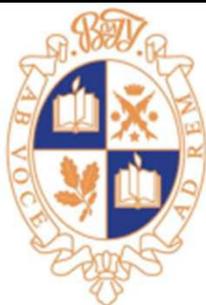


ВОЛГОГРАДСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ



VOLGOGRAD  
STATE  
UNIVERSITY

Конкурентоспособная Россия: экономико-  
правовое регулирование инвестиционной  
деятельности в цифровую эпоху

Международная научно-практическая конференция  
памяти Заслуженного деятеля науки РФ  
Олега Васильевича Иншакова (1952-2018)

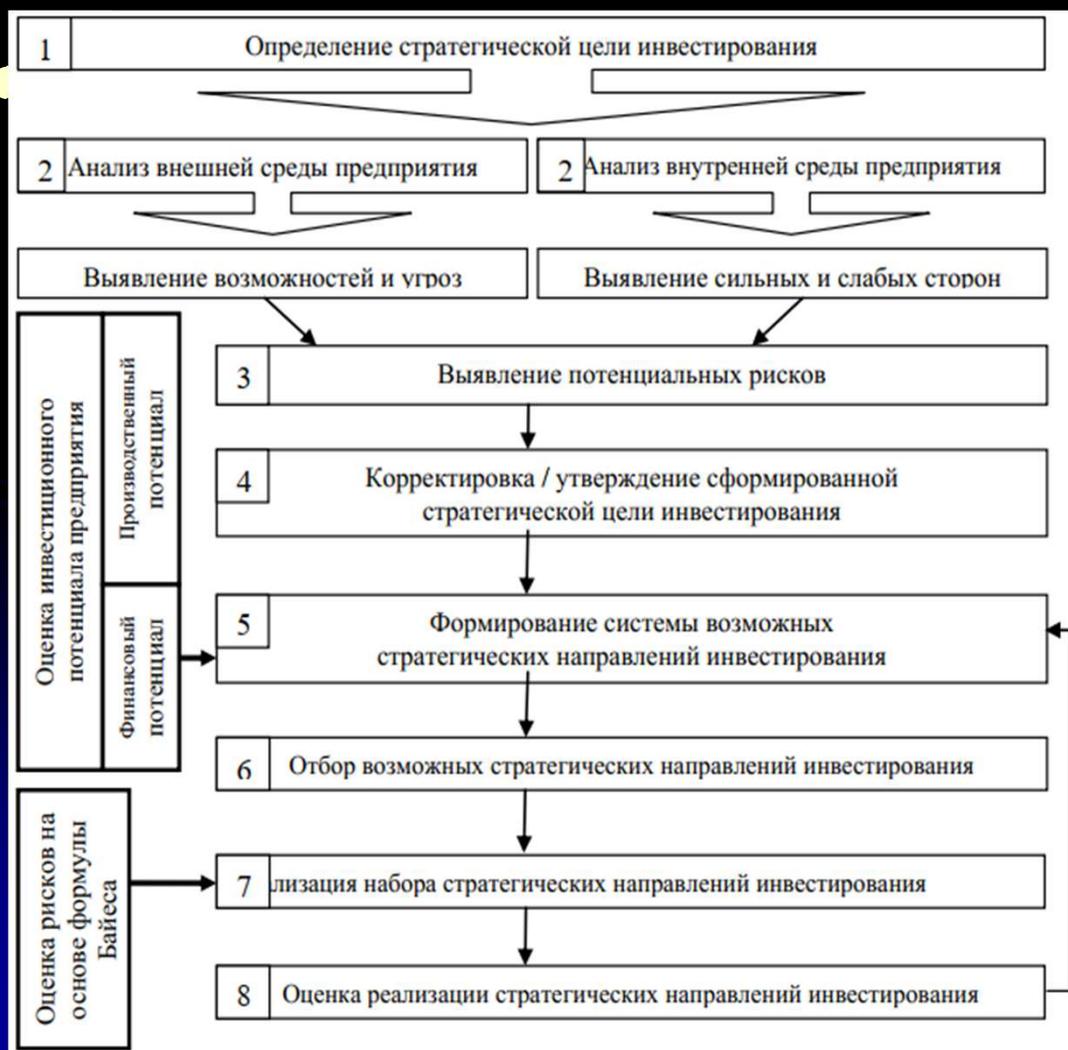
# Адаптация эволюционно-генетических алгоритмов для оптимизации параметров инвестиционных проектов в условиях цифровой трансформации

Проф. Рогачев Алексей Фруминович

28 июня 2024 г.

Волгоград, Россия

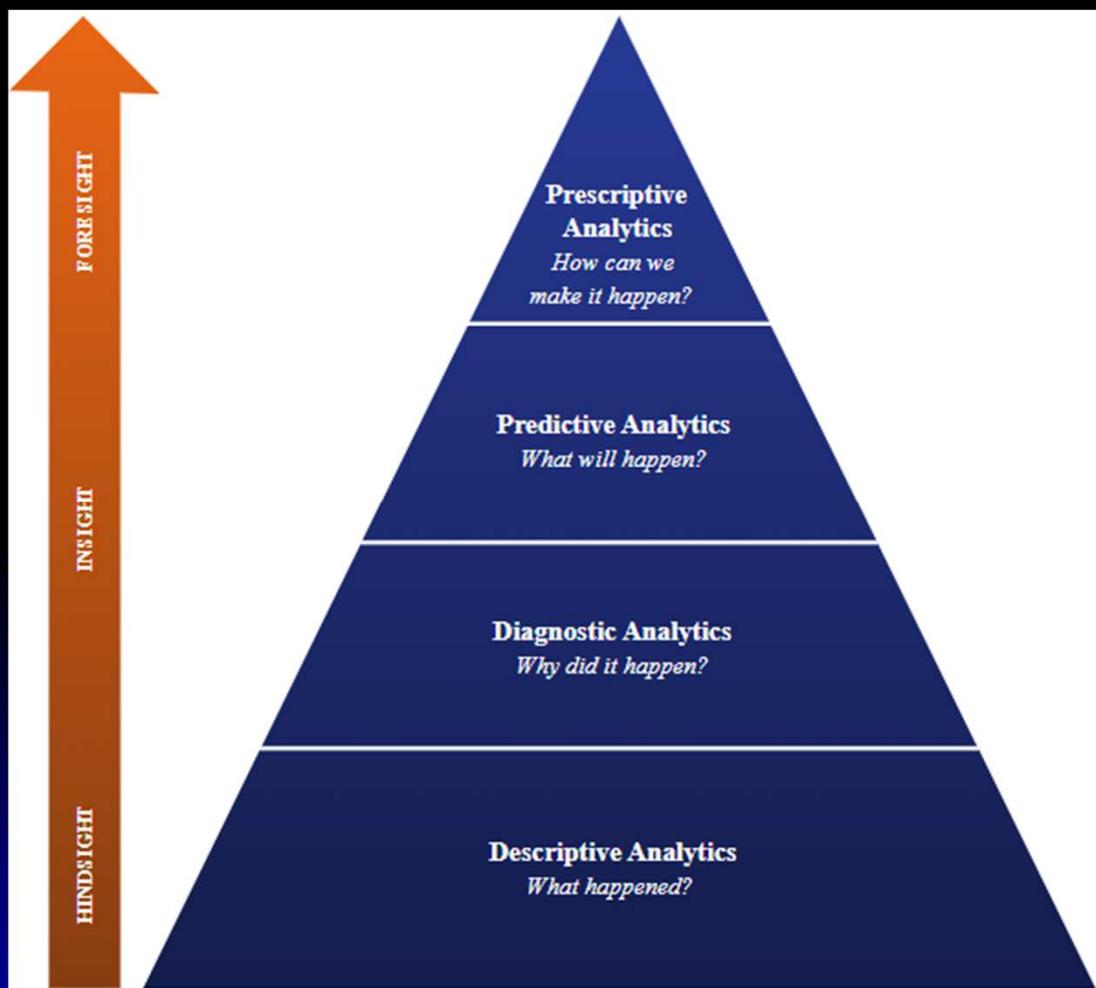
# Инвестиционная стратегия на примере нефтеперерабатывающей отрасли



Инвестиционная деятельность является залогом успешного функционирования как любого предприятия, так и страны в целом. Инвестиционная деятельность не должна сводиться только к удовлетворению инвестиционных потребностей, связанных с необходимостью замены выбывших активов, но и должна ориентироваться на эффективное вложение средств [2].

В таких условиях действенным инструментом управления инвестиционной деятельностью является оптимизация параметров инвестиционной стратегии.

# Пирамида аналитических методов

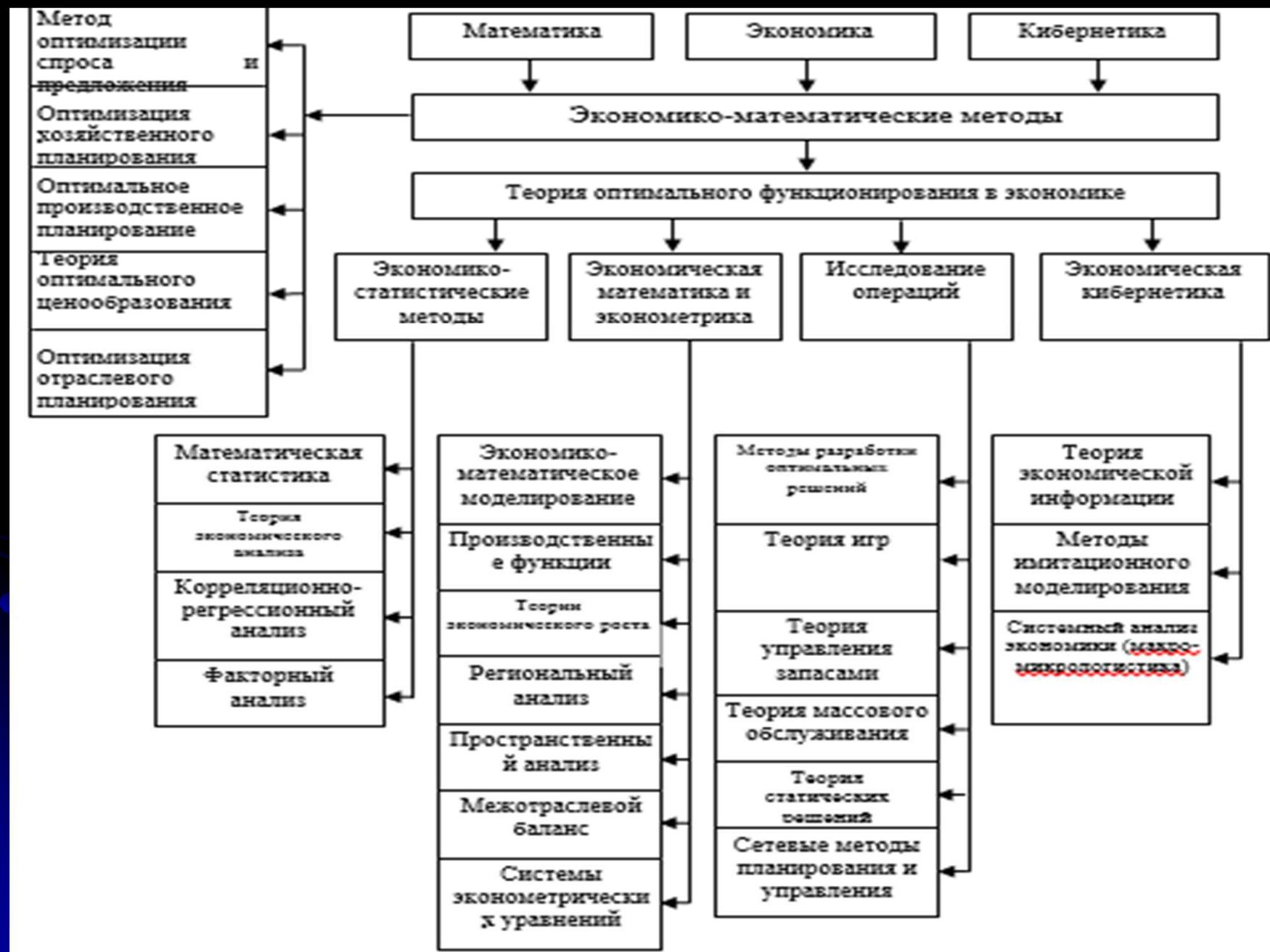


## Виды аналитики:

- **Описательная** аналитика (Что произошло?)
- **Диагностическая** аналитика (Почему так произошло?)
- **Прогнозная** аналитика (Что произойдет?)
- **Предписывающая** (prescriptive) аналитика (Как мы можем это обеспечить?)

**Предписывающая** использует методы моделирования:  
- стохастические и Монте-Карло,  
- машинное обучение и ИИ,  
генетические алгоритмы

# Основные экономико-математические методы

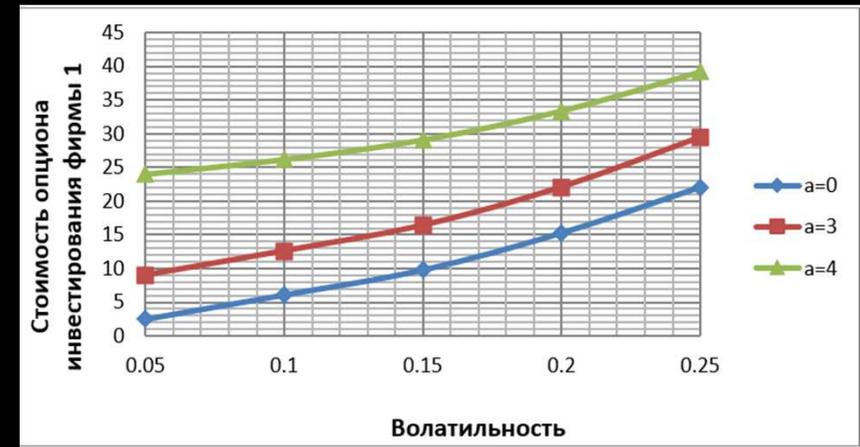


# Стохастическая модель инвестиционного проекта

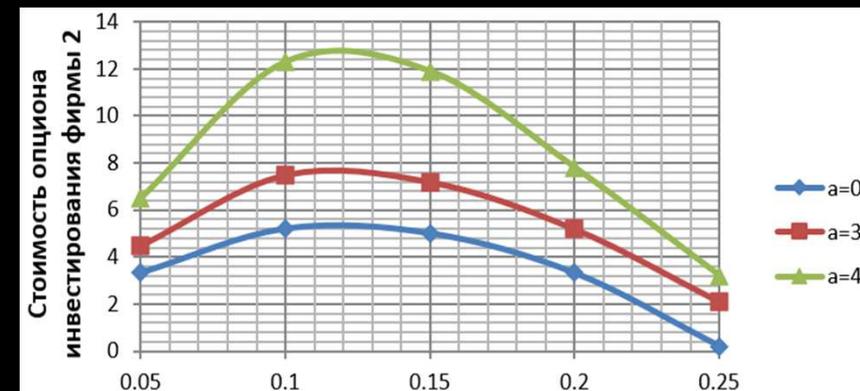
Дифференциальное уравнение, стохастически моделирующее прибыль инвестиционного проекта

$$dx(t) = \alpha x(t)dt + \sigma x(t)dw(t)$$

где  $x$  - прибыль в расчете на потребителя,  
 $\alpha$  - детерминированная тенденция (трендовая составляющая),  
 $\sigma$  - волатильность (мгновенное среднее квадратическое отклонение) прибыли,  
 $dw$  - приращение винеровского случайного процесса



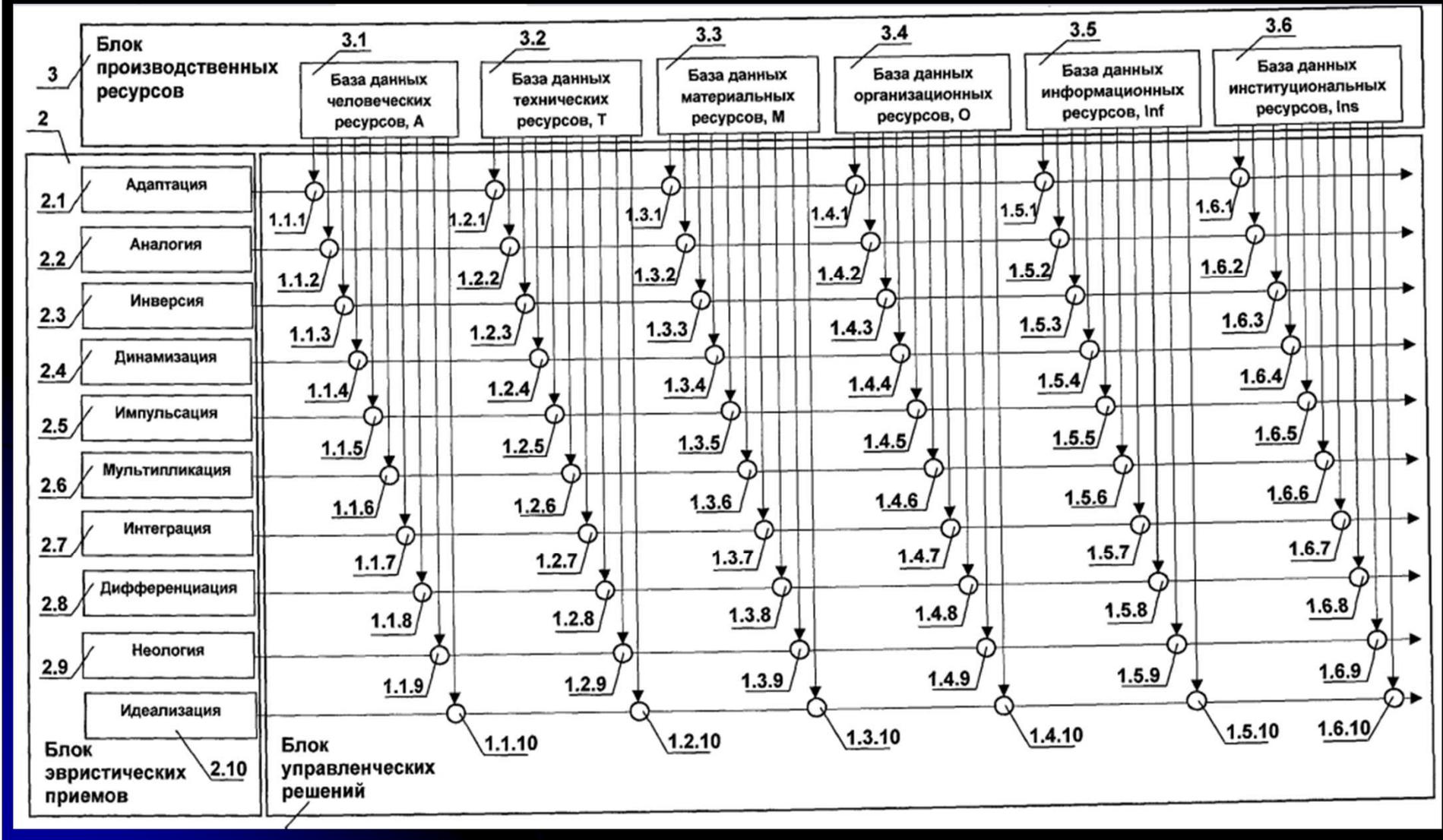
Величина опциона инвестирования фирмы 1



Величина опциона инвестирования фирмы 2

# УСТРОЙСТВО ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

(Иншаков О.В., патент RU № 115103)



# Структура и взаимосвязь методов оптимизации инвестиционных проектов



# Обобщенная схема генетического алгоритма



# БАЗОВАЯ СТРУКТУРА ГА



1. Создание начальной популяции

2. Вычисление функции приспособленности

3. Применение генетических операторов

- Отбор особей;
- Скрещивание (кроссоверинг);
- Мутация

4. Проверка условия останова

5. Вывод результатов оптимизации

# Исследование ГА на тестовой задаче **OneMAX**

хромосома



гены

$$fitness = \sum_{i=0}^{N-1} individ[i]$$

Популяция:



...



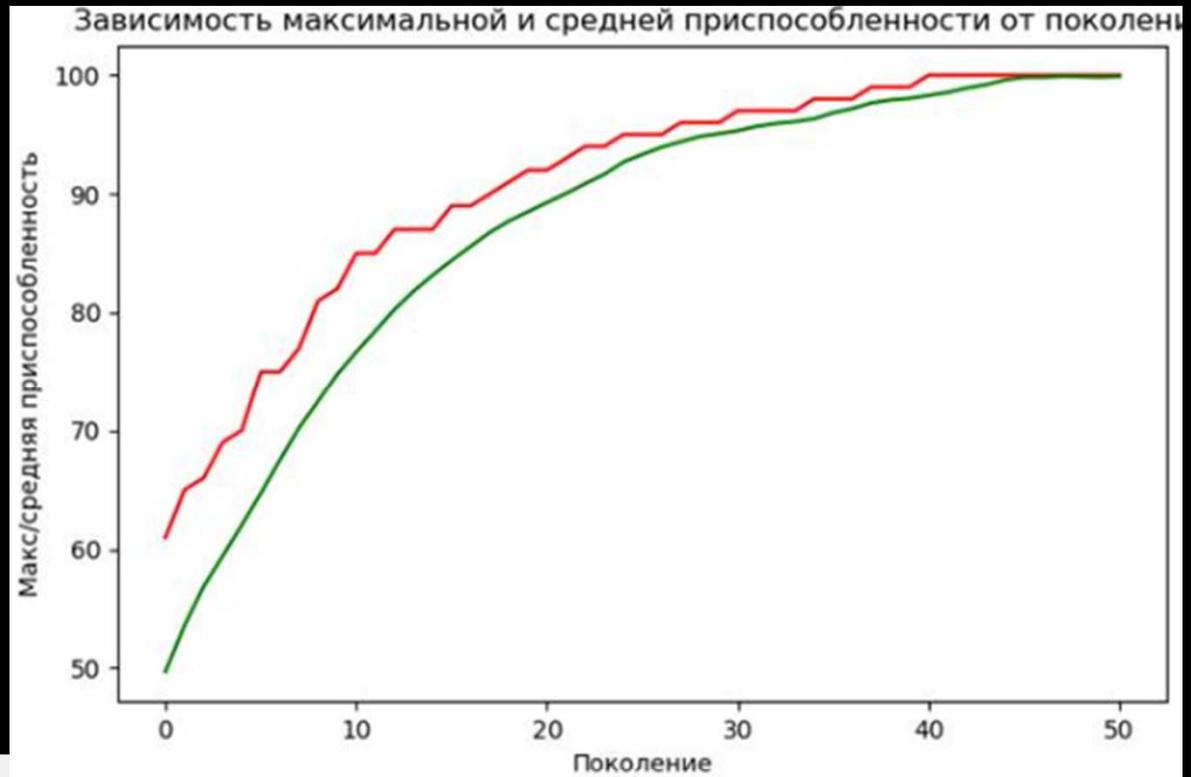
N - число особей (размер популяции)

best\_ind:



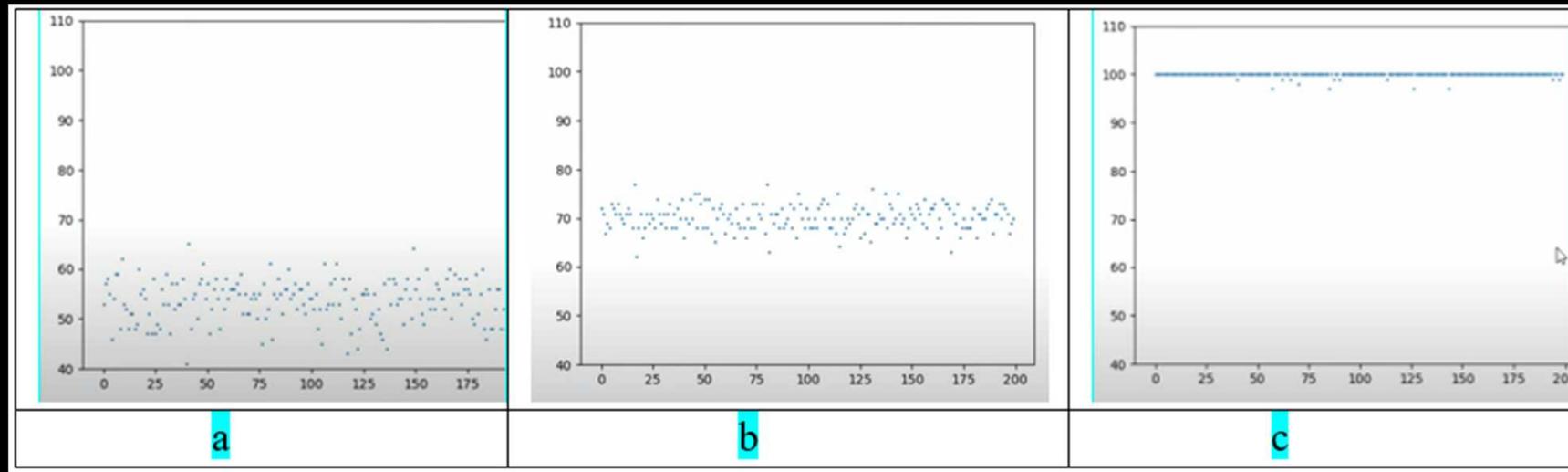
# Визуализация процедуры решения ГА

Зависимость  
максимального и  
среднего значения  
функции  
приспособленности  
от номера эпохи  
обучения ГА

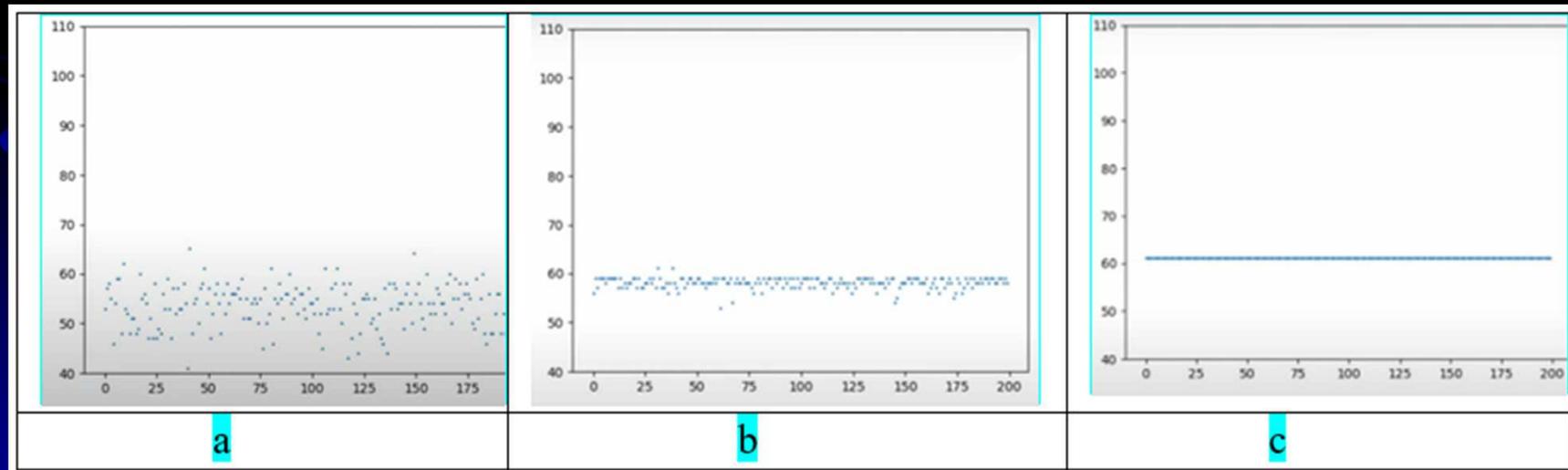


```
plt.plot(maxFitnessValues, color='red')
plt.plot(meanFitnessValues, color='green')
plt.xlabel('Поколение')
plt.ylabel('Макс/средняя приспособленность')
plt.title('Зависимость максимальной и средней
plt.show()
```

# Влияние структуры и параметров ГА



Фазы поиска максимума тестовой задачи OneMax: a)  $n = 5$ ; b)  $n = 25$ ; c)  $n = 50$



Применением только генетического оператора отбора (без скрещивания и мутации)

# Методы модификации базовых ГА

**1. Масштабирование приспособленности при отборе** - обеспечивает разнообразие популяции и ускоряет сходимость ГА.

$$f^* = a \cdot f + b$$

$$\begin{cases} a \cdot f_{\min} + b = d_{\min} \\ a \cdot f_{\max} + b = d_{\max} \end{cases}$$

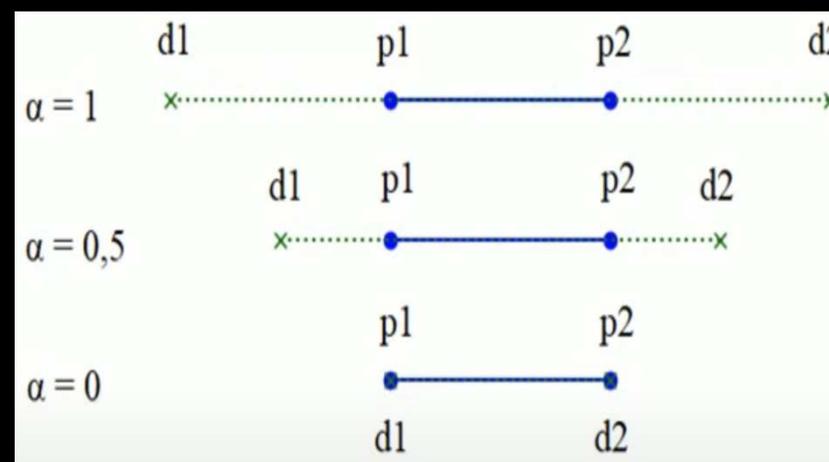
$$a = \frac{d_{\min} - d_{\max}}{f_{\min} - f_{\max}}, \quad b = d_{\min} - a \cdot f_{\min}$$



**2. Скрещивание смешением** – моделирует влияние параметра  $\alpha$  на значение диапазона изменения для генов потомков ( $\alpha = 0.5$ )

$$\left[ p1_i - \alpha \cdot (p2_i - p1_i); p2_i + \alpha \cdot (p2_i - p1_i) \right]$$

$p1 \leq p2$



# Методы адаптации ГА в процессе оптимизации

С целью уйти от «ловушки локального экстремума» необходимо изменение (адаптация) значений вероятностей скрещивания  $P_c$  и мутации  $P_m$  при сходимости к локальному оптимуму. Тогда значение рассматриваемых вероятностей следует менять противоположно разности  $\Delta = (f_{max} - \bar{f})$  между средним и максимальным значениями ЦФ по (1).

Величины  $P_c$  и  $P_m$  должны определяться не только разностью  $\Delta$ , но и значениями ЦФ конкретных особей.

Чем ближе значение ЦФ к максимальному, тем меньше должны быть значения  $P_c$  и  $P_m$ , где  $k_1 = k_3 = 1; k_2 = k_4 = 0.5$ : (2)

$$P_c = \frac{k_1}{f_{max} - \bar{f}}, P_m = \frac{k_2}{f_{max} - \bar{f}} \quad (1)$$

$$P_c = \begin{cases} k_1 \cdot \frac{f_{max} - f'}{f_{max} - \bar{f}}, & f' > \bar{f}, \\ k_3, & \text{иначе,} \end{cases}$$
$$P_m = \begin{cases} k_2 \cdot \frac{f_{max} - f}{f_{max} - \bar{f}}, & f > \bar{f}. \\ k_4, & \text{иначе} \end{cases} \quad (2)$$

# ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- полученные с использованием методов реальных опционов аналитические зависимости для оптимальных значений инвестиционных порогов, моментов инвестирования и уровней качества продукции фирм, конкурирующих в рамках модели Штакельберга, моделируют влияние инвестиционных затрат и параметров рынка (волатильность, скорость роста спроса, уровень сетевых экстерналий, краткосрочная процентная ставка);
- предложена обобщенная структура взаимосвязи методов оптимизации параметров инвестиционных проектов, включая классические экономико-математические и стохастические методы, генетические алгоритмы, а также применение цифровых двойников фирм, обеспечивающая построение интеллектуальных систем для поддержки принятия решений в сфере инвестиционного менеджмента;
- структурированы подходы и предложены направления адаптации и модификации генетических алгоритмов, обеспечивающие повышение их эффективности по критериям вычислительной сложности и быстродействия.

# Базовые источники

- **1. Иншакова, Е. И.** Формирование экосистемы цифровой экономики Российской Федерации: институциональный аспект / Е. И. Иншакова // Вестник ВолГУ. Экономика. – 2020. – Т. 22, № 4. – С. 6-17.
- **2. Иншаков О.В., Мосейко В.О.** Генерирующее устройство формирования управленческих решений проблемных ситуаций в социально-экономических системах / Патент RU № 115103, МПК G 06 Q 90/00, опубл. 20.04.2012
- **2. Низамова Г.З., Железова А.В.** Методические подходы к выбору стратегических направлений инвестирования // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. 2013. №4. С. 398-414.
- **3. Рогачев А. Ф.** Оптимизация многокритериальных моделей социально-экономических систем с применением адаптивных генетических алгоритмов // Экономика и управление в сфере услуг: современное состояние и перспективы развития : Материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург. СПб ГУП, 2024. – С. 88-90.
- **4. Inshakov, O. V.** Energy efficiency as a driver of global competitiveness, the priority of the state economic policy and the international collaboration of the Russian Federation / O. V. Inshakov, L. Y. Bogachkova, E. G. Popkova // Energy Sector: A Systemic Analysis of Economy, Foreign Trade and Legal Regulations. – Cham, Switzerland : Springer Verlag, 2019. – P. 119-134.

# Благодарю за внимание!

Рогачев Алексей Фруминович

[rafr@mail.ru](mailto:rafr@mail.ru)

Международная научно-практическая конференция памяти Заслуженного  
деятеля науки РФ Олега Васильевича Иншакова

«Конкурентоспособная Россия: экономико-правовое регулирование  
инвестиционной деятельности в цифровую эпоху»

28 июня 2024 г. Волгоград, Россия