Автономная логистика цеха

Роботы перемещают детали, оснастку и заготовки между рабочими местами. Без диспетчера, без ожидания, без простоев из-за отсутствия заготовок.



Компактный AMR с тарой и автономный штабелер в механообрабатывающем цехе

−12 % простоев оборудования	**−24…32 %** незавершённого производства	**×1,4** быстрее проход партии по цеху	**≈ 12 мес.** окупаемость проекта

Оценки для модельного предприятия на 50 единиц оборудования, расчёт в разделе «Экономика».

Проблема: деталь делают 10 часов, а живёт она в цехе 100

На машиностроительных предприятиях штучное время изготовления детали составляет, например, 10 часов. Ещё около 90 часов та же деталь находится «в производстве»: перемещается, ожидает, пролёживает у станка и на промежуточных складах. Девять десятых производственного цикла не добавляют стоимости, но замораживают оборотные средства и срывают сроки.

Вторая проблема видна каждое утро: рабочий стоит у станка и ничего не делает. Ответ всегда один: нет заготовок. Хуже всего, что необеспеченность рабочего места обнаруживается только по факту, после чего заготовительное производство запускают в авральном режиме. Простой уже случился, потери уже есть, отклонение по срокам уже зафиксировано.

Корень проблемы: перемещением и обеспечением рабочих мест управляют люди по телефону и по памяти. Диспетчер, логист и кладовщик реагируют на проблему, а не предотвращают её.

Решение: логистика, которой управляет система, а не человек

Логистический робот перемещает всё необходимое для обеспечения рабочих мест: заготовки, полуфабрикаты, технологическую оснастку, инструмент. Управляет им не человек, а система, которая знает, что на данное рабочее место назначено конкретное задание, и что для него нужна такая оснастка, такой инструмент и такое количество заготовок.

Как это работает

- **Комплектация.** Кладовщик собирает комплект оснастки на поддон и отмечает в системе готовность к отправке.
- **Доставка.** Робот получает задание, забирает груз и везёт его на рабочее место к началу операции, а не после того, как рабочий пожаловался.
- **Передача по маршруту.** Рабочий нажимает в системе «партия готова». Робот перемещает партию на следующее рабочее место, указанное в маршрутной карте.
- **Прозрачность.** Система видит, где находится каждая партия и комплект оснастки. Пролёживание и ожидание становятся измеримыми, а значит управляемыми.



Автономный штабелер перемещает паллету с крупногабаритными деталями массой до 1 000 кг и более

Два типа роботов под два типа грузов

	Компактный AMR	Робот-штабелер
Груз	Поддон на ножках, мелкая и средняя тара	Европаллета, сетчатый контейнер
Масса груза	300–500 кг	1 000 кг и более
Способ захвата	Подъезжает под поддон и поднимает его над собой	Вилы, подъём на стеллаж
Типовые задачи	Заготовки, оснастка, инструмент к станку	Крупные заготовки, партии между участками и складом

Безопасность и инфраструктура

- Лидары и сканеры безопасности: роботы безопасны для персонала и работают в общем пространстве с людьми.
- Подключение по Wi-Fi. Для предприятий ОПК есть решение для закрытого контура с WPA3.
- Адресное хранение: поддоны, ячейки и склады кодируются QR-кодами. Выдача, перемещение и возврат оснастки и инструмента фиксируются автоматически.
- Работа в закрытом контуре предприятия, без выхода в интернет.

Экономика проекта

Расчёт выполнен для модельного механообрабатывающего предприятия. Все исходные данные вынесены в таблицу допущений и пересчитываются под конкретный завод по результатам обследования.

Допущения

Параметр	Значение
Единиц оборудования с ЧПУ	50
Режим работы	2 смены, 4 000 ч/год на станок
Годовой фонд станко-часов	200 000 ч
Стоимость станко-часа (полная)	3 000 ₽
Маржинальный доход на станко-час	1 200 ₽
Объём незавершённого производства (НЗП)	300 млн ₽
Стоимость оборотных средств	20 % годовых
Персонал цеховой логистики (диспетчеры, логисты, кладовщики)	10 ставок × 1,2 млн ₽/год с налогами

Эффекты

Эффект	Механика	Оценка в год
Сокращение простоев оборудования на 12 %	Возврат 24 000 станко-часов. Загружаются заказами по маржинальному доходу 1 200 ₽/ч	28,8 млн ₽
Снижение НЗП на 24–32 %	Высвобождение 72–96 млн ₽ оборотного капитала. Экономия на стоимости денег 20 %	14–19 млн ₽
Сокращение персонала логистики	6 из 10 ставок: 2 диспетчера, 2 логиста, 2 кладовщика	7,2 млн ₽
Сокращение производственного цикла	С 100 до ≈ 70 ч на партию. Меньше срывов сроков и штрафов	не монетизируется в базовом расчёте
Итого прямой годовой эффект		**50–55 млн ₽**
Разовое высвобождение оборотного капитала		**72–96 млн ₽**

Инвестиции

Статья	Состав	Сумма
Компактные AMR	6 шт. × 3,5 млн ₽	21 млн ₽
Роботы-штабелеры	2 шт. × 6 млн ₽	12 млн ₽
Система управления, интеграция с MES/1C, Wi-Fi, разметка, QR-кодирование, обучение		15 млн ₽
Итого CAPEX		**48 млн ₽**

Результат

48 млн ₽ инвестиции	**50–55 млн ₽** эффект в год	**≈ 12 - 20 мес.** срок окупаемости	**72–96 млн ₽** оборотного капитала высвобождается разово

Консервативный сценарий. Если высвобожденные станко-часы не загружаются новыми заказами, прямой денежный эффект составляет 21–26 млн ₽ в год (НЗП + персонал), окупаемость около 2 лет. При этом разово высвобождаемый оборотный капитал в 72–96 млн ₽ превышает объём инвестиций: проект финансируется из собственного НЗП.

Цифры по простоям и НЗП соответствуют типовым результатам внедрения автономной внутрицеховой логистики на дискретных производствах и уточняются по данным конкретного предприятия.

Этапы внедрения

Этап	Содержание	Срок
1. Обследование	Маршруты, грузопотоки, узкие места, замер простоев и НЗП. Расчёт экономики под завод	3–4 недели
2. Пилот	1 участок, 2–3 робота, интеграция с системой заданий. Подтверждение эффекта на цифрах	2–3 месяца
3. Масштабирование	Расширение на цех, адресное хранение, полная интеграция с MES/1C	4–6 месяцев

Этап	Содержание	Срок
4. Сопровождение	Мониторинг показателей, донастройка маршрутов, расширение парка	постоянно



Роботы работают в общем пространстве с персоналом и не требуют перестройки цеха

Что получает Заказчик

- Рабочие места обеспечены заготовками и оснасткой к началу смены, а не после жалобы.
- Деталь проходит цех быстрее: меньше ожидания и пролёживания, меньше денег заморожено в НЗП.
- Диспетчеры, логисты и кладовщики перестают быть узким местом: часть ставок сокращается, остальные занимаются исключениями, а не рутиной.
- Каждая партия и каждый комплект оснастки видны в системе в реальном времени.
- Решение работает в закрытом контуре предприятия и подходит для ОПК.

Следующий шаг: обследование вашего цеха и расчёт экономики на ваших данных. 3–4 недели, результат в цифрах.