расходы по месяцам:

$$\text{Расходы}_M = \frac{B}{12} + A \cdot \frac{KT_M}{\sum_M KT_M}$$

KT_M - количество товаров за месяц

- Расчет выручки по месяцам:

$$\text{Выручка}_M = \frac{KT_M \cdot (1 + \Delta P)}{\sum KT_M \cdot (1 + \Delta P)} \cdot \text{Годовая выручка}$$

ΔP - изменение цены.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕТОДЫ

Способ финансового планирования	Частные оценки						Итог
	a	b	c	d	e	f	
Мультипликативная модель временных рядов	1	0	1	1	0	0	3
Метод экспоненциального сглаживания	1	0	1	0	1	1	4
Метод скользящих средних	1	0	1	0	1	1	4
Регрессионный метод	1	1	1	1	1	1	6
Метод Монте-Карло	1	1	1	1	0	1	5

a) возможность автоматизации метода;

b) учет множества факторов;

c) анализ текущего состояния бизнеса;

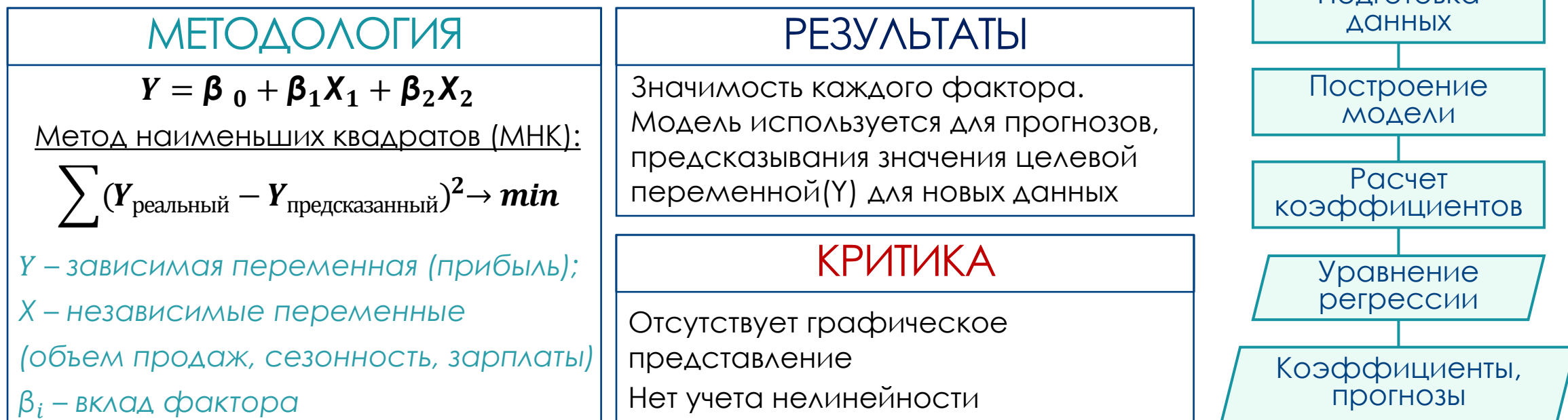
d) присутствие долгосрочных трендов (способность модели предсказывать финансовые показатели);

e) простота алгоритма (насколько метод удобен для внедрения и использования МСП без сложных вычислений);

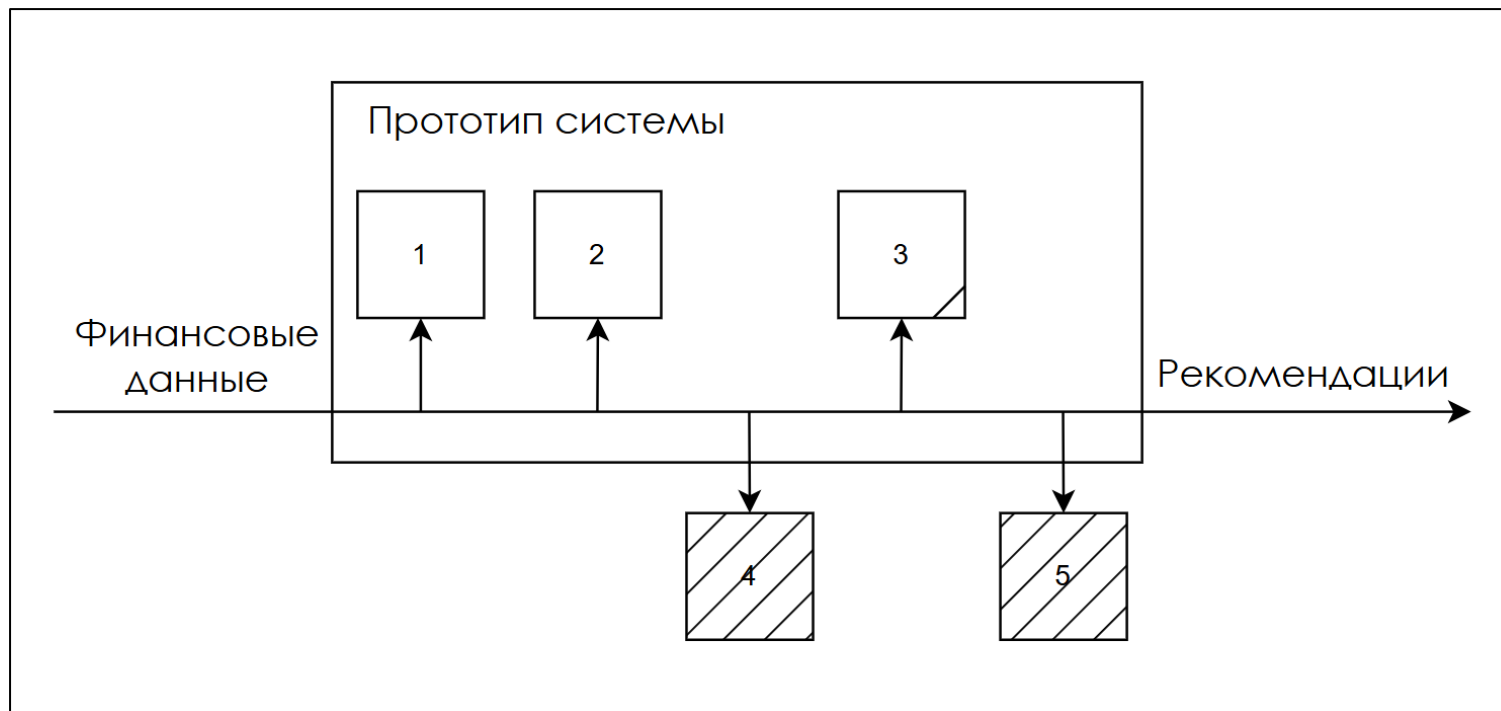
f) гибкость метода (можно адаптировать под любые данные).

ПРОТОТИП: «Множественная линейная регрессия в финансовом прогнозировании»

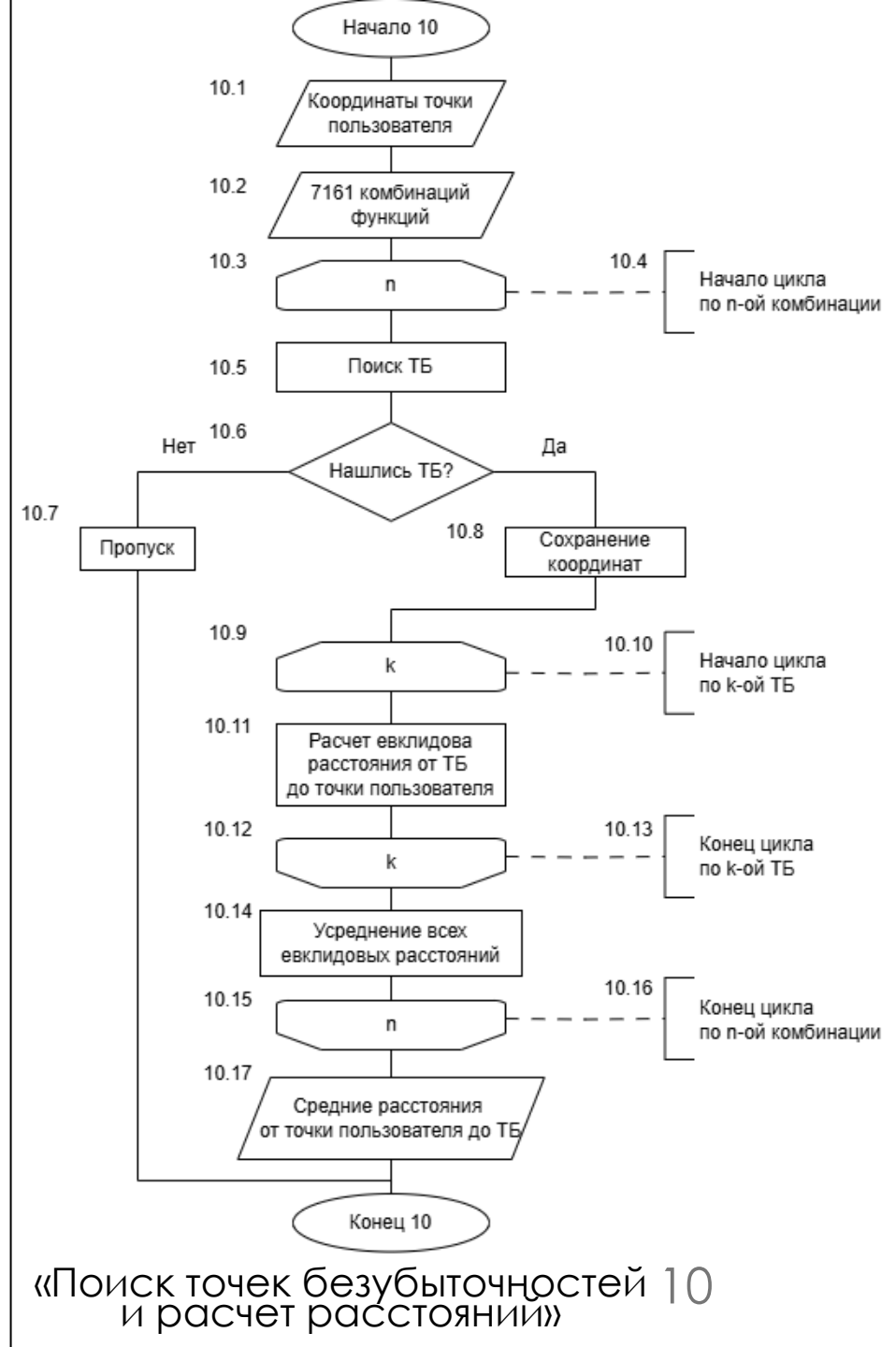
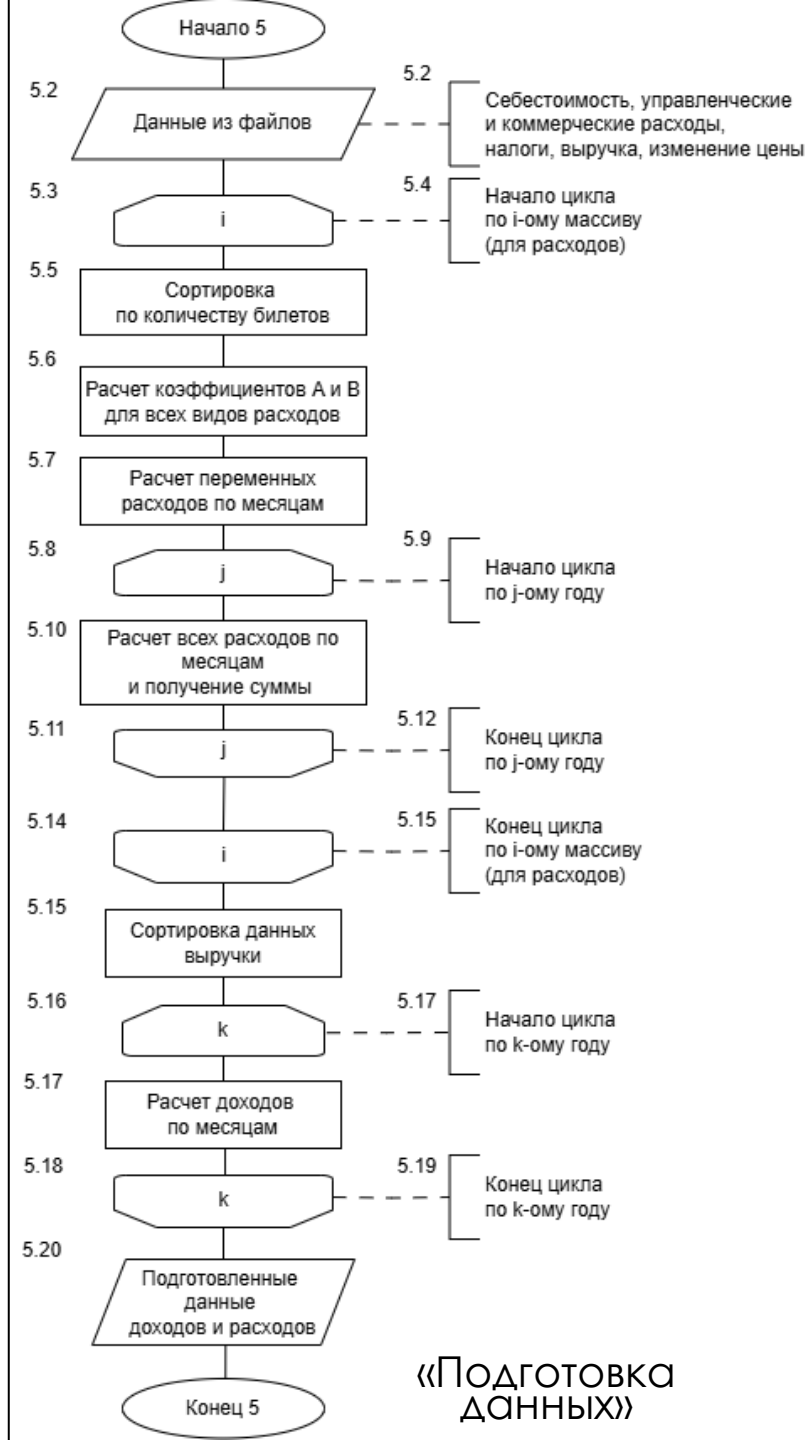
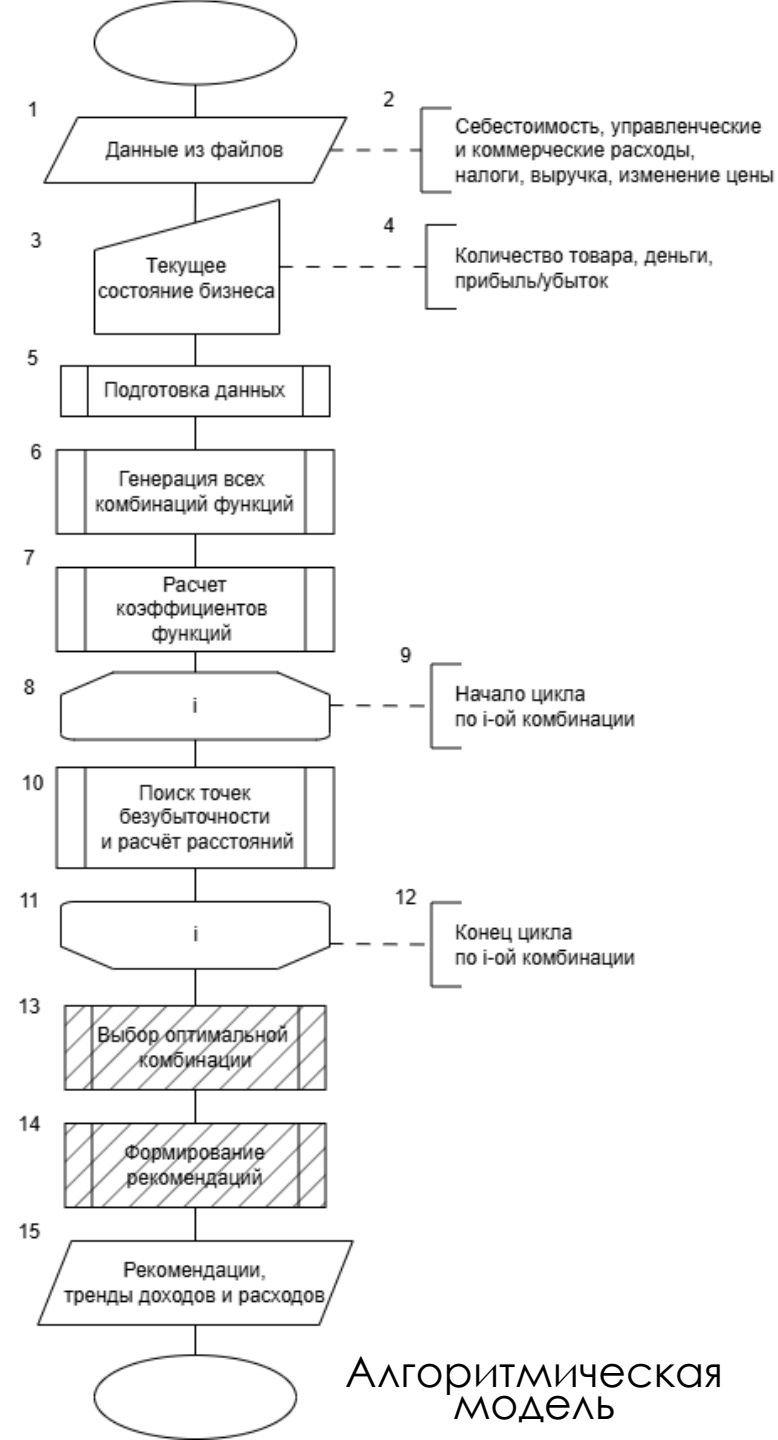
Целевой финансовый показатель можно аппроксимировать линейной функцией от нескольких факторов, и изменение каждого из них оказывает независимое влияние на результат.

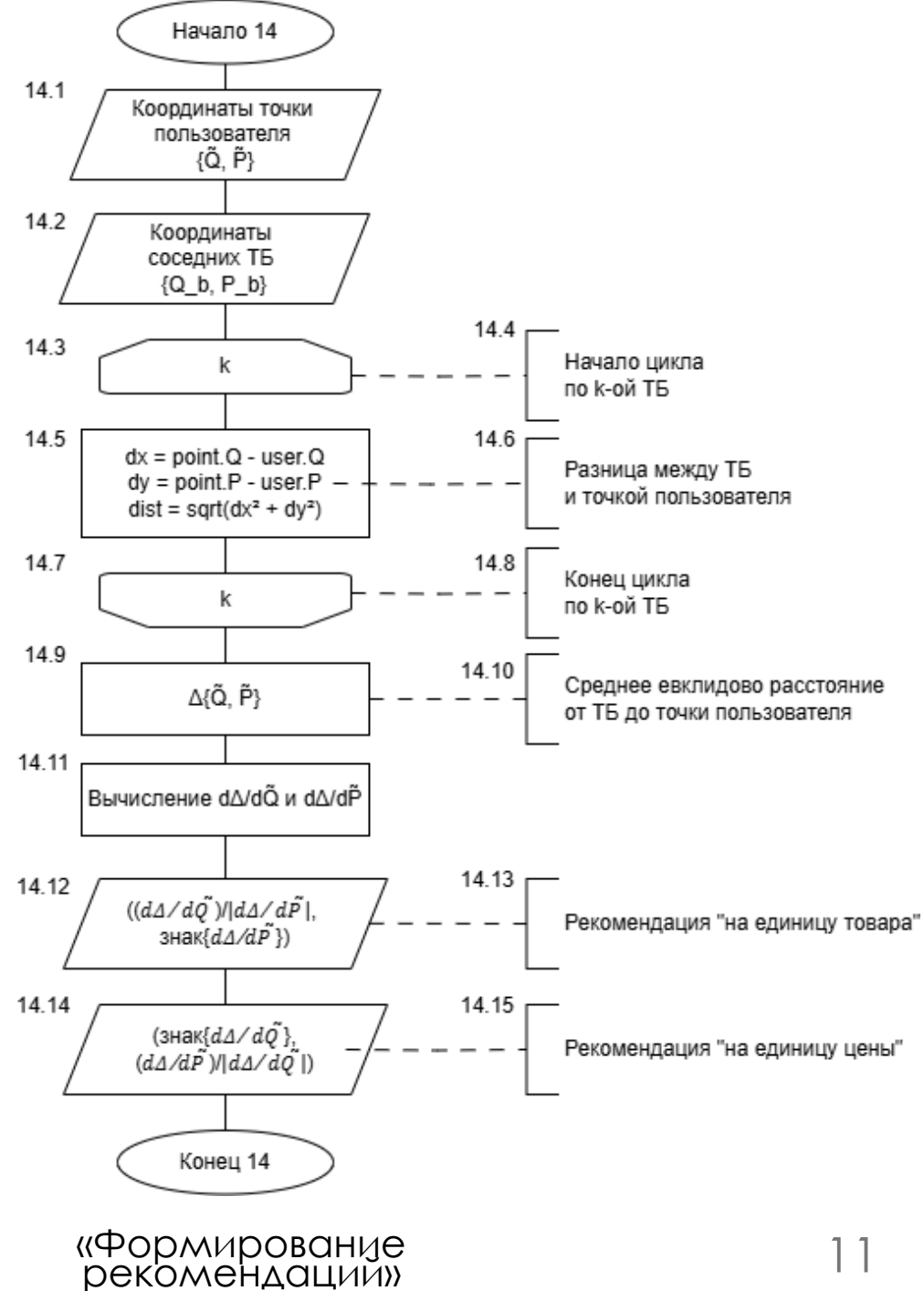
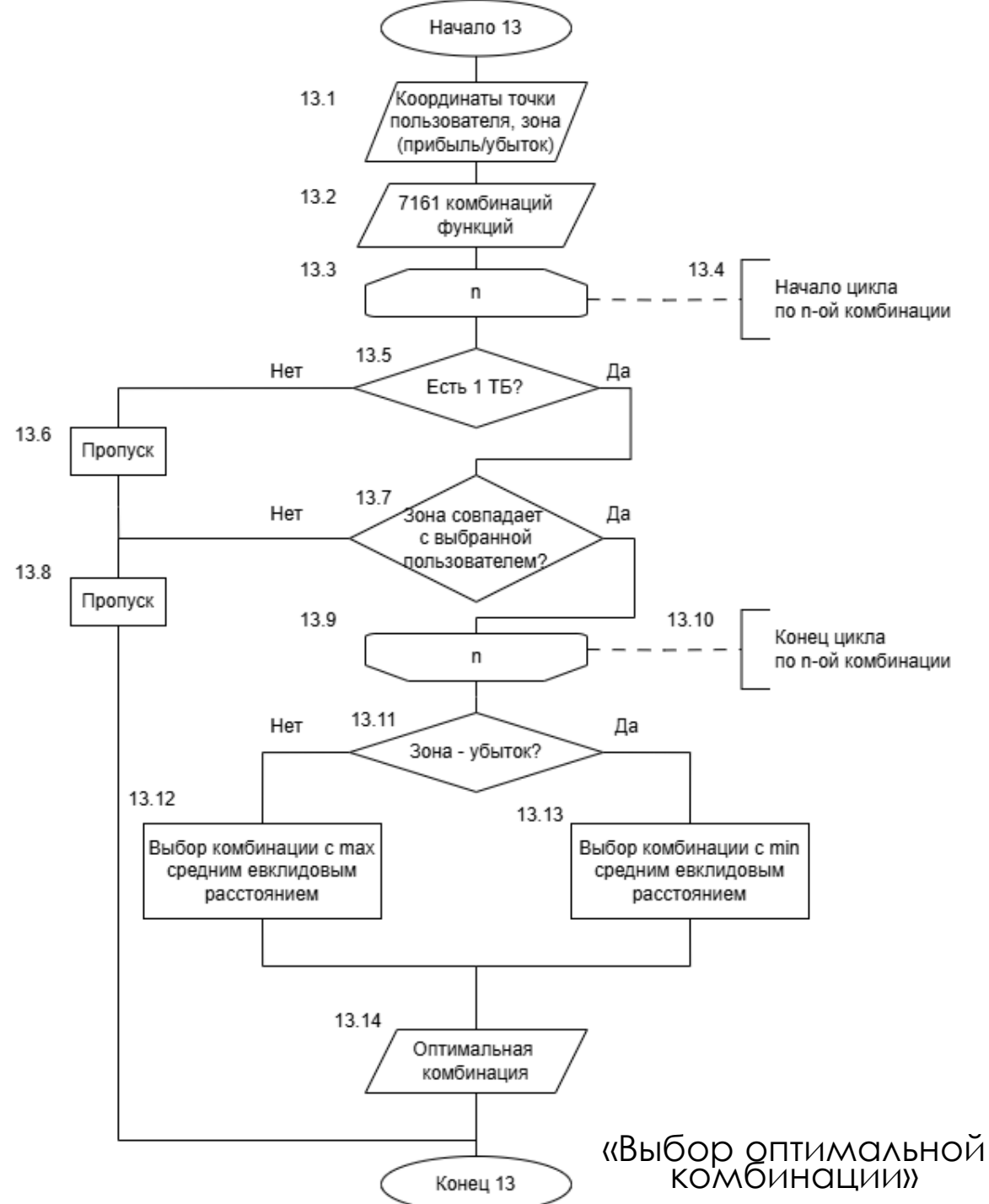


СИСТЕМНО-СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДЛАГАЕМОГО РЕШЕНИЯ



- 1** – загрузка и обработка данных
- 2** – регрессионный анализ
- 3** – прогнозирование
- 4** – оптимизационный метод
- 5** – формирование рекомендаций





ПРОЕКТИРОВАНИЕ

ВНЕШНЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	ВНУТРЕННЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
<ul style="list-style-type: none">• Разработка технического задания (документация цели, требований и ожидаемых результатов)• Описание интерфейса пользователя• Требования к данным• Функциональные требования	<p><u>Подсистемы:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• загрузка и обработка данных• регрессионный анализ• оптимизационный метод• формирование рекомендаций <p><u>Выбор технологий:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Visual Studio 2022• C++• Windows Forms для интерфейса

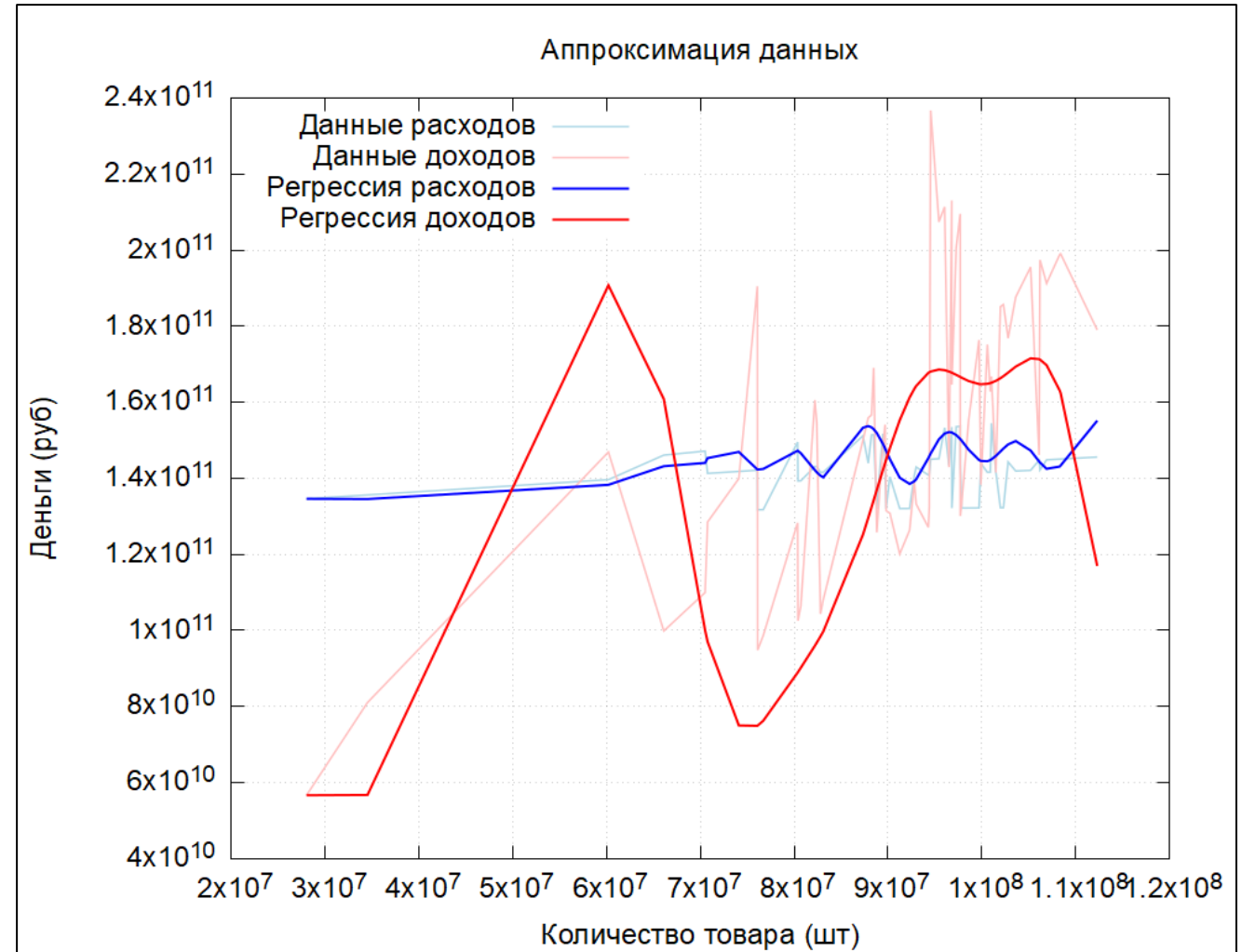
Определяет взаимодействие системы
с пользователем

Описывает реализацию системы
на основе моделей

РЕГРЕССИОННЫЙ МЕТОД


Аппроксимация данных
(доходов и расходов)

Кривые представляются
в виде совокупности базисных
функций, которые описывают
линейный, нелинейный рост
и колебания различного рода



МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ


Цель: найти наилучшую аппроксимирующую функцию $y(t)$ для заданного набора данных, минимизирующую ошибку предсказания



$$y(t) = \sum_{i=1}^n c_i \cdot f_i(t)$$


$y(t)$ – целевая функция;
 $f_i(t)$ – базисные функции;
 c_i – искомые коэффициенты.


линейный,
 нелинейный
 рост
 колебания


 Ошибка предсказания:

$$E = \sum [y(t) - x(t)]^2$$


$x(t)$ – реальные данные;
 (деньги от количества товара).


 Частные производные по c_i приравниваются к нулю



$$M \cdot A = b$$

M – матрица средних от произведений функций;
 A – вектор искомых коэффициентов;
 b – вектор средних от произведений $x(t)$ на каждую функцию c_i .



$$A = M^{-1} \cdot b$$

ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ МЕТОД

- ☀ Включение и выключение в комбинации различных базисных функций приводят к принципиально разным регрессионным кривым.
- ☀ Для нахождения оптимальной комбинации перебираются все варианты.

☀ **Общее количество комбинаций**

Всего функций: 10 для доходов, 3 для расходов.

$2^{10} - 1 = 1024 - 1 = 1023$ – количество непустых подмножеств функций для ДОХОДОВ;

$2^3 - 1 = 8 - 1 = 7$ – количество непустых подмножеств функций для расходов;

$1023 \cdot 7 = 7161$ – всего комбинаций перебора функций.

ОПТИМИЗАЦИОННЫЙ МЕТОД

Перебор всех комбинаций базисных функций и поиск оптимальной пары

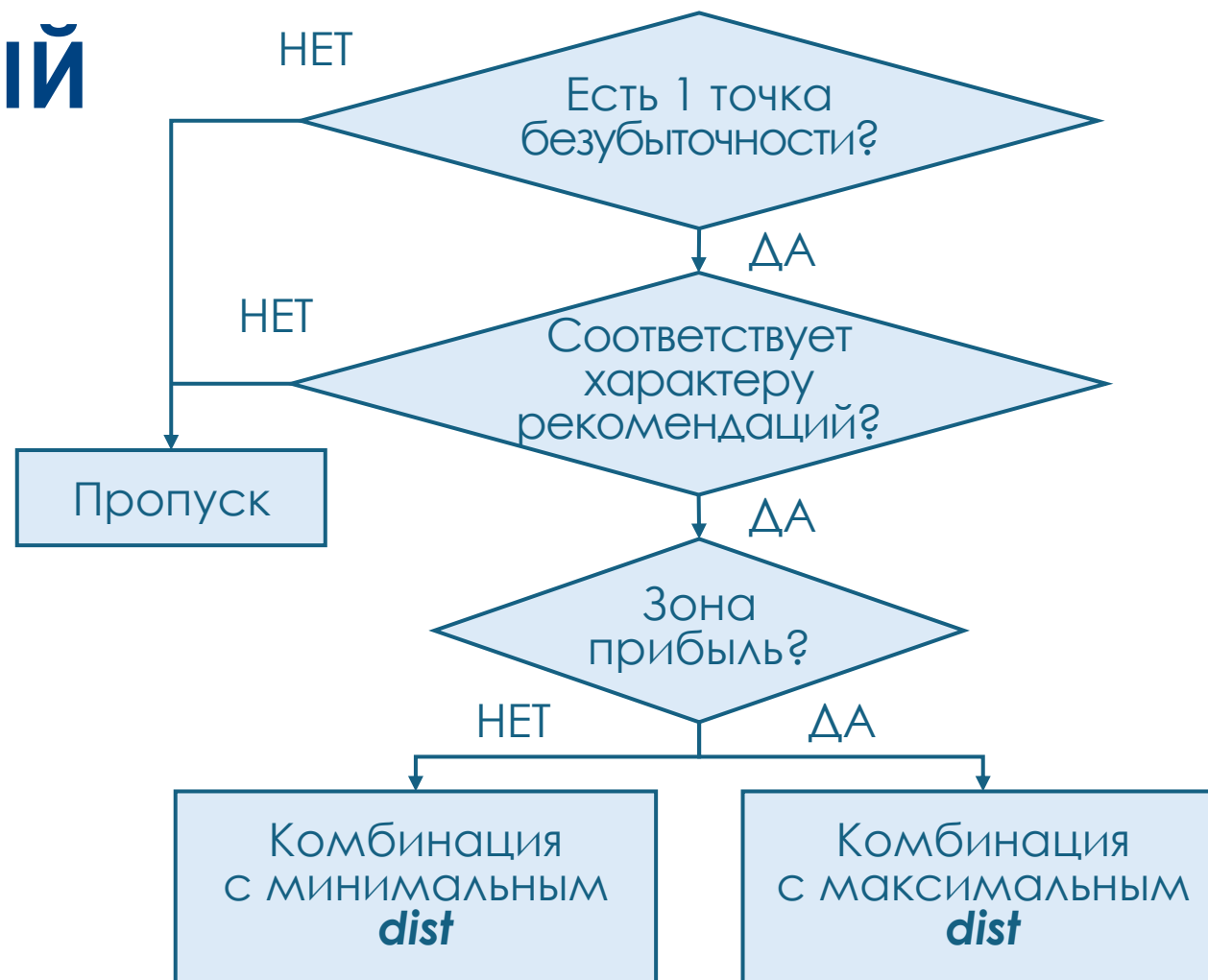
Евклидово расстояние:

$$dist = \frac{1}{B} \sum_b \sqrt{(Q_B - \tilde{Q})^2 + (P_B - \tilde{P})^2}$$

B – количество ТБ;

$\{Q_b; P_b\}_{b=1...B}$ – координаты точек безубыточности;

$\{\tilde{Q}, \tilde{P}\}$ – координаты запроса (текущее состояние бизнеса).



РАСЧЕТ ГРАДИЕНТА

Найденная лучшая комбинация является основой для формирования рекомендаций, которые формулируются на основе градиента.

В зависимости от экономической ситуации, **рекомендация** – это направление движения в плоскости «цена и количество товара» относительно точки запроса;

Градиент или антиградиент указывают оптимальное направление — либо от точек безубыточности, либо к ним.

ФОРМИРОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ

«На единицу товара»

$$\left(\frac{\frac{d\Delta}{d\tilde{Q}}}{\left| \frac{d\Delta}{d\tilde{P}} \right|}, \text{знак} \left\{ \frac{d\Delta}{d\tilde{P}} \right\} \right)$$

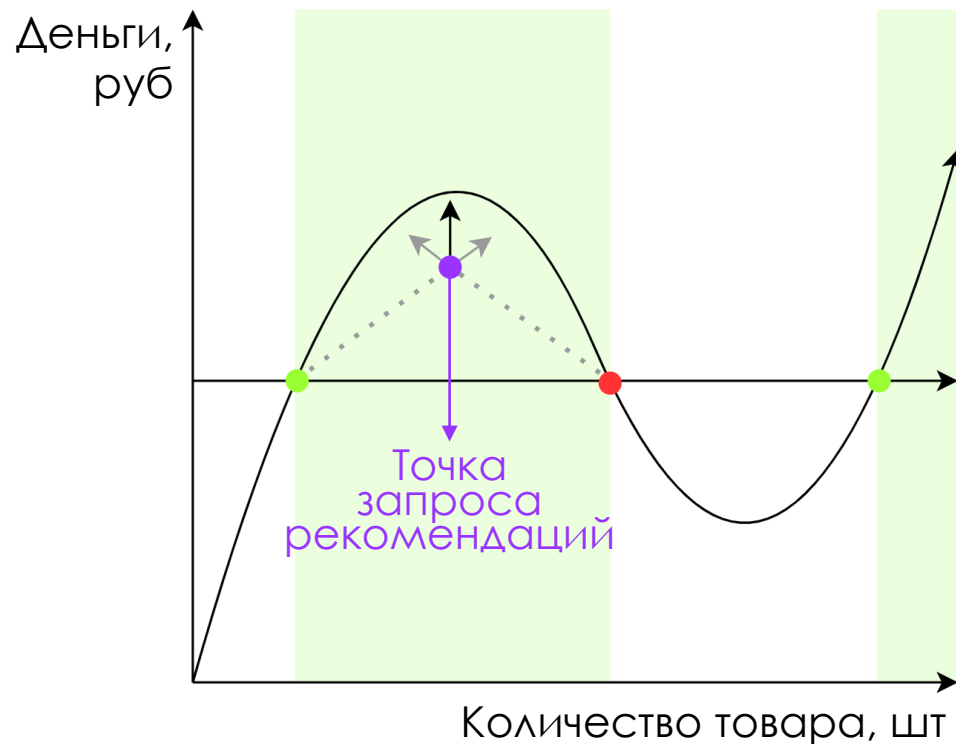
«На единицу цены»

$$\left(\text{знак} \left\{ \frac{d\Delta}{d\tilde{Q}} \right\}, \frac{\frac{d\Delta}{d\tilde{P}}}{\left| \frac{d\Delta}{d\tilde{Q}} \right|} \right)$$

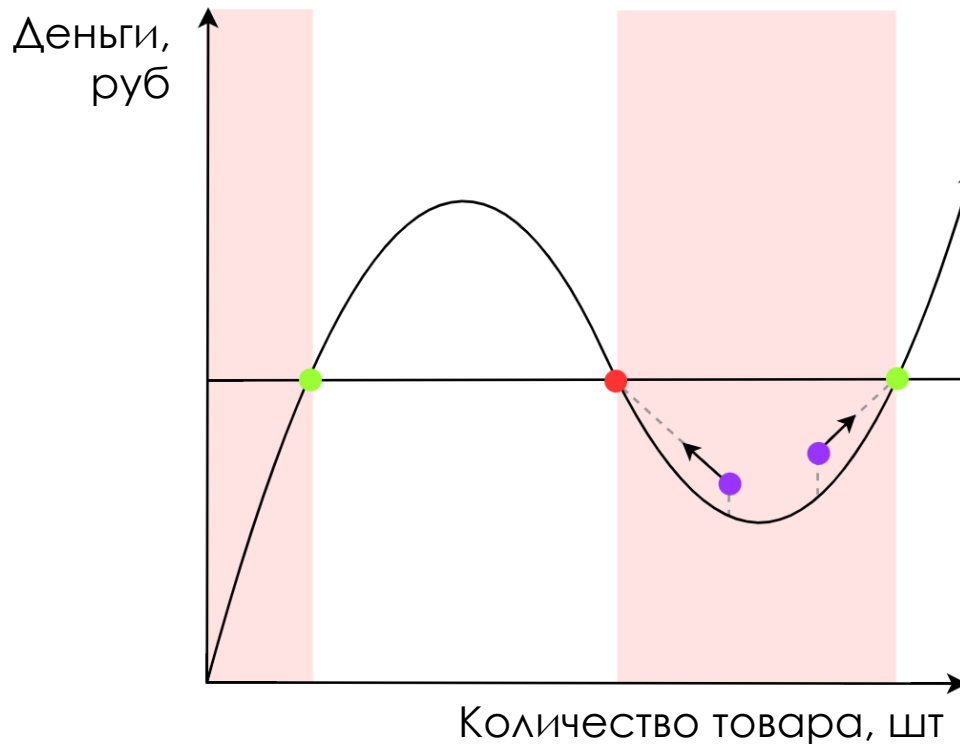
Δ – среднее расстояние
до соседних точек
безубыточностей

ФОРМИРОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ

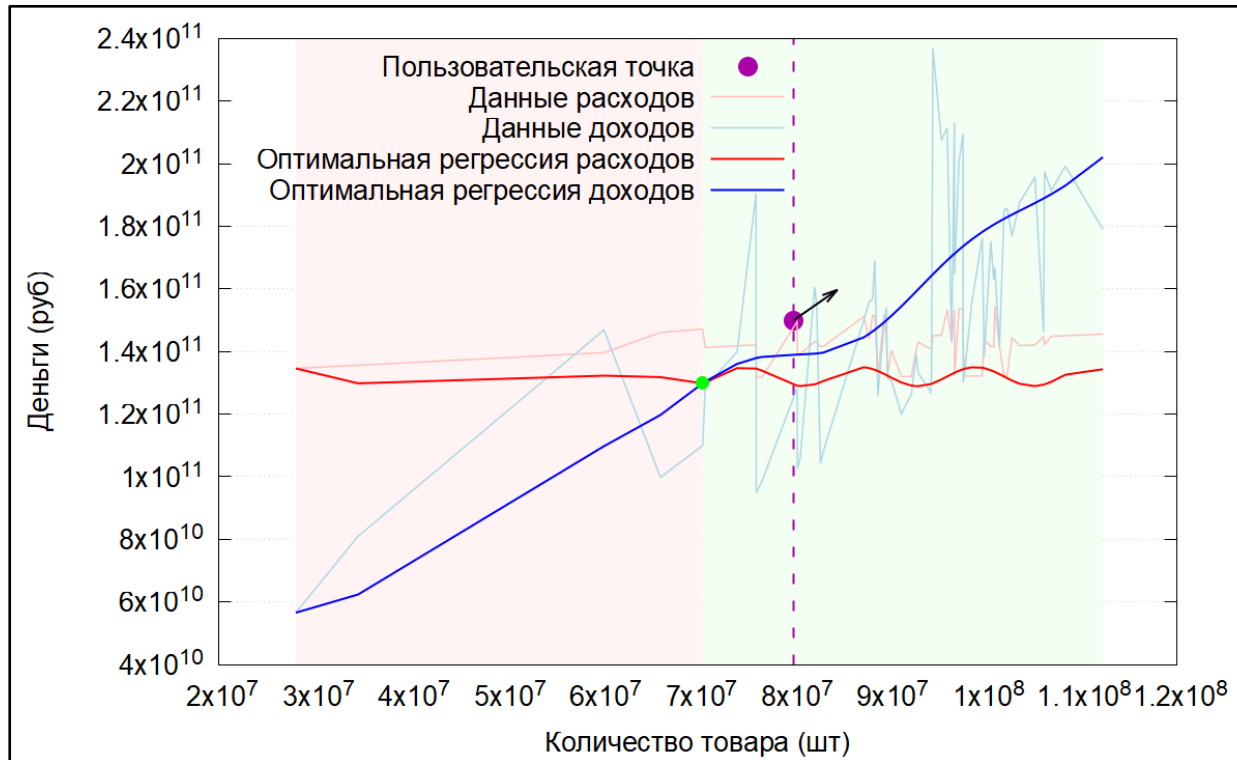
Направление градиента
если зона – **прибыль**



Направление градиента,
если зона – **убыток**



РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ СИСТЕМЫ



Пример работы системы (зона – прибыль)

Оптимальная комбинация:
Функции: E: e3 | R: r2, r6, r7
Количество Т.Б.: 1

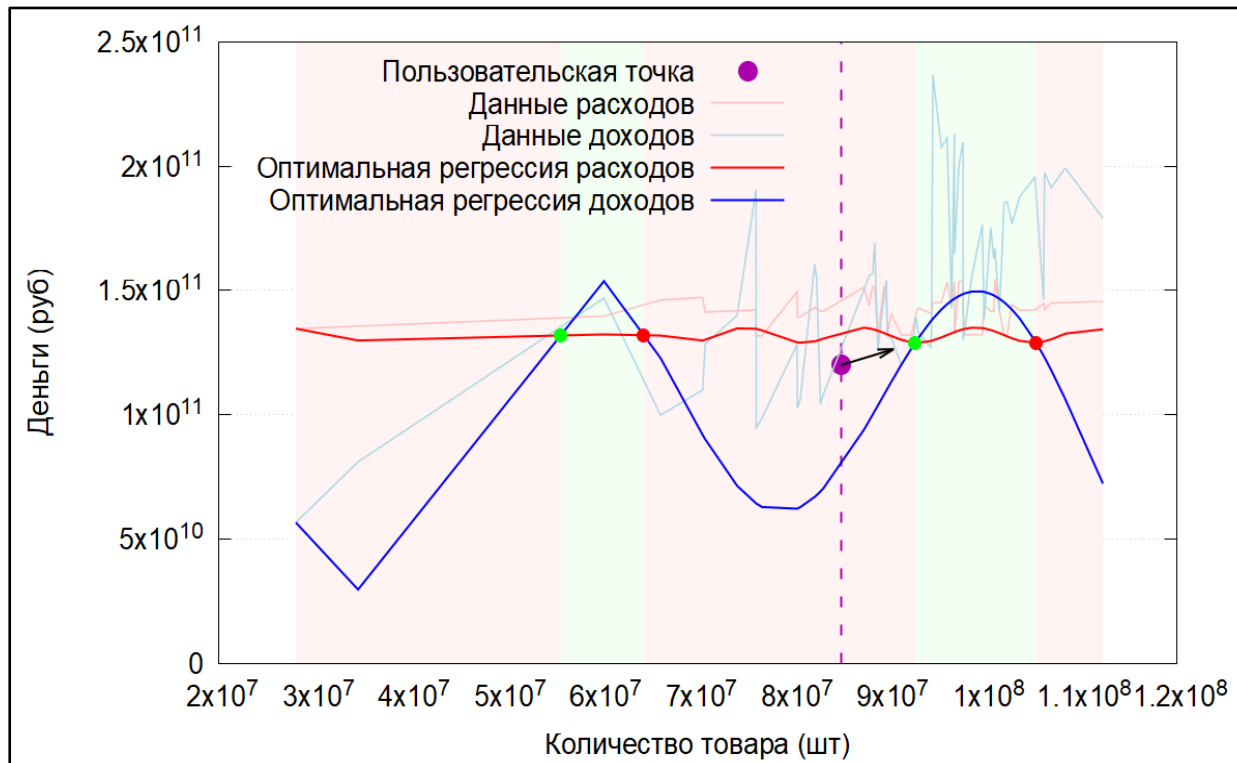
Рекомендации:

1. На единицу товара: (0.000470912, +1)
При изменении количества товара:
Если увеличить количество на 1 единицу, цену нужно увеличить на 0.000470912 руб.

2. На единицу цены: (2123.54, +1)
При изменении цены:
Если увеличить цену на 1 рубль, количество товара нужно увеличить на 2123.54 единиц

Рекомендации

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ СИСТЕМЫ



Пример работы системы (зона – убыток)

Оптимальная комбинация:
Функции: E: e3 | R: r4, r5, r10
Количество Т.Б.: 4




Рекомендации:

1. На единицу товара: (18926, -1)
При изменении количества товара:
Если увеличить количество на 1 единицу, цену нужно уменьшить на 18926 руб.
2. На единицу цены: (5.28373e-05, +1)
При изменении цены:
Если уменьшить цену на 1 рубль, количество товара нужно увеличить на 5.28373e-05 единиц.

Рекомендации

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная система способствует поддержке устойчивого развития МСП.

-  Формулирует понятные практические рекомендации, адаптированные под текущее состояние бизнеса.
-  Визуализирует результаты, делая анализ доступным для пользователей без специальной подготовки.
-  Не требует конфиденциальной информации, используя только открытую бухгалтерскую отчетность и статистические данные.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная система прошла испытания и будет внедрена в практическую деятельность для поддержки финансового планирования ключевого вида деятельности предприятия ООО «Стройтэкпроект».

Работа была апробирована на XII Международной молодежной научной конференции **«Физика. Технологии. Инновации. ФТИ-2025»** в формате стендового доклада и был опубликован тезис.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

ООО «Стройтэкпроект»


«2» июня 2025 г.

АКТ

о внедрении результатов выпускной квалификационной работы

Настоящим подтверждается, что результаты выпускной квалификационной работы на тему: «Информационная поддержка финансового планирования малого и среднего бизнеса вариативно-регрессионными методами машинного обучения», выполненной обучающейся ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению 09.03.02 «Информационные системы и технологии» Дубовик Анастасией Александровной внедрены в практическую деятельность ООО «Стройтэкпроект» и используются для финансового планирования ключевого вида деятельности предприятия.

Заместитель директора





УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

ООО «Стройтэкпроект»


«2» июня 2025 г.

АКТ

испытания программного обеспечения

«Системы информационной поддержки финансового планирования»

Комиссия в составе:

1. Коновалов О.В. Заместитель директора – председатель комиссии;
2. Калимулин Т.Р. Специалист по информационному моделированию – член комиссии;
3. Новиков С.О. Специалист по информационному моделированию – член комиссии;

провела испытания программного обеспечения, разработанного в рамках выпускной квалификационной работы на тему: «Информационная поддержка финансового планирования малого и среднего бизнеса вариативно-регрессионными методами машинного обучения».

Цель испытаний:

Проверка функциональности, корректности работы и соответствия системы заявленным требованиям.


Условия испытаний:

1. Аппаратная платформа: ПК с ОС Windows 10/11, процессор Intel Core i5, 8 ГБ ОЗУ.
2. Входные данные: Бухгалтерский баланс, Отчет о финансовых результатах, Отчет о движении денежных средств, иные частные финансовые показатели.

Заключение комиссии:

Система прошла испытания успешно. Функциональность, производительность и надежность соответствуют заявленным характеристикам. Программное обеспечение готово к внедрению в практическую деятельность для поддержки финансового планирования ключевого вида деятельности предприятия.











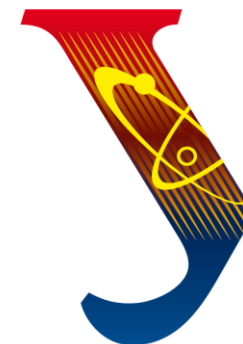






**Уральский
федеральный
университет**

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина



**Уральский
федеральный
университет**

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

**Физико-
технологический
институт**

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

ФУНКЦИИ

e_i - функции для расходов

r_i - функции для доходов

Функция	Описание
$e_1(t) = \log(t + 1)$	логарифмический рост
$e_2(t) = \cos\left(\frac{2\pi t}{8\,000\,000}\right)$	косинусоида (колебания)
$e_3(t) = \sin\left(\frac{2\pi t}{10\,000\,000}\right)$	синусоида (колебания)

Функция	Описание
$r_1(t) = \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t}{15\,000\,000}\right)$	логарифмический рост
$r_2(t) = \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t}{23\,000\,000}\right)$	косинусоида (колебания)
$r_3(t) = t^2$	синусоида (колебания)
$r_4(t) = \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t}{50\,000\,000}\right)$	синусоидальная функция
$r_5(t) = t^{1.5} + 10^4 \cdot t \cdot \sin\left(\frac{t}{10^6}\right)$	степенная и сигмоидальная
$r_6(t) = t^{1.5} + 10^4 \cdot t \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t}{5 \cdot 10^6}\right)$	степенная и сигмоидальная
$r_7(t) = t$	линейная функция
$r_8(t) = t^{1.2} \cdot (1 + 0.3 \cdot \sin\left(\frac{t}{30 \cdot 10^6}\right))$	степенная с модуляцией
$r_9(t) = 10^{-8} \cdot t^3 + 10^3 \cdot t \cdot \sin\left(\frac{t}{10^6}\right)$	кубическая, синусоида
$r_{10}(t) = 1 + 0.5 \cdot \sin\left(\frac{2\pi t}{45 \cdot 10^6}\right)$	гармоническая функция