

Оптимизация товарного запаса

Запас ниже на 15% при меньшей дефектуре

Индивидуальные нормативы покрытия для каждой позиции на основе математической оптимизации и машинного обучения

Исаев Сергей, Акрихин
Global CIO «Проект года» 2026
Здравоохранение и фармацевтика

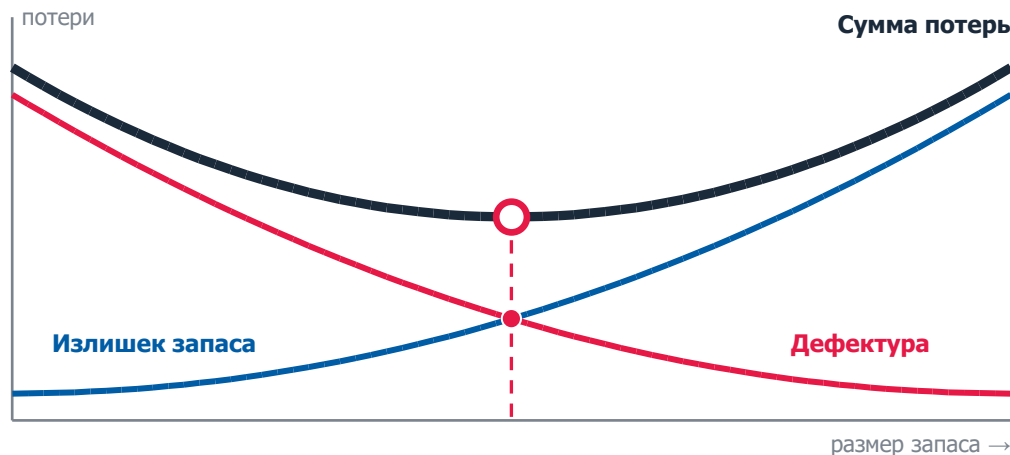
Препарат должен быть в аптеке, когда он нужен, а деньги не должны лежать в лишнем запасе

~190

позиций (SKU) в расчёте

2-6

месяцев срок поставки: решение принимается за месяцы вперёд, быстро исправить нельзя



Оптимум: сумма потерь минимальна

- **Излишек запаса:** замороженный капитал, риск неликвида и списаний
- **Дефектура:** заказы дистрибьюторов и сетей выполнены не полностью

Раньше норматив пересматривали раз в год, теперь каждый месяц

	Было (экспертный норматив)	Стало (модель)
Норматив	4 категории: от 40 до 120 дней	7 классов от 30 до 120 дней, свой для каждой позиции и месяца
Как определяется	Матрица: сегмент портфеля, точность прогноза, срок поставки; корректировка планировщиками	Модель, обученная на эталоне из математической оптимизации, выбирает вариант с наименьшими ожидаемыми потерями
Пересмотр	Раз в год при формировании бюджета и при переходе новинок в зрелые продукты	Ежемесячно и автоматически
Обоснование	Консолидированный файл, согласование в рабочей группе	Объяснение по каждой рекомендации и сравнение с экспертным вариантом

Норматив: сколько дней продаж должен покрывать запас

Запас ниже на 15%, случаев дефектуры на 24% меньше

Ретро-оценка на 12 месяцев истории

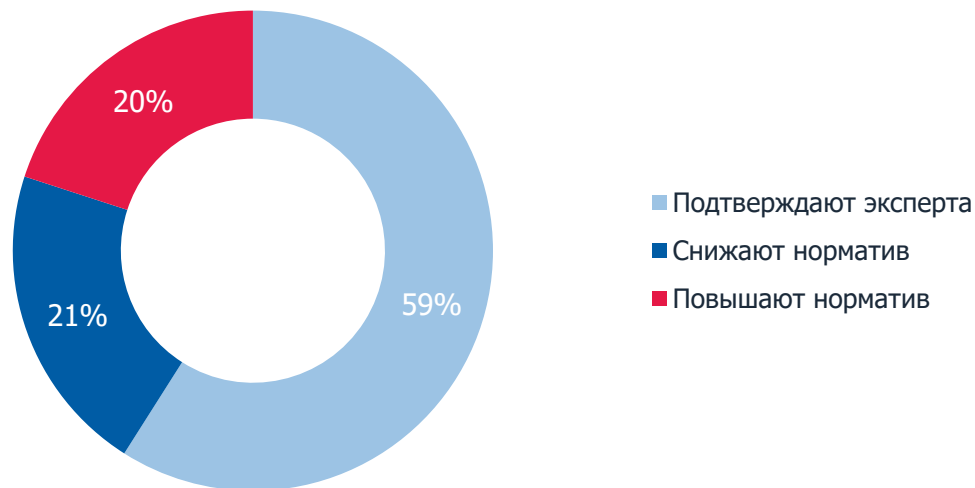
15%

ниже стоимость товарного запаса,
чем по экспертным нормативам

24%

меньше решений с расчётной
дефектурой: 7,7% → 5,9%

Решения модели против экспертного норматива



195 позиций, всего решений «позиция × месяц»: 2081. Дефектура сценарная, не из учётной системы.

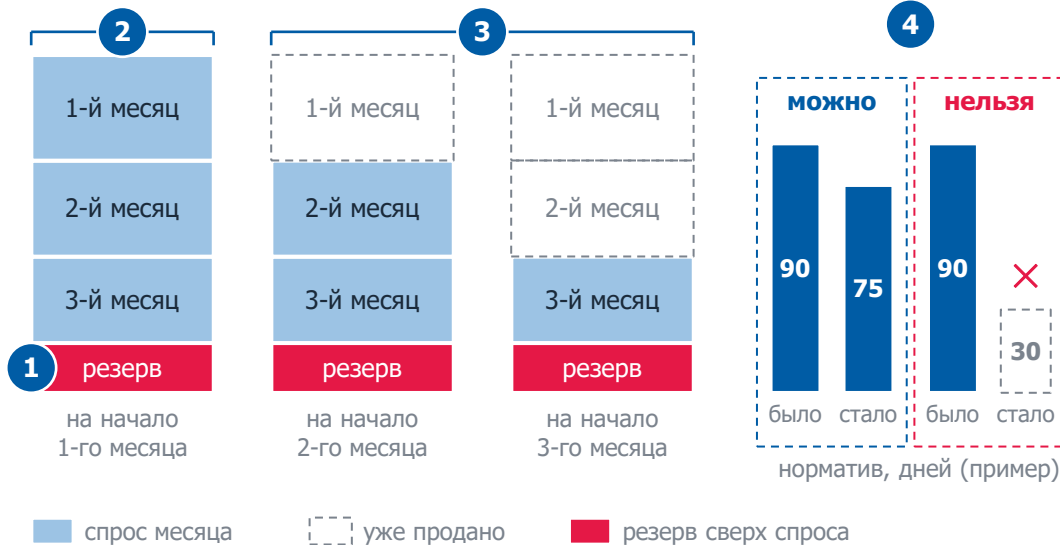
Модель учится воспроизводить эталон, а норматив выбирается по потерям



Ключевая идея: модель учится не на прошлых решениях экспертов, а на эталоне, поэтому может быть лучше прошлой практики

Эталон: наименьший запас, которого хватает на весь срок поставки

Схема для срока поставки 3 месяца



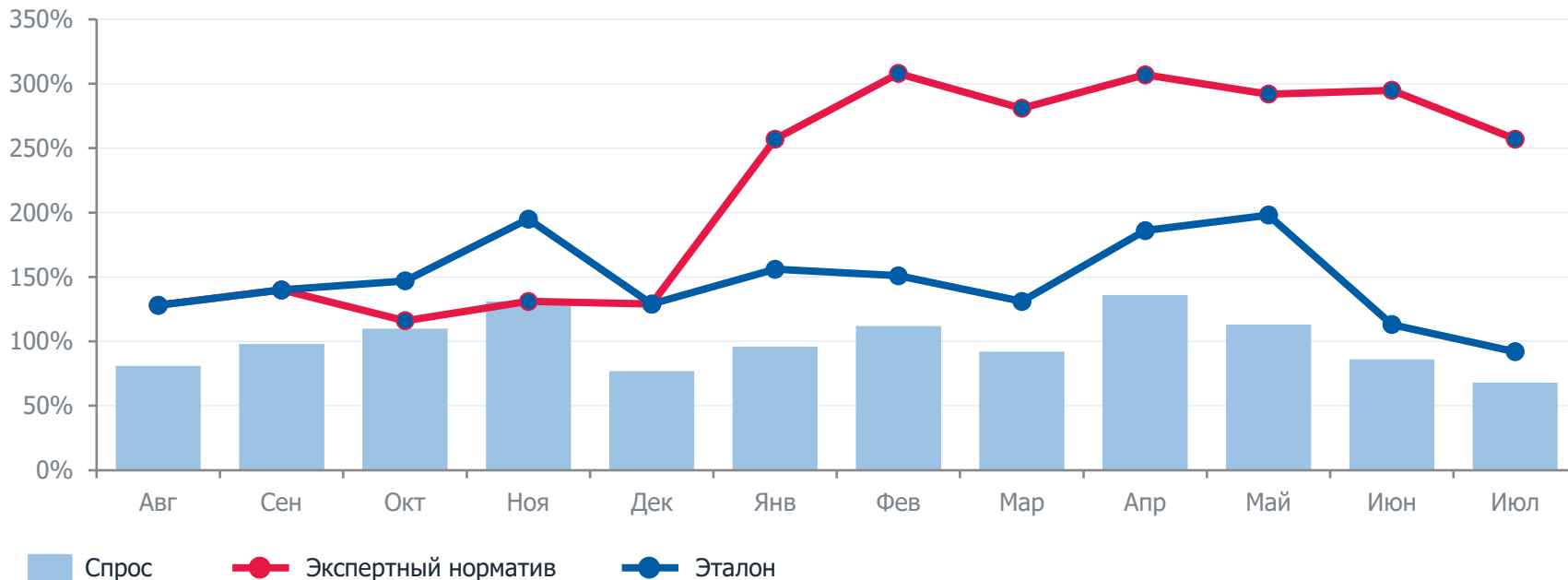
Условия расчёта

1. Спрос каждого месяца покрыт отдельно и с резервом
2. Запаса на начало хватает на весь срок поставки
3. Пока заказ в пути, запас только расходуется
4. Снижать норматив можно только постепенно

Из всех вариантов, где условия выполнены, берётся наименьший запас

Эталон: на примере позиции он идёт за спросом

Запас на начало месяца, % от среднего месячного спроса



Одна обезличенная позиция, 12 месяцев. Разрыв между красной и синей линиями: запас, который можно было не держать.

Признаки: около 120 факторов, и все известны на дату решения

Прогноз продаж

объём, тренд, точность прогноза

История и сезонность

продажи прошлых месяцев, сезон

Остатки и цены

покрытие запасом, динамика цен

Акции и реклама

промо, ТВ, листинг

Жизненный цикл

возраст препарата, аналоги

Главное правило: в признаки попадает только то, что было известно на дату решения

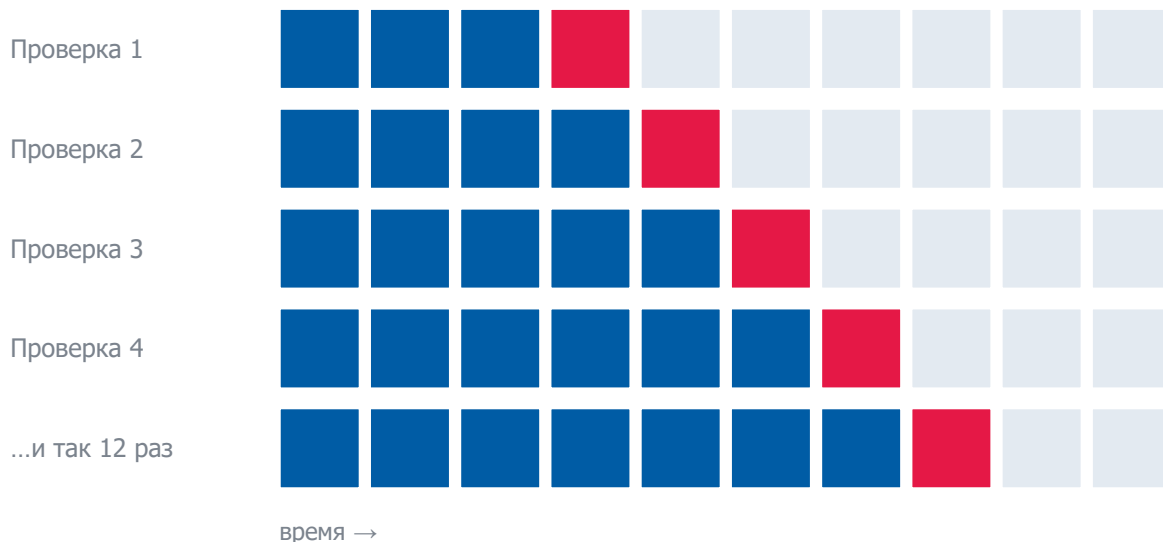
дата решения

Известно: продажи, остатки, цены, версия прогноза на этот день

Будущее: в признаки не попадает

Для каждой позиции своя дата отсечения. Прогнозы и остатки берутся в версии того дня, а не в исправленной позже.

Модель: учится на прошлом, проверяется на следующем месяце



**Вероятности модели
дополнительно
калибруются, чтобы им
можно было доверять**

Как в реальной работе: на дату
решения модель не видит
следующих месяцев

Градиентный бустинг (CatBoost)

■ обучение на прошлом ■ проверка на следующем месяце

Решение: простой пример выбора норматива

Условный пример. Модель оценивает: с вероятностью 60% хватит небольшого запаса, с вероятностью 40% понадобится больше. Какой норматив выбрать?

Вариант	Если хватит небольшого (60%)	Если нужно больше (40%)	Ожидаемые потери
Малый запас	0 (всё хорошо)	10 (дефектура)	$60\% \times 0 + 40\% \times 10 = 4,0$
Средний запас ✓	1 (небольшой излишек)	3 (небольшая дефектура)	$60\% \times 1 + 40\% \times 3 = 1,8$
Большой запас	5 (замороженный капитал)	0 (всё хорошо)	$60\% \times 5 + 40\% \times 0 = 3,0$

Потери в условных единицах: чем краснее ячейка, тем они больше. Синим выделен выбранный вариант.

Выбираем средний запас: в среднем он обходится дешевле всего

Объяснение: для каждой позиции видно, чем вызвано отличие от эксперта

Обезличенная позиция, сентябрь 2026
срок поставки 3 мес.

40 дней

норматив эксперта

+20 дней: модель повышает норматив

60 дней

рекомендация модели

Что сильнее всего повлияло на отличие

Эластичность аналогов



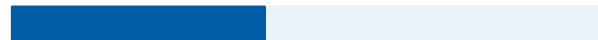
Месяцев с последнего пика продаж



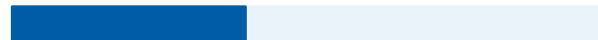
Прогноз ближайшего месяца



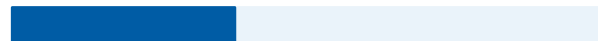
Время с выхода первого аналога



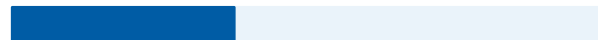
Прогноз к продажам за 6 мес.



Сегмент ассортимента



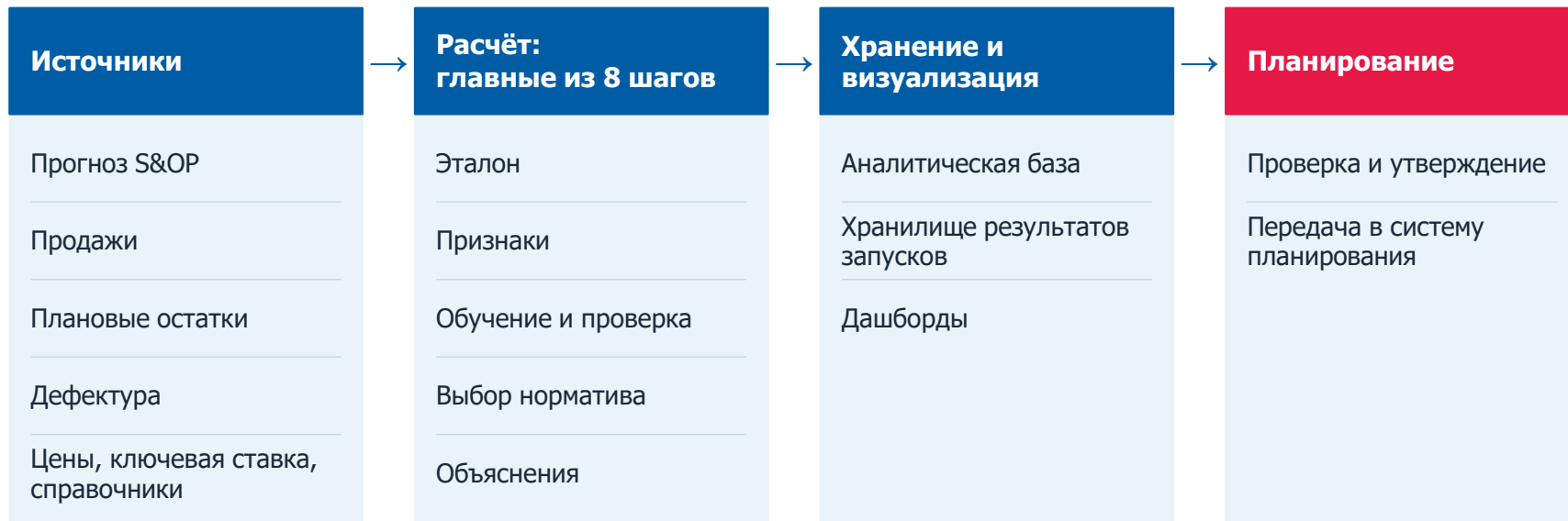
Прогноз к продажам за 12 мес.



Планировщик видит не только рекомендацию, но и её причины

Длина полосы: относительная сила влияния, самый сильный фактор взят за 100%. Данные сентябрьского расчёта, позиция обезличена.

Расчёт запускается сам, когда выходит новая версия прогноза



Путь проекта: от идеи до ежемесячной работы

Когда	Что сделано
Июль 2025	Старт: считать нормативы запаса каждый месяц, а не раз в год
Август - октябрь 2025	Собрали данные, построили первую модель и проверили её на прошлых годах
Ноябрь 2025 - январь 2026	Сделали отчёты для планирования и доработали методику
Февраль 2026	Первый ежемесячный расчёт по всем позициям (около 190)
Апрель 2026	Расчёт запускается сам, как только готов новый прогноз продаж
Май - сентябрь 2026	Усилили контроль данных, добавили объяснения к рекомендациям; всего выполнено 8 ежемесячных расчётов нормативов

Что было сложным и как это решили

Сложность	Что помогло
Нет правильных ответов для обучения: оптимального норматива в истории не существует	Эталон строится оптимизацией с ограничениями для каждой позиции и месяца
Данные из будущего: источников больше десяти, версии прогнозов и остатков меняются	Своя дата отсечения по позиции, прогнозы и остатки в версии того дня, автоматические проверки
Несимметричная цена ошибки: излишек и дефектура стоят по-разному, и соотношение зависит от сегмента и срока поставки	Калибровка вероятностей и выбор норматива по ожидаемым потерям
Доверие бизнеса: нормативы влияют на закупки	Объяснение по каждой позиции, сравнение с экспертом, ручное утверждение
Качество справочников: сроки поставки и категории меняются, в источниках бывают дубли	Версионирование справочника, резервные копии, проверки на пустые и неполные данные

01

Свой норматив

Для каждой позиции и месяца: препарат в наличии, деньги не заморожены в лишнем запасе

02

Оптимизация и ML

Точный эталон, обучаемая модель и выбор норматива по ожидаемым потерям запасе

03

Результат

15%

ниже стоимость запаса

24%

меньше случаев дефектуры

04

Ежемесячный цикл

Расчёт запускается автоматически, специалисты проверяют и утверждают

**Спасибо
за внимание**

