

«ИНТЕРКОННЕКТ»: РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖГУТОВОГО СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА - ООО «БИ ПИТРОН»

В 2023 году на жгутовом производстве ООО «Би Питрон» (Цех №2, г. Выборг) в рамках реализации проекта обеспечения информационной поддержки изготовления опытных и мелкосерийных изделий успешно завершилось внедрение новой цифровой системы подготовки, сбора и обработки производственных данных, представляющей собой собственную разработку компании. Система информационной поддержки жгутового производства разрабатывалась с учетом всех требований Центра компетенций по импортозамещению в сфере информационно-коммуникационных технологий и Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. Проект реализовывался для цеха, занимающегося выпуском высоконадежной и сложной продукции по заказам авиационного, космического и оборонного секторов отечественной промышленности.

Внедренная на производстве информационная система позволяет руководителю в режиме реального времени понимать, в каком состоянии находится тот или иной заказ на производство, когда следует ожидать отгрузку, какие есть проблемы с заказом и кто из непосредственных исполнителей отвечает за решение этих проблем. Таким образом обеспечивается упрощение принятия управленческих решений, усиливается контроль над исполнителями, и, как следствие, происходит минимизация временных затрат на изготовление изделий и повышение общего уровня качества процесса производства, а так же переход от бумажных носителей информации к работе с электронными данными.



Рис. 1 Планшетные компьютеры у монтажниц в Цехе №2

«Би Питрон» — одна из первых компаний в России и СНГ, которая начала деятельность по техническому переоснащению отечественных промышленных предприятий. С 1992 года наши специалисты осуществляют поставку и внедрение под ключ систем PDM/CAD/CAE/CAM от лучших мировых производителей программного

“ИНТЕРКОННЕКТ”: РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖГУТОВОГО СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА - ООО «БИ ПИТРОН»

обеспечения. С 1995 года компания осуществляет поставки электротехнических компонентов, в 2000 году начали работать наши собственные конструкторские бюро и производство электрожгутов и линий передачи информации.

За годы своего существования “Би Питрон” участвовал в проектах разного масштаба. Наши клиенты — крупные, средние и малые предприятия всех базовых отраслей промышленности, включая авиастроение, аэрокосмическую отрасль, автомобилестроение, приборостроение, энергомашиностроение и другие. Отдельное преимущество решений от “Би Питрон” заключается в том, что все они проходят апробацию и применяются в первую очередь у нас, и только потом становятся доступными для сторонних заказчиков.

В 2014 году в процессе модернизации и повышения эффективности собственного производства мы столкнулись со следующей проблемой: для сборочных производственных площадок, ориентированных на опытное и мелкосерийное производство, не подходят готовые информационные решения типа MES (от англ. Manufacturing Execution System – система управления производством). И до сих пор представленные на рынке системы предполагают серийный выпуск, применение станков или автоматизированные производственные линии и слабо адаптируются к технологическим процессам, отличающимся высоким процентом ручного труда. Несмотря на общую роботизацию производств, далеко не все технологические операции хорошо поддаются автоматизации (В сфере изготовления бортовых кабельных сетей их довольно много.). А долгая настройка и отладка оборудования не приемлема при изготовлении большого числа мелких серий изделий.

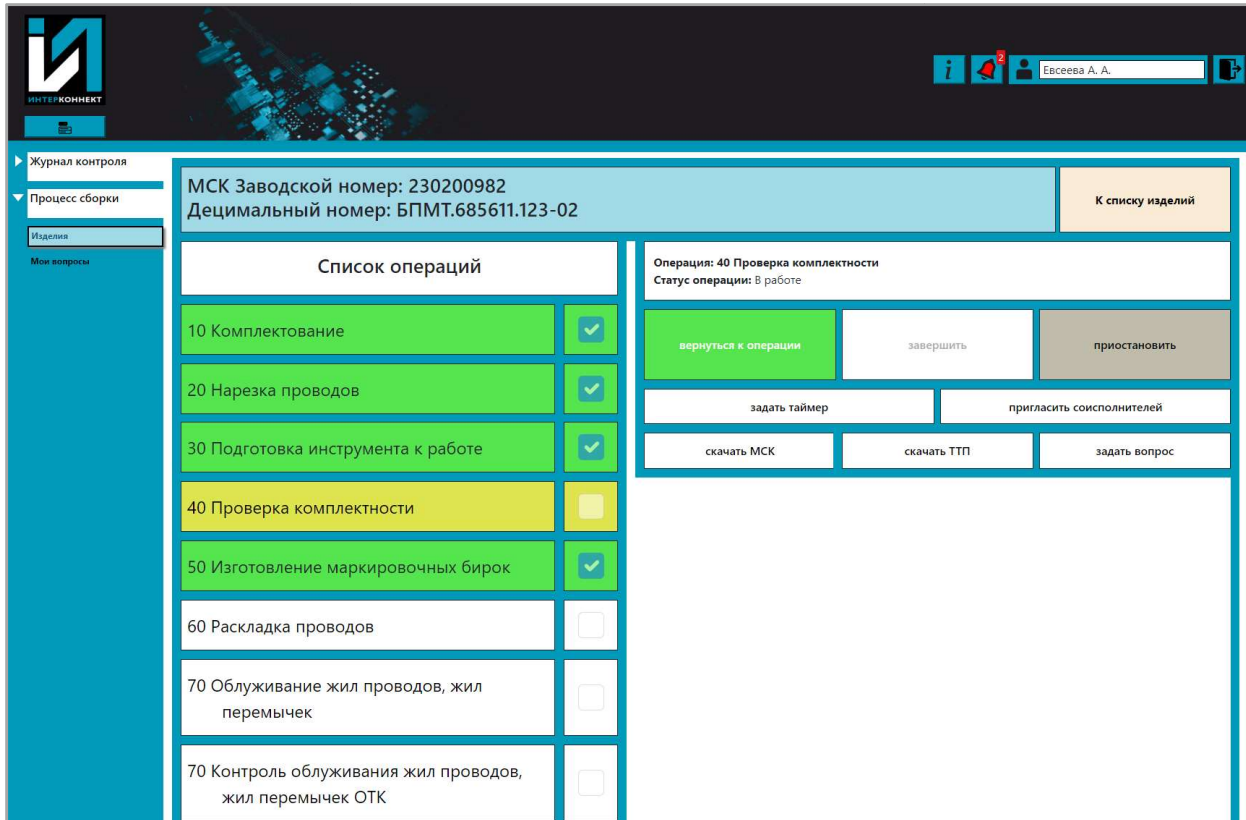


Рис. 2 Web-интерфейс монтажника

Отдельной задачей для нас являлось поддержание безостановочного процесса производства в условиях постоянного дефицита поставок комплектующих, без возможности масштабных закупок компонентов (ограниченная площадь складов, “средний бизнес”), что отдельно требовало высокой скорости и гибкости управления производством. Помимо этого, многие медленные “бумажные” бизнес-процессы оказались недопустимыми из-за необходимости поддерживать и координировать работу распределенного производства (Цех №1 – г. Санкт-Петербург, Цех №2 – Ленинградская обл., г. Выбор). Так руководство компании пришло к мысли о “цифровом предприятии”, выраженной в необходимости обеспечения прозрачности информационного потока вокруг производства, и в “Би Питрон” началась реализация проекта обеспечения информационной поддержки производства, включившая в итоге проектирование собственного информационного решения, а затем его апробацию и внедрение.

На ранних этапах работы предприятия уже было предпринято следующее:

- подразделения компании в Петербурге и Выборге соединил VPN-канал, позволивший организовать общую локальную сеть, единые хранилища данных и стабильную работу с серверными приложениями;
- на базе мощного PLM-продукта (от англ. Product Lifecycle Management - управление жизненным циклом продукции) был сформирован электронный архив конструкторской и технологической документации, минимизировавший количество работы с бумажными копиями документов;
- на базе 1С был реализован механизм штрих-кодирования поступающих на склады комплектующих, покупных изделий и материалов, позволивший отслеживать вхождение компонентов в те или иные изделия.

Но сам производственный процесс с точки зрения информационного потока долгое время оставался “темным пятном”.

Разумеется, производство функционировало, однако важные сведения нередко терялись в электронной почте, забывались после телефонных переговоров и копились в архиве на бумажных носителях, что зачастую приводило к необходимости повторного решения одних и тех же вопросов, длительной подготовке сведений для принятия значимых решений и заметно замедляло управление цехом. Таким образом, в фокусе проекта обеспечения информационной поддержки производства в первую очередь ожидаемо оказался бизнес-процесс управления производством и собственно производственные подразделения, а так же технологическое бюро, участок комплектации и отдел технического контроля (на “границах”). Проект предполагал наладку процесса сбора и анализа сведений, необходимых для запуска производства, а так же (и особенно) формируемых в течение изготовления изделий (оперативная доводка изделий, сведения о допущенных несоответствиях, данные о времени, затрачиваемом на изготовление изделия, контроль дефицитов комплектующих и т.п.).

Первая версия системы информационной поддержки производства не была самостоятельным информационным продуктом: в целях экономии времени до готовности информационного решения была предпринята попытка реализовать необходимый функционал на чужой платформе, применявшейся для сходных задач в другой производственной сфере. Однако выяснилось, что количество особенностей, требовавших внимания при обеспечении высокого качества информационной поддержки жгутового

«ИНТЕРКОННЕКТ»: РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖГУТОВОГО СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА - ООО «БИ ПИТРОН»

производства, значимо превосходит гибкость сторонних систем. Так в 2022 году в рамках нашей группы компаний появилась своя команда разработки программного обеспечения (программисты, тестировщики, технический писатель, дизайнер интерфейсов).

В итоге в состав основной рабочей группы проекта вошли: исполнительный директор, руководитель группы разработки, начальник цеха, один из мастеров производственных участков, представитель отдела технического контроля, главный технолог, начальник серийного конструкторского бюро. По необходимости к работе привлекались и другие специалисты предприятия (сотрудники службы качества, специалисты отдела автоматизированных систем, конструктора и технологи, начальник участка комплектации, монтажники и др). Глобальной целью проекта стало усиление функции управления производством, побочными целями – повышение качества бизнес-процесса сборки изделий и сопутствующих бизнес-процессов (комплектование, технический контроль качества).

О новизне проекта следует говорить в первую очередь с точки зрения работы в гипотезе, приравнивающей рабочее место с участием человека к автоматическому станку (исходные данные, функция, выходные данные). Этот подход дает возможность расширить применимость нашего опыта на любые другие сборочные производства сложной штучной дорогостоящей продукции, будь то мебель или самолеты. Второй немаловажный момент новизны – разработка полностью отечественного программного обеспечения в уникальном сегменте бизнеса. Информационная система работает

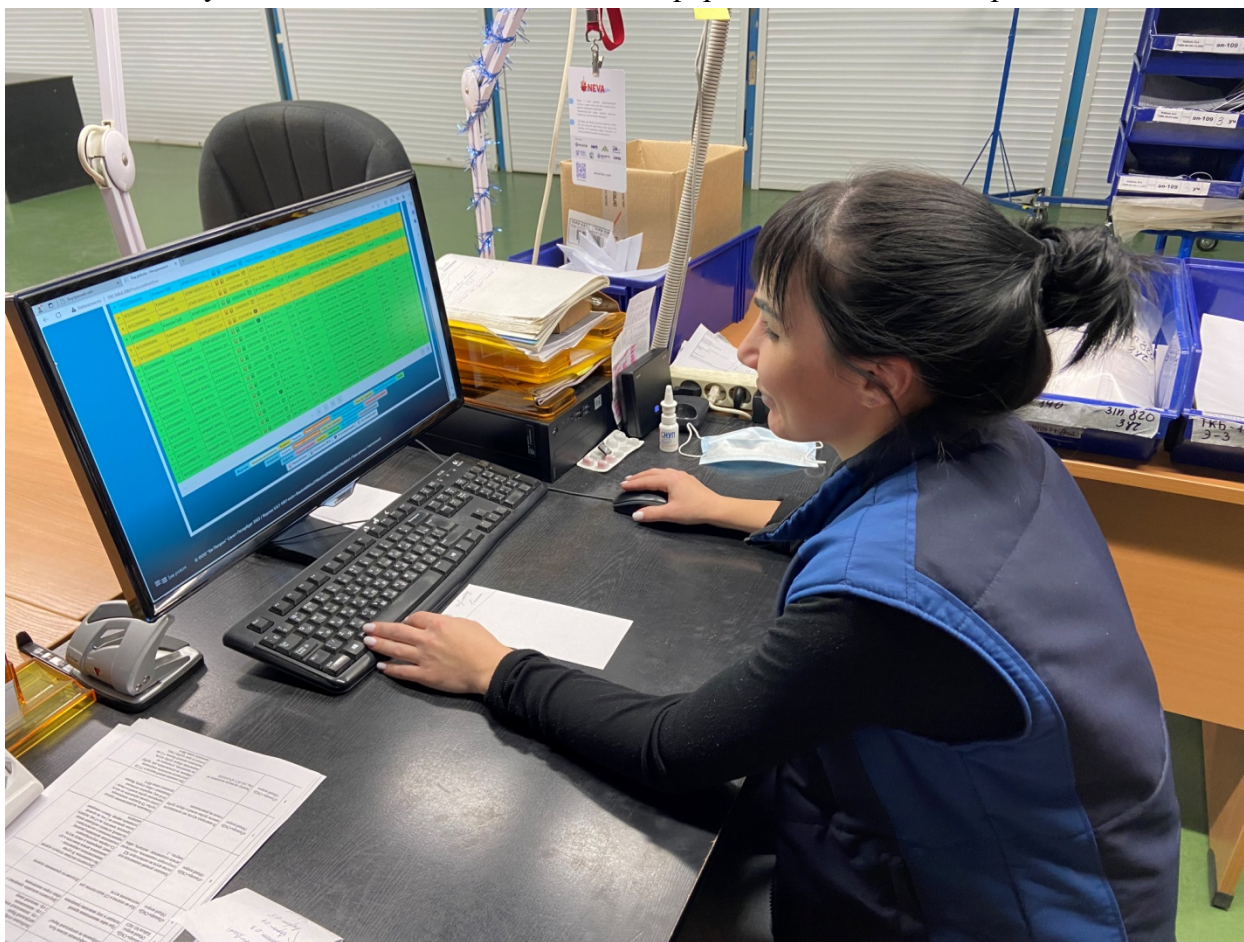


Рис. 3 Мастер монтажного участка за работой в «Интерконнект»

«ИНТЕРКОННЕКТ»: РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖГУТОВОГО СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА - ООО «БИ ПИТРОН»

на серверах под управлением операционных систем семейства Linux (AstraLinux, RedOS) на базе данных PostgreSQL, стек разработки жестко контролировался в течение всего процесса создания программного обеспечения и был прицельно ориентирован на взаимодействие с другими российскими информационными продуктами.

Но большая часть трудностей, с которыми реализаторы столкнулись в ходе ведения проекта, была связана не с новыми для нашей страны условиями и вызовами, а с обыкновенным человеческим фактором. Сложнее всего оказалось бороться с силой привычки, заставляющей людей распечатывать документы безо всякой на то необходимости: до сих пор многие верят, что сохранить данные на бумаге проще, чем в электронном виде. Как следствие, процесс внедрения информационного решения оброс процедурами закупки дополнительных устройств бесперебойного питания для сетевых устройств и серверов, организации дополнительных мест хранения оборудования и введением новых правил по использованию планшетных компьютеров. Сопротивление на рабочих местах привело к увеличению временных затрат на обучение сотрудников в три раза по сравнению с плановыми. На финальных этапах реализации сложно было остановить поток пожеланий к улучшению интерфейсов и отчетных форм. Стоит заметить, что эти требования временами противоречили друг другу и по большей части не имели отношения ни к основному функционалу системы, ни к рабочему процессу непосредственно. Однако некоторые сотрудники приводили сам факт наличия этих требований в качестве аргумента для того, чтобы откладывать ввод новых решений в промышленную эксплуатацию. В итоге непосредственно на запуск системы потребовалось почти полтора года.

The screenshot displays the 'Интерконнект' web interface. At the top, there is a navigation menu with options like 'Оперативный журнал', 'Журнал контроля', 'Журнал учета', 'Заказы', 'Ход работы', 'Комплектация / упаковка', and 'Аналитика'. The main content area is titled 'Заказы' and contains a table with columns for 'НОМЕР ЗАКАЗА', 'НОМЕР ДОГОВОРА', 'ЗАКАЗЧИК', 'ДАТА СОЗДАНИЯ', 'ДАТА ПЕРЕДАЧИ В РАБОТУ', 'СТАТУС', 'НАЛИЧИЕ МСК', 'ДАТА ОТГРУЗКИ', 'УЧАСТКИ СБОРКИ', 'ТЕХНОЛОГ', and 'КОНСТРУКТОР'. The table lists various orders with their respective details and status. At the bottom of the table, there are buttons for 'Заказы: Создан', 'Передано в работу', 'В работе', 'Остановлен', 'Готов к отгрузке/завершен', and 'Отменен'. Below the table, there is a legend for order statuses: 'Идетии: Не собрано', 'Назначен исполнитель', 'В работе', 'Упаковка', 'Ожидает комплектации', 'Передано на контроль', 'Спец. тех. операция', 'Окончательный контроль', and 'Готово'.

НОМЕР ЗАКАЗА	НОМЕР ДОГОВОРА	ЗАКАЗЧИК	ДАТА СОЗДАНИЯ	ДАТА ПЕРЕДАЧИ В РАБОТУ	СТАТУС	НАЛИЧИЕ МСК	ДАТА ОТГРУЗКИ	УЧАСТКИ СБОРКИ	ТЕХНОЛОГ	КОНСТРУКТОР
БП220000635	Дог. №22261872...	ГРПЗ АО	12.09.2023	12.09.2023	Готов к отгрузке...	1/1	29.09.2023	Участок №1	Технолог И.	Конструктор К. К.
БП220000557	Договор №1622...	ВНИИР-Прогрес...	08.09.2023		Создан	1/1		Участок №1		
БП220000539	Договор №БП164...	Московский ави...	22.08.2023		Создан	0/5				
БП230000555	Договор №1 014...	ЛОМО	23.08.2023	29.08.2023	В работе	1/1	31.08.2023	Участок №1	Технолог И.	Конструктор К. К.
БП220000560	Заказ № БП2022...	УКБТМ	08.08.2023	09.08.2023	В работе	1/1	25.08.2023	Участок №1	Технолог И.	Конструктор К. К.
БП230000344	Заказ № БП2023...	ПЛАЗ	20.07.2023	27.07.2023	В работе	8/8	31.07.2023	Участок №1	Технолог И.	Конструктор И.
БП230000126	Договор 25/УВК/...	КБП АО	15.07.2023		Создан	0/54		Участок №2: Уча...		
БП220000188	Спецификация ...	ЗАСЛОН	06.07.2023		Создан	0/30		Участок №1: Уча...		
БП220000541	Дополнительное...	УМПО	06.07.2023	13.07.2023	Передано в рабо...	1/1	06.08.2023	Участок №1: Уча...	Технолог И.	Конструктор И.
БП230000051	Договор 192718...	Климов ОДК	05.07.2023	11.07.2023	Ожидает соисп...	4/4	18.08.2023	Участок №1	Технолог И.	Конструктор И.
БП220000359	Договор №1822...	ГРПЗ АО	04.07.2023	12.07.2023	В работе	1/1	10.08.2023	Участок №1	Технолог И.	Конструктор И.
БП230000184	Спецификация ...	ЗАСЛОН	29.06.2023	30.06.2023	В работе	8/8	22.06.2023	Участок №1	Технолог И.	Конструктор И.
БП220000240	Договор № 1018...	Алмаз НПО	29.06.2023	11.07.2023	В работе	10/10	28.07.2023	Участок №1	Технолог И.	Конструктор И.
БП230000323	Дог.№182018732...	МНИТИ	29.06.2023	30.06.2023	Ожидает соисп...	1/1	16.06.2023	Участок №1	Технолог И.	Конструктор И.

Рис. 4 Web-интерфейс начальника цеха

Деятельность в рамках проекта, выраженная в организации своевременного обеспечения необходимыми сведениями ответственных лиц в критических точках бизнес-процессов, позволила:

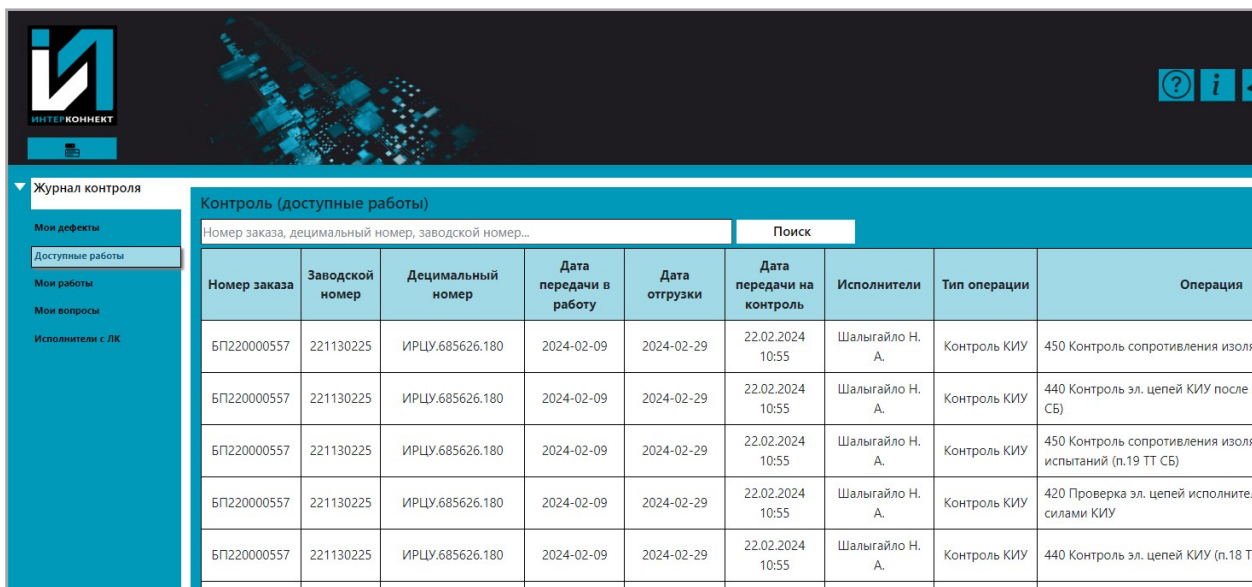
- решить большую часть накопившихся проблем,

“ИНТЕРКОННЕКТ”: РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖГУТОВОГО СБОРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА - ООО «БИ ПИТРОН»

- оптимизировать устаревшие коммуникационные узлы и связи,
- обновить способы обмена данным и представления информации (развертывание в цехе wi-fi-сети, обеспечение монтажников и контролеров планшетными компьютерами).

Часть оформлявшихся на бумаге документов удалось перевести в электронный вид (маршрутно-сопроводительные карты, дефектные ведомости, листы инструментов, листы измерений, типовые и детальные технологические процессы). Для некоторых документов пришлось добавить возможность вывода на печать по необходимости (при взаимодействии с предприятиями оборонного сектора), конструкторская документация потребовала дорогостоящих технических решений и на момент написания статьи была сохранена на бумаге.

Тем не менее, нам удалось приблизить управляемость производственной линии с высокой долей применения ручного труда к управляемости автоматизированной линии. В любой момент времени начальник цеха может запустить в работу или приостановить заказ на производство или его часть, отследить процент готовности с точностью до каждого заводского номера в заказе, увидеть причину останова и назначенных ответственных лиц, решающих текущую проблему. Мастер участка может оценить загруженность исполнителей на местах, отследить текущие точки технологического процесса, проходимые изделиями на участке, принять в работу или отклонить предложенные технологами решения по устранению допущенных несоответствий, сформировать отчет о выработке по участку за месяц. Для этого достаточно через браузер зайти на сайт, размещенный в локальной сети, на котором через специально разработанные web-формы серверное приложение отображает необходимые сведения в зависимости от прав доступа вошедшего пользователя.



The screenshot displays the 'Журнал контроля' (Control Log) section of the 'ИНТЕРКОННЕКТ' web interface. It features a search bar and a table with columns for order number, factory number, decimal number, work start date, shipping date, control date, executor, operation type, and operation description. The table contains five rows of data for order BP220000557, all performed by Shalygaylo N. A. on 2024-02-09.

Номер заказа	Заводской номер	Децимальный номер	Дата передачи в работу	Дата отгрузки	Дата передачи на контроль	Исполнители	Тип операции	Операция
БП220000557	221130225	ИРЦУ.685626.180	2024-02-09	2024-02-29	22.02.2024 10:55	Шалыгайло Н. А.	Контроль КИУ	450 Контроль сопротивления изоля
БП220000557	221130225	ИРЦУ.685626.180	2024-02-09	2024-02-29	22.02.2024 10:55	Шалыгайло Н. А.	Контроль КИУ	440 Контроль эл. цепей КИУ после в СБ)
БП220000557	221130225	ИРЦУ.685626.180	2024-02-09	2024-02-29	22.02.2024 10:55	Шалыгайло Н. А.	Контроль КИУ	450 Контроль сопротивления изоля испытаний (п.19 ТТ СБ)
БП220000557	221130225	ИРЦУ.685626.180	2024-02-09	2024-02-29	22.02.2024 10:55	Шалыгайло Н. А.	Контроль КИУ	420 Проверка эл. цепей исполнител силами КИУ
БП220000557	221130225	ИРЦУ.685626.180	2024-02-09	2024-02-29	22.02.2024 10:55	Шалыгайло Н. А.	Контроль КИУ	440 Контроль эл. цепей КИУ (п.18 ТТ

Рис. 5 Web-интерфейс контролеров

Сопутствующим эффектом стало:

- более оперативное обеспечение информацией монтажников на рабочих местах, которые теперь видят автоматически обновляющиеся актуальные версии необходимых документов, напрямую выгружаемые из электронного архива;

- перевод в электронный формат процесса работы контролеров отдела технического контроля и контрольно-измерительного участка, которые вносят данные по измерениям и регистрируют дефекты через электронные формы.

Но самое значимое достижение – это возможность быстро анализировать цифровой поток данных вместо длительного переключивания бумажных документов. На текущий момент аналитический блок еще находится в работе, хотя многим вещам мы уже научились. Например, реализованная система может давать оценку среднего времени на выполнение технологической операции, что позволяет технологам оптимизировать технологические процессы. Отчеты по допущенным дефектам и несоответствиям формируются как в разрезе допустивших несоответствия исполнителей с целью премирования или отправки на обучение для повышения квалификации, так и в разрезе моделей изделий для выявления несовершенств технологии или конструктива. Сводки по готовности заказов к договорам используются сотрудниками продаж в диалогах с заказчиками. Следующий шаг на этом пути – разработка многофакторной модели планирования. Таким образом, наша система информационной поддержки производства уже начинает приобретать свойства систем семейства BI (от англ. Business Intelligence - бизнес-аналитика) и имеет все шансы вырасти в цифровой двойник предприятия.

Информационные технологии, применяемые в ходе реализации проекта, подбирались консервативно и минималистично, с обязательным условием соответствия требованиям, обозначенным для включения информационного продукта в единый реестр российского программного обеспечения. С точки зрения сервиса работы с данными группой разработки применялся сервер приложений .NET (встроенный для Linux) и NGinx (APL2.0); при реализации web-интерфейсов модулей использовался ASP.NET MVC; управление проектом, репозиторий и Wiki продукта было реализовано под GitLab, развернутом локально на linux-сервере. Обеспечение безопасности работы по сети обеспечивается закрытым сегментом wi-fi, подключение к которому для устройств возможно только если персональный mac-адрес устройства прописан в этой сети администратором.

Единственным партнером “Би Питрон” при реализации проекта выступала IT-компания “Софтвр Лабс”, взявшая на себя непосредственно разработку программного продукта, его тестирование и доводку по требованиям сотрудников цеха.