



«Применение математического моделирования,  
цифровых технологий в сфере промышленности  
Республики Саха (Якутия)».

15 декабря 2020 года



1

# Инструментальная среда поддержки принятия решений в условиях неопределенности на базе технологий «гибридного интеллекта»

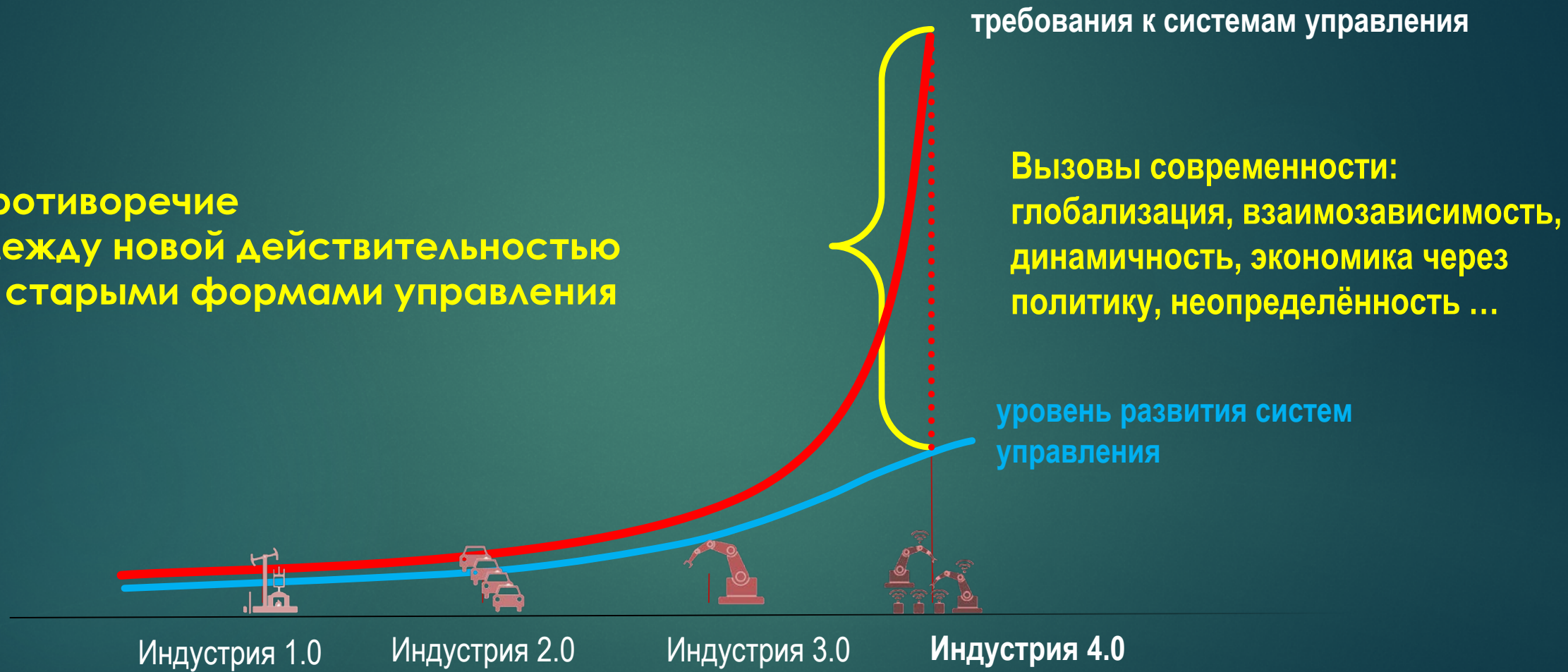
Докладчик: к.т.н. Осипов В.П., зав. сект. ИПМ. им. М.В. Келдыша РАН



# Проблема

2

**Противоречие  
между новой действительностью  
и старыми формами управления**



# Пути решения

Условно «гражданский»

– СППР в парадигме определённости

Условно «военный»

– СППР в парадигме *неопределённости*

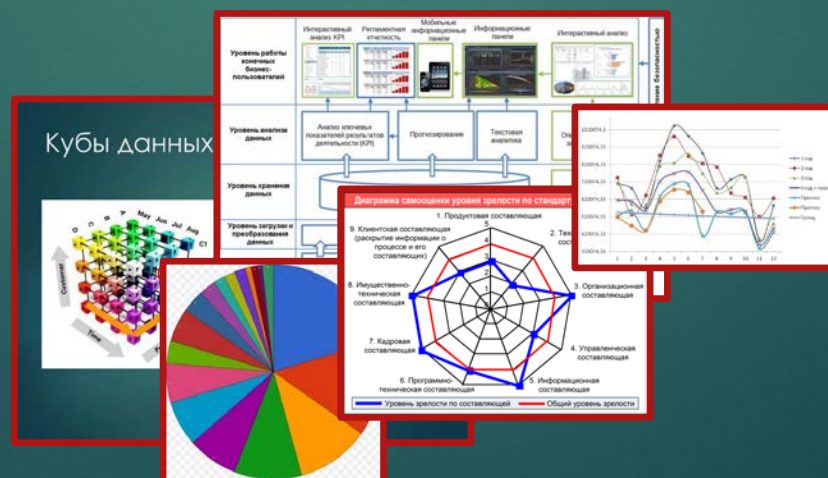
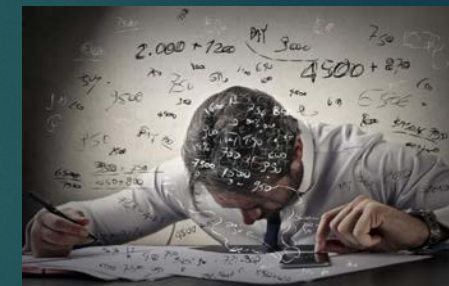
# Традиционные СППР

«Кто владеет информацией, тот владеет миром»

Натан Ротшильд, XIX век



- ▶ Мониторинговые системы
- ▶ Средства обработки данных
- ▶ Средства представления информации
- ▶ И т.п. ...



# Традиционные СППР

5

## - «ЭКСПЕРТЫ»

### Выработка решения

- Подбор экспертов
- Сбор мнений
- Согласование

### Основания

- Коллективные знания и опыт

### Средства и методы

- Техники сбора и согласования мнений



**Субъективность,  
ограниченность, недостаток  
мотивации и ответственности**



# Традиционные СППР

6

## - «АНАЛИТИКИ»

### Выработка решения

- Исторический опыт
- Оценка текущей ситуации
- Прогноз развития
- Альтернативы воздействий
- Оценка последствий

### Средства и методы

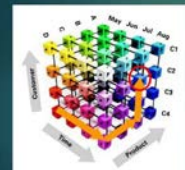
- Системы мониторинга (сбор, передача, накопление, хранение, обработка данных)
- Средства первичного анализа (поведение, корреляции, связи, зависимости)
- Формы представления (образы, схемы, диаграммы, графики, карты)

### Основания

- Тренды
- Зависимости



Кубы данных



**Перегрузка, сложность, затратность**

# Традиционные СППР

7

## - «модельеры»

### Выработка решения

- Исследование объекта
- Параметризация
- Выявление зависимостей
- Построение и валидация моделей

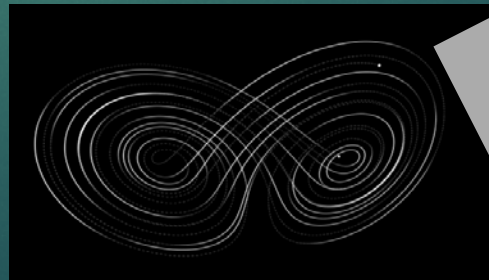
### Основания

- Научные подходы

### Средства и методы

- Численные методы
- Программные алгоритмы
- Вычислительная техника

**Проблемы сходимости,  
точности, надежности,**



# Недостатки «мониторинговых» СППР

8

## Ожидания

- Аналитика в реальном времени
- СЦ - коллективный АРМ
- Цифровые двойники

При недостатке  
«правильных»  
аналитических  
инструментов

## Реализация

- Демонстрация презентаций
- Видеотелефон
- 3D-картинки

## «Ловушка» Сократа:

чем больше данных, тем больше непонятого





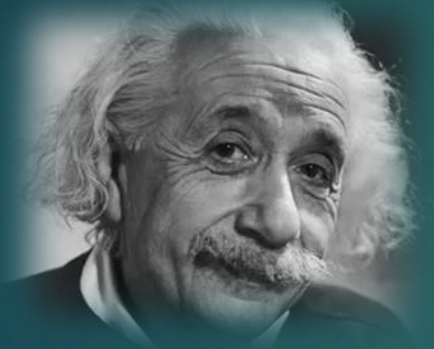


*Древнекитайская философия («Слова Ванталы»)*

«Вся определенность сосредоточена в прошлом»

*А.Эйнштейн*

«Пока законы математики остаются определенными, они не имеют ничего общего с реальностью; как только у них появляется нечто общее с реальностью, они перестают быть определенными»



*У.Черчилль*

«Политик должен уметь предсказать, что произойдет завтра, через неделю, через месяц и через год... А потом объяснить, почему этого не произошло»



# Пути решения

10

Условно «гражданский»

– СППР в парадигме определённости

Условно «военный»

– СППР в парадигме *Неопределённости*

**ЗНАНИЯМИ**

**«Кто владеет информацией, тот владеет миром»**

# СППР в парадигме *Неопределённости* - принципы

11

Принимается ограничение – выработка решения на основе тех данных, которые есть

Типовые стратегии – информационная, знаниевая, волевая и интуитивная («озарение»)

Развиваемая программно-инструментальная среда ориентирована на эффективное применение всех обозначенных стратегий. В настоящее время насчитывает более полусотни инструментов.

В их основе – технологии «гибридного» интеллекта

# СППР в парадигме *Неопределённости* - стратегии

12

**Информационная** – эффективная обработка имеющихся данных, выявление и систематизация релевантной информации

**Знаниевая** - извлечение новых знаний из имеющейся информации и привлечение дополнительных знаний

**Волевая** - определение границ решаемой задачи и достаточности оснований для принятия решения

**Интуитивная** – пробуждение ассоциативных и других механизмов поиска нестандартных решений

# СППР в парадигме *Неопределённости* - инструменты

13

## Сферы приложений

- Стратегическое управление
- Прогнозирование
- Планирование
- Управление рисками
- Конфликтология
- Чрезвычайные ситуации
- ...

## Блоки инструментов

- Системный анализ
- Ситуационный анализ
- Конфликтный анализ
- Нелинейная оптимизация
- Экспертная среда
- Работа с информацией
- Гибридный интеллект
- ...

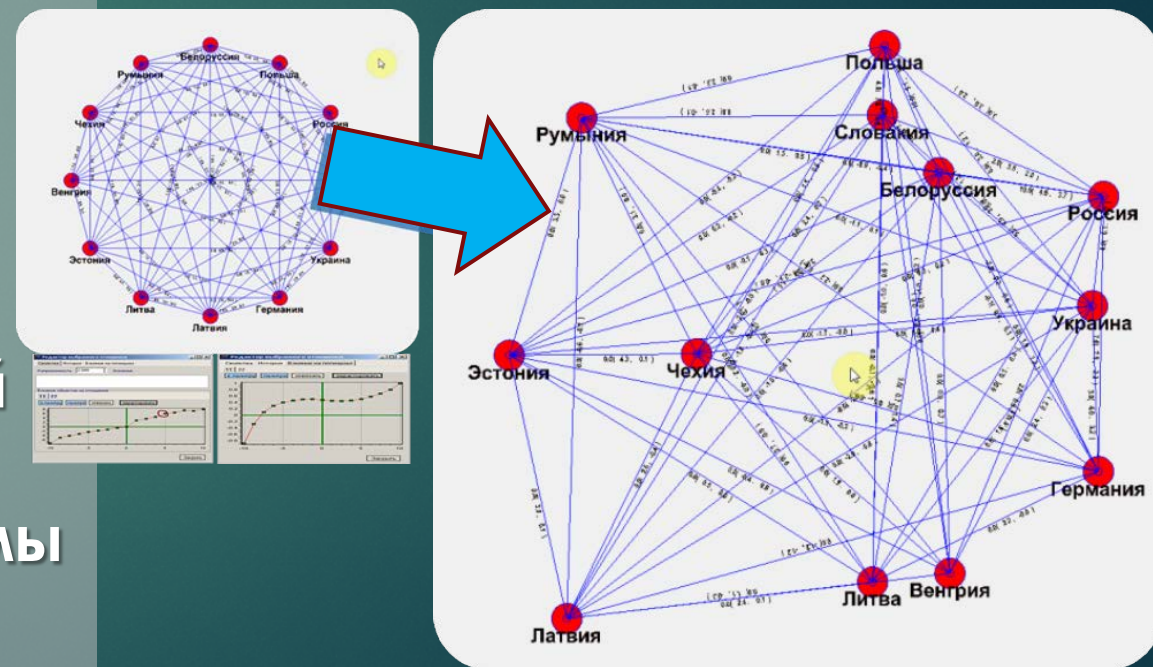
**Сегодня уже около 80 инструментов (в различной степени проработки)**

Потенциал специалистов ИПМ им.М.В.Келдыша обусловлен наращиванием опыта и накоплением системного эффекта в ходе решения разнообразных задач из различных научно-прикладных сфер, что позволяет в каждой новой задаче видеть проблему в целом, находить и выделять главное, подбирать необходимый набор инструментов, в том числе по критерию высокой отдачи на затраты ресурсов

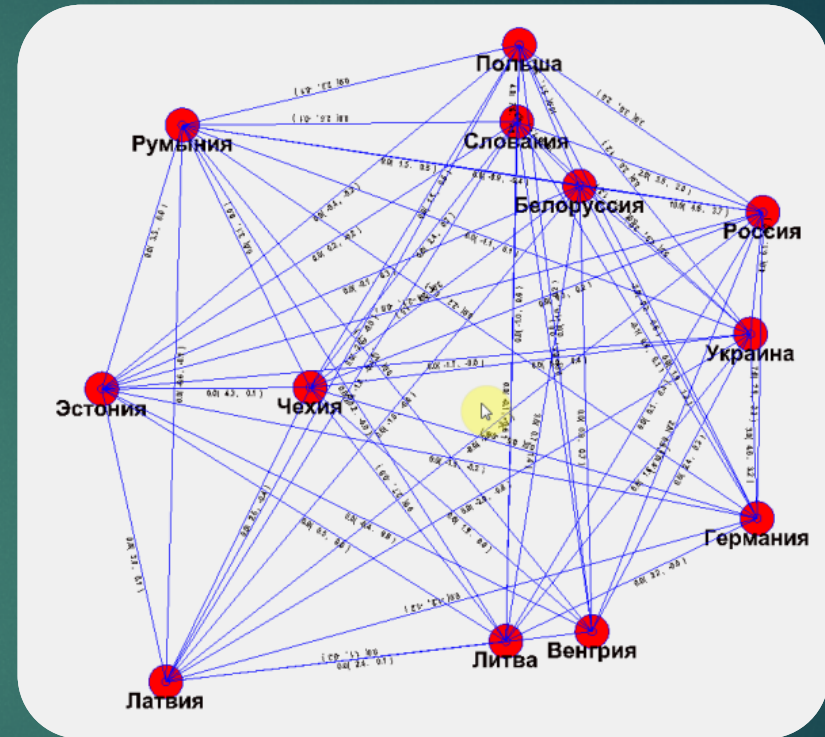
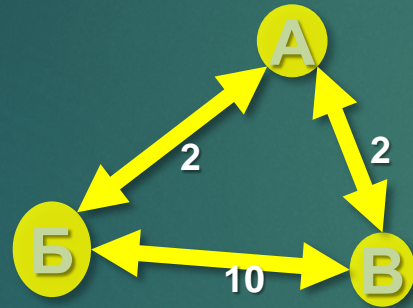
# Примеры. Оценка отношений (конфликтный потенциал)

15

- Объективизация оценки обстановки на основе неполной и противоречивой информации
- Выявление основных векторов динамики системы на основе анализа системы отношений
- Прогнозирование развития отношений в парах на основе анализа всей системы отношений
- Выявление возможностей существенного изменения системы отношений



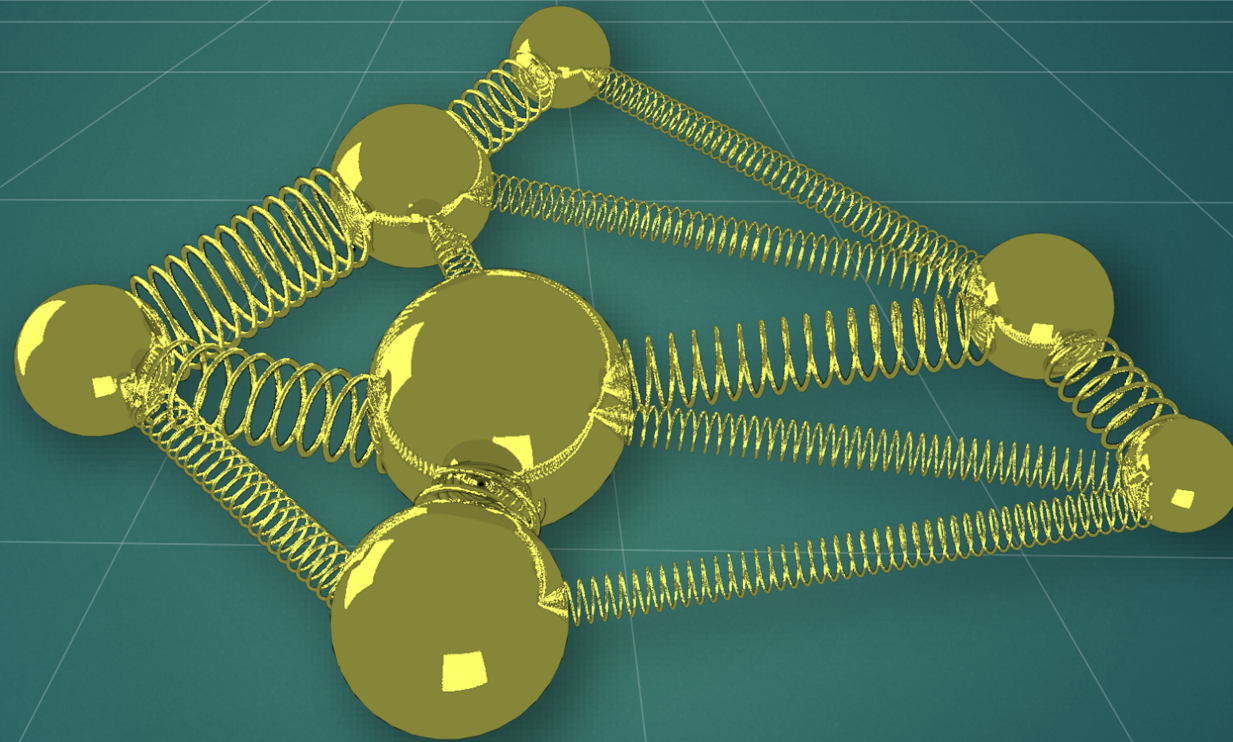
# Анализ сложных систем отношений





# Физическая метафора

17

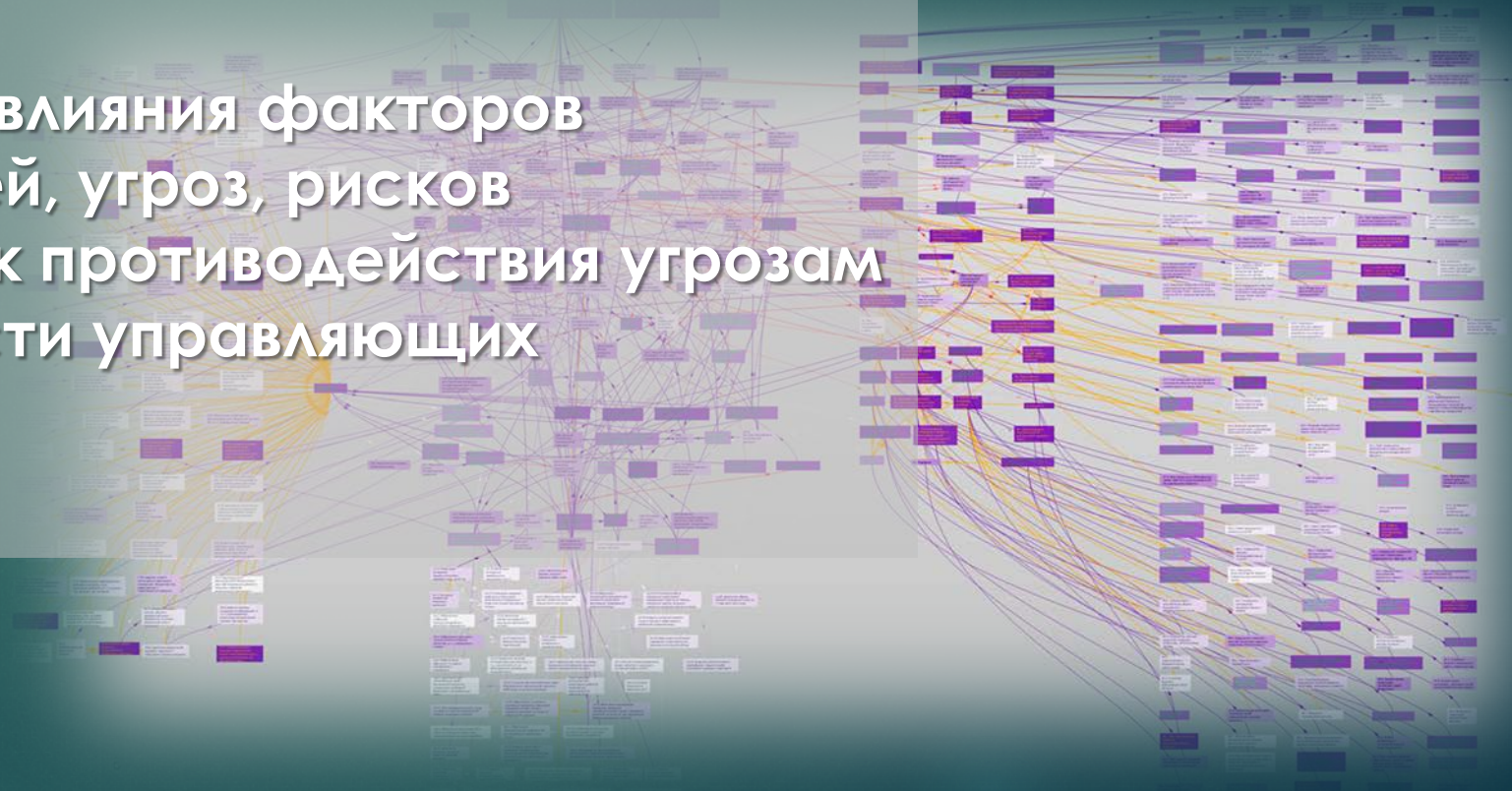


- **Метафора : объекты обладающие различной массой , соединенные пружинами**

# Примеры. Когнитивное моделирование

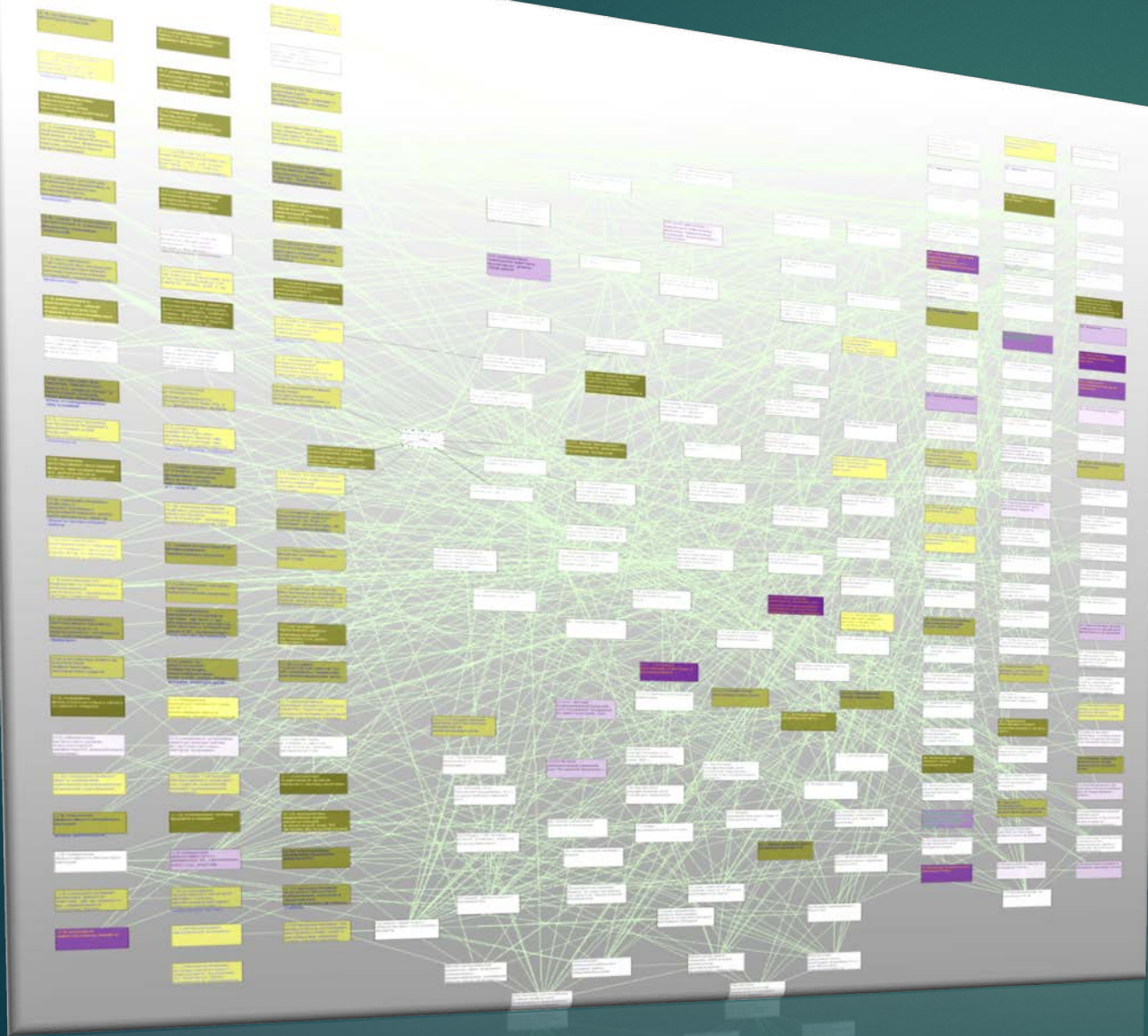
18

- Построение согласованной модели в условиях неопределенности
- Автоматическая идентификация при дефиците данных
- Исследование взаимовлияния факторов
- Выявление уязвимостей, угроз, рисков
- Автоматический поиск противодействия угрозам
- Оценка эффективности управляющих воздействий
- Прогноз динамики



# Примеры. Когнитивное моделирование

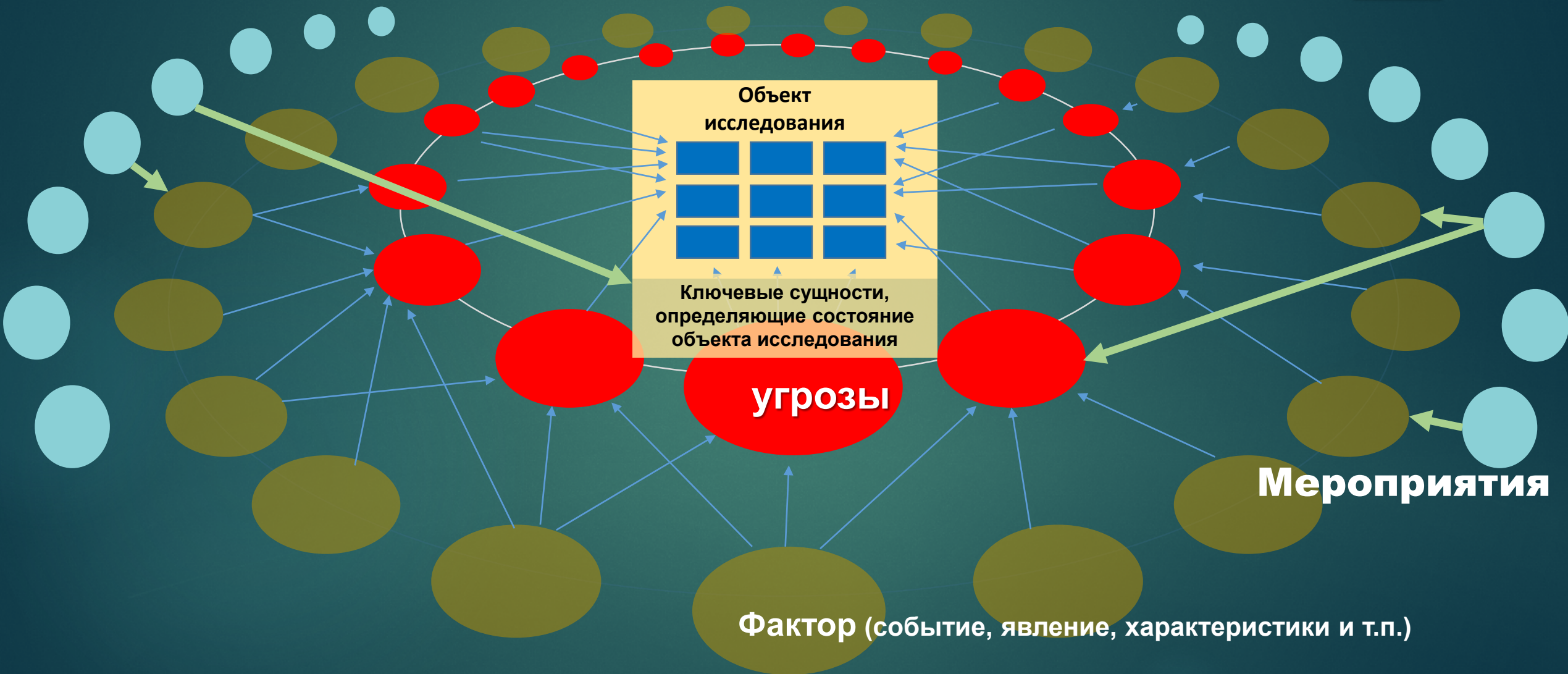
19



- Выявление уязвимостей, угроз, рисков
- Выявить ключевые факторы модели, связанные с воздействием на ситуацию
- Исследование взаимовлияния факторов
- Поиск противодействия угрозам
- Оценка эффективности управляющих воздействий
- Прогноз динамики ситуаций

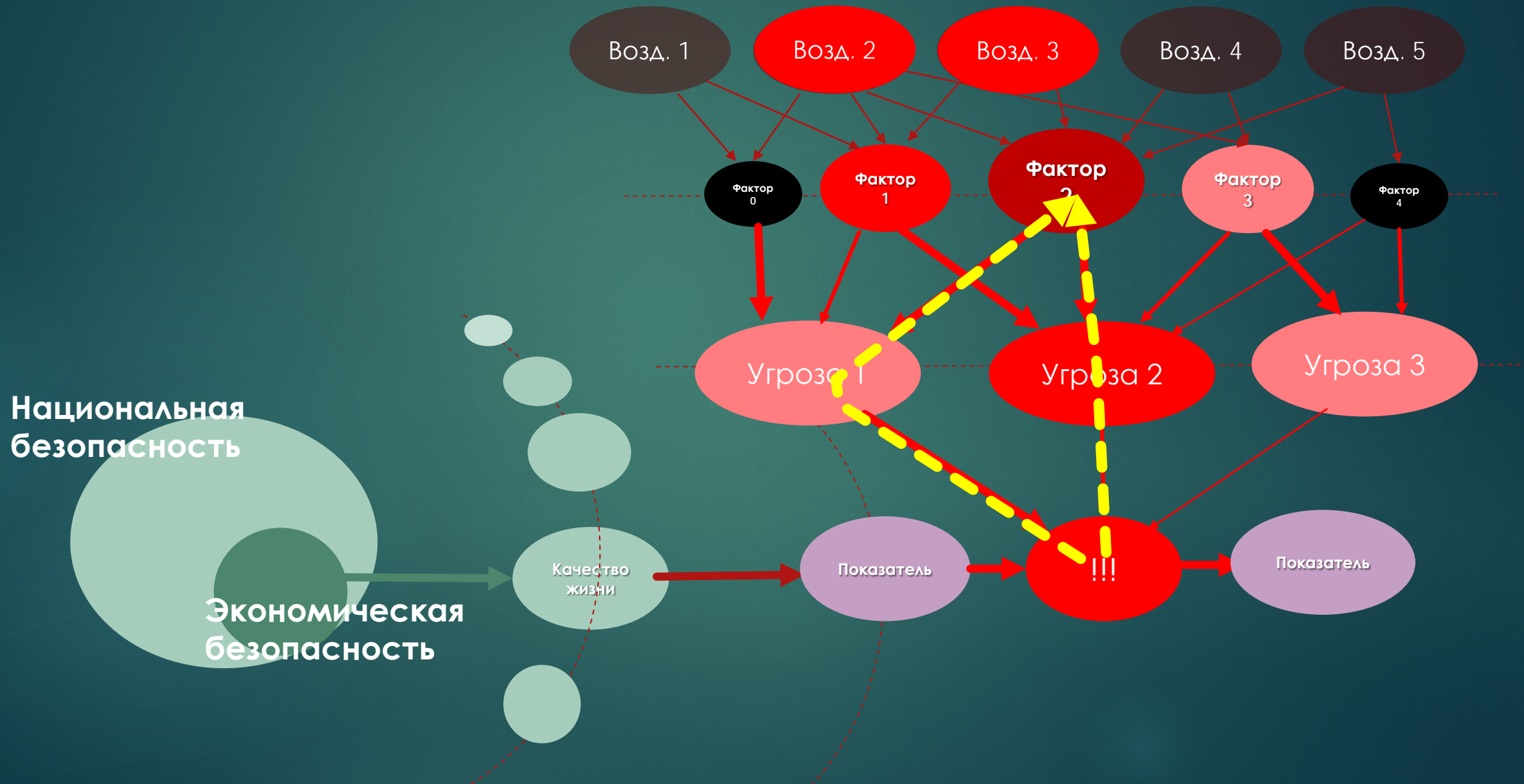
# Примеры. Управление рисками

20



# Технология выработки решений

21



# Примеры. Модели производства

22



# Примеры. Социальные потребности

23



**Производственная функция**

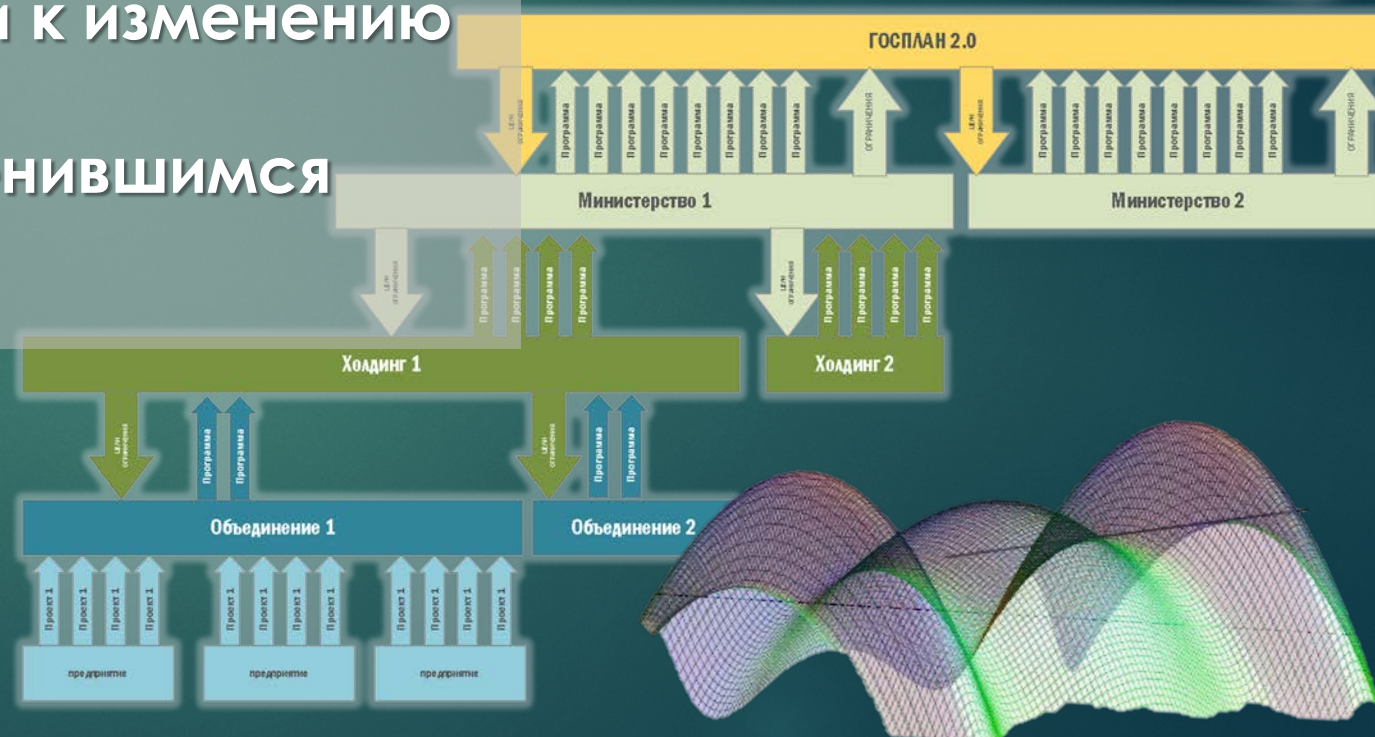
- Функция преобразования ресурса в продукт (объем > объем)
- Время



# Примеры. Планирование

24

- Формирование синергетических планов
- Многокритериальная иерархическая оптимизация программ и планов
- Исследование устойчивости к изменению условий
- Адаптация программ к изменившимся условиям





# Примеры. Единая система планирования

25

## СИСТЕМА стратегического планирования

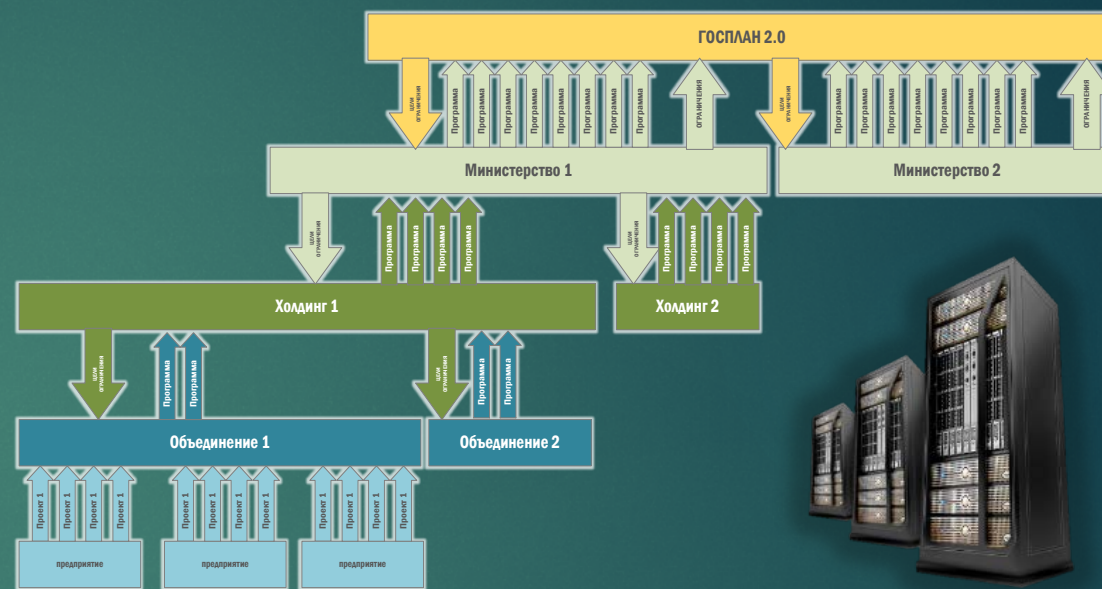
Цели  
Интересы  
Концепции  
Потенциалы  
Резервы  
Коалиции  
Конфликты

## СИСТЕМА планирования деятельности

Цели  
Ограничения  
Проекты  
Планы  
Синергия

## СИСТЕМА управления рисками

Цели  
Ущерб  
Ограничения  
Уязвимости  
Угрозы  
Риски  
Вероятности



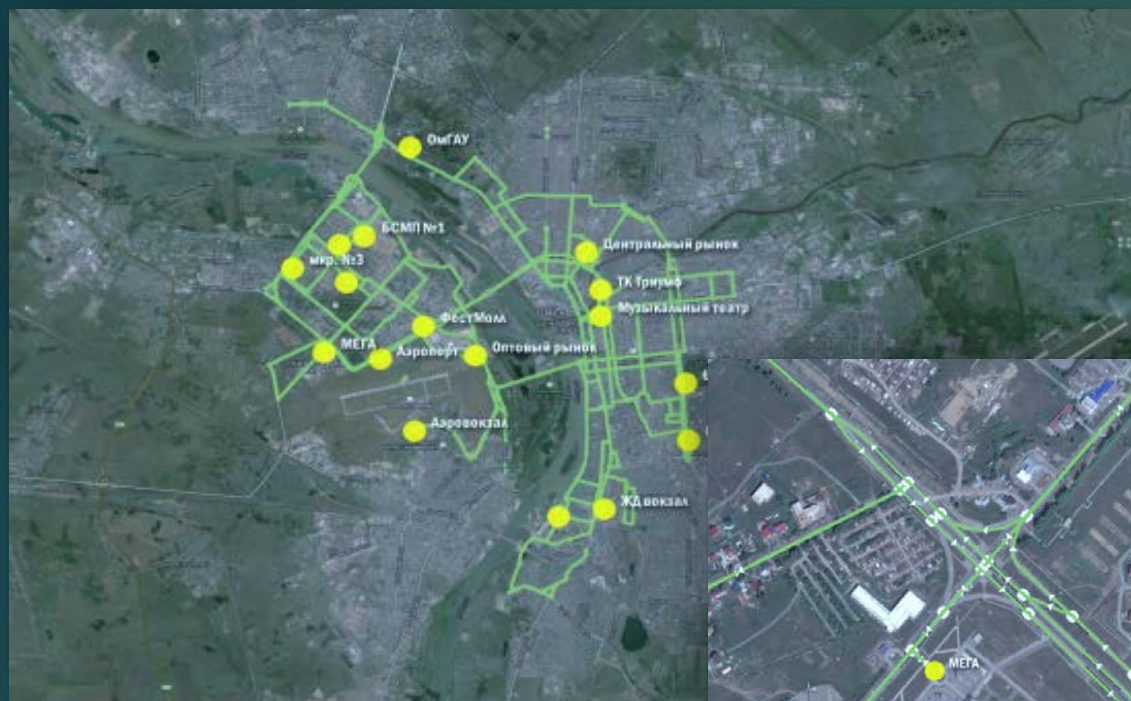
## ТЕХНОЛОГИИ

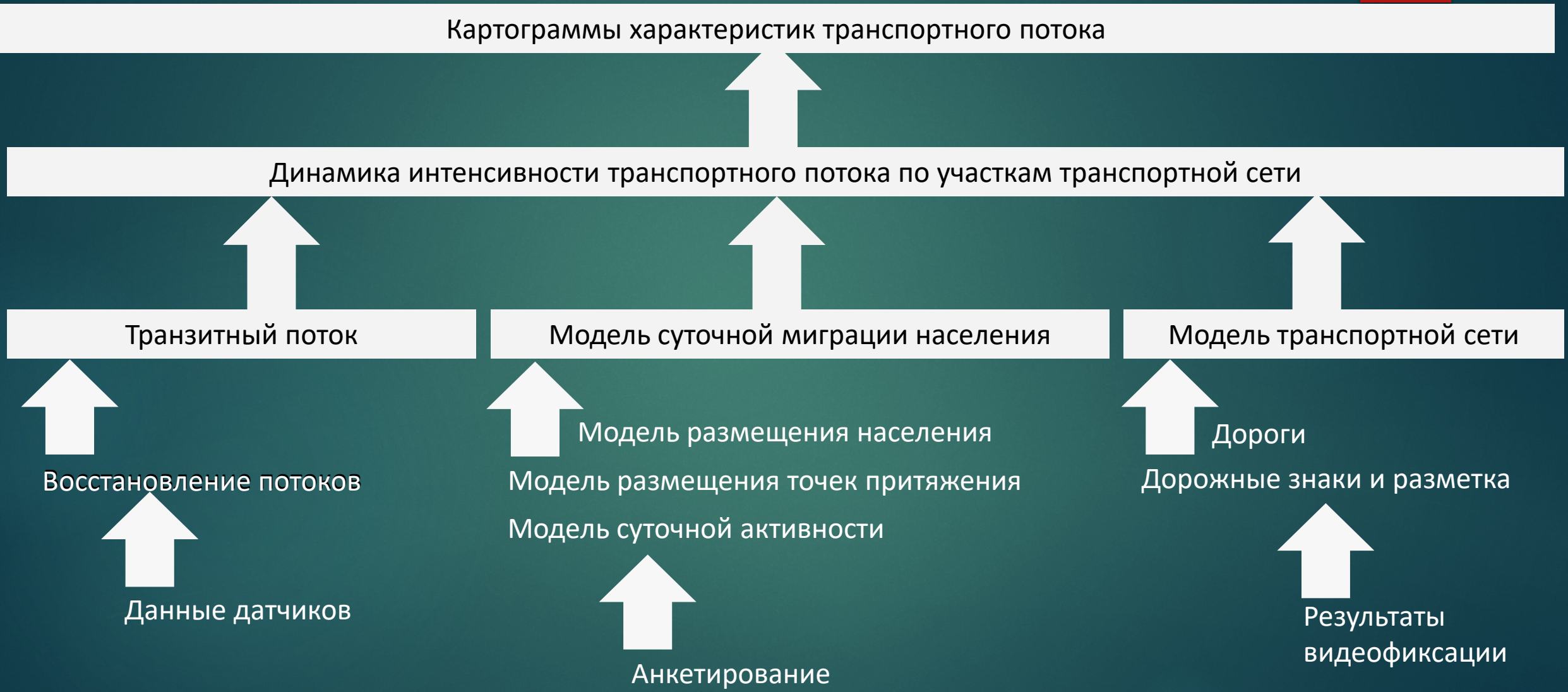
Искусственный интеллект  
Социальная инженерия  
Нелинейная оптимизация  
Контролируемые модели  
Объективизация информации

Обеспечение оперативного и эффективного проектного маневра при изменении условий реализации

# Примеры. Транспортная инфраструктура

26





# Модель суточной активности населения

28

Диаграмма суточной активности представителя социальной группы "STR3" (Офисные работники, в том числе гос.служащие)

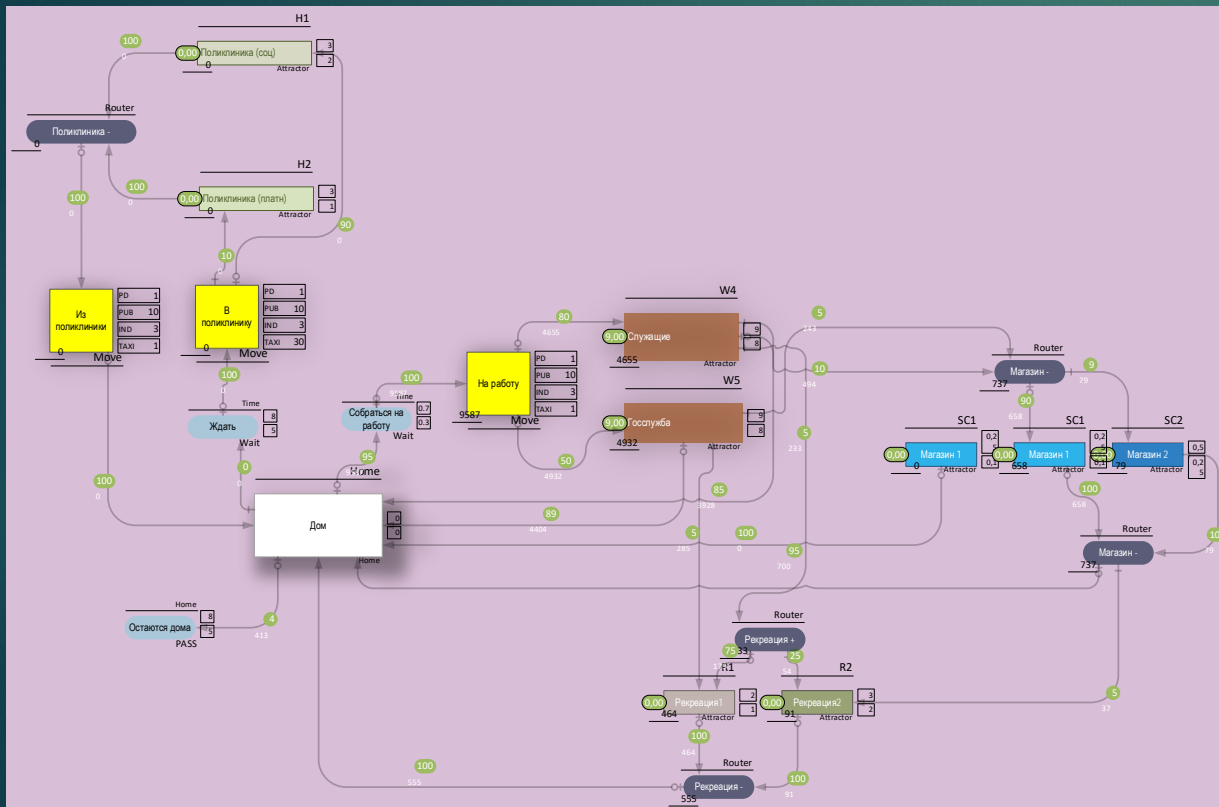
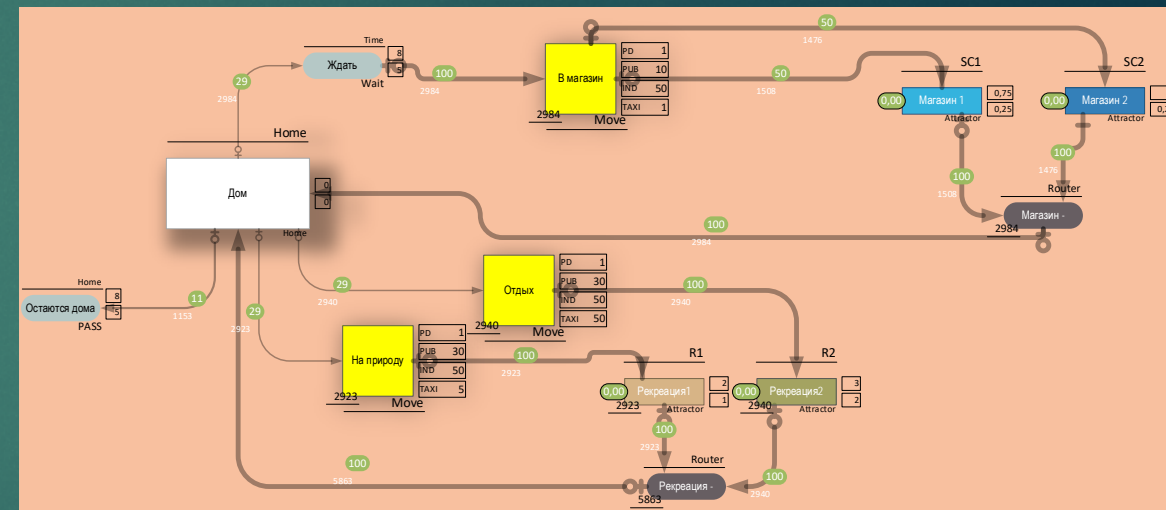
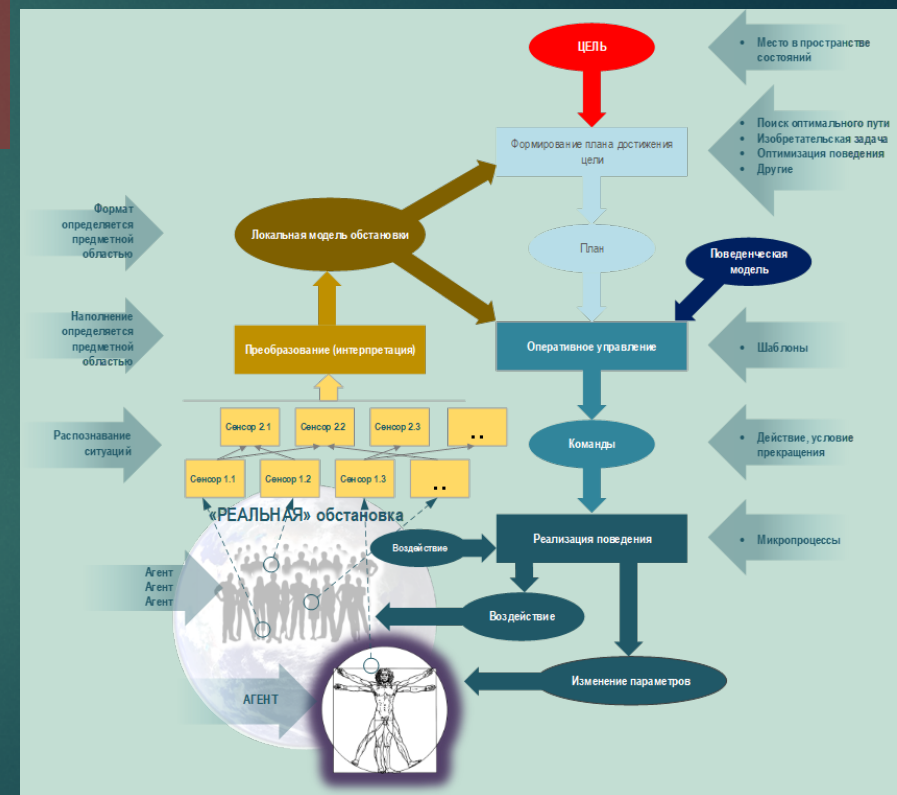
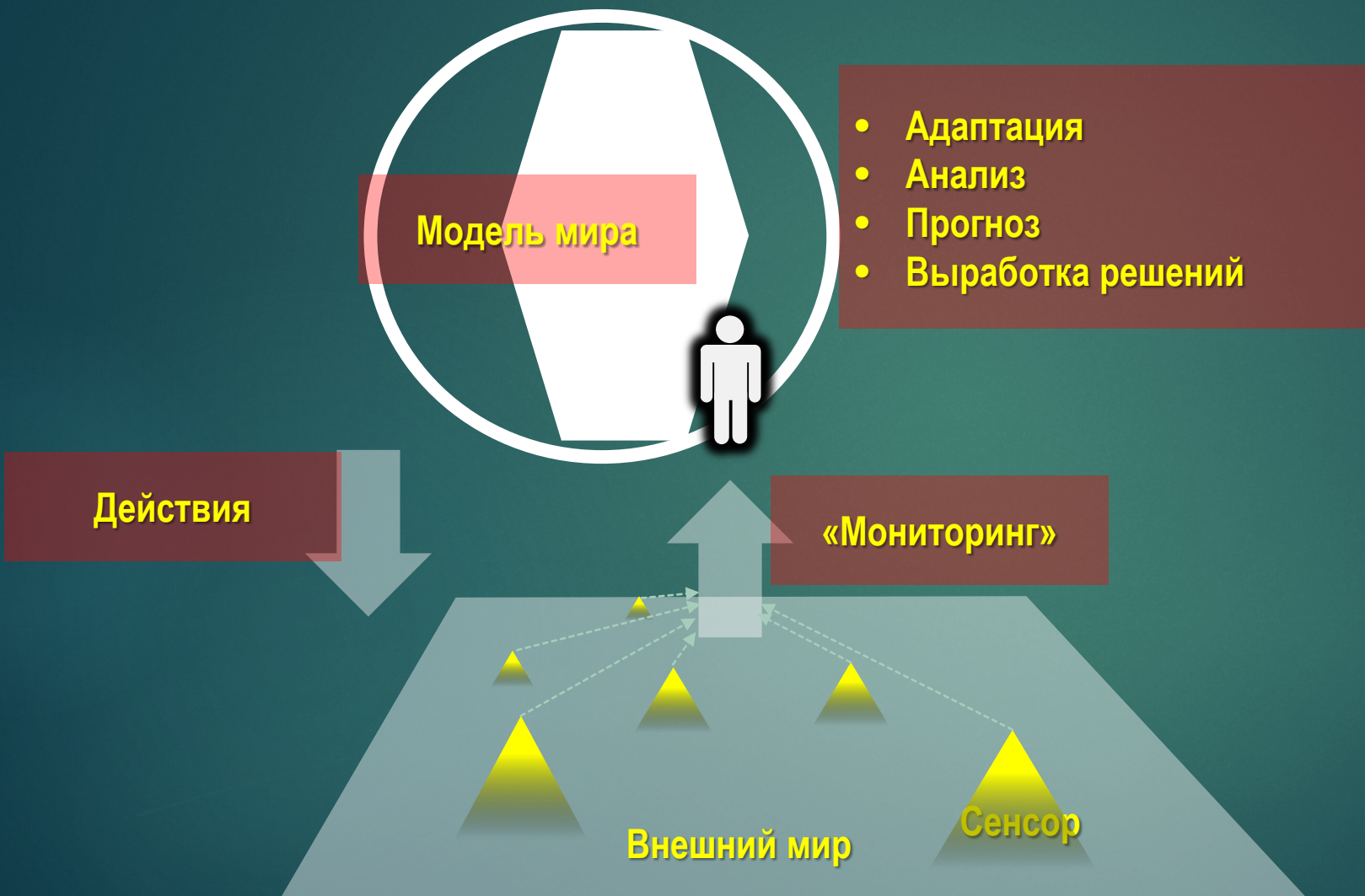


Диаграмма суточной активности представителя социальной группы "STR6" («Дачники», отдыхающие)



# Интеллектуальный агент

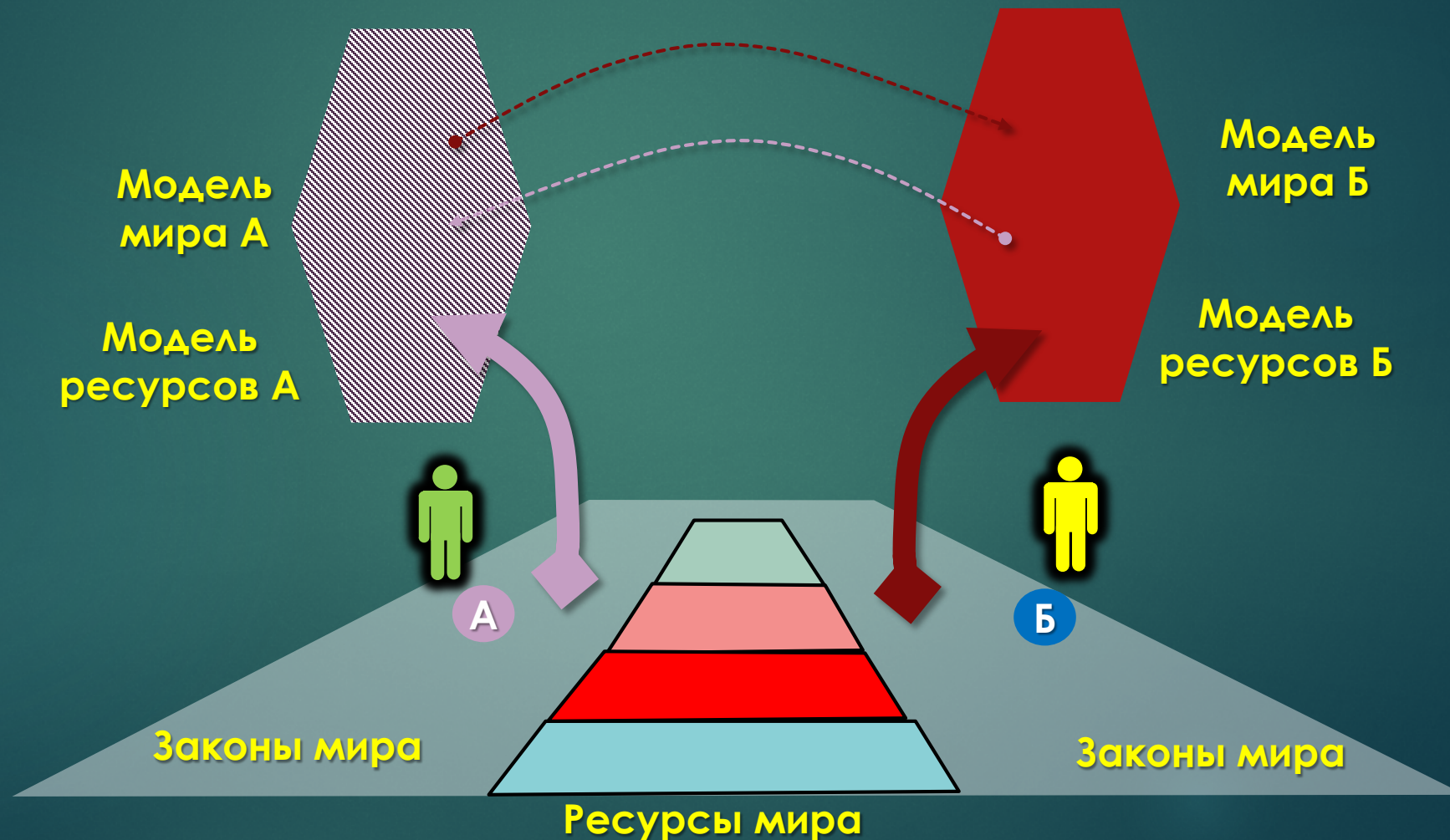
29



МОДЕЛЬ АГЕНТА

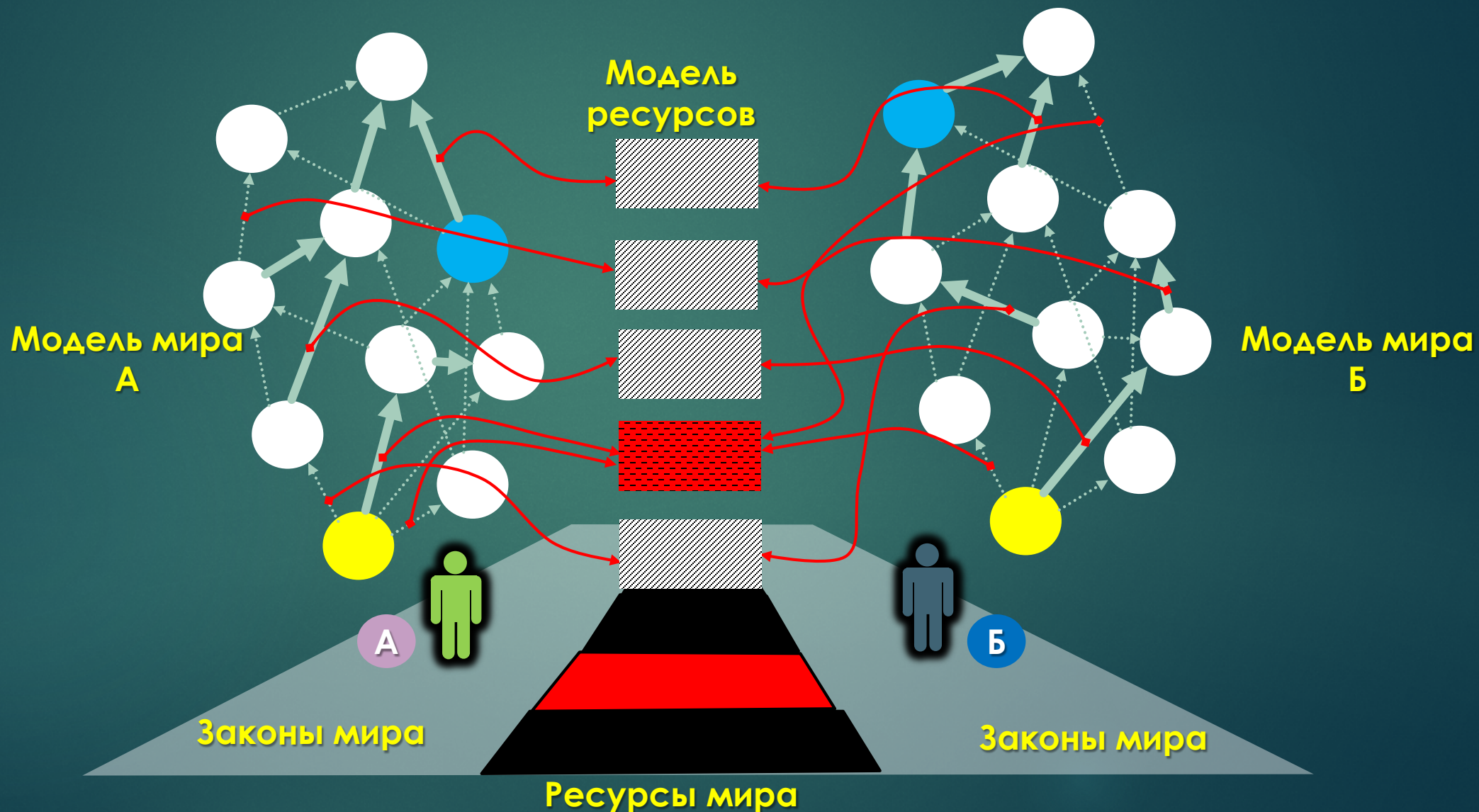
# Взаимодействие агентов

30



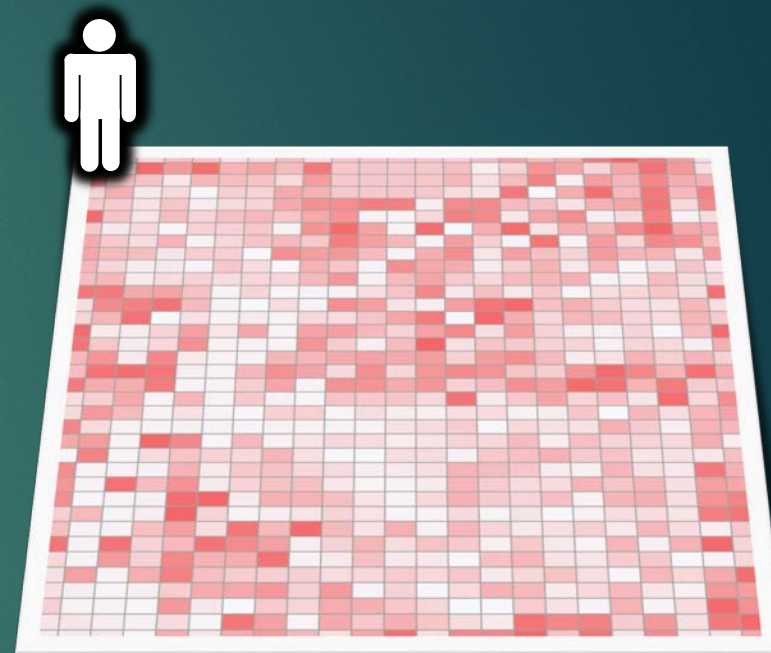
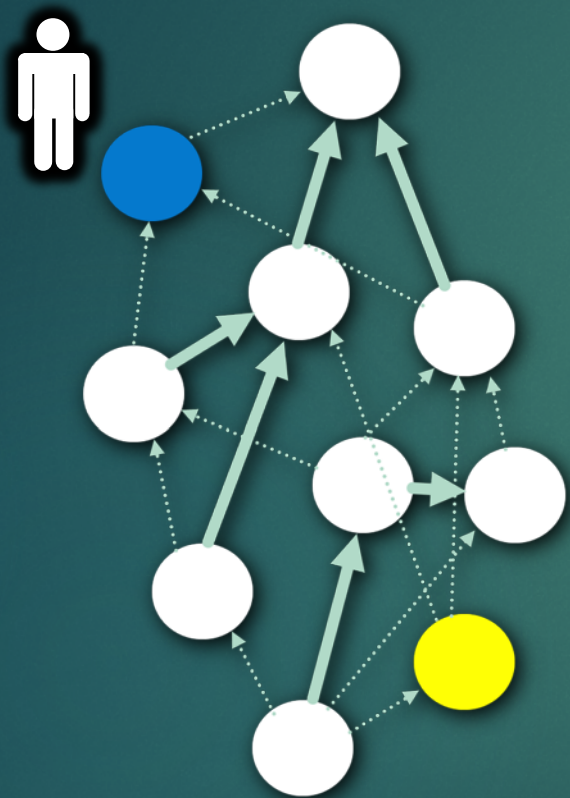
# Описательная модель конфликта

31

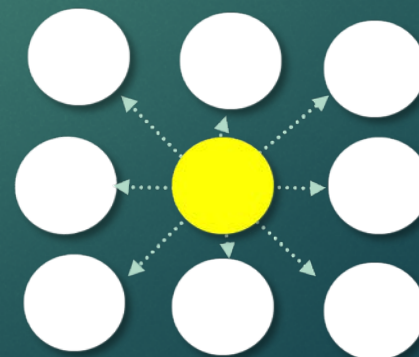


# Упрощенное представление

32



Переходим в «другую систему координат»

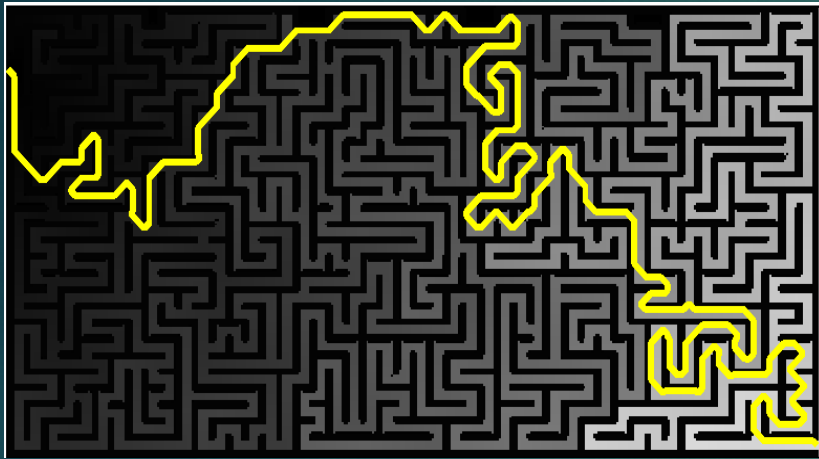




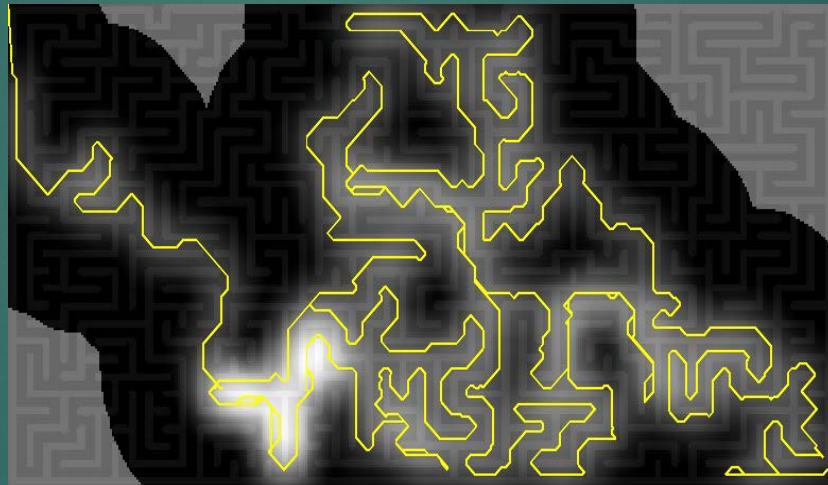
# Движение в лабиринте

33

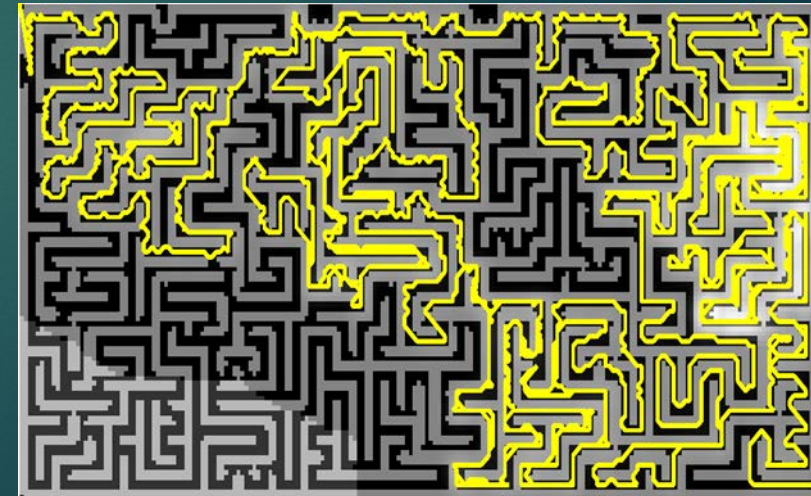
Оптимальная траектория



Поиск в ширину



Поиск в глубину





# Концептуальная схема интерпретации конфликтной ситуации в среде экстренных вычислений

35

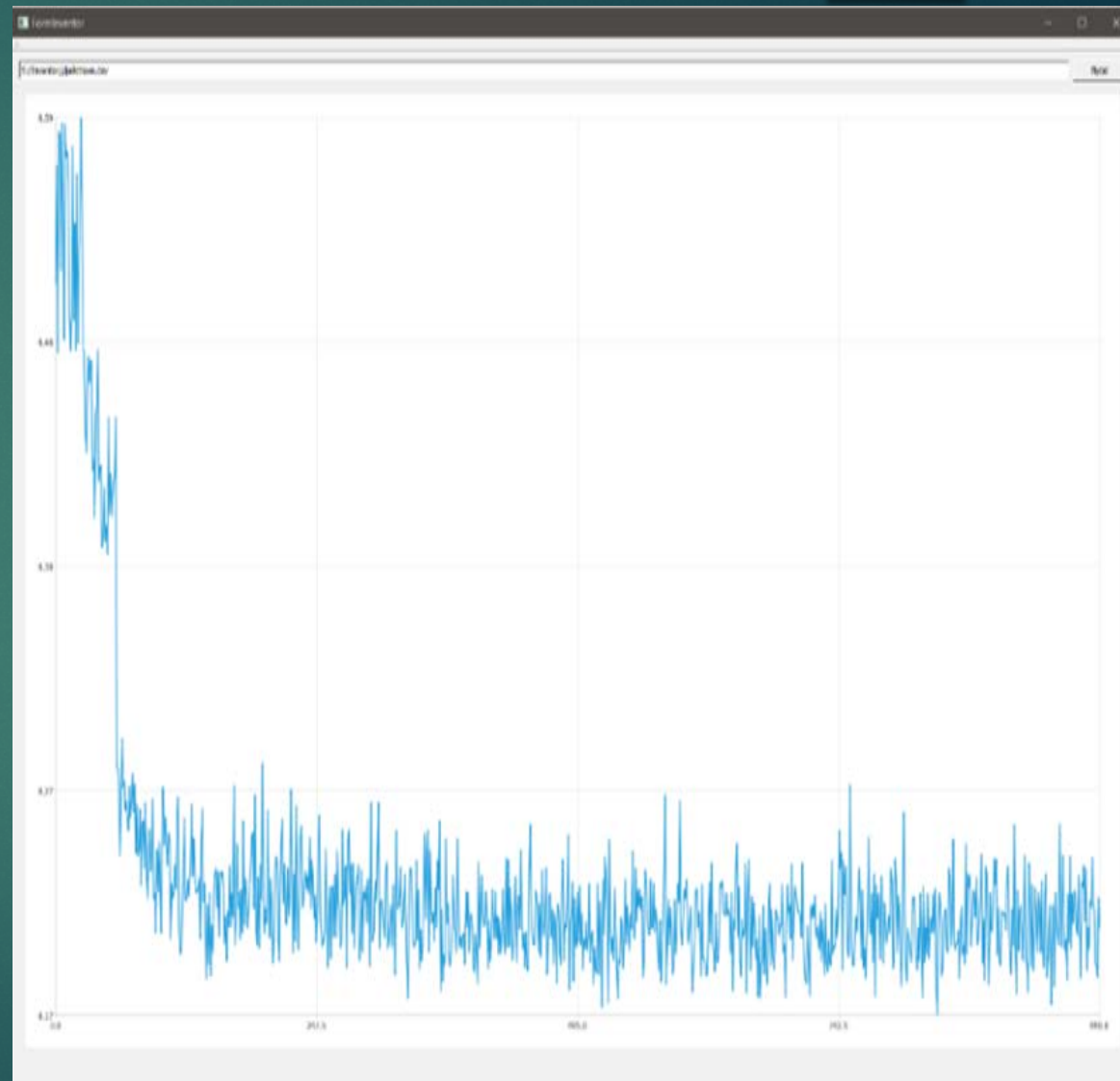
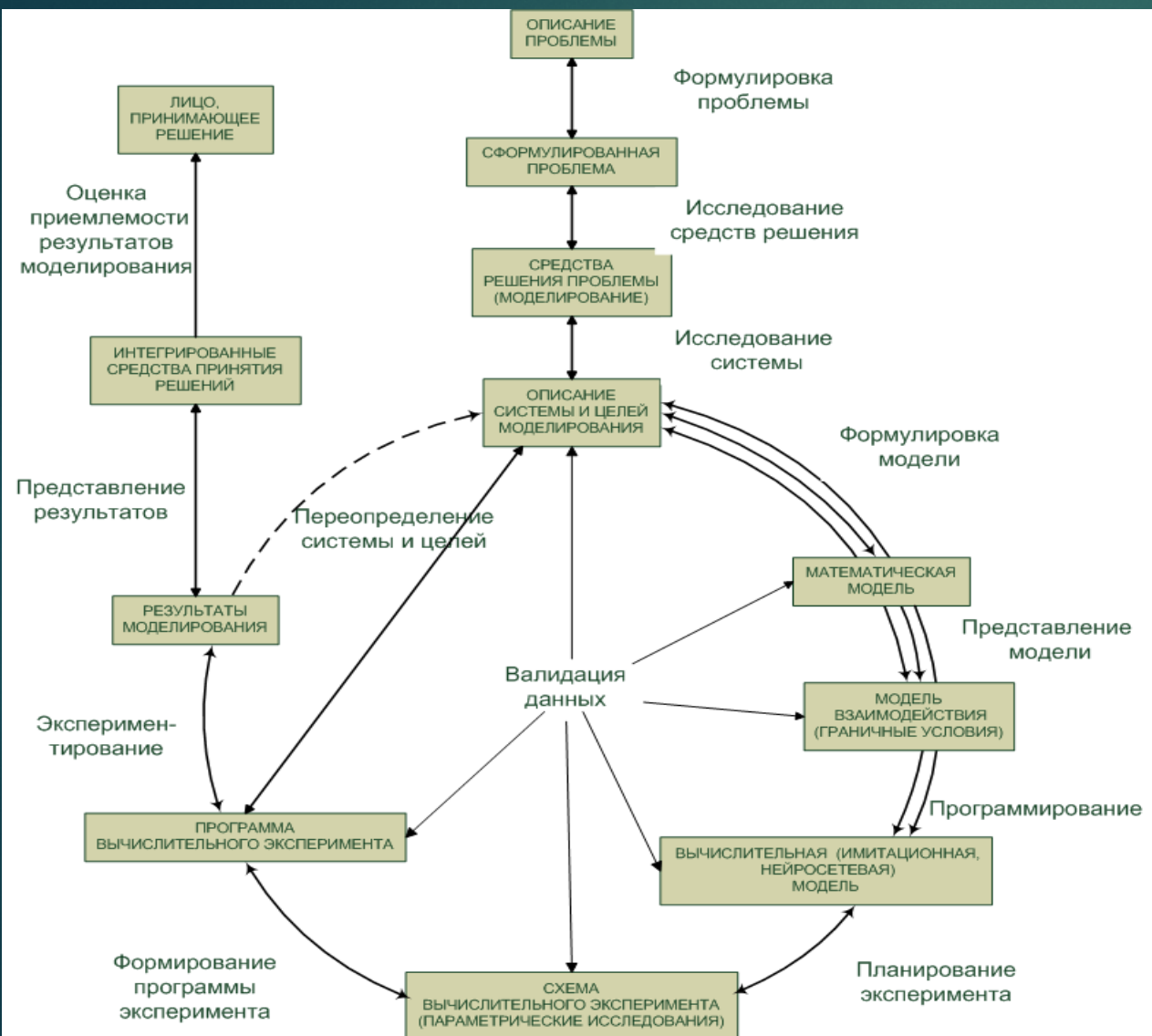


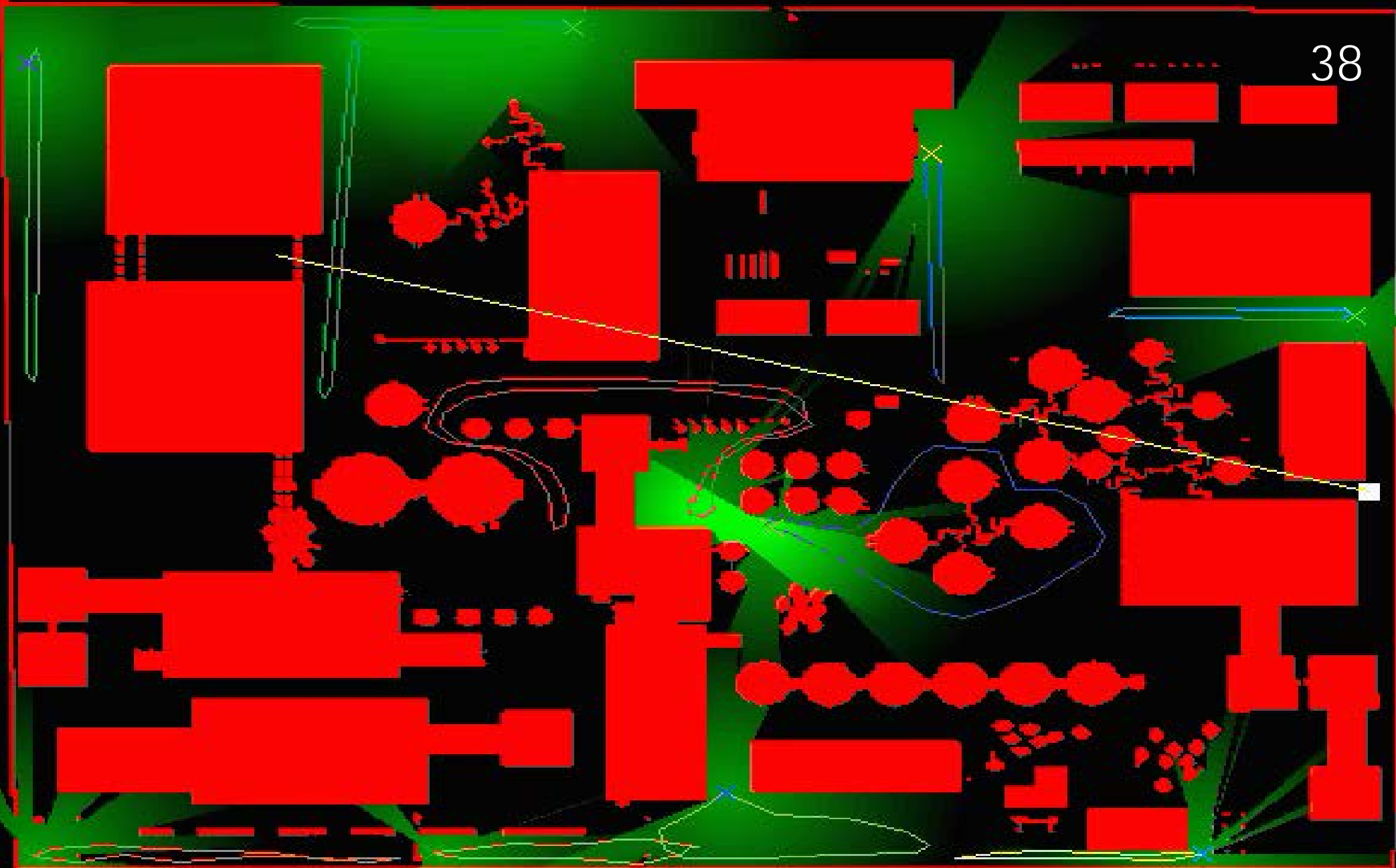
Сервисы и ресурсы среды моделирования

# Преобразование информации в среде экстренных вычислений

36





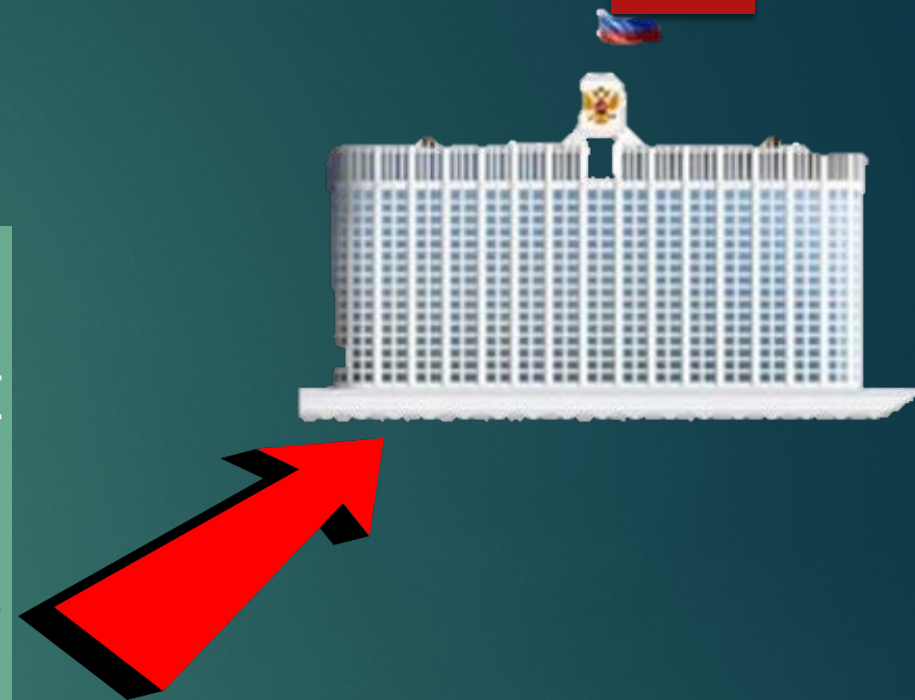


# Гибридный интеллект

39



«Гибридный» интеллект



Гибридный интеллект — это совокупность:

- аналитических моделей
- экспертных систем
- искусственных нейронных сетей
- нечетких систем
- генетических алгоритмов
- имитационных моделей

# ПРЕДЛОЖЕНИЯ (варианты)

40

1. Сформировать проект модернизации СЦ губернатора путем внедрения базирующихся на технологиях «гибридного интеллекта» новых инновационных инструментов поддержки принятия решений

2. На базе университета создать «учебный СЦ», в котором по мере внедрения и развития новых технологий СППР готовить управленческие кадры новой формации, в рамках обучения проводить поиск и оценку альтернативных путей решения задач

3. Использовать опыт специалистов ИПМ им. М. В. Келдыша РАН для поиска и обоснования оптимальных решений в ходе разработки или экспертизы стратегических проектов развития региона



Спасибо за внимание

[osipov@keldysh.ru](mailto:osipov@keldysh.ru)