

Реинжиниринг и цифровая трансформация процесса управления несоответствиями в производстве (ООО Пегас-Агро)

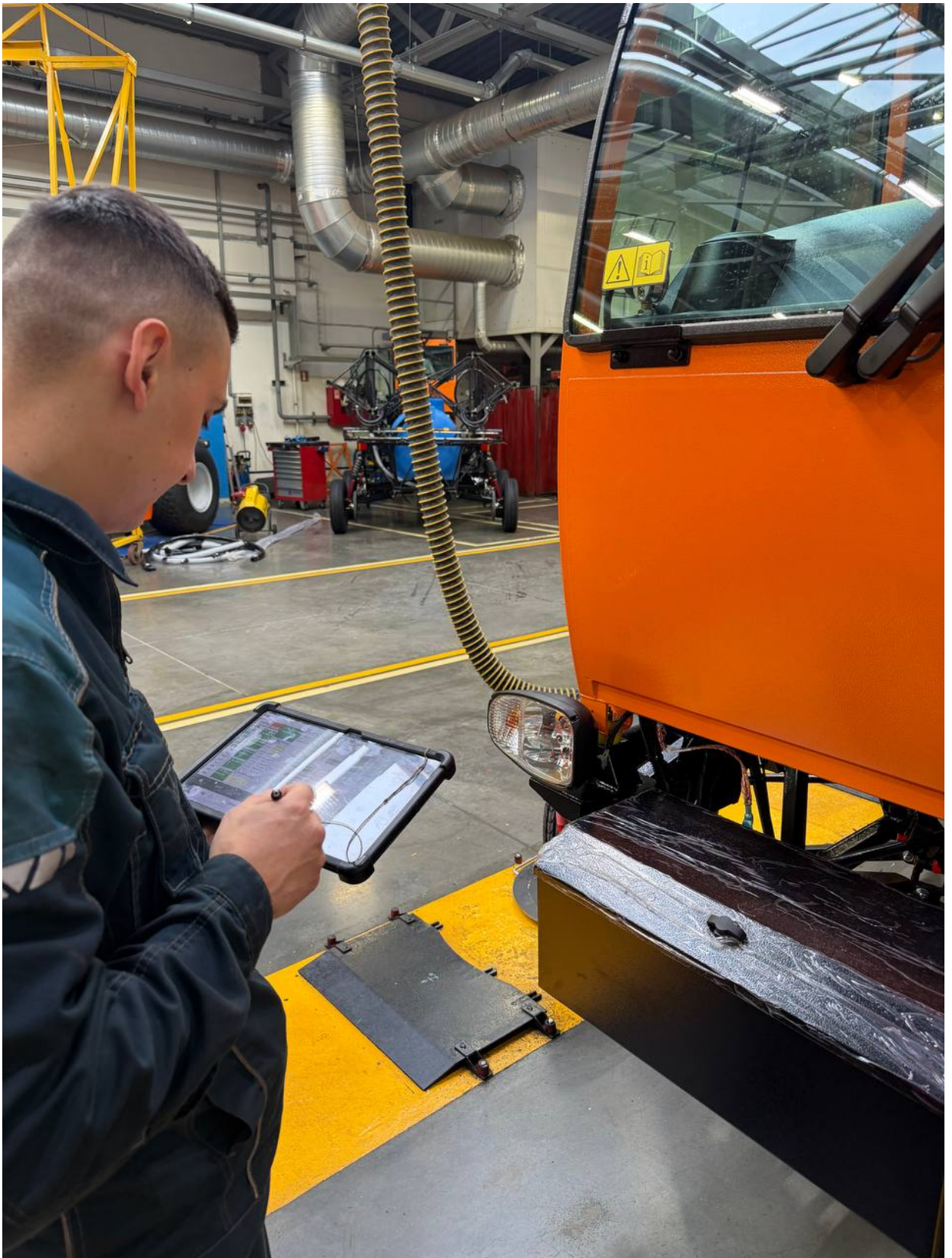
Краткое содержание

Контекст и цели

В условиях роста производственных мощностей перед нами стояла задача кардинально повысить эффективность работы с несоответствиями во всех цехах. Целью проекта стало не просто сокращение количества незавершенного производства, а создание прозрачной, управляемой системы, интегрированной в цифровой ландшафт предприятия. Ключевые целевые показатели: рост обрачиваемости незавершенного производства (НЗП) на 15%, оптимизация работы с несоответствиями на 3 ПШЕ и кратное сокращение времени реакции на брак.

Предпосылки и поиск решения

Анализ текущего состояния выявил классические потери бережливого производства: разрозненность процессов, избыточный документооборот и длительные согласования. Вместо покупки готового коробочного решения мы приняли стратегическое решение – разработать собственную цифровую платформу. Решение, которое интегрировало систему диспетчеризации и планирования производства (MES), ERP и новый программный продукт, были учтены новые технологии, мобильное решение для контролеров в цехах, веб-сервисы и брокеры сообщений для интеграций. Решение позволяет проводить аудиты качества продукции и процессов, блокировать несоответствующую продукцию и корректировать выпущенные маршрутные листы производства, проводить списание со складов (быструю утилизацию) и пополнение кладовой производства на объем подозрительной продукции, для обеспечения выполнения производственного задания. Это позволило не просто автоматизировать операции, а органично связать людей, процессы и существующие системы (MES, ERP) в единую среду.



Контролер за работой в новом ПО

1	Соответствует КД?	<input type="button" value="Да"/>	<input type="button" value="Нет"/>
2	Заготовка соответствует КД?	<input type="button" value="Да"/>	<input type="button" value="Нет"/>
3	Поверхность без следов загрязнения?	<input type="button" value="Да"/>	<input type="button" value="Нет"/>
4	Отсутствует повреждение ДСЕ?	<input type="button" value="Да"/>	<input type="button" value="Нет"/>
5	Отсутствуют заусенцы и острые кромки?	<input type="button" value="Да"/>	<input type="button" value="Нет"/>
6	Отсутствует коррозия?	<input type="button" value="Да"/>	<input type="button" value="Нет"/>
7	Отсутствуют следы повреждения ЛКП?	<input type="button" value="Да"/>	<input type="button" value="Нет"/>
8	Соблюдена технология производства ДСЕ?	<input type="button" value="Да"/>	<input type="button" value="Нет"/>
9	Отсутствуют непокрасы?	<input type="button" value="Да"/>	<input type="button" value="Нет"/>
10	ДСЕ соответствует чертежу?	<input type="button" value="Да"/>	<input type="button" value="Нет"/>
11	Комплекующие соответствуют требованиям КД?	<input type="button" value="Да"/>	<input type="button" value="Нет"/>

№ от:

Тип:

Уровень аудита:

Процесс:

Аудитор:

Цех:

Участок:

Рабочее место:

Отметить все и завершить

Выйти

Завершить

Чек-лист аудита – рабочая форма контролера

Реализация

Собственными силами была создана платформа, которая в режиме реального времени позволяет контролерам останавливать подозрительную продукцию, инициировать доработку, замену материалов или утилизацию. Параллельно с разработкой ПО мы провели картирование потока создания ценности, исключив операции, не добавляющие ценности, и провели комплексную работу по адаптации персонала к новым процессам.

Итоги и эффекты

Внедрение платформы и реинжиниринг процесса контроля качества и управления несоответствиями позволили добиться результатов, превосходящих первоначальные ожидания:

- скорость: время выполнения ключевых операций сокращено в 5–8 раз благодаря связанности процессов и цифровым переходам;
- экономика: оборачиваемость незавершенного производства улучшена на 18%, что высвободило оборотные средства компании;
- прозрачность: все данные о несоответствиях теперь консолидированы в едином окне, что дает полную управляемость и прослеживаемость решений.

Введение

Общество с ограниченной ответственностью «Пегас-Агро» – российский производитель высокотехнологичной сельскохозяйственной техники полного цикла.

Компания была основана в 2010 году выпускниками Самарского аэрокосмического университета, чей путь в индустрию начался с разработки сверхлёгких самолётов малой авиации для обработки полей еще в 1998 году. Однако позже, когда в моду вошла именно наземная техника, инженеры-энтузиасты начали проектировать наземную машину, при этом опираясь на основные принципы авиации, – техника должна быть максимально легкой, быстрой и прочной. Так, началось производство самоходных опрыскивателей-разбрасывателей «Туман».

Сегодня «Пегас-Агро» – это современное производство, прошедшее путь от единичных разработок до серийного выпуска техники на собственной производственной площадке. Ключевую роль в становлении производственной системы сыграло применение принципов бережливого производства и японской культуры непрерывных улучшений.

Однако стремительный рост объемов производства и расширение продуктовой линейки выявили «узкие места» в системе менеджмента качества. К моменту старта проекта процесс управления несоответствиями носил фрагментированный характер и имел низкий уровень цифровой зрелости.

Фактически, при высоком уровне физической инфраструктуры завода, построенного с учетом принципов бережливого производства, информационные потоки и процессы управления качеством оставались «аналоговыми». Это создавало потери (muda) и сдерживало рост эффективности, несмотря на наличие современного оборудования и компетенций. Назрела необходимость не просто автоматизировать отдельные шаги, а провести глубокий реинжиниринг процесса, объединив людей и систему в едином цифровом пространстве.

Бизнес-контекст

Анализ текущего состояния, проведенный командой проекта, позволил по-новому взглянуть на устоявшийся процесс контроля качества. Мы перестали воспринимать существующие неудобства как данность и квалифицировали их через призму концепции бережливого производства, выделив несколько ключевых видов потерь (MUDA), которые напрямую влияли на операционную эффективность.

1. Избыточная обработка

Контролеры качества были вынуждены работать в многозадачном режиме с низкой эффективностью: для регистрации результатов одной проверки требовалось последовательно использовать три разных инструмента – заполнить опросную форму, продублировать запись в учетную систему (ERP) и внести информацию в MES. Такая маршрутизация данных приводила к их дублированию, создавала путаницу и

не добавляла ценности для продукции, но отнимала до 20% общего рабочего времени сотрудника.

2. Ожидание

Критическая информация о выявленном браке не доходила до лиц, принимающих решения, в режиме реального времени. Инженеры по качеству, технологи, мастера в цехах получали данные о несоответствиях с опозданием в целую смену. Это означало, что следующие партии потенциально бракованной продукции могли продолжаться производиться, а решения о доработке или утилизации откладывались, увеличивая запасы НЗП.

3. Ненужные перемещения

Рабочее место контролера было «привязано» к стационарному компьютеру. Чтобы внести данные в систему, сотруднику нужно было физически покинуть точку контроля и переместиться в зону с компьютером. Эти постоянные переходы не только крали время, но и снижали возможность оперативного визуального контроля за потоком.

4. Неиспользованный человеческий потенциал

Самая важная потеря. Высококвалифицированные контролеры, обладающие уникальными компетенциями, вынуждены были тратить время на механическую, рутинную работу по переносу данных в три разные системы. Их экспертиза, опыт и способность к анализу дефектов оставались невостребованными, что снижало вовлеченность персонала и тормозило инициативы по улучшению качества.

Осознав истинные масштабы потерь, мы столкнулись с классической дилеммой: покупать готовое коробочное решение или попытаться подстроить имеющиеся системы. Анализ рынка показал, что существующие QMS-системы либо требуют длительной и дорогостоящей кастомизации, либо не закрывают специфику наших процессов.

Однако у нас было важное преимущество, которое предопределило решение: мы уже обладали собственной экспертизой в разработке производственных систем. MES-система предприятия изначально создавалась нашими силами, что дало нам полное понимание архитектуры данных, особенностей интеграции и, главное, – доверие к собственным компетенциям.

Поэтому мы приняли стратегическое решение – разработать платформу собственными силами.

Почему это было возможно и оправданно:

- глубокое погружение в контекст: мы уже провели картирование потока и понимали «боли» каждого сотрудника – от контролера до мастера. Ни один внешний вендор не обладал таким знанием;

- скорость и гибкость: нам нужен был живой, быстро настраиваемый инструмент. Своими силами мы могли делать короткие итерации и здесь же, в цеху, проверять гипотезы;
- контроль над средой разработки: поскольку MES изначально создавалась нами, у нас не было необходимости подстраиваться под чужие архитектурные решения. Это позволило сразу строить единую цифровую экосистему управления качеством.

Проект с самого начала строили как кросс-функциональный. В одной команде работали разработчик, методолог, аналитик и представители качества и производства – именно те, кто каждый день сталкивался с описанными потерями. Такой подход позволил проектировать решение с учётом реальных ограничений цеха. В итоге платформа писалась не «под идеальный процесс», а под живую логику производства, что и обеспечило высокую скорость принятия изменений коллективом.

Бизнес-процесс

Мы сфокусировались на процессе контроля качества и управления несоответствиями на всех этапах производства. Границы процесса были определены от момента проверки продукции на рабочем месте до принятия окончательного решения по случаю несоответствия: доработка, замена материалов, утилизация или возврат в производство после подтверждения годности.

Для проектирования целевого процесса мы использовали Business Studio. Инструмент позволил не просто зафиксировать новую схему работы, а связать в моделях ответственных за каждую часть бизнес-процесса, выполняемые действия и документы на входе и выходе. Это дало нам возможность заранее продумать сценарии взаимодействия контролеров, инженеров по качеству и мастеров, убедиться в непротиворечивости логики и только потом разрабатывать новое ПО.

Участники процесса и их роли в целевой модели

Мы пересобрали роли так, чтобы каждый участник работал в своем контуре ответственности, а данные передавались автоматически:

- Контролер качества – первое лицо процесса ([Приложение 1](#)). В его задачи входит:
 - проверка качества продукции;
 - приостановка подозрительной продукции с фиксацией признаков несоответствия;
 - утилизация однозначного брака (если решение в рамках его компетенции);
 - если компетенций недостаточно – выделение продукции из маршрутного листа в «стоп-лист» для дальнейшего разбора;

- помощь мастеру в заказе материалов для замены дефектных комплектующих;
- Инженер по качеству – владелец экспертизы по несоответствиям. В целевой модели его работа выстроена по стандартному циклу СМК:
 - разбор несоответствия по формализованной процедуре (7 пунктов);
 - формирование Плана сдерживания – быстрых мер, чтобы остановить распространение проблемы;
 - формирование Плана улучшения – системных решений, направленных на устранение первопричин и предотвращение повторения дефекта в перспективе;
- Мастер участка – организатор доработок. В новой логике он:
 - запускает наряды на доработку по типовым операциям (без лишних согласований);
 - контролирует выполнение работ и закрытие нарядов.

Если решение отложено или требует коллегиального разбора, то после вердикта многофункциональной комиссии (МФК) контролер получает команду на утилизацию либо возврат продукции в оборот.

Команда проекта и спонсорство

Проект изначально имел высокий приоритет и поддержку со стороны высшего руководства.

В ядро проектной команды вошли:

- эксперты со стороны качества (носители методологии, контролеры), производства (технологи, мастера в цехах),
- специалисты отдела цифровизации (1 разработчик, 1 методолог и 1 аналитик), которые обеспечили реализацию логики в коде и интеграцию с учетной системой.

Связь целей процесса с бизнес-целями

Перед процессной командой были поставлены цели, напрямую вытекающие из стратегических задач бизнеса:

Бизнес-цель проекта	Цель процесса управления несоответствиями
Рост оборачиваемости НЗП на 15%	Сократить время нахождения продукции в статусе «подозрительная». Каждая деталь должна либо быстро вернуться в производство, либо быть утилизирована с корректным списанием
Оптимизация работы с несоответствиями на 3 ПШЕ	Внедрить единый стандарт работы с несоответствиями, исключив разночтения в

Бизнес-цель проекта	Цель процесса управления несоответствиями
	процедурах таким образом, чтобы не потребовалось нанимать дополнительный персонал
Кратное сокращение времени реакции на брак	Перевести коммуникации контролеров, инженеров и мастеров в цифровой контур: решение по несоответствию должно приниматься не в конце смены, а в момент обнаружения проблемы

Таким образом, целевой процесс управления несоответствиями перестал быть просто последовательностью инструкций и превратился в работающий механизм:

- контролер останавливает брак и фиксирует проблему,
- инженер по качеству управляет рисками через планы сдерживания и улучшения,
- мастер в цехе оперативно запускает доработки.

Важно, что этот процесс проектировался под конкретные, измеримые цели бизнеса. Каждая функция в нем завязана либо на скорость оборота детали в производстве, либо на прозрачность принятия решения о случае несоответствия, либо на единообразии практик во всех цехах.

Инновационность

Инновационность проекта проявилась не только в том, **что** мы сделали (цифровая платформа), но и в том, **как** мы это делали. Мы применили несколько подходов, которые нетипичны для классических ИТ-внедрений на производстве и позволили нам достичь результатов в сжатые сроки с высоким качеством.

1. Управление проектом по методу критической цепи (Э. Голдратт)

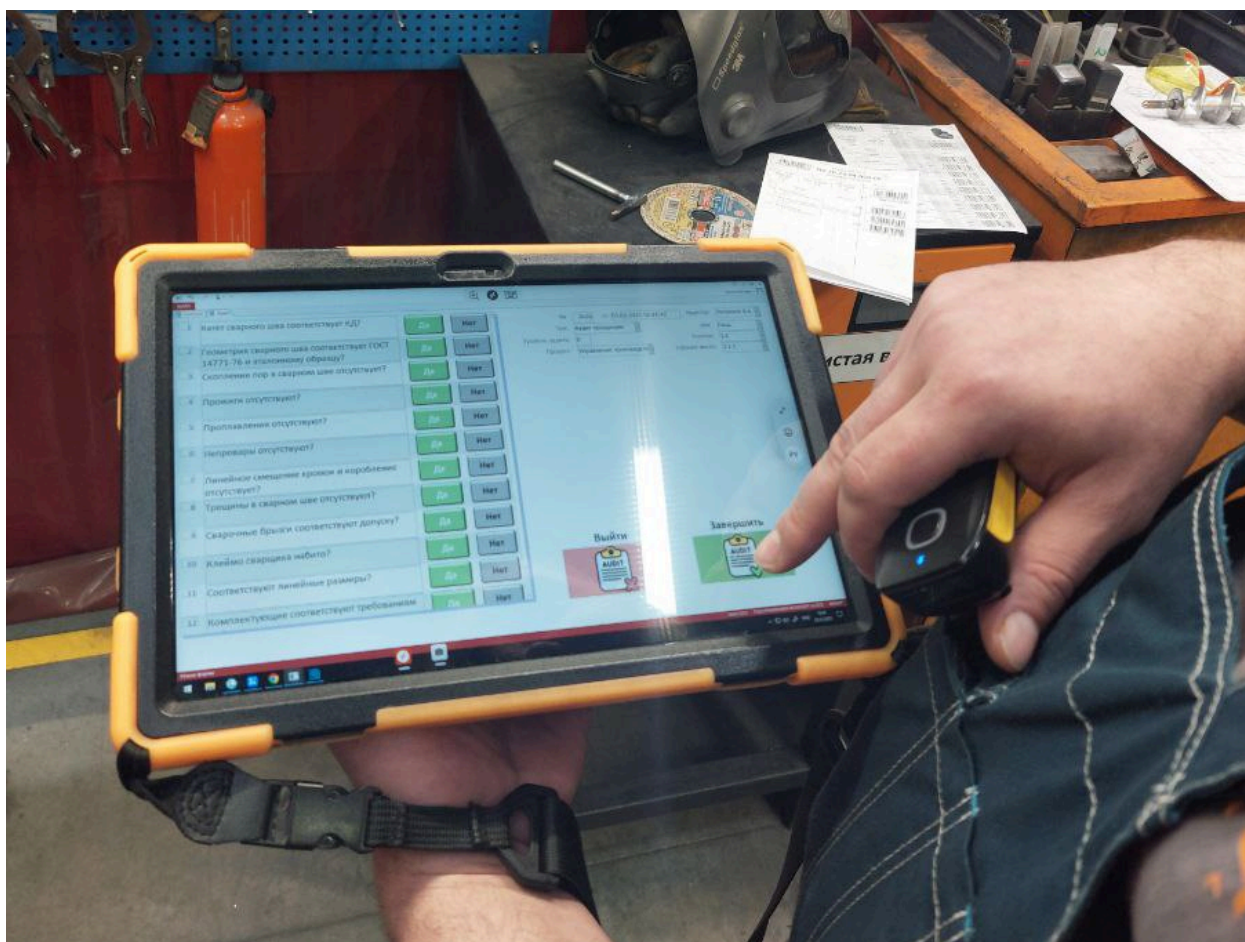
Производственная среда – это всегда высокая неопределенность. Поэтому мы взяли за основу метод критической цепи Голдратта с предпосылкой - неопределенность неустранима, но ей можно управлять. Почему это сработало у нас:

- реалистичный взгляд на сроки,
- фокус на результате, а не на микроменеджменте,
- прозрачность для руководства.

Проектный буфер был нами израсходован полностью. Благодаря буферу мы смогли спокойно реагировать на возникавшие препятствия, не дергая команду и не срезая углы в функциональности.

2. Инновационная методология управления процессом: синтез Lean и цифровизации

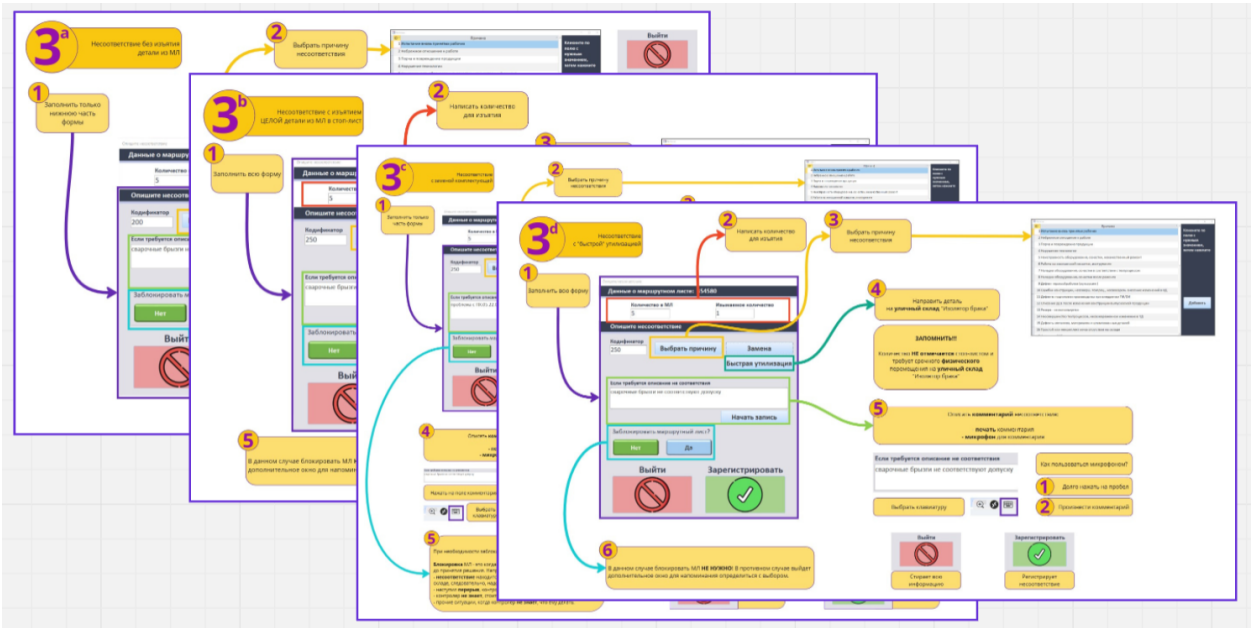
Сначала очистили процесс от потерь (Lean), а затем автоматизировали идеальный поток. Мы провели картирование потока создания ценности, выявили 4 вида потерь и только после этого приступили к проектированию архитектуры платформы. Такой подход – сначала бережливое производство, потом цифровизация – позволил нам не автоматизировать хаос, а создать действительно эффективный инструмент.



Контролер за работой в новом ПО



Стоп-лист для остановленной продукции



Инструкции для контролера на каждом р/м в цехе

3. Технологическая инновация: собственное ПО как часть единой экосистемы

Поскольку MES-система изначально создавалась нашими силами, мы создали новый модуль управления качеством как расширение нашей MES-системы, работающее на тех же принципах и данных.

Что это дало:

- единое окно для контролера и мастера – сотруднику на производстве не нужно переключаться между разными программами;
- данные в одном контуре – это резко сократило время разработки и исключило ошибки рассинхронизации;
- бесшовная прослеживаемость – можно в одном интерфейсе увидеть весь путь детали;
- масштабируемость – так как мы дорабатывали собственную платформу, мы могли вести разработку итеративно.

4. Инновационный подход к управлению изменениями

Мы изначально строили работу как кросс-функциональное взаимодействие. Эксперты от качества и производства разрабатывали с аналитиком схему взаимодействия, участвовали в проектировании интерфейсов и тестировании прототипов прямо в цеху.

Это позволило снять естественное сопротивление: люди видели, что инструмент создается для них и с их участием, а не спускается сверху как директива. Именно поэтому этап «принятия изменений коллективом» прошел комплексно и безболезненно.

Трудности

Урок 1. Новая методология требует времени на «раскачку»

Проект стал для нас первым опытом применения метода критической цепи Голдратта в управлении разработкой. В теории всё выглядело стройно: буферы, критические пути, питающие цепочки. Но на практике мы столкнулись с тем, что одного понимания методологии недостаточно – нужна культура работы с ней.

Урок 2. «Война за ресурсы» – узкое горлышко проекта

Когда разработчик стал узким горлышком, в дело включился аналитик. Вместо того чтобы ждать освобождения программистов, они провели анализ бизнес-процессов и нашли неожиданное решение. Оказалось, что часть требуемой функциональности можно выполнить с помощью пользовательских инструментов, которые уже были в MES, но просто не использовались ранее.

Урок 3. Сопротивление персонала — это не враг, а источник обратной связи

Самый важный урок по работе с сопротивлением: люди перестают сопротивляться, когда видят, что инструмент решает их реальные боли, а не создает новые.

Что мы советуем?

Не геройствуйте с методологией.

Не смотрите на ресурсы линейно.

Вовлекайте пользователей до того, как написана первая строка кода.

И не бойтесь тратить буфер.

Результаты

Главное достижение проекта в том, что мы сделали это без остановки производства, своими силами и с принятием изменений коллективом. Проект выполнен в срок, с соблюдением заявленного бюджета и с качеством, которое подтверждается реальными операционными показателями.

Если же говорить о конкретных измеримых результатах, их можно разделить на несколько блоков.

1. Скорость и эффективность процесса

Мы ставили целью кратное сокращение времени реакции на брак и достигли ее с запасом.

Время оформления одного случая несоответствия сократилось с 15,5 до 2 минут.
Время ключевых операций процесса сократилось в 5-8 раз.

Таким образом, контролеру больше не нужно заполнять три разные формы, ходить до стационарного компьютера. Все операции выполняются в одном окне, на планшете, прямо у рабочего места рабочего. Решение по браку теперь принимается не в конце смены, а в моменте.

2. Экономика и оборотный капитал

Одна из ключевых бизнес-целей – рост оборачиваемости незавершенного производства – перевыполнена: был заявлен рост на 15%, по факту получилось увеличить на 18%.

Таким образом, детали перестали «зависать» в статусе подозрительных на недели, лежать без движения. Теперь каждая единица продукции либо быстро возвращается в производство после доработки, либо утилизируется с корректным списанием.

Высвободились оборотные средства, которые раньше были заморожены в незавершенке.

3. Качество и прозрачность

Мы получили:

- единую платформу – больше нет разночтений в процедурах – везде работает один стандарт,
- сквозная прослеживаемость – для инженеров по качеству это превратило разбор проблем в аналитику,
- системная работа с первопричинами – планы сдерживания и улучшения формируются с привязкой к реальным данным о несоответствиях.

4. Культура и принятие изменений

- Контролеры вернулись к своей прямой задаче – контролю качества и экспертизе.
- Мастера получили инструмент, который помогает быстро запускать доработки и видеть загрузку своих участков.
- Инженеры по качеству работают с оперативными данными в режиме онлайн.

Заслуга кросс-функционального подхода в том, что проект прошел без саботажа и с активным участием пользователей на этапе проектирования. Люди приняли платформу, потому что они сами участвовали в ее создании.

Информационные технологии

Интерфейсная часть: MS Access

Почему?

- скорость прототипирования – нам нужно было быстро проверять гипотезы прямо в цеху, показывать мастерам и контролерам прототипы, собирать обратную связь и тут же вносить правки. Access позволяет делать это максимально быстро;
- доступность для команды – с ним могут работать люди без глубоких навыков программирования – например, наш методолог, который глубоко погружен в процессы качества, но не является разработчиком. Это позволило ему самостоятельно участвовать в настройке форм и логики, не дожидаясь программистов.

Бэкенд и базы данных: промышленная надежность

Бэкенд: написан на FastAPI (Python) – современном высокопроизводительном фреймворке, который обеспечивает быструю обработку запросов от клиентских приложений.

Основная база данных: OracleDB – промышленная СУБД, которая является корпоративным стандартом для учета и хранения критических данных.

Кэширование: используется Redis для быстрого доступа к часто запрашиваемым данным.

Интеграция со смежными системами

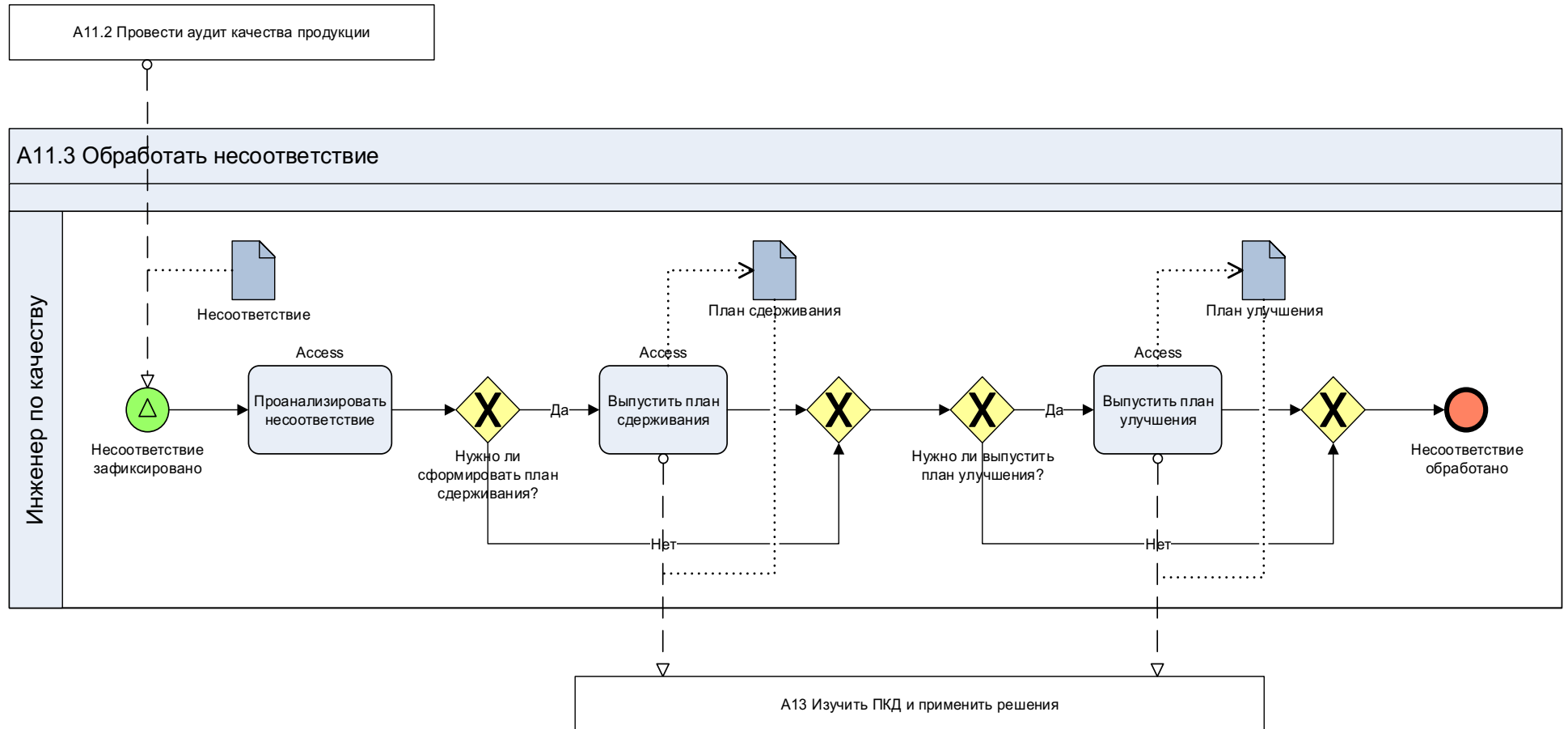
Поскольку мы не создавали новую систему в вакууме, а встраивали ее в существующий ландшафт, задача бесшовной интеграции с ERP и MES была одной из ключевых.

Мы реализовали интеграцию через веб-сервисы (API), придерживаясь event-driven архитектуры.

Аналитический контур: превращаем данные в информацию

Для нас было важно не просто собирать данные, но и иметь возможность их анализировать, строить отчеты, выявлять тренды. Здесь мы выстроили отдельный ETL-процесс (извлечение, трансформация, загрузка) в сторону корпоративного хранилища данных с применением RabbitMQ, Apache NiFi, DBT и Apache Airflow.

Для инженера по качеству



Для мастера

