

spe//abs



*software  
project  
expert  
laboratory*



Оптимизация  
планирования  
производства, закупок и  
ЛОГИСТИКИ



На платформе IBM ILOG CPLEX

# Основные фазы интегрированного планирования



## Количественный прогноз:

Определение ключевых трендов, корреляций, предсказание внештатных ситуаций

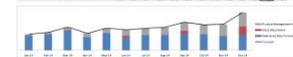
Prediction



Sales

## Количественный план продаж

Планы по продуктам, рынкам, клиентам, ведение календаря TMA



Finance

## Финансовое планирование

Бюджетирование различных стратегий и планов



Operations



## План операций

Автоматическое планирование различных вариантов действий с учетом целевых функций и всех физических ограничений предприятия



Мгновенный перевод количественных показателей в денежные, от SKU и географий в бренды, рынки и каналы

# Основные фазы S&OP – прогнозирование



**Количественный прогноз:**  
Определение ключевых трендов, корреляций, предсказание внештатных ситуаций

Prediction

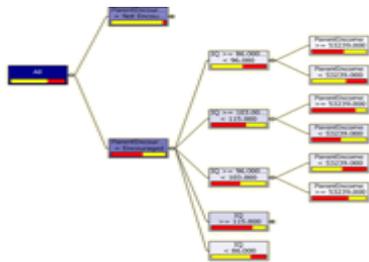


Data Mining – технология анализа данных, основанная на методах математической статистики и машинного обучения с целью нахождения ранее *неизвестных, нетривиальных и практически полезных знаний*

Прогнозирование спроса (с учетом множества факторов, в том числе внешних).

Прогнозирование внештатных ситуаций (болезнь сотрудника, отказ клиента от заказа, срочные заявки ключевых клиентов).

Прогнозирование поломок и неисправностей оборудования.



# Основные фазы S&OP - оптимизация



Построение оптимальных планов операций с учетом всех ограничений по ресурсам представляет особую сложность, особенно когда речь идет об оперативном принятии решений.

На данном шаге важную роль играет использование технологий математической оптимизации.

# Математическая оптимизация

Оптимизация - это выбор наилучшего варианта из множества возможных

**Число возможных вариантов (исполнения) и их сочетание в производственных процессах настолько велико, что полный перебор практически невозможен**



Формулируется задача на языке математики и применяются специальные методы поиска <sup>\*</sup> оптимального решения



Оперативный ответ на поставленный вопрос  
(без инструментов оптимизации решение может потребовать месяцы)  
Возможности моделирования различных ситуаций и  
сценарный анализ



Возможность оперативного, тактического и  
стратегического планирования бизнеса  
Перепланирование по событию  
Автоматизированное принятие решений

\* именно к ним сводится большинство реальных задач планирования и управления в экономике

# Критерии оптимизации

Критерий оптимизации - целевая функция.



С помощью целевой функции оцениваются (1) **желательные** или (2) **нежелательные** качества. В первом случае стремятся к максимизации критерия, во втором - к минимизации.

## Максимизация



Прибыль  
Производительность  
Надежность

## Минимизация



Затраты  
Расходы  
Простои

*Целевая функция* показывает, когда решение должно быть оптимальным, т.е. наилучшим в рамках заданных условий.

# Типовые задачи оптимизации в производственных компаниях

## Снабжение

- Планирование снабжения основными и вспомогательными материалами
- Оптимизация объемов закупаемого сырья и материалов
- Оптимизация затрат на доставку
- Планирование межскладских перемещений СиМ с учетом затрат и потребности

## Производство

- Планирование и оптимизация загрузки производственных линий
- Оптимизация рецептов производства
- Оптимизация графика ремонтов (капитальные, текущие)
- Планирование переналадки оборудования
- Формирование сбалансированных карт выпуска ГП

## Хранение

- Оптимизация складских запасов
- Планирование использования площадей для хранения
- Оптимизация графика работы персонала
- Планирование графика подачи ТС под отгрузку

# Типовые задачи оптимизации в производственных компаниях

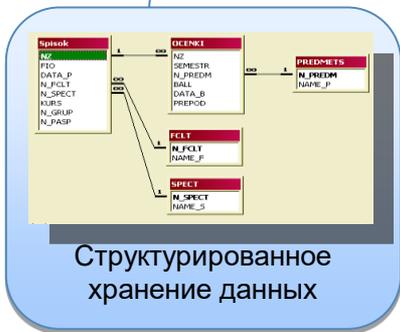
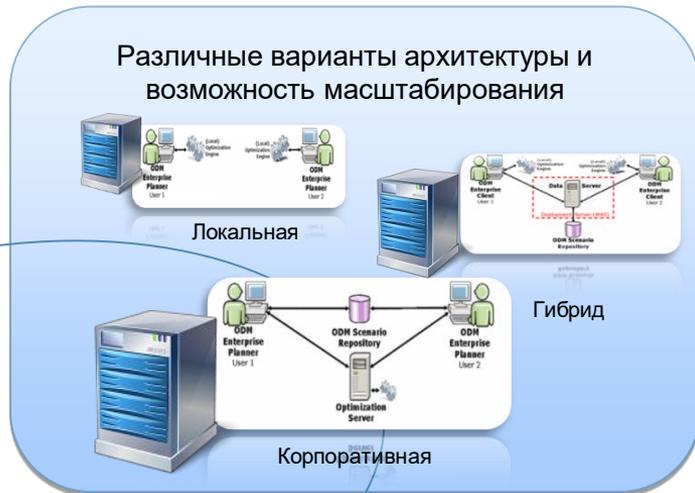
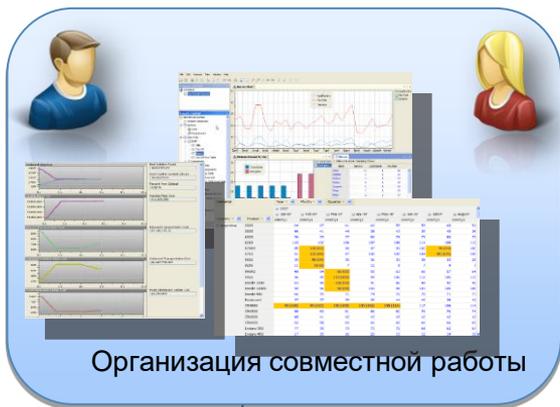


## Логистика ГП

- Формирование графика подачи транспорта под загрузку
- Планирование потребности в количестве и типе транспортных средств
- Оптимизация маршрутов перемещения ГП
- Оптимизация выбора способа доставки
  - Самостоятельная
  - Через логистическую компанию
  - Через РЦ и тд
- Построение различных логистических сценариев с учетом:
  - Минимизации стоимости доставки
  - Попадания «точно в срок»
  - Повышения утилизации ТС

# Общая информация о платформе

Промышленная платформа корпоративного уровня для разработки и внедрения высокоэффективных решений в области планирования и сценарного моделирования на базе принципов математической оптимизации.



## Корпоративная платформа по оптимизации – преимущества

- Клиент-серверная платформа, эффективно использующая многопоточность.
- Высокая масштабируемость алгоритмов для решения задач очень большой размерности: до миллиардов переменных решения, часто на практике – сотни тысяч-миллионы; десятки-сотни тысяч ограничений.
- Большое количество эвристик – на каждом шаге выбираются оптимальные алгоритмы и их параметры, несколько алгоритмов могут выполняться одновременно, распространение ограничений и т.д.
- Простое описание сложных ограничений и целей на декларативном языке OPL.
- Рекомендации по ослаблению ограничений, если решение не найдено.
- Наличие программного интерфейса, позволяющего решать задачи в несколько этапов, а также выполнять различные сценарии, меняя цель и активные ограничения.

# Корпоративная платформа по оптимизации— классы решаемых задач

## ■ Mathematical Programming (MP)

- Линейные задачи.
- Целочисленные и смешанные линейные задачи.
- Квадратичные задачи.
- Целочисленные и смешанные квадратичные задачи.
- Задачи с квадратичными ограничениями.
- Целочисленное квадратичное программирование с квадратичными ограничениями.

## ■ Constraint Programming (CP)

- Задачи по оптимизации календарно-ресурсных планов.
- Высокоразмерные дискретные нелинейные задачи.

# IBM ILOG CPLEX – алгоритмы

■ Задачи формирования детального производственного расписания и логистики решаются методами смешанной целочисленной линейной оптимизации (MIP) или методами программирования ограничений (CP).

## ■ Алгоритмы MP

- Простой симплекс,
- Двойственный симплекс,
- Сетевой симплекс,
- Барьерный метод
- Метод просеивания

## ■ Алгоритмы CP

- Depth-first
- Restart
- Multi-point

■ CP – большое количество эвристик решений (Constraint Propagation), переменные типа интервал и последовательность интервалов для эффективного планирования, кумулятивные функции потребления ресурсов, функции состояния, удобные ограничения типа endBeforeStart, noOverlap, allDifferent, forbidStart, alternative и т.д., позволяющие эффективно программировать сложные ограничения на календарь задач.

## Основные объекты оптимизационной задачи

- **Данные.** Оборудование, сырье, готовая продукция, процессы, персонал.
- **Переменные решения.** Объем выпускаемой продукции за сутки, используемые варианты рецептов, назначение оборудования на работы, график работ.
- **Выражения решений.** Процент удовлетворения плана по каждой единице продукции или по группам, процент простоя оборудования, себестоимость продукции.
- **Ограничения.** Соблюдение договорных обязательств, нормативы и правила, учет времени перемещения по цеху, необходимость проведения промывки оборудования после перехода на выпуск другой продукции, ППР.
- **Цели.** Максимизация выпуска продукции (высокий сезон), минимизация издержек и простоя (обычный сезон).

# Открытые вопросы

- Уточнение рамок проекта по оптимизации и прогнозированию
- Обсуждение конфигурации проекта
  - Бюджет
  - Сроки
  - Проектная группа
- Проведение демонстрации платформы
  - Демо-пример на тестовых данных
- Пилотный проект
  - Стоимость, объем, сроки

# spe//abs

*Несколько слов о компании*

Опыт в  
разработке с  
2004 года

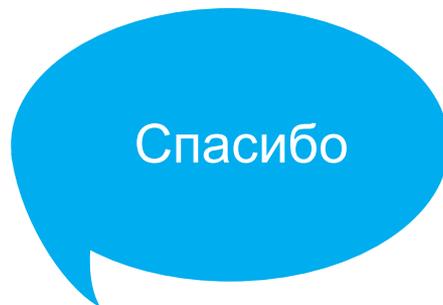
Разработка  
корпоративных  
портальных  
решений

Методология анализа  
данных и прогнозная  
аналитика



**Microsoft Partner**  
Gold Certified Partner

spe//abs



+7 (495) 774-58-23  
Адрес: 105120, Москва,  
Нижняя Сыромятническая, д. 10, стр. 7. (БЦ Artplay)