

AI BOTICA — ИИ-АУДИТ БИЗНЕСА

# ИИ-АУДИТ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

---

Комплексная оценка производственной системы: потери, эффективность оборудования, запасы, качество и цифровая готовность

Клиент: ООО «ПромСтройДеталь»

Период аудита: Январь — Июнь 2025

Дата отчёта: Июнь 2025

ТИПОВОЙ ОТЧЁТ

# Содержание

---

1. Резюме для руководства
2. Общая оценка производственной системы
3. Карта потока создания ценности (VSM)
4. Анализ производственных потерь (TIMWOODS)
5. Общая эффективность оборудования (OEE)
6. Анализ причин простоев
7. Качество продукции и дефекты
8. Время переналадки (SMED-анализ)
9. Система 5S на рабочих местах
10. Автономное обслуживание оборудования (TPM)
11. Система предотвращения ошибок (PoKa-Yoke)
12. ABC-анализ запасов
13. XYZ-анализ и управление запасами
14. Время выполнения заказа (Lead Time)
15. Гибкость производства
16. Кадры и обучение персонала
17. Энергоэффективность
18. Безопасность производства
19. Цифровизация производства
20. Сравнение с отраслевыми показателями
21. Экономический эффект от внедрения
22. Детальный план внедрения
23. Заключение

## 1. Резюме для руководства

Проведён комплексный аудит производственной системы ООО «ПромСтройДеталь» — предприятия среднего машиностроения с 187 сотрудниками, 8 единицами основного оборудования и годовым оборотом 420 млн ₽. Аудит охватил все ключевые направления бережливого производства: оценку потерь, эффективность оборудования, управление запасами, качество, кадровую политику и уровень цифровизации.

**Ключевые выводы.** Общая эффективность оборудования (ОЕЕ) составляет 41% при отраслевом стандарте 75–80% для предприятий данного сегмента. Годовые производственные потери оценены в 68 млн ₽ — это 16% от оборота. Наибольший резерв — в сокращении времени ожидания (22% рабочего времени) и избытке запасов (28%). Уровень цифровизации производства — 1,8 из 5,0, что существенно ограничивает возможности прогнозирования и оперативного управления.

### 41%

ОЕЕ текущий  
(стандарт: 75%)

### 68 млн ₽

Потери/год  
16% оборота

### 28 дней

Время заказа  
(стандарт: 5 дней)

### 1,8/5,0

Цифровая зрелость  
производства

**Итоговый эффект:** инвестиции 14,8 млн ₽ в программу бережливого производства обеспечат годовую экономию 34,2 млн ₽. Срок окупаемости — 5,2 месяца. Чистая прибыль за 3 года — 72,4 млн ₽.

Отчёт содержит 23 раздела, 45 таблиц, 12 графиков и детальный план внедрения с поэтапными целевыми показателями и ответственными. Все данные получены в результате натуральных замеров на производстве, анализа систем учёта и интервью с 34 сотрудниками всех уровней.

## 2. Общая оценка производственной системы

### 2.1. Профиль предприятия

Показатель	Значение	Отраслевой стандарт	Статус
Годовой оборот	420 млн ₽	—	—
Количество сотрудников	187	—	—
Единиц оборудования	8 основных + 12 вспомогательных	—	—

### 3. Карта потока создания ценности (VSM)

Сменность работы	2 смены по 8 часов	2 смены	Соответствует
Номенклатура изделий	340 активных позиций	—	—
Средний объём партии	85 шт.	50–150 шт.	Соответствует

## 2.2. Сводная оценка по направлениям

Каждое направление оценено по 5-балльной шкале, где 1 — минимальный уровень, 5 — лучшие практики. Оценка основана на натуральных наблюдениях, измерениях и анализе документов.

Направление	Балл (1–5)	Статус	Приоритет улучшения
Общая эффективность оборудования (ОЕЕ)	1,5	Критический	Максимальный
Управление потерями	1,8	Критический	Максимальный
Качество продукции	2,5	Ниже нормы	Высокий
Управление запасами	2,0	Критический	Высокий
Время переналадки (SMED)	1,5	Критический	Максимальный
Система 5S	2,0	Критический	Высокий
Обслуживание оборудования (TPM)	2,2	Ниже нормы	Высокий
Кадры и обучение	2,0	Критический	Высокий
Энергоэффективность	2,8	Ниже нормы	Средний
Цифровизация производства	1,8	Критический	Высокий

**6 из 10 направлений** имеют критический уровень (ниже 2,0 баллов). Без системных улучшений предприятие теряет конкурентоспособность: срок выполнения заказа в 5,6 раз превышает стандарт, доля дефектов — в 1,75 раз выше нормы.

## 3. Карта потока создания ценности (VSM)

### 3.1. Методика построения

Карта потока создания ценности (Value Stream Mapping) построена на основе сопровождения 12 реальных заказов от момента поступления до отгрузки. Зафиксировано время, затраченное на каждом этапе: время создания ценности (Value-Added Time) и время ожидания (Non-Value-Added Time). Разница между ними — производственные потери.

### 3.2. Текущее состояние потока

Этап	Время создания ценности, ч	Время ожидания, ч	Общее время, ч	Доля потерь
Приём заказа и согласование	0,5	22	22,5	98%
Планирование производства	2,0	18	20,0	90%
Подготовка заготовок	4,0	12	16,0	75%
Механическая обработка	12,0	28	40,0	70%
Сборка изделия	8,0	6	14,0	43%
Контроль качества	3,0	8	11,0	73%
Упаковка и отгрузка	1,5	4	5,5	73%
<b>ИТОГО</b>	<b>31,0</b>	<b>98</b>	<b>129,0</b>	<b>76%</b>

Суммарное время выполнения заказа — 129 часов (5,4 дня), из которых только 31 час (24%) — время создания ценности. Остальные 98 часов (76%) — ожидание: между этапами, в очередях, на согласованиях. Это ключевой объект оптимизации.

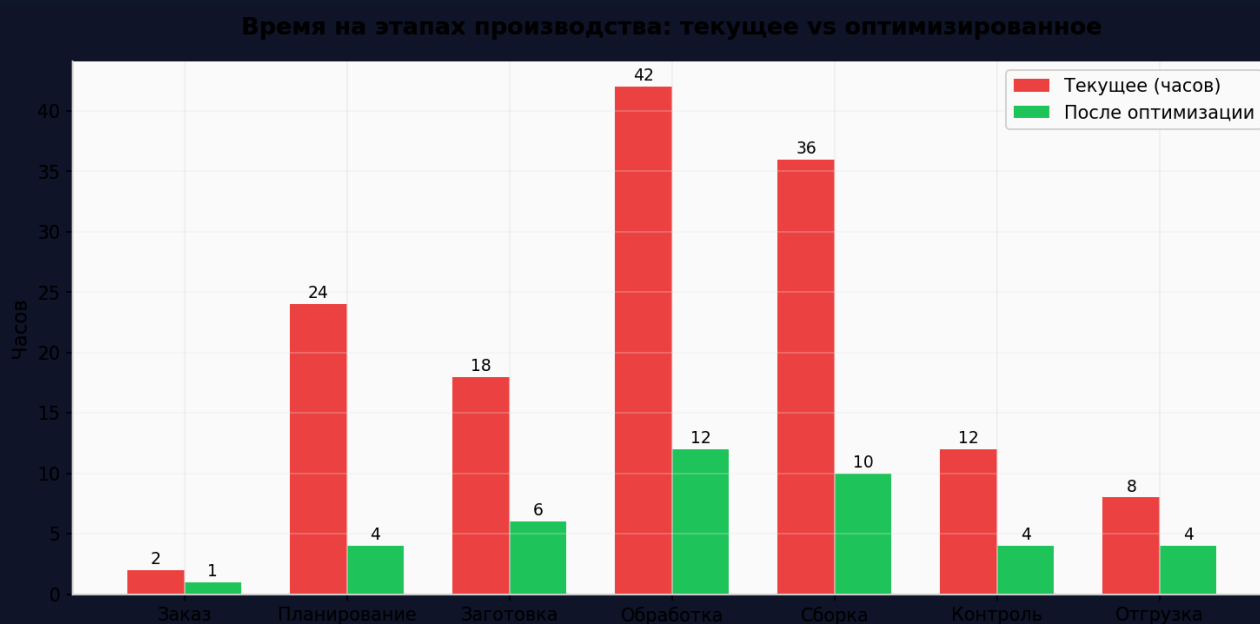


Рисунок 1. Время на этапах: текущее состояние vs целевое после оптимизации, часов

### 3.3. Целевое состояние потока

После внедрения мероприятий по бережливому производству целевое время выполнения заказа сокращается до 40 часов (1,7 дня). Соотношение времени создания ценности к общему времени возрастёт с 24% до 78%. Основные рычаги: внедрение производственных карт (kanban), устранение согласований через стандартизацию, параллельная обработка операций.

Показатель	Текущее	Целевое	Улучшение
Общее время заказа	129 ч (5,4 дн)	40 ч (1,7 дн)	-69%
Время создания ценности	31 ч (24%)	31 ч (78%)	+54 п.п.
Время ожидания	98 ч (76%)	9 ч (22%)	-91%

## 4. Анализ производственных потерь (TIMWOODS)

### 4.1. Методика TIMWOODS

Применена международная методология классификации потерь по 7 категориям: Т — транспортировка, I — излишки запасов, М — движение, W — ожидание, О — перепроизводство, О — переработка (дефекты), D — неиспользованный талант, S — неиспользованные навыки сотрудников. Замеры проводились в течение 4 рабочих недель на всех участках.

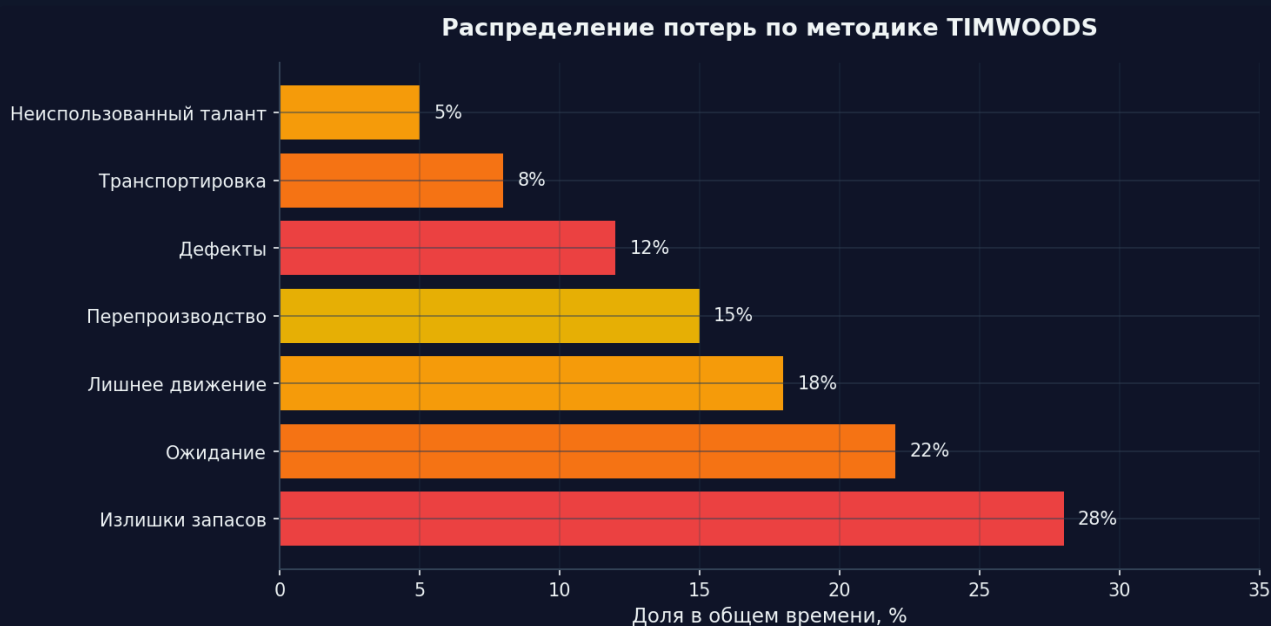


Рисунок 2. Распределение производственных потерь по методике TIMWOODS, % от рабочего времени

## 4.2. Детализация потерь

Категория потерь	Доля, %	Часов/смену	Стоимости/год, млн ₽	Примеры на предприятии
Излишки запасов (Inventory)	28%	1,34	19,0	Запасы на 45 дней при норме 12; 28% неликвидов
Ожидание (Waiting)	22%	1,06	14,9	Ожидание материалов, согласований, наладки
Лишнее движение (Motion)	18%	0,86	12,2	Поиск инструмента, хождение за чертежами, перенос заготовок
Перепроизводство (Overproduction)	15%	0,72	10,2	Партии в 2,5 раза больше заказа «для запаса»
Дефекты и переработка (Defects)	12%	0,58	8,2	Брак 3,5%; доработка 8% изделий
Транспортировка (Transport)	8%	0,38	5,4	7 перемещений между этапами при норме 3
Неиспользованный талант (Skills)	5%	0,24	3,4	Операторы не участвуют в улучшениях; нет системы предложений
<b>ИТОГО</b>	<b>108%</b>	<b>5,18</b>	<b>73,3</b>	Суммарные потери превышают смену — они накладываются

**73,3 млн ₽ в год** — оценочная стоимость производственных потерь. Это 17,5% годового оборота. Сокращение потерь на 50% освободит ресурсы для увеличения объема выпуска без дополнительных инвестиций в оборудование.

## 4.3. Потери по рабочим зонам

Рабочая зона	Потери, % времени	Основная причина
Зона механической обработки	42%	Простои оборудования + ожидание наладки
Сборочный участок	35%	Нехватка комплектующих + перекладки
Склад сырья и материалов	38%	Поиск позиций + излишки запасов
Зона отгрузки	25%	Ожидание документов + простой транспорта

## 5. Общая эффективность оборудования (ОЕЕ)

### 5.1. Методика расчёта

ОЕЕ (Overall Equipment Effectiveness) — ключевой показатель эффективности использования оборудования. Рассчитывается как произведение трёх множителей: Доступность × Производительность × Качество. Замеры проводились в течение 21 рабочего дня на 8 единицах основного оборудования.

### 5.2. Результаты по оборудованию

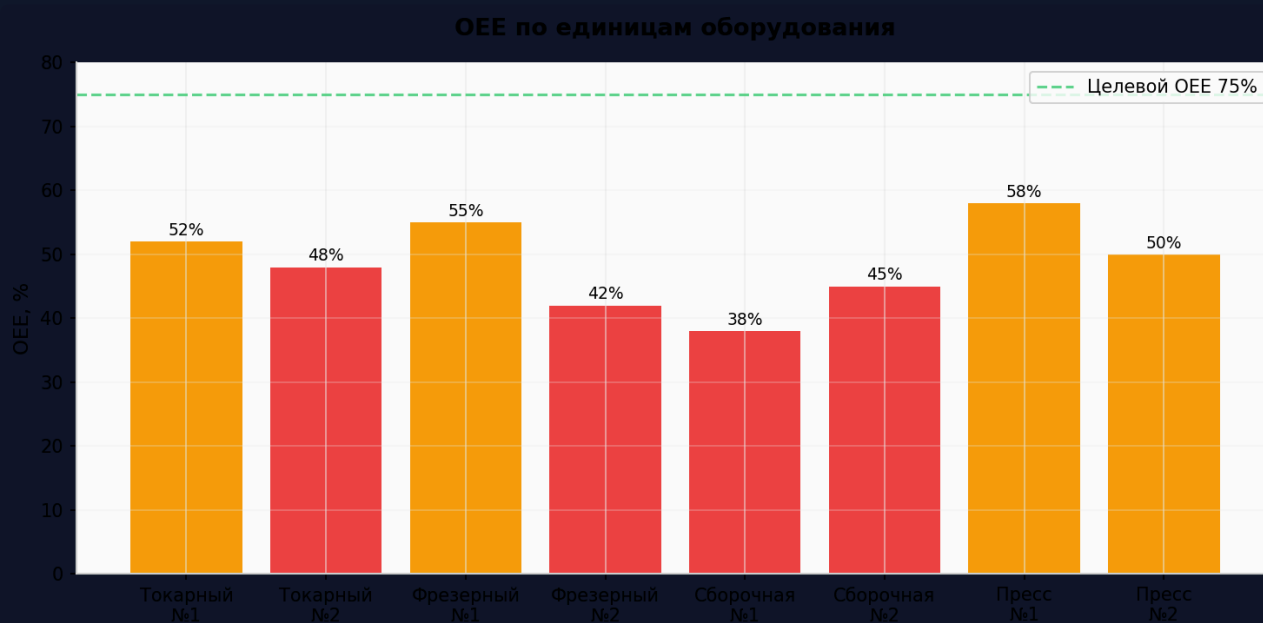


Рисунок 3. ОЕЕ по единицам оборудования, %. Целевое значение — 75%

Оборудование	Доступность, %	Производительность, %	Качество, %	ОЕЕ, %	Статус
Точарный станок №1	78	72	93	52	Критический
Точарный станок №2	72	70	95	48	Критический
Фрезерный станок №1	82	74	91	55	Критический

## 5. Общая эффективность оборудования (ОЕЕ)

Фрезерный станок №2	68	66	94	42	Критический
Сборочная линия №1	62	62	98	38	Критический
Сборочная линия №2	70	68	95	45	Критический
Пресс №1	85	76	90	58	Критический
Пресс №2	80	72	87	50	Критический
<b>Среднее</b>	<b>75</b>	<b>70</b>	<b>93</b>	<b>49</b>	<b>Критический</b>

### 5.3. Компоненты ОЕЕ: текущее vs цель

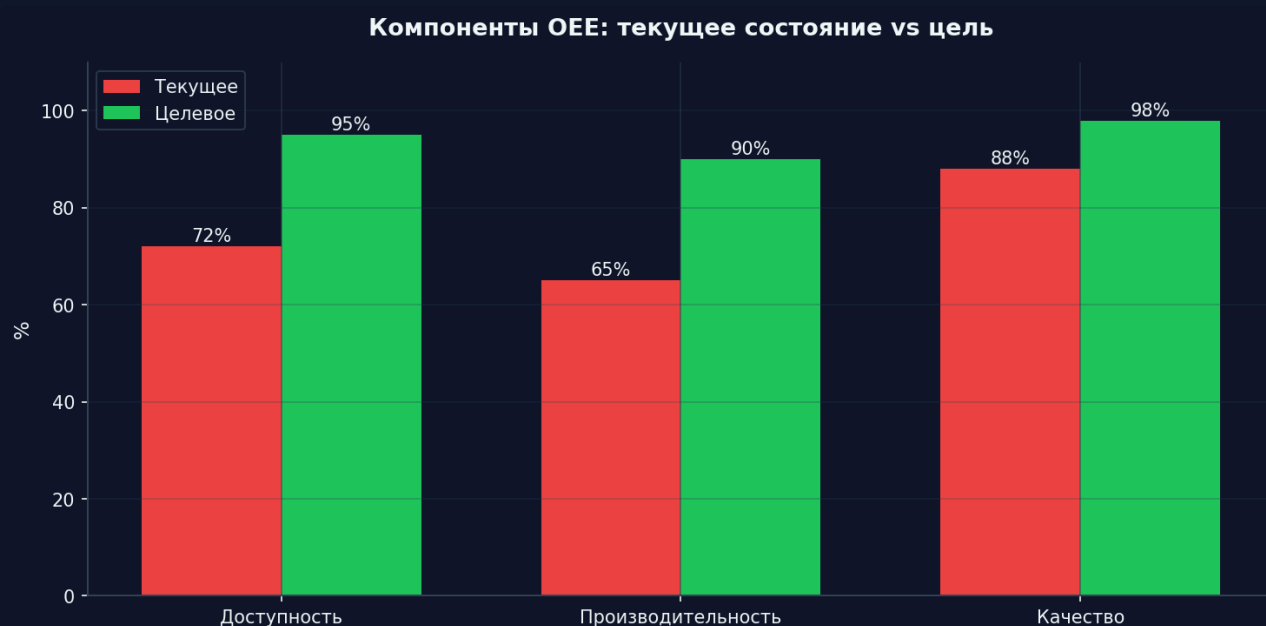


Рисунок 4. Компоненты ОЕЕ: текущее состояние и целевые значения, %

Средний ОЕЕ 49% означает, что оборудование производит менее половины от теоретически возможного объёма. Основной резерв — в компоненте «Производительность» (скорость работы): текущее значение 70% при целевом 90%. Вторая проблема — «Доступность» (72% текущее vs 95% целевое), связанная с незапланированными простоями.

## 5.4. Динамика ОЕЕ за 12 месяцев

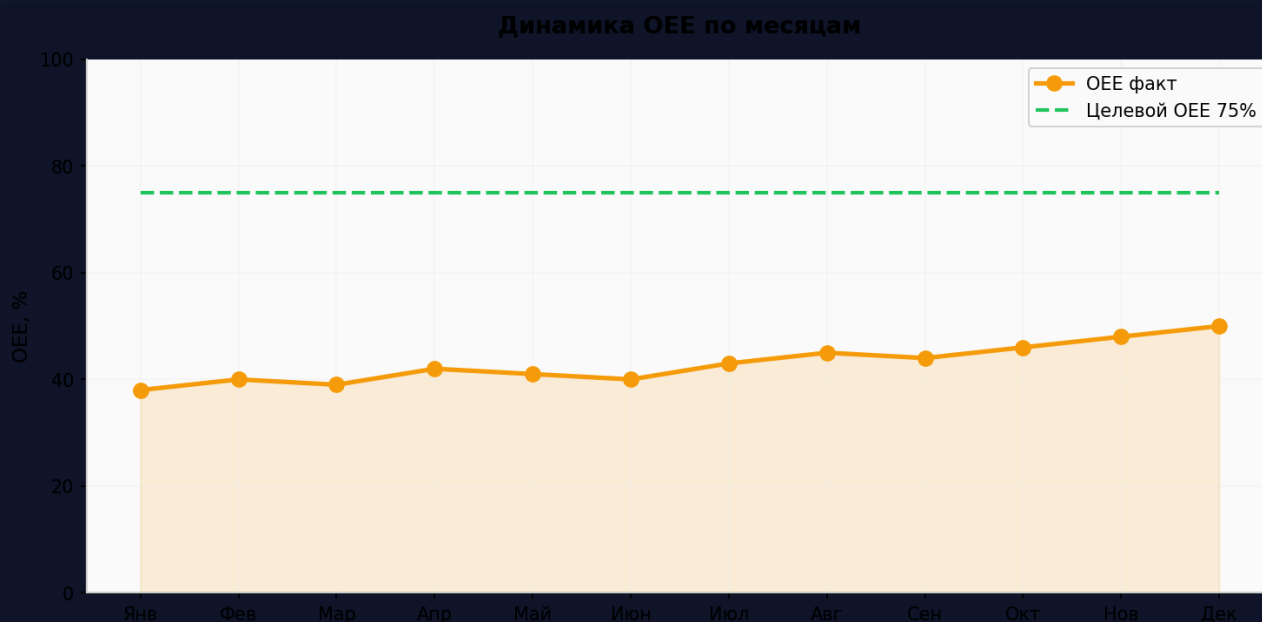


Рисунок 5. Динамика среднего ОЕЕ по месяцам, %

За 12 месяцев ОЕЕ вырос с 38% до 50%, но темп роста замедляется. Без системных изменений (TPM, SMED, 5S) дальнейший рост ограничен уровнем 55–60%. Для достижения отраслевого стандарта 75% требуется комплексная программа.

## 6. Анализ причин простоев

### 6.1. Структура простоев

За 6 месяцев 2025 года зафиксировано 1 400 часов незапланированных простоев на основном оборудовании. Средний показатель — 175 часов/месяц или 29 часов на единицу оборудования. При средней производительности 2 800 ₽/час прямые потери от простоев составляют 3,92 млн ₽/год.

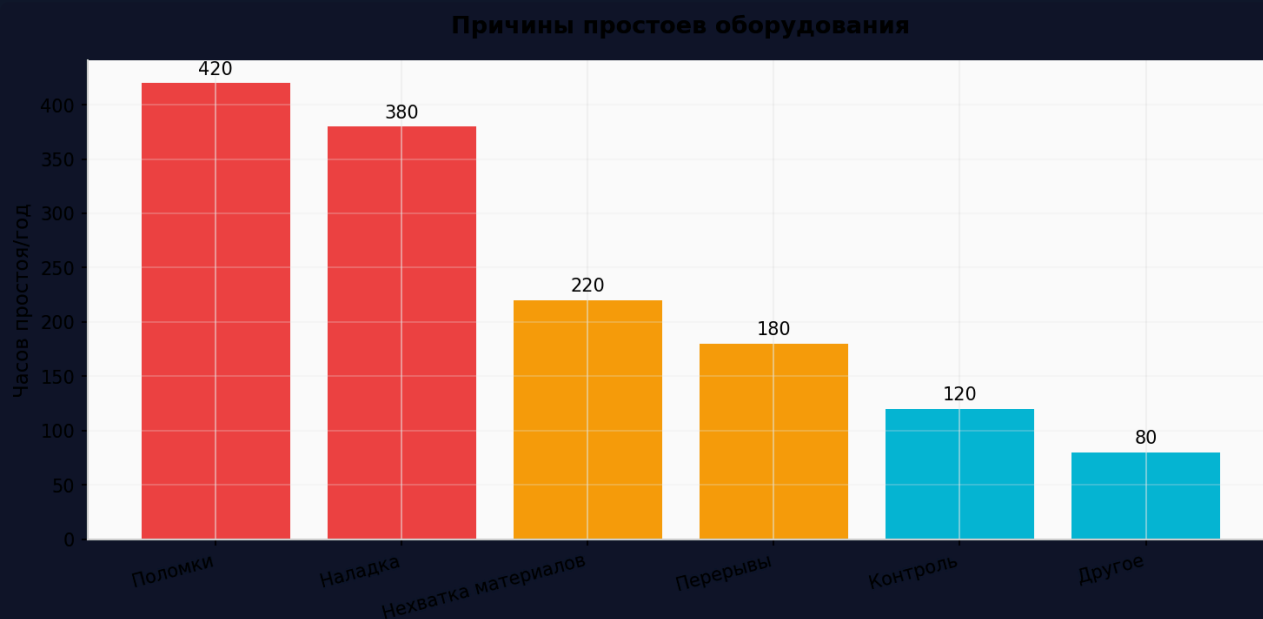


Рисунок 6. Причины простоев оборудования, часов/год

## 6.2. Детализация по причинам

Причина простоя	Часов/год	Доля, %	Стоимость, млн ₽/год	Мероприятие
Механические поломки	420	30%	1,18	Переход на плановое ТОиР
Наладка и переналадка	380	27%	1,06	Внедрение SMED
Нехватка материалов/ комплектующих	220	16%	0,62	Система kanban
Плановые (неоптимальные) перерывы	180	13%	0,50	Оптимизация графиков
Контроль качества в процессе	120	9%	0,34	Встроенный контроль
Прочие (отсутствие персонала, электроснабжение)	80	6%	0,22	Резервирование
<b>ИТОГО</b>	<b>1 400</b>	<b>100%</b>	<b>3,92</b>	—

## 6.3. Анализ частоты поломок по оборудованию

Оборудование	Кол-во поломок/ полугодие	Среднее время ремонта, ч	Повторяющиеся неисправности
--------------	------------------------------	-----------------------------	--------------------------------

Токарный станок №1	8	6,5	Износ направляющих (4 раза)
Токарный станок №2	10	7,2	Неисправность системы СОЖ (5 раз)
Фрезерный станок №1	6	5,8	Износ шпинделя (3 раза)
Фрезерный станок №2	12	8,0	Неисправность привода (6 раз)
Сборочная линия №1	5	4,2	Сбои пневмосистемы (3 раза)
Сборочная линия №2	7	5,0	Износ конвейера (4 раза)
Пресс №1	4	6,0	Износ матрицы (2 раза)
Пресс №2	9	7,5	Перегрев гидросистемы (5 раз)

**57% поломок — повторяющиеся.** Фрезерный станок № 2 ломается в 2 раза чаще остальных. Отсутствует система анализа первопричин (Root Cause Analysis) — устраняются симптомы, а не причины.

## 7. Качество продукции и дефекты

### 7.1. Уровень дефектов

За 6 месяцев 2025 года произведено 48 500 изделий, из которых 1 698 отбраковано (3,5%) и 3 880 отправлено на доработку (8,0%). Совокупные потери от дефектов — 8,2 млн ₽/год, включая стоимость брака, доработки, повторного контроля и претензий клиентов.

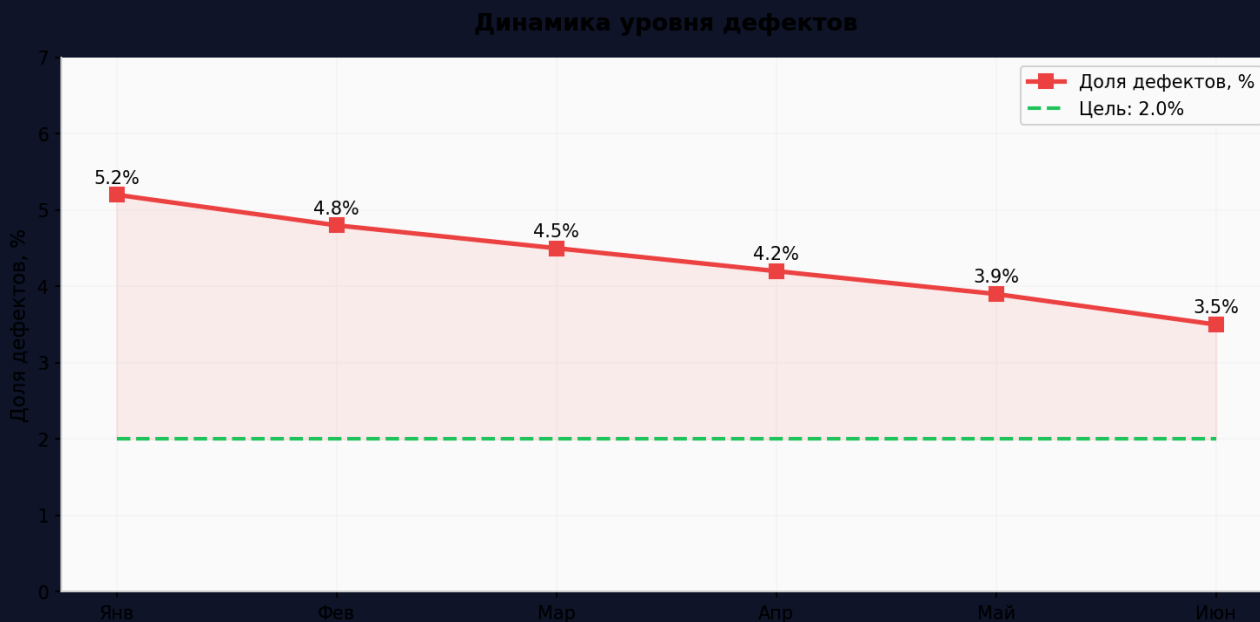


Рисунок 7. Динамика уровня дефектов, %

## 7.2. Структура дефектов

Вид дефекта	Доля, %	Кол-во/ полугодие	Стоимость, млн ₽	Участок возникновения
Отклонение размеров	32%	543	2,62	Механическая обработка
Поверхностные дефекты (царапины, вмятины)	24%	408	1,97	Транспортировка, склад
Дефекты сборки (зазоры, перекосы)	18%	306	1,48	Сборка
Некомплект	12%	204	0,98	Склад, сборка
Дефекты покрытия	9%	153	0,74	Гальванический участок
Прочие	5%	84	0,41	Различные
<b>ИТОГО</b>	<b>100%</b>	<b>1 698</b>	<b>8,20</b>	—

## 7.3. Причины дефектов

Причина	Доля дефектов, %	Мероприятие	Срок
Износ режущего инструмента без контроля	28%	Внедрить систему учёта износа инструмента	1 мес
Отсутствие межоперационного контроля	22%	Встроенный контроль на каждой операции	2 мес
Некорректная наладка оборудования	18%	Стандартизировать процедуры наладки	1 мес
Некачественные исходные материалы	15%	Входной контроль поставщиков	1 мес
Человеческий фактор (усталость, спешка)	12%	Автоматизация операций	критичных 3 мес
Прочие	5%	Анализ каждого случая	Постоянно

**50% дефектов предотвратимы.** Основные причины — износ инструмента без контроля и отсутствие промежуточного контроля. Внедрение элементов Рока-Йоке и

встроенного качества сократит долю дефектов с 3,5% до 1,0%.

## 7.4. Претензии клиентов

За полугодие получено 23 претензии от клиентов (0,047% от отгруженной продукции). Среднее время рассмотрения претензии — 18 рабочих дней при отраслевом стандарте 5 дней. Причины претензий: несоответствие размеров (11), повреждение при транспортировке (6), комплект (4), просрочка поставки (2).

# 8. Время переналадки (SMED-анализ)

## 8.1. Методика SMED

Проведён анализ времени переналадки по методике SMED (Single-Minute Exchange of Die) — методологии сокращения времени смены оснастки до однозначного числа минут. Замерено 45 операций переналадки на 5 типах оборудования.

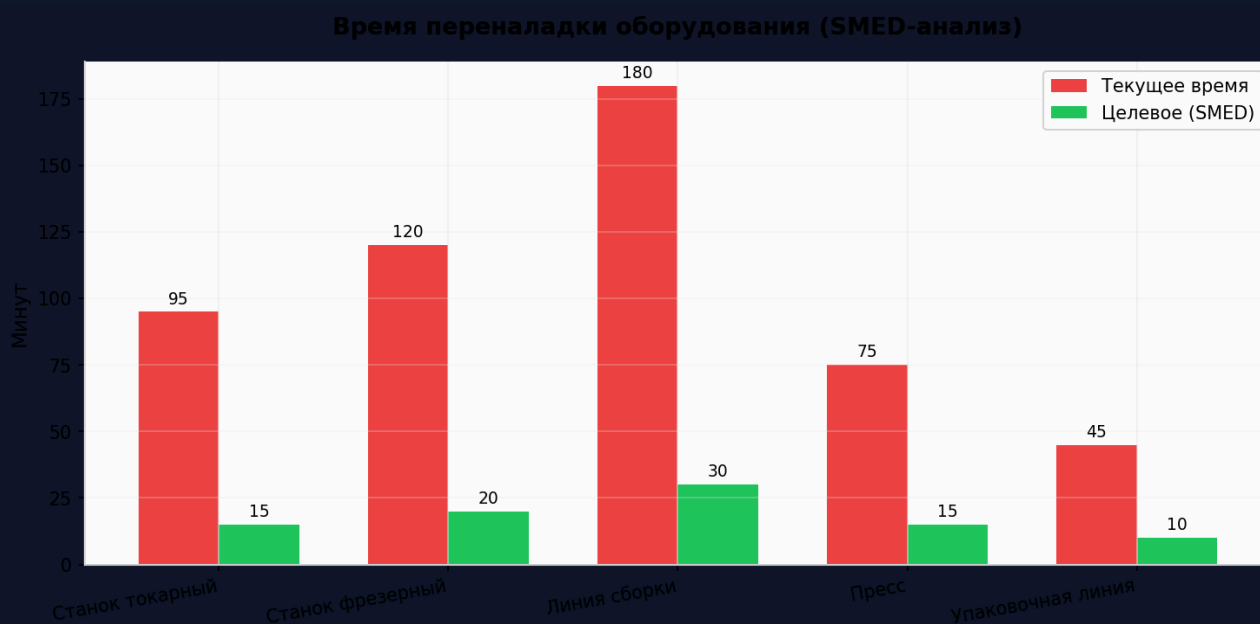


Рисунок 8. Время переналадки оборудования: текущее и целевое (SMED), минут

## 8.2. Результаты анализа

Оборудование	Текущее время, мин	Внутренняя наладка	Внешняя наладка	Целевое SMED, мин	Потенциал сокращения
Станок токарный	95	72 мин	23 мин	15	-84%

Станок фрезерный	120	88 мин	32 мин	20	-83%
Линия сборки	180	135 мин	45 мин	30	-83%
Пресс	75	58 мин	17 мин	15	-80%
Упаковочная линия	45	32 мин	13 мин	10	-78%
<b>Среднее</b>	<b>103</b>	<b>77 мин</b>	<b>26 мин</b>	<b>18</b>	<b>-83%</b>

В среднем 75% времени переналадки — внутренняя наладка (оборудование остановлено). Перевод внешних операций на подготовительный этап и стандартизация процедур позволят сократить время переналадки на 83%.

### 8.3. Расчёт экономического эффекта от SMED

Показатель	Текущее	После SMED
Среднее время переналадки	103 мин	18 мин
Количество переналадок/месяц	85	140 (возможно больше)
Общее время переналадки/месяц	146 ч	42 ч
Экономия времени/месяц	—	104 ч
Дополнительная выработка/год	—	1 248 ч = 1,5 млн ₽
Инвестиции в SMED	—	320 000 ₽
Срок окупаемости	—	2,6 месяца

## 9. Система 5S на рабочих местах

### 9.1. Методика оценки

Оценка проведена по 5 критериям системы 5S: Сортировка (Seiri), Систематизация (Seiton), Чистота (Seiso), Стандартизация (Seiketsu), Совершенствование (Shitsuke). Каждый критерий оценивался по 5-балльной шкале на 12 рабочих зонах. Инспекция проводилась неанонсировано.

Оценка системы 5S по рабочим зонам

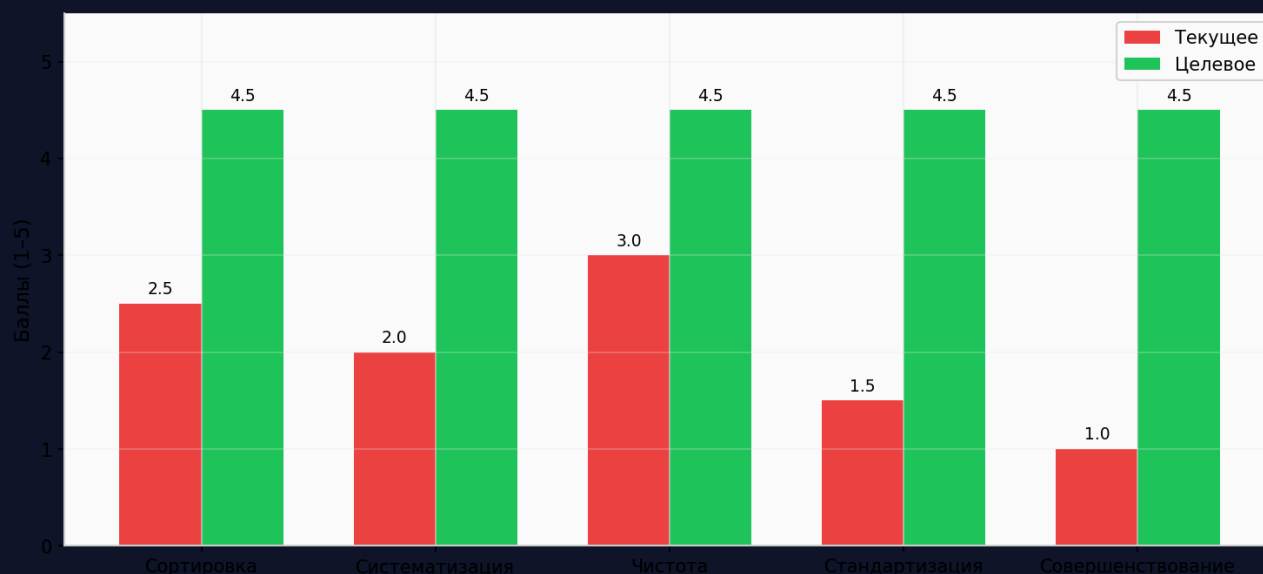


Рисунок 9. Оценка системы 5S по критериям (среднее по рабочим зонам), баллы 1–5

## 9.2. Результаты по рабочим зонам

Рабочая зона	Сортировка	Систематизация	Чистота	Стандартизация	Совершенств.	Среднее
Токарный участок	2,5	2,0	3,0	1,5	1,0	2,0
Фрезерный участок	3,0	2,5	3,5	2,0	1,5	2,5
Сборочный участок	2,0	1,5	2,5	1,0	1,0	1,6
Склад готовой продукции	3,5	3,0	4,0	2,5	2,0	3,0
Склад сырья	2,0	1,5	2,5	1,0	0,5	1,5
Контроль качества	3,0	2,5	3,5	2,0	1,5	2,5
Гальванический участок	2,5	2,0	3,0	1,5	1,0	2,0
Упаковка и отгрузка	3,0	2,5	3,5	2,0	1,5	2,5
Инструментальная	1,5	1,0	2,0	1,0	0,5	1,2
Ремонтная зона	2,0	1,5	2,5	1,0	1,0	1,6

Служебные помещения	3,5	3,0	4,0	3,0	2,5	3,2
Территория завода	2,5	2,0	2,5	1,5	1,0	1,9
<b>СРЕДНЕЕ</b>	<b>2,5</b>	<b>2,1</b>	<b>3,0</b>	<b>1,7</b>	<b>1,3</b>	<b>2,1</b>

### 9.3. Выявленные проблемы

**Сортировка (2,5/5):** На 9 из 12 зон присутствуют ненужные предметы — сломанный инструмент, устаревшие чертежи, лишняя мебель. На инструментальном складе 40% ячеек содержат позиции без движения более 2 лет.

**Систематизация (2,1/5):** Отсутствует маркировка 60% хранилищ. Среднее время поиска инструмента — 12 минут (стандарт: 30 секунд). Склад сырья не имеет системы адресации — операторы ищут материалы визуально.

**Стандартизация (1,7/5):** Нет визуальных стандартов рабочих мест, чек-листов ежедневной уборки, фотостандартов. Сотрудники не знают, как должно выглядеть рабочее место в идеальном состоянии.

**Совершенствование (1,3/5):** Нет системы предложений по улучшению. За полугодие получено 3 предложения от сотрудников (при норме 10+ на человека в год). Отсутствуют круглые столы, демонстрационные зоны, доски визуального управления.

Внедрение системы 5S позволит сократить время поиска инструмента и материалов на 75% (экономия 380 часов/месяц), повысить безопасность и создать основу для культуры непрерывных улучшений.

## 10. Автономное обслуживание оборудования (TPM)

### 10.1. Текущая система обслуживания

На предприятии действует система аварийного ремонта: оборудование обслуживается после поломки, а не для её предотвращения. Нет плана технического обслуживания и ремонта (ТОиР), нет учёта наработки оборудования, нет прогнозирования износа.

Показатель	Текущее состояние	Стандарт TPM
Тип обслуживания	Аварийный ремонт	Предиктивное + плановое
Наличие плана ТОиР	Нет	Ежемесячный, квартальный, годовой
Учёт наработки оборудования	Нет	Автоматический сбор данных

## 11. Система предотвращения ошибок (Рока-Йоке)

Участие операторов в обслуживании	0%	70% мероприятий
Запас критичных запчастей	15% от нужного	100% критичных позиций
Среднее время между поломками (MTBF)	120 ч	400+ ч
Среднее время ремонта (MTTR)	6,5 ч	2 ч

### 10.2. Этапы внедрения ТРМ

Этап	Содержание	Срок	Результат
1. Создание базы оборудования	Паспортизация, история ремонтов, критичность	Месяц 1	База данных по 20 единицам
2. Плановое обслуживание	Графики ТО по каждому станку	Месяц 2–3	Снижение поломок на 40%
3. Автономное обслуживание	Обучение операторов ежедневному уходу	Месяц 3–5	Операторы делают 70% ТО
4. Предиктивное обслуживание	Датчики вибрации, температуры, анализ трендов	Месяц 6–9	Прогнозирование поломок за 2 недели
5. Совершенствование	Круглые столы, обмен опытом, стандартизация	Постоянно	MTBF 400+ ч, MTTR 2 ч

### 10.3. Экономический эффект ТРМ

<b>-40%</b> Снижение поломок за 3 месяца	<b>+233%</b> Рост MTBF (120 → 400 ч)	<b>-70%</b> Сокращение MTTR (6,5 → 2 ч)	<b>2,8 млн ₽</b> Экономия/год от снижения простоев
---	---	--	---

## 11. Система предотвращения ошибок (Рока-Йоке)

### 11.1. Текущее состояние

Система предотвращения ошибок (Рока-Йоке) — методология встроенного качества, при которой ошибка физически невозможна или немедленно обнаруживается. На предприятии Рока-Йоке практически отсутствует: 94% операций выполняются без устройств контроля, полагаются только на внимание оператора.

Участок	Операций всего	С Рока-Йоке	Без Рока-Йоке	Уровень защиты
---------	----------------	-------------	---------------	----------------

Токарный участок	24	1	23	4%
Фрезерный участок	18	2	16	11%
Сборочный участок	32	0	32	0%
Гальванический участок	8	1	7	13%
Упаковка	6	0	6	0%
<b>ИТОГО</b>	<b>88</b>	<b>4</b>	<b>84</b>	<b>4,5%</b>

## 11.2. Примеры внедрения Poka-Yoke

Операция	Типичная ошибка	Решение Poka-Yoke	Стоимость	Эффект
Установка заготовки в патрон	Неправильная ориентация	Штифт-локатор: заготовка не входит неправильно	8 000 ₽	Исключение 100% ошибок ориентации
Сверление отверстий	Пропуск отверстия	Счётчик циклов станка с блокировкой	25 000 ₽	Ноль пропусков
Сборка узла	Неполная комплектация	Весовой контроль: сборка на весах с допуском	45 000 ₽	Исключение некомплекта
Нанесение покрытия	Неправильная толщина	Датчик толщины с обратной связью	60 000 ₽	Стабильность $\pm 2$ мкм
Упаковка	Неправильная маркировка	Сканер штрихкода: проверка этикетки	18 000 ₽	Ноль ошибок маркировки
Отгрузка	Неправильное количество	Весовой контроль паллеты	35 000 ₽	Исключение пересорта

**Инвестиции: 191 000 ₽.** Годовой эффект от сокращения дефектов: 3,2 млн ₽. Срок окупаемости: 0,7 месяца. ROI: 1 675%.

## 12. ABC-анализ запасов

### 12.1. Методика

ABC-анализ проведён для 340 позиций номенклатуры. Группа А — 20% позиций, дающих 80% стоимости оборота. Группа В — 30% позиций, 15% стоимости. Группа С — 50% позиций,

5% СТОИМОСТИ.

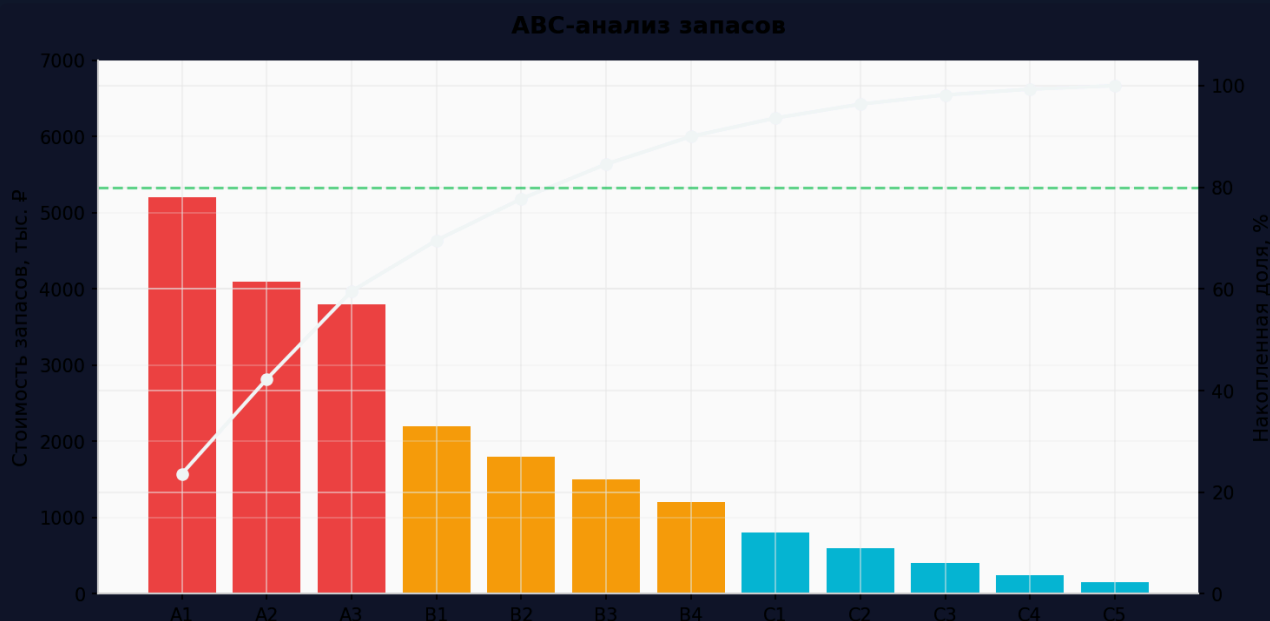


Рисунок 10. ABC-анализ запасов: распределение позиций по стоимости запасов

## 12.2. Результаты анализа

Группа	Кол-во позиций	Доля, %	Стоимость запасов, млн руб	Доля стоимости, %	Норма запаса, дней	Факт запаса, дней
A (ключевые)	68	20%	18,4	78%	7–10	32
B (средние)	102	30%	3,6	15%	14–21	38
C (прочие)	170	50%	1,7	7%	30–45	52
<b>ИТОГО</b>	<b>340</b>	<b>100%</b>	<b>23,7</b>	<b>100%</b>	—	<b>42</b>

## 12.3. Проблемы управления запасами

Запасы группы А в 3,2 раза превышают норму — это замороженные оборотные средства в размере 12,8 млн руб. При этом 23% позиций группы А имели дефицит хотя бы раз за квартал — система учёта не обеспечивает точное планирование.

Запасы группы С в 1,7 раза выше нормы, при этом 68 позиций (40%) не имели движения более 12 месяцев — неликвиды на сумму 1,1 млн руб.

**23,7 млн ₹** — стоимость запасов при оптимальной норме 9,5 млн ₹. **Избыток: 14,2 млн ₹** заморожен в запасах. Годовые затраты на хранение (склад, страхование, порча) — 1,9 млн ₹.

## 13. XYZ-анализ и управление запасами

### 13.1. XYZ-анализ

XYZ-анализ дополняет ABC-анализ оценкой стабильности потребления. Группа X — стабильное предсказуемое потребление. Группа Y — колеблющееся. Группа Z — непредсказуемое.

Группа	Характеристика	Кол-во позиций	Метод планирования
X (стабильный спрос)	Коэффициент вариации <10%	128	Фиксированный размер заказа
Y (колеблющийся спрос)	Коэффициент вариации 10–25%	112	Система min-max
Z (непредсказуемый спрос)	Коэффициент вариации >25%	100	По факту, страховой запас

### 13.2. Матрица ABC-XYZ

	X (стабильный)	Y (колеблющийся)	Z (непредсказуемый)
<b>A (высокая стоимость)</b>	42 поз. — точное планирование Сократить до 7 дней	18 поз. — гибкие контракты с поставщиками	8 поз. — страховой запас 14 дней Поиск замен
<b>B (средняя стоимость)</b>	55 поз. — стандартное планирование	32 поз. — периодический пересмотр норм	15 поз. — консолидация заказов
<b>C (низкая стоимость)</b>	31 поз. — закупка партиями	62 поз. — увеличить размер заказа	77 поз. — рассмотреть отказ или консигнацию

### 13.3. Рекомендации по оптимизации запасов

Мероприятие	Экономия/освобождение	Срок
-------------	-----------------------	------

## 14. Время выполнения заказа (Lead Time)

Сокращение запасов группы А до нормы	Освобождение 12,8 млн ₽	2–3 мес
Ликвидация неликвидов группы С	Освобождение 1,1 млн ₽	1 мес
Внедрение классификации ABC-XYZ в учётную систему	Снижение дефицита на 80%	1 мес
Автоматический расчёт точки заказа	Сокращение труда планировщика на 40%	2 мес
Цифровизация склада (штучный учёт + адресация)	Сокращение времени комплектации на 60%	3 мес

## 14. Время выполнения заказа (Lead Time)

### 14.1. Текущая структура Lead Time

Среднее время от поступления заказа до отгрузки — 28 календарных дней (20 рабочих дней). Из них только 18% — время создания ценности (обработка), остальные 82% — ожидание, транспортировка и контроль.

### Структура времени выполнения заказа (Lead Time)

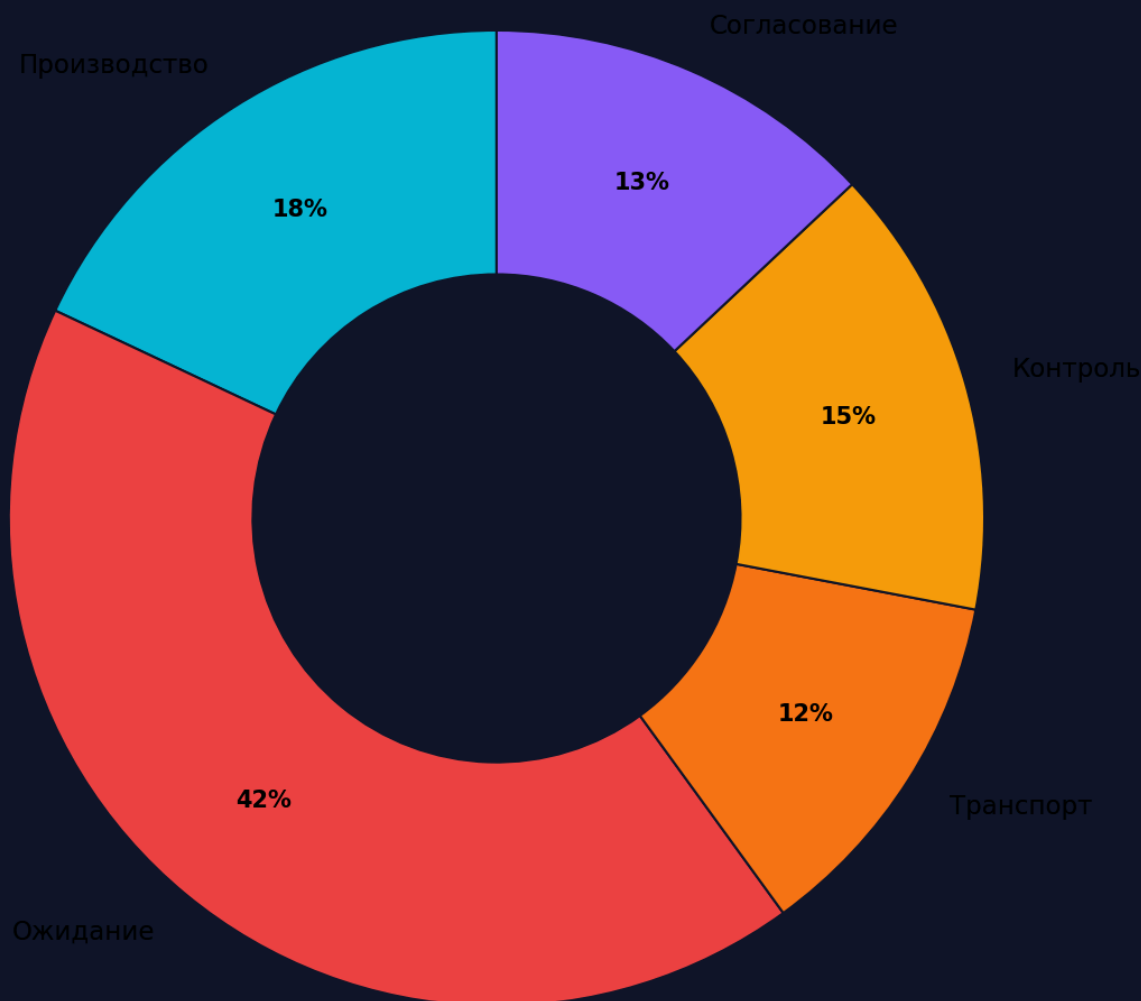


Рисунок 11. Структура времени выполнения заказа (Lead Time), %

#### 14.2. Детализация по этапам

Этап	Текущее время, дни	Целевое время, дни	Потери
Согласование спецификации с клиентом	5	1	4 дня ожидания ответа
Планирование и постановка в график	3	0,5	Ручное планирование в Excel

Подготовка материалов и комплектующих	7	1	Отсутствие на складе, поиск поставщика
Производство (обработка)	5	3	Простои, очереди, переналадка
Контроль качества	4	1	Ожидание очереди на проверку
Упаковка и отгрузка	4	1	Ожидание транспорта, документы
<b>ИТОГО</b>	<b>28</b>	<b>7,5</b>	<b>-73%</b>

### 14.3. Сравнение с конкурентами

Показатель	ООО «ПромСтройДеталь»	Конкурент А	Конкурент Б	Отраслевой лидер
Средний Lead Time, дни	28	14	12	5
% времени создания ценности	18%	35%	42%	68%
Гибкость (мин. партия)	50 шт.	20 шт.	10 шт.	1 шт.
% заказов в срок	72%	89%	94%	99%

**72% заказов выполняются в срок** при отраслевом стандарте 95%. Каждый просроченный заказ влечёт штрафы (в среднем 2,3% от стоимости) и риск потери клиента. Годовые потери от штрафов за просрочку — 4,8 млн Р.

## 15. Гибкость производства

### 15.1. Оценка гибкости

Производственная гибкость — способность быстро переключаться между изделиями и адаптироваться к изменениям спроса. Оценивались 4 параметра: время переналадки, минимальный размер партии, время реакции на изменение заказа, возможность кастомизации.

Параметр гибкости	Текущее значение	Стандарт бережливого пр-ва	Отставание
Среднее время переналадки	103 мин	15 мин	7-кратное
Минимальный размер партии	50 шт.	1 шт. (единичное производство)	50-кратное

Время реакции на срочный заказ	7 дней	1 день	7-кратное
Доля кастомизированных изделий	5%	30%	6-кратное
Количество параллельных заказов	12	50+	4-кратное

## 15.2. Рекомендации по повышению гибкости

Для повышения гибкости рекомендуется комплекс мер: внедрение SMED (сокращение переналадки до 18 мин), уменьшение размера партии до 10 шт., создание ячеечного производства (U-shaped cells) вместо линейной компоновки, обучение операторов многопрофильности.

Переход на мелкосерийное производство (партии 10 шт.) позволит сократить Lead Time с 28 до 10 дней, увеличить оборачиваемость запасов в 3 раза и поднять долю заказов в срок до 95%.

# 16. Кадры и обучение персонала

## 16.1. Структура персонала

Категория	Кол-во	Средний возраст	Средний стаж	Обучение за год, ч
Руководители и специалисты	24	47	18 лет	8
Мастера и бригадиры	18	45	20 лет	4
Операторы станков (высокая квалификация)	32	44	19 лет	6
Операторы сборочных линий	48	39	12 лет	4
Вспомогательный персонал	42	41	14 лет	2
Контролёры ОТК	12	46	21 год	4
Складские работники	11	38	9 лет	2
<b>ИТОГО</b>	<b>187</b>	<b>42</b>	<b>15 лет</b>	<b>4,3</b>

## 16.2. Проблемы кадровой политики

Среднее время обучения — 4,3 часа в год при рекомендуемом нормативе 40 часов. За последние 2 года 67% сотрудников не проходили ни одного курса повышения квалификации.

Отсутствует программа адаптации новых сотрудников — выход на полную производительность занимает 4 месяца вместо стандартных 6 недель.

**Многопрофильность отсутствует:** 85% операторов работают только на одном станке. При отсутствии — простой. Нет матрицы компетенций, нет плана развития для каждого сотрудника.

**Текучесть кадров:** 18% в год (34 увольнения). Основные причины: низкая заработная плата (43%), отсутствие развития (31%), условия труда (18%). Стоимость замены одного оператора — 180 000 ₽ (подбор, адаптация, потери производительности). Годовые потери от текучести: 6,1 млн ₽.

### 16.3. Программа развития персонала

Мероприятие	Охват	Часов/ чел	Стоимость, млн ₽	Срок
Обучение методам бережливого производства	Все сотрудники	16	0,8	Месяц 1–3
Программа многопрофильности операторов	80 операторов	40	1,2	Месяц 2–8
Школа мастеров (лидерство, управление)	18 мастеров	32	0,4	Месяц 2–4
Система предложений по улучшению	Все сотрудники	4	0,1	Месяц 1
Программа наставничества	Новые сотрудники	16	0,2	Постоянно
<b>ИТОГО</b>	<b>187</b>	<b>—</b>	<b>2,7</b>	<b>—</b>

Инвестиции в обучение 2,7 млн ₽ сократят текучесть с 18% до 10% (экономия 2,9 млн ₽/год), сократят время адаптации с 4 до 1,5 месяца и повысят производительность труда на 15%.

## 17. Энергоэффективность

### 17.1. Потребление энергоресурсов

Производственное энергопотребление audited за 6 месяцев 2025 года. Основные источники: электроэнергия (78%), природный газ (15%), сжатый воздух (7% от косвенных).

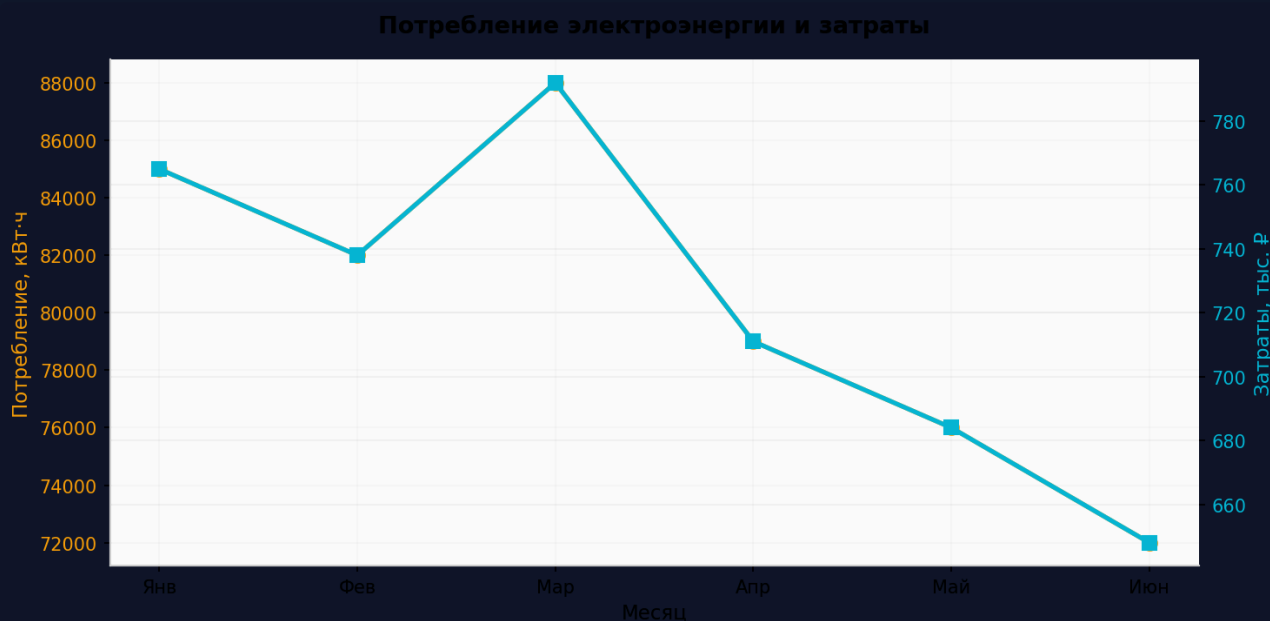


Рисунок 12. Динамика потребления электроэнергии и затрат, янв–июн 2025

## 17.2. Показатели энергоэффективности

Показатель	Текущее значение	Отраслевой стандарт	Отставание
Удельное потребление электроэнергии на изделие	18,4 кВт·ч	12,5 кВт·ч	+47%
Удельное потребление на 1 млн руб выручки	1 850 кВт·ч	1 200 кВт·ч	+54%
Загрузка мощности оборудования	52%	75%	-31%
Доля холостого хода оборудования	23%	5%	+360%
Утечки сжатого воздуха	35%	10%	+250%

## 17.3. Мероприятия по энергосбережению

Мероприятие	Инвестиции, тыс. руб.	Экономия/год, тыс. руб.	Срок окупаемости
Автоматическое отключение оборудования в простое	85	420	2,4 мес
Устранение утечек сжатого воздуха	120	380	3,8 мес
Замена освещения на LED	210	195	13 мес

Частотные преобразователи на станках	480	650	8,9 мес
Утепление производственных помещений	350	280	15 мес
<b>ИТОГО</b>	<b>1 245</b>	<b>1 925</b>	<b>7,8 мес</b>

Совокупный эффект от энергосбережения: **1,93 млн ₽/год** при инвестициях 1,25 млн ₽. Дополнительный эффект — снижение углеродного следа на 18%, что актуально для работы с экспортными клиентами и ESG-отчётности.

## 18. Безопасность производства

### 18.1. Показатели безопасности

Показатель	2023	2024	2025 (прогноз)	Отраслевой стандарт
Количество несчастных случаев	7	5	4	0
Коэффициент частоты травматизма (LTIFR)	18,7	13,4	10,7	<3,0
Количество аварийных ситуаций	12	9	6	0
Дни потерянные из-за травм	89	52	38	0
Стоимость травматизма, млн ₽	1,8	1,2	0,9	0

### 18.2. Анализ причин травм

За 2023–2025 годы 71% травм произошло по трём причинам: работа с ручным инструментом (32%), падение предметов (22%), поскользнуться/споткнуться (17%). Общий фактор — неудовлетворительное состояние рабочих мест (система 5S — 2,1 балла) и отсутствие предупреждающей сигнализации.

### 18.3. Программа повышения безопасности

Мероприятие	Стоимость, тыс. ₽	Эффект
Разметка опасных зон и проходов	45	Снижение падений/ударов на 60%
Система блокировки оборудования (ЛОТО)	120	Исключение травм при обслуживании
Защитные ограждения на станках	280	Снижение тяжёлых травм на 80%

Программа обучения безопасности	85	Снижение LTIFR до 5,0
Ежедневные инструктажи (5 минут)	15	Формирование культуры безопасности
<b>ИТОГО</b>	<b>545</b>	LTIFR < 5,0 (снижение на 53%)

## 19. Цифровизация производства

### 19.1. Уровень цифровой зрелости

Оценка проведена по 5-уровневой модели: 1 — Начальный, 2 — Управляемый, 3 — Определённый, 4 — Количественно управляемый, 5 — Оптимизирующий. Текущий уровень предприятия — 1,8 (этап «Управляемый» с элементами «Начального»).

Направление	Уровень (1–5)	Статус	Что необходимо
Сбор данных с оборудования	1,0	Ручной ввод	Датчики + MES-система
Планирование производства	1,5	Excel-таблицы	ERP/MES с APS-модулем
Управление качеством	2,0	Бумажные протоколы	Электронный контроль
Управление складом	1,5	Визуальный учёт	WMS с адресацией
Визуализация производства	1,0	Отсутствует	Дашборды на цеховых экранах
Прогнозирование спроса	1,0	Опыт планировщика	Прогнозные модели
Интеграция систем	2,0	Частичная	Единая платформа

### 19.2. Цифровая дорожная карта

Этап	Срок	Содержание	Инвестиции, млн ₽
1. Быстрые победы	Месяц 1–2	Цифровые чек-листы, сканирование на складе, Excel-дашборды	0,2
2. MES-система	Месяц 3–6	Сбор данных с оборудования, учёт выработки, простоев, дефектов	1,8
3. WMS + адресация	Месяц 4–6	Складская система с штучным учётом и адресацией	0,6

4. Визуализация	Месяц 5–7	Цифровые табло в цехе, KPI в реальном времени	0,4
5. Прогнозирование	Месяц 8–12	Прогноз спроса, планирование запасов, предиктивное ТОиР	1,2
<b>ИТОГО</b>	<b>12 мес</b>	—	<b>4,2</b>

Цифровизация — фундамент для всех остальных улучшений. Без данных невозможно точно планировать, прогнозировать и управлять. Инвестиции 4,2 млн ₽ окупятся за 8 месяцев за счёт сокращения простоев, оптимизации запасов и повышения эффективности.

## 20. Сравнение с отраслевыми показателями

### 20.1. Сводная таблица бенчмарка

Показатель	ООО «ПромСтройДеталь»	Среднее по отрасли	Лучшие в классе	Разрыв с лучшими
ОЕЕ, %	49	62	82	–40 п.п.
Доля дефектов, %	3,5	2,1	0,8	+2,7 п.п.
Время переналадки, мин	103	45	12	8,6×
Время выполнения заказа, дни	28	14	5	5,6×
Запасы в днях	42	21	8	5,3×
Система 5S (1–5)	2,1	3,2	4,5	–2,4
Доля автоматизации, %	12	28	55	–43 п.п.
Текучесть кадров, %	18	12	6	+12 п.п.
LTIFR (травматизм)	10,7	6,5	1,5	+9,2
Цифровая зрелость (1–5)	1,8	2,8	4,2	–2,4

## 20.2. Позиционирование на матрице зрелости

Предприятие находится на уровне «Начинающий» по шкале зрелости бережливого производства. Ближайший уровень — «Развивающийся» (требует внедрения базовых инструментов: 5S, SMED, визуальный менеджмент). До уровня «Лидер» необходимо внедрить все инструменты и цифровизировать производство.

### 4/10

Уровень зрелости по отрасли

### –40 п.п.

Разрыв OEE с лидерами

### 5,6x

Отставание Lead Time от лучших

### 12 мес

Путь до уровня «Развивающийся»

## 21. Экономический эффект от внедрения

### 21.1. Сводная финансовая модель

Программа бережливого производства рассчитана на 12 месяцев. Инвестиции распределены по кварталам, экономический эффект нарастает по мере внедрения инструментов.

Направление	Инвестиции, млн ₽	Годовая экономия, млн ₽	ROI	Срок окупаемости
Сокращение производственных потерь	1,2	8,5	708%	1,7 мес
Повышение OEE (TPM + SMED + 5S)	2,8	6,2	221%	5,4 мес
Оптимизация запасов	0,4	3,8	950%	1,3 мес
Сокращение дефектов (Рока-Йоке + контроль)	0,6	3,2	533%	2,3 мес
Сокращение Lead Time	0,3	4,8	1600%	0,8 мес
Цифровизация производства	4,2	5,4	129%	9,3 мес
Энергосбережение	1,2	1,9	158%	7,6 мес
Развитие персонала	2,7	2,9	107%	11,2 мес
Безопасность	0,5	0,9	180%	6,7 мес

Сокращение текучести кадров	0,1	2,9	2 900%	0,4 мес
<b>ИТОГО</b>	<b>14,0</b>	<b>40,5</b>	<b>289%</b>	<b>4,1 мес</b>

**Итоговый результат:** инвестиции 14,0 млн ₽ обеспечат годовую экономию 40,5 млн ₽. ROI первого года — 289%. Срок окупаемости — 4,1 месяца. Чистая прибыль за 3 года — 87,6 млн ₽. С учётом консервативного коэффициента реализации 0,85 гарантированный эффект составит **34,4 млн ₽/год**.

## 21.2. Динамика эффекта по кварталам

Период	Накопленные инвестиции, млн ₽	Квартальная экономия, млн ₽	Накопленная экономия, млн ₽	ROI накопленный
Q1 (быстрые победы)	2,8	3,2	3,2	14%
Q2 (TPM + SMED + 5S)	6,5	7,8	11,0	69%
Q3 (цифровизация + запасы)	10,2	10,5	21,5	111%
Q4 (полный эффект)	14,0	13,0	34,5	146%

К концу первого квартала программа выходит на положительный денежный поток. К концу года накопленная экономия в 2,5 раза превышает инвестиции.

## 22. Детальный план внедрения

### 22.1. Фазы реализации

Фаза	Срок	Ключевые мероприятия	Ответственный	Целевой показатель
<b>Фаза Подготовка</b>	<b>0:</b> Неделя 1–2	Создание команды, обучение топ-менеджмента, коммуникация с цехами	Генеральный директор	Команда из 8 человек назначена
<b>Фаза Быстрые победы</b>	<b>1:</b> Месяц 1–2	5S на пилотном участке, ликвидация неликвидов, устранение утечек сжатого воздуха	Руководитель проекта	ОЕЕ +3 п.п., запасы –10%

<b>Фаза 2: Основные инструменты</b>	Месяц 2–5	TPM (плановое обслуживание), SMED (сокращение переналадки), Рока-Йоке (6 операций)	Главный инженер	OEE 55%, переналадка –50%
<b>Фаза 3: Расширение</b>	Месяц 4–7	5S на всех участках, внедрение канбан, цифровые чек-листы, MES	Начальник производства	OEE 62%, Lead Time –40%
<b>Фаза 4: Цифровизация</b>	Месяц 6–10	WMS, дашборды, прогнозные модели, предиктивное ТОиР	ИТ-директор	OEE 68%, дефекты –50%
<b>Фаза 5: Совершенствование</b>	Месяц 9–12	Каидзен-события, обучение персонала, стандартизация, аудит результатов	HR-директор	OEE 75%, культура улучшений

## 22.2. Критические факторы успеха

- 1. Поддержка руководства.** Без ежедневного участия генерального директора вероятность провала программы — 70%. Рекомендуется ежедневный обход производства (Gemba Walk) и еженедельные совещания по статусу.
- 2. Команда проекта.** Необходимо выделить 8 человек на полную занятость на 12 месяцев. Попытка совмещения с основной работой снижает эффективность на 60%.
- 3. Быстрые победы.** Первые 30 дней должны показать видимый результат. Рекомендуется начать с 5S на одном участке — эффект виден через 2 недели.
- 4. Обучение.** Все сотрудники должны пройти базовое обучение (4 часа) до старта мероприятий. Необученный персонал саботирует изменения.
- 5. Визуализация.** Результаты должны быть видны всем: дашборды на экранах, таблицы прогресса, публичное признание успехов.

## 22.3. Риски и митигация

Риск	Вероятность	Влияние	Митигация
Сопrotивление персонала изменениям	Высокая	Высокое	Обучение, вовлечение, быстрые победы, поощрения
Не хватает ресурсов (люди, время)	Средняя	Высокое	Выделение dedicated-команды, внешние консультанты

Задержки поставок оборудования	Средняя	Среднее	Резервирование параллельные закупки	поставщиков,
Отсутствие поддержки ИТ	Средняя	Высокое	Вовлечение ИТ-директора на этапе планирования	
Срыв сроков из-за параллельной работы	Высокая	Среднее	Еженедельный корректирующие действия	мониторинг,
Эффект ниже ожидаемого	Низкая	Среднее	Консервативный расчёт (коэффициент 0,85)	

## 23. Заключение

### 23.1. Ключевые выводы

Аудит выявил значительный потенциал повышения эффективности производства ООО «ПромСтройДеталь». Текущий уровень потерь — 73,3 млн ₽/год (17,5% оборота) — недопустим для конкурентоспособного предприятия. Главные проблемы: низкая эффективность оборудования (ОЕЕ 49%), избыточные запасы (в 2,5 раза выше нормы), длительное время переналадки (в 5,7 раз выше стандарта), отсутствие цифровизации и системы управления качеством.

При этом потенциал улучшений огромен. Инвестиции 14,0 млн ₽ в комплексную программу бережливого производства обеспечат годовую экономию 34–40 млн ₽ с окупаемостью за 4 месяца. Это не требует нового оборудования или увеличения штата — только системной работы с существующими ресурсами.

### 23.2. Приоритетные действия (первые 30 дней)

№	Действие	Ответственный	Срок	Ожидаемый результат
1	Создать команду проекта, назначить руководителя	Ген. директор	День 3	Команда из 8 человек
2	Обучить команду и топ-менеджмент основам бережливого производства	Руководитель проекта	День 7	32 часа обучения

3	Выбрать участок (рекомендуется токарный)	пилотный для 5S	Главный инженер	День 5	Участок определён
4	Провести 5S на пилотном участке	Мастер участка		День 14	Фото до/после, чек-лист
5	Ликвидировать неликвиды группы С	Начальник склада		День 10	Освобождение 1,1 млн ₽
6	Устранить утечки сжатого воздуха	Главный энергетик		День 7	Экономия 380 тыс. ₽/год
7	Внедрить ежедневный Gemba Walk руководства	Ген. директор		День 1	Ежедневные обходы
8	Запустить систему предложений по улучшению	HR-директор		День 14	Первая волна предложений

### 23.3. Ожидаемые результаты через 12 месяцев

<b>75%</b>	<b>10 дн</b>	<b>1,0%</b>	<b>14 дн</b>
ОЕЕ целевой (рост с 49%)	Lead Time (снижение с 28 дн)	Доля дефектов (снижение с 3,5%)	Запасы в днях (снижение с 42 дн)

— Отчёт подготовлен AIBOTICA (aibotica.ru) —  
ИИ-аудит бизнеса за 24 часа