

Имитационное Моделирование:

- Клиенты
- Модели
- Разработчики

2^{ая} Всероссийская
конференция
ИММОД 2005

Санкт-Петербург
19-21 октября 2005

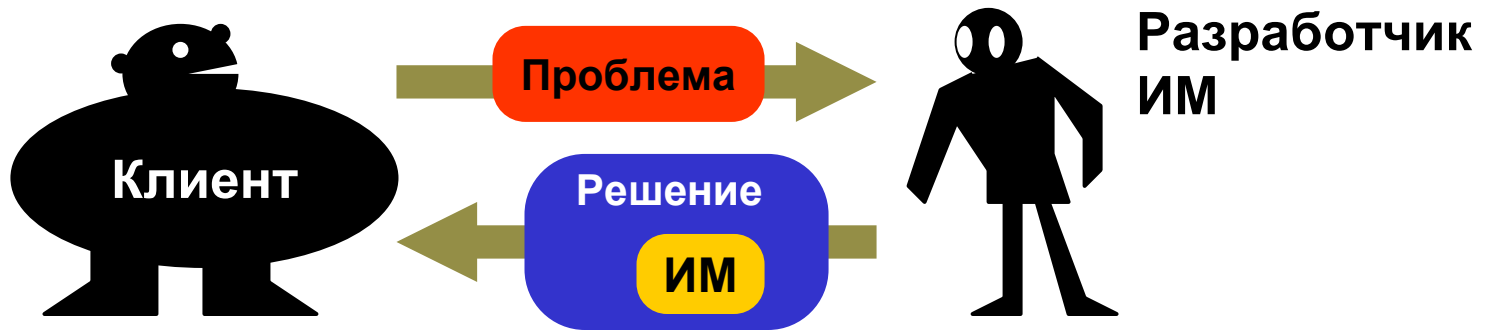


В этой презентации:

- **Кому нужно имитационное моделирование**
 - Пример из нашей консалтинговой практики
- **Какие бывают модели**
 - Системная динамика
 - Дискретно-событийное моделирование
 - Агентное моделирование
- **На каких инструментах их разрабатывают**
- **Кто разрабатывает имитационные модели**
 - Компании, разрабатывающие ИМ
 - Каким должен быть профессионал ИМ
- **Состояние ИМ в России**

Кому нужно имитационное моделирование?

- ИМ – прикладная область и имеет смысл ровно постольку, поскольку ИМ в состоянии решить чьи-то реальные проблемы

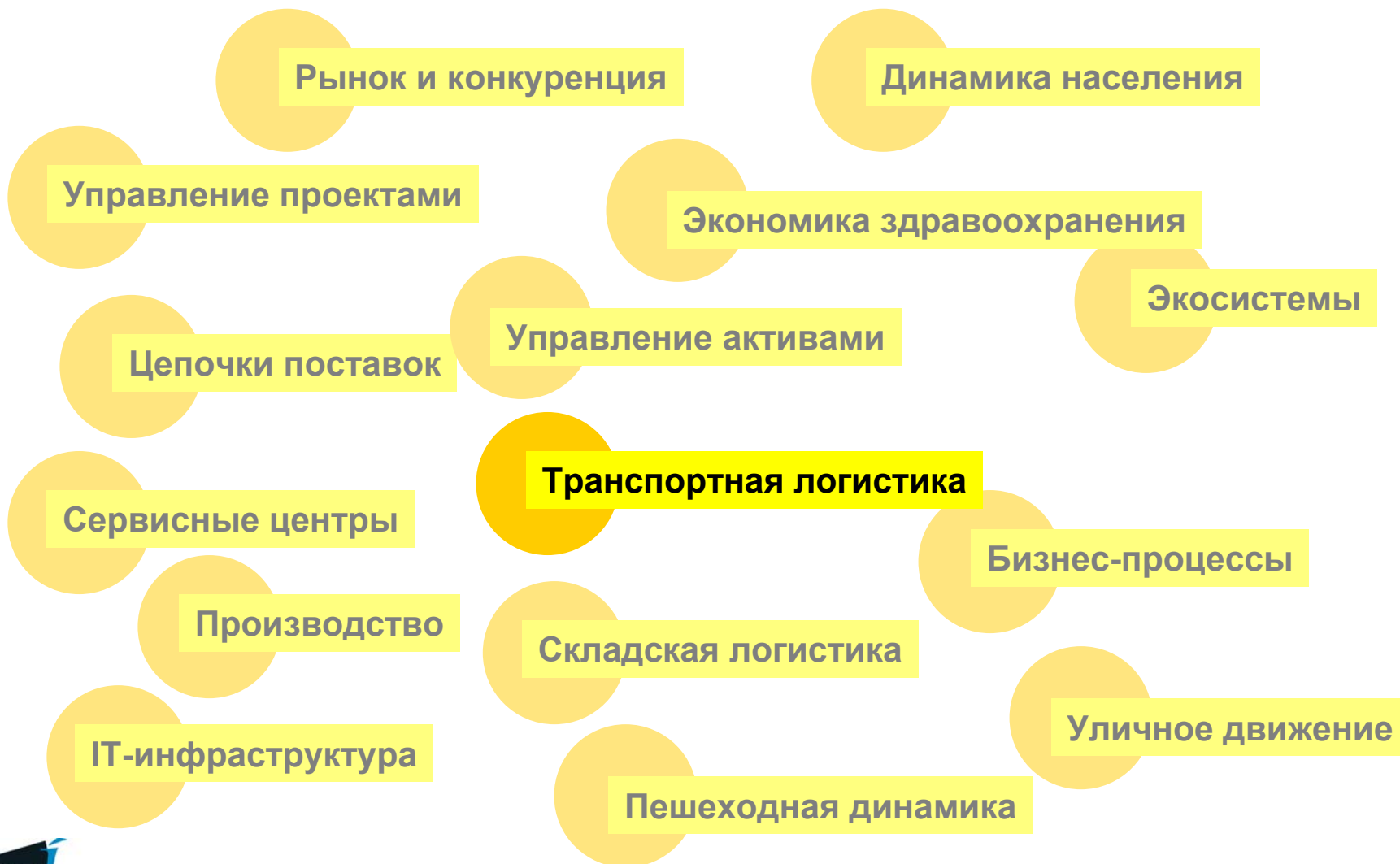


- Хорошая новость состоит в том, что растущий российский бизнес начинает задумываться об оптимизации
 - Поэтому неизбежен рост спроса на “продвинутые” средства анализа и принятия решений, в том числе на ИМ

Когда прибегают к имитации?

- **Создание ИМ – процесс трудоёмкий, поэтому к нему прибегают тогда, когда:**
 - Дорого или невозможно экспериментировать “вживую”
 - Невозможно построить аналитическую модель: в системе есть время, причинные связи, последствие, нелинейности, стохастика ...
 - Необходимо “проиграть” поведение системы во времени
- **Место ИМ-инструментов в IT-инфраструктуре**
 - Бухгалтерия, MS Office
 - ERP
 - CRM
 - “Продвинутая” аналитика, в т.ч. основанная на ИМ

В каких областях применяется ИМ?



Пример из нашей практики

- **Заказчик:**
Евросиб – Транспортные Системы
- **Проблема:**
Построить оптимальное управление системой ж/д грузоперевозок

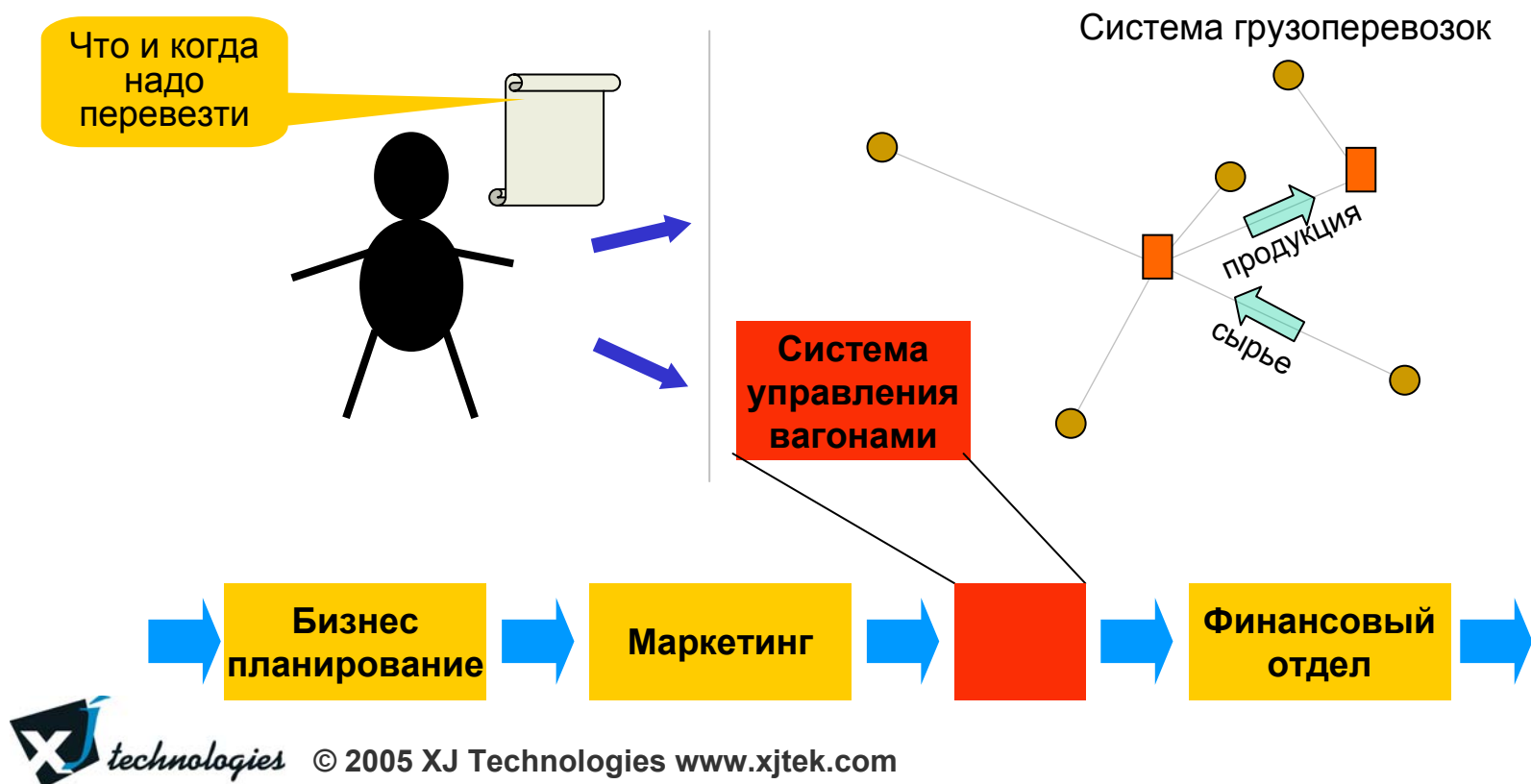
Постановка задачи

- Есть парк вагонов (тысячи)
- Есть план: сколько чего откуда куда надо перевезти
- Есть статистика по движению вагонов
- Вопрос: куда когда какие вагоны направлять?



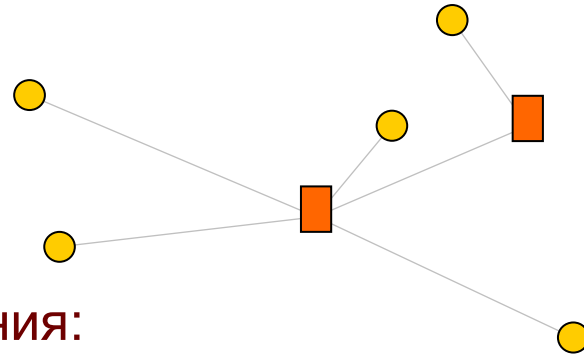
Постановка задачи (продолжение)

- Нужна система управления подвижным составом
- Она должна быть встроена в бизнес-процессы компании



Роль имитационной модели

Система
управления
вагонами



- Особенности системы управления:
- Адаптивная система

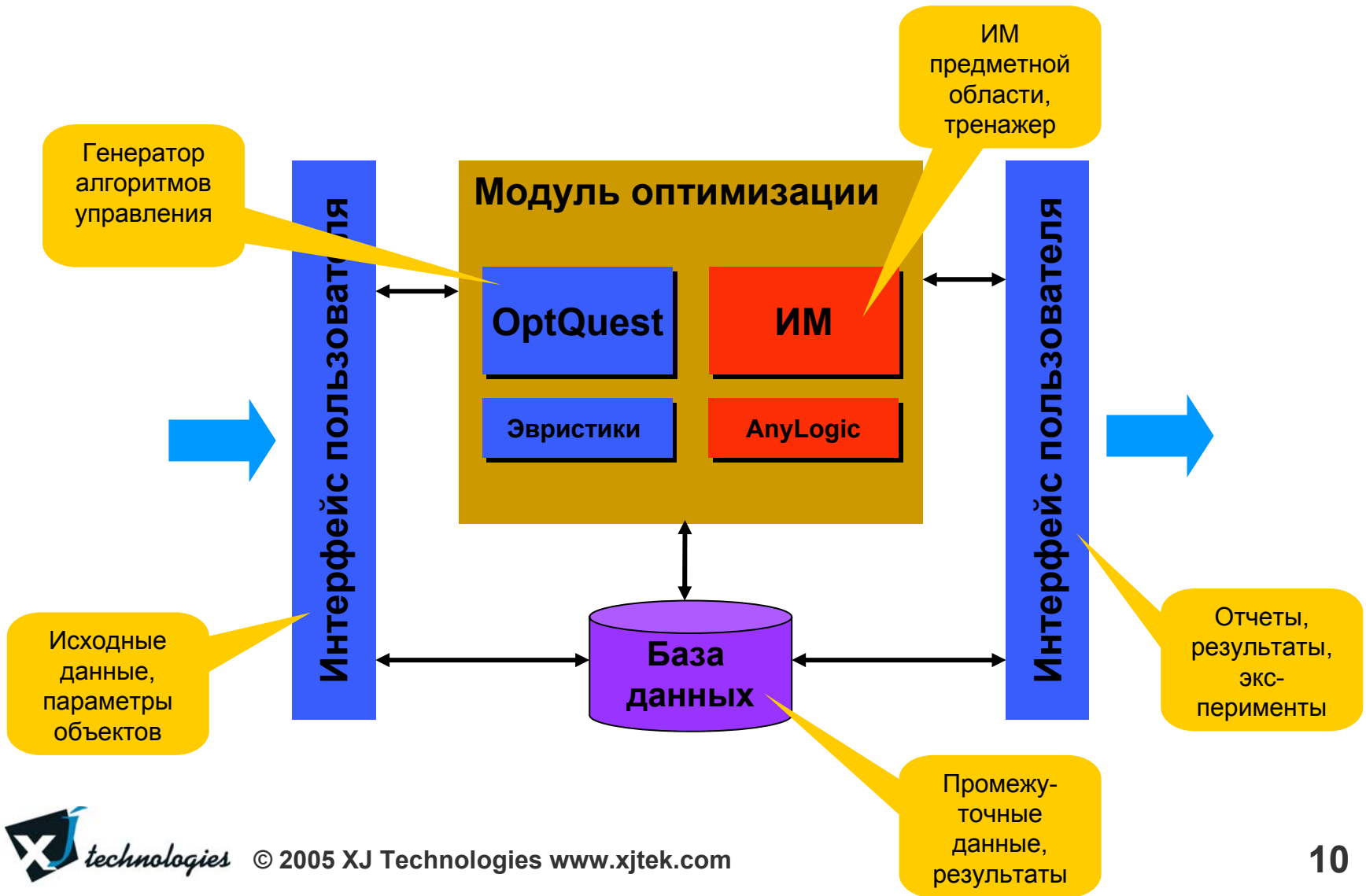


Предсказание
Стохастические элементы,
Временные ограничения



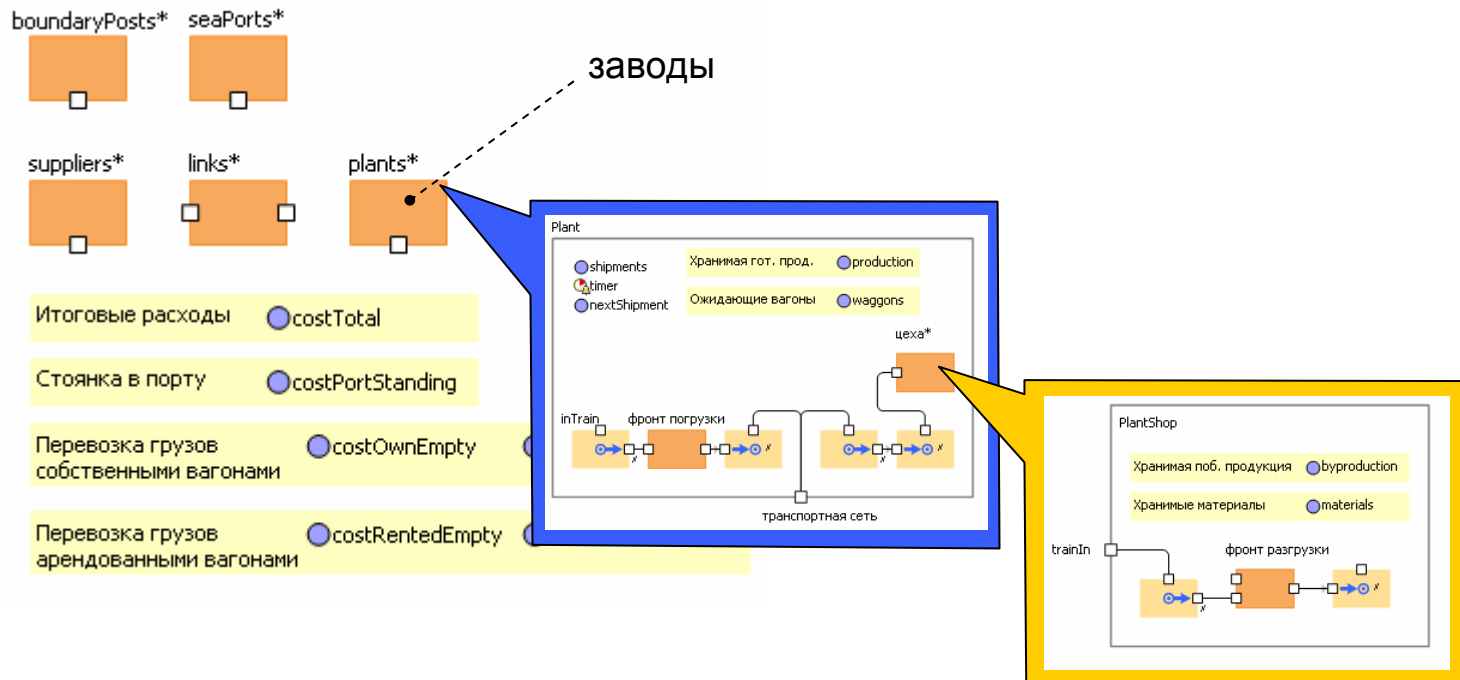
Компьютерная
имитационная
модель

Решение – общая архитектура



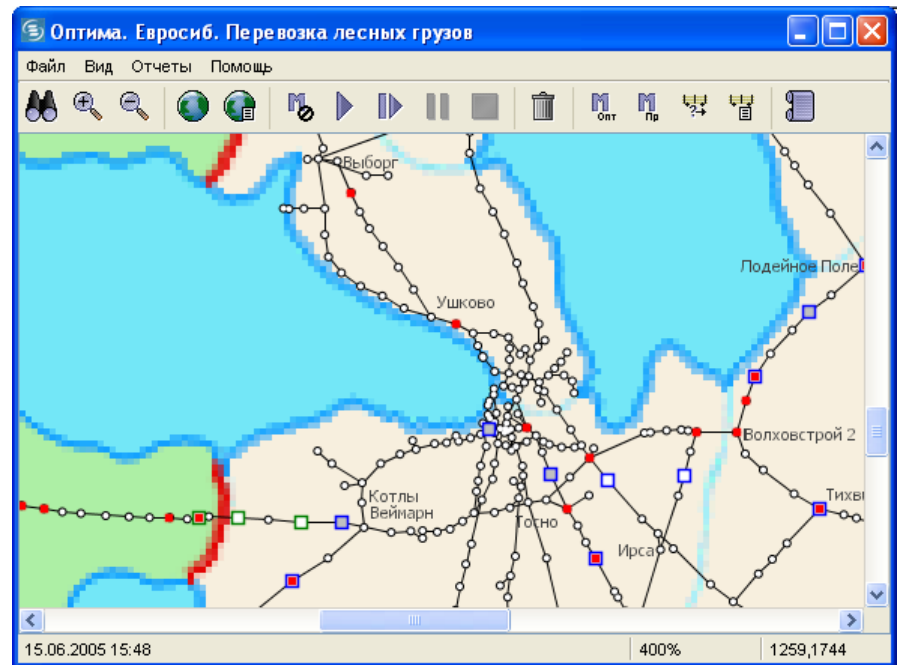
Имитационная модель

- Детально моделирует процессы в системе
 - Производство, транспортную сеть, погранпереходы, ...
- Рассчитывает стоимость



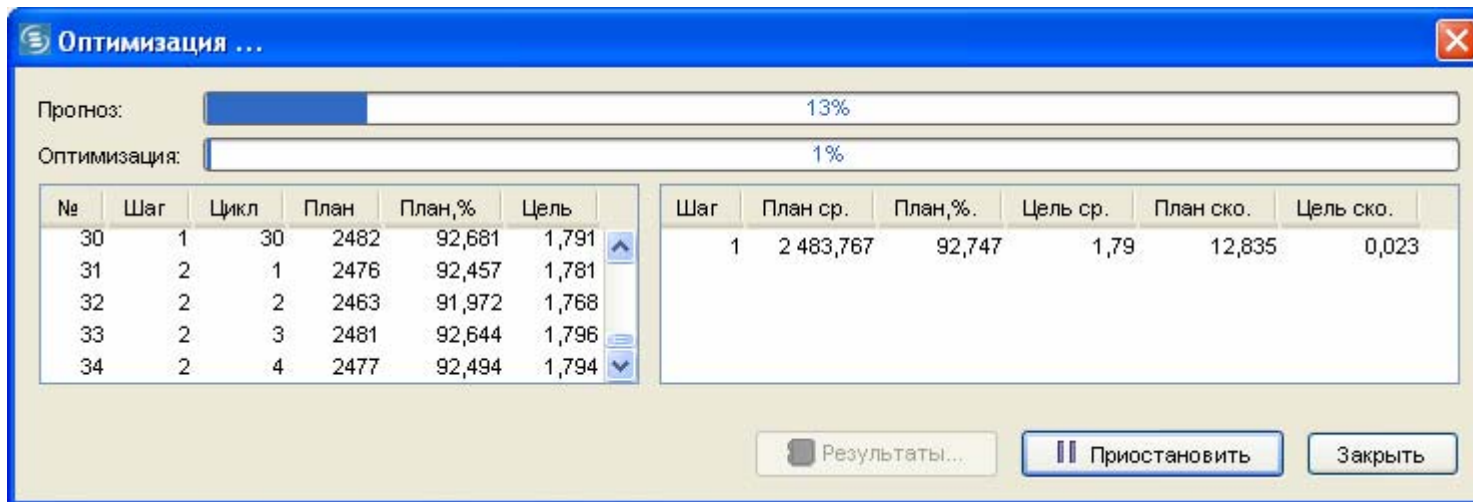
Интерфейс пользователя

- Информация о составе, вагоне
- Информация по станциям
 - входящие грузопотоки
 - выходящие грузопотоки
 - ожидающие вагоны
- Управление вагонами
 - Остановка
 - Возобновление
 - движения



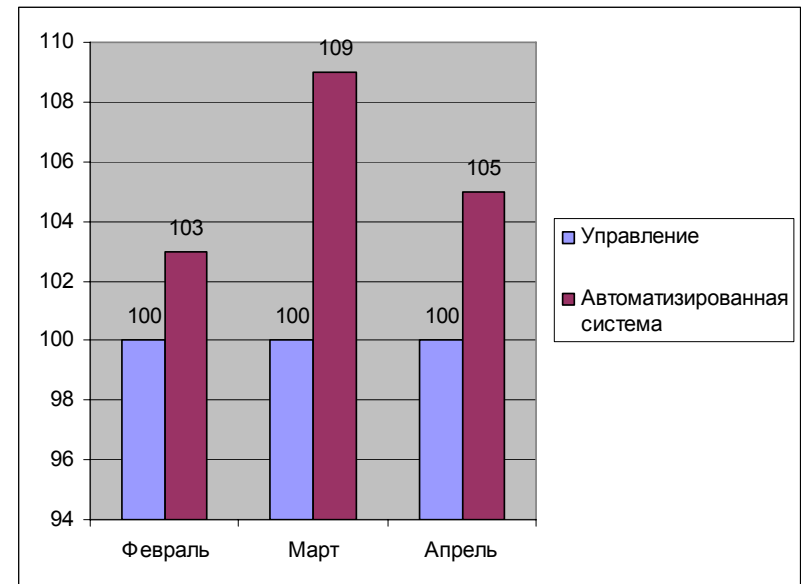
Оптимизация

- Вход – план отгрузки, выход – параметры алгоритма управления
- Работает OptQuest + наши эвристики, разработанные специально под эту задачу



Результаты внедрения

- Система разработана, установлена у заказчика и используется
- Результаты:
 - Минимизация ручного труда: физически тяжело построить расписания для количества вагонов больше 150
 - Приложение лучше строит расписание, в том числе для большего числа вагонов
 - При оперативном управлении приложение генерирует рекомендации о перенаправлении вагонов



Вернёмся к основной теме

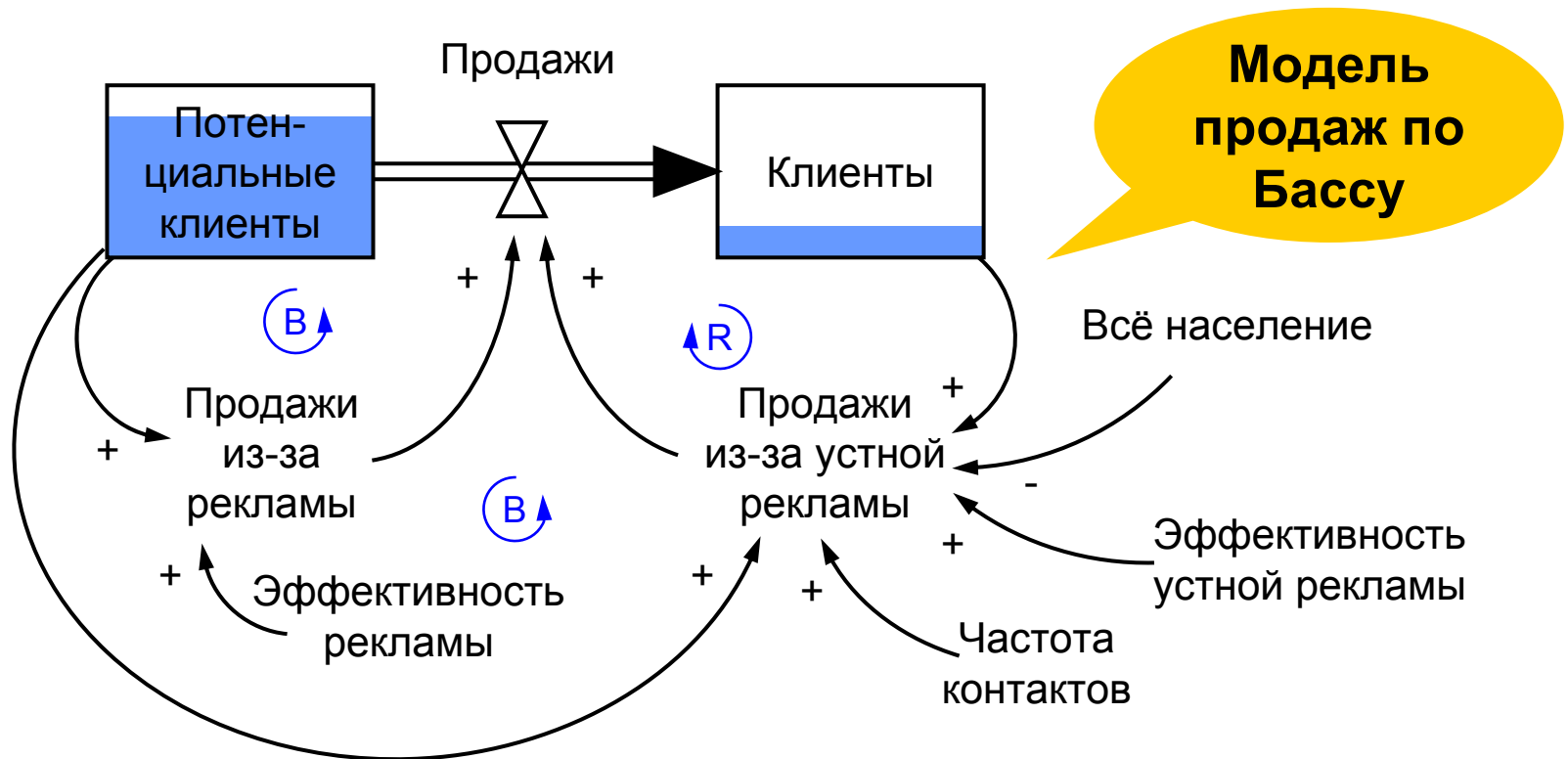
- Рассмотренная модель с точки зрения техники была дискретно-событийной
- Какие вообще бывают модели?

Какие есть подходы к построению ИМ?

- **Всего их три:**
 - Системная динамика
 - Дискретно-событийное моделирование
 - Агентное моделирование
- **Они применяются специалистами разного типа**
 - Причём, эти “тусовки” друг с другом почти не общаются
- **Однако, между подходами есть очевидная взаимосвязь**
 - Некоторые системы (например, цепочки поставок) моделируются с любым подходом, в зависимости от цели
 - Подробнее про это – в нашей статье [“Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика”](#)

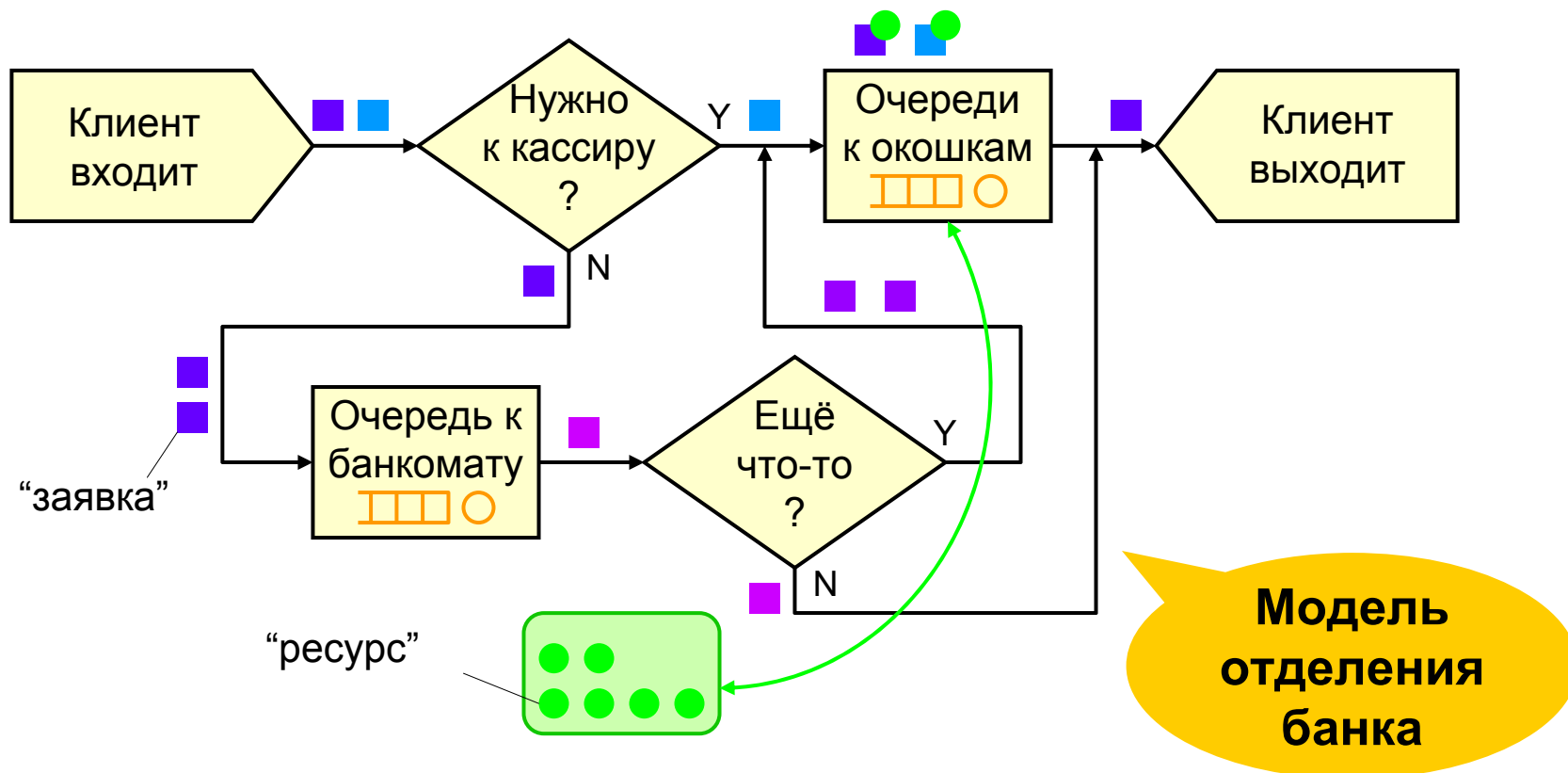
Системная динамика, Форрестер, 1950е

- Накопители, потоки и их причинные зависимости. Структура как взаимодействие обратных связей



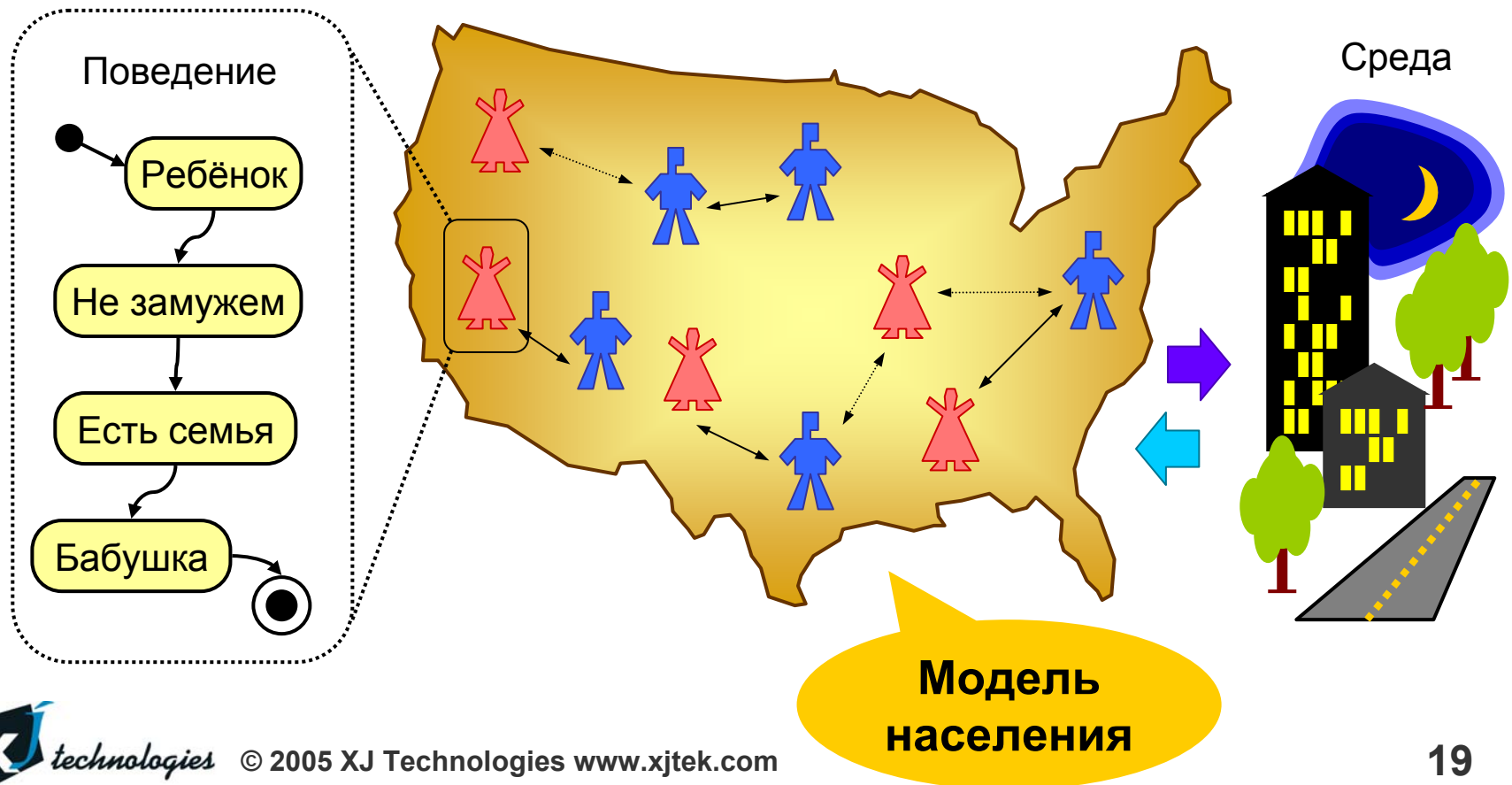
Дискретно-событийное ИМ, Гордон, 1960е

- Заявки (транзакции) и ресурсы. Диаграмма из блоков (очередь, задержки, обработка, ...)

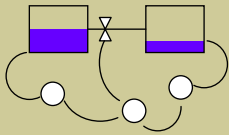


Агентное моделирование, 1990-2000е

- Индивидуальные объекты со своими правилами поведения. Взаимодействие: прямое/через среду

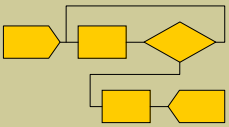


На чём строят имитационные модели?



Системная
Динамика

STELLA/iThink
Powersim
Vensim



Дискретно-
Событийное
Моделирование

Arena, Extend, Witness,
SimProcess, AutoMod,
PROMODEL, Enterprise Dynamics,
FlexSim, eMPlant, Simul8,

... ..



Агентное
Моделирование

[академические разработки]
SWARM, RePast, AScape, ...

AnyLogic

Поддерживает несколько подходов
Легко менять уровень абстракции
Объектно-ориентирован, основан на Java



Кто профессионально делает модели? (1)

В мире

- **Каждая большая компания**
 - Имеет в штате группу аналитиков, в том числе имитационщиков (GE, Pfizer, Johnson&Johnson, Boeing, ...)
- **Консалтинговые гиганты**
 - IBM BC, Siemens BS, Bearing Point, Accenture, ...
- **Небольшие специализированные фирмы**
 - В основном работают в узкой области, например Automation Associates Inc, Production Modeling Corp.
- **Отделы услуг производителей инструментов ИМ**
 - E.g. Arena, PROMODEL, eMPlant, AnyLogic, etc.
- **“НИИ”, иногда университеты**

Кто профессионально делает модели? (2)

В России

- **У больших компаний:**
 - Есть интерес, понимание, для чего нужно, есть грамотные аналитики – профессионалов ИМ пока мало
- **Тот же транснациональный консалтинг:**
 - Предлагает ИМ в спектре своих услуг
- **Есть небольшие фирмы,**
 - Живущие исключительно на госзаказах: оборона, правительство, муниципалитеты,
- **XJ Technologies (AnyLogic)**
 - Разрабатываем ИМ-решения для бизнеса с 2001г.
 - Начали с американского рынка
 - Последние три года работаем и для российского бизнеса

Что должен уметь профессионал ИМ? (1)

Работа с клиентом

- **Основное качество: способность быстро понять проблему клиента**
 - Потребуется общее понимание того, как работает производство, банк, транспорт, бизнес, город и т.д.
- **Понять: Решается ли проблема имитацией?**
 - Может быть, она решается аналитически? Перебором? Оптимизацией?
- **Выяснить: Какие данные нужны и есть ли они?**
 - Если данных у клиента нет и получить их невозможно – нет смысла строить модель

Что должен уметь профессионал ИМ? (2)

Разработка
модели

- **Выбрать уровень абстракции:**
что важно и что можно выбросить
 - Технически, это ключевой момент, определяющий успех. Этому не учит ни один университет.
- **Выбрать подход (СД, ДС, ...) и инструмент**
- **Разработать модель**
 - Только итеративно, в постоянном контакте с клиентом
Ежедневно должна быть свежая работающая версия!
 - Сюда входят калибровка и валидация
 - Обычно, требуется знание программирования (как минимум, алгоритмистики, идеально, если разработчик знаком с объектно-ориентированным подходом)

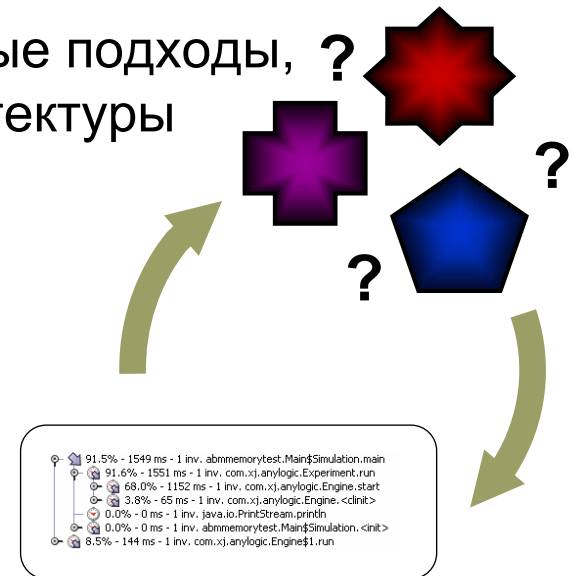
[Пара общих советов по разработке]

Объясняя [моделируя] что-либо, не
размножайте сущности без необходимости.

William of Occam (Оккам), 1285-1349

- Всегда начинайте с простейшего прототипа
- Добавляйте детали постепенно
- Чередуйте оптимизацию на высоком и низком уровнях

Разные подходы,
архитектуры



Что должен уметь профессионал ИМ? (3)

Интеграция модели

- “Обернуть” модель доп. функциями
 - Анализ входных данных
 - Оптимизация: стандартные оптимизаторы и эвристики
 - Анализ выходных данных
- Интегрировать модель в среду клиента
 - Важно понять, кто именно будет пользоваться моделью и каковы сценарии её использования!
 - Очень редко модель нужна в виде изолированного объекта!
 - Обычно требуется подключение к БД (ERP, CRM) клиента
 - Часто требуется анимация моделируемых процессов
 - Часто создаётся специализированный GUI (графический интерфейс пользователя)

Где учат имитационному моделированию?

- **ИМ – по большей части искусство, а не наука**
- **По опыту XJ Technologies:**
 - Нет ни одного университета/кафедры, выпускники которой обладали бы перечисленными требованиями
 - “Прикладники” могут быть слабы в программировании
 - Программисты могут долго вникать в прикладную область
- **Что делаем мы:**
 - Готовим консультантов внутри компании (в основном – из программистов, но не обязательно)
 - Последовательность: **Стандартный курс ▶ Тест (игрушечная модель) ▶ Усложнение задачи ▶ Участие в реальном проекте (на подсобных ролях) ▶ Support по AnyLogic ▶ Самостоятельные проекты**

**Есть
Вакансии!**

Книжки по ИМ

- **Есть отличные книги по системной динамике**
 - John Sterman [Business Dynamics](#)
 - Kim Warren [Competitive Strategy Dynamics](#)
- **По дискретному моделированию хороших книжек нет**
 - То, что есть, написано давно и уже устарело (часто берут простейшую СМО и возятся с ней страницах на 400 :)
 - Книжек про то, **как строить модели**, нет в принципе (впрочем, есть книги по решению специфических задач в конкретных продуктах)
- **По прикладному агентному моделированию книжки ещё не написаны**
 - То, что опубликовано – это академические опыты, практическая ценность отсутствует

Конференции по ИМ

- **Winter Simulation Conference** www.wintersim.org
 - Каждый год в начале декабря, всегда в США
 - В основном, дискретное моделирование, охват очень широкий
- **System Dynamics Conference**
www.systemdynamics.org
 - Каждое год в июле, попеременно в США и Европе
 - В основном, системная динамика, но теперь всегда есть секция по агентному моделированию

Российское Общество ИМ

- “Тусовка” симуляционистов ещё складывается
- Что есть:
 - Раз в 2 года – конференция ИММОД
 - www.simulation.ru (= www.anylogic.ru), www.gpss.ru
 - Инициативная группа по созданию общества (РОИМ)
 - Russian Chapter по системной динамике www.sdrus.org.ru
- Чего нет, но нужно сделать:
 - Зарегистрированной действующей организации
(всё подготовлено, регистрация сразу после ИММОД)
 - Центрального сайта
(нетрудно, можно делать параллельно с регистрацией)
 - Журнала
(с этим придётся подождать)

Спасибо!

- Вопросы?