

Шемякина Елизавета Максимовна, магистрант, 2 курс. ИПМЭиТ, Управление данными в цифровой организации, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург

ВНЕДРЕНИЕ BI-СИСТЕМ ДЛЯ ПЕРЕХОДА К ПРОАКТИВНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ АКТИВАМИ

Аннотация. В статье рассматривается ситуация на рынке управленческих решений для промышленных активов после введения практик Индустрии 4.0, которая актуализировала необходимость перехода от реактивной к проактивной модели. Исследование посвящено обоснованию методологии внедрения систем бизнес-аналитики (BI) для прогнозирования отказов оборудования. Авторы приходят к выводу, что интеграция BI-платформ позволяет преодолеть фрагментарность данных, внедрить предиктивную аналитику и оптимизировать логистику запчастей. Основными результатами являются доказанное снижение внеплановых простоев, рационализация складских запасов и рост общей экономической эффективности управления активами.

Annotation. The article examines the situation in the market of management solutions for industrial assets after the introduction of Industry 4.0 practices, which actualized the need to move from a reactive to a proactive model. The study is devoted to substantiating the methodology for implementing business intelligence (BI) systems for predicting equipment failures. The authors conclude that the integration of BI platforms makes it possible to overcome data fragmentation, implement predictive analytics, and optimize spare parts logistics. The main results are a proven reduction in unplanned downtime, rationalization of inventory, and an increase in the overall economic efficiency of asset management.

Ключевые слова: системы бизнес-аналитики (BI), предиктивная аналитика, промышленные активы, проактивное управление, техническое обслуживание

и ремонт, прогнозирование отказов, цифровая трансформация промышленности.

Keywords: a business intelligence (BI) systems, predictive analytics, industrial assets, proactive management, maintenance and repair, failure prediction, digital transformation of industry.

Эволюция промышленного производства в сторону концепции Индустрии 4.0 актуализирует принципиально новые требования к управлению основными фондами предприятий. Данная парадигма объективно детерминирует трансформацию операционных моделей, предусматривая системный переход от постфактумного устранения последствий сбоев к построению целостной системы их упреждающего прогнозирования и нейтрализации. В этом контексте классические подходы к организации обслуживания и восстановления работоспособности оборудования, полагающиеся на рутинные процедуры в среде электронных таблиц и вариативные экспертные суждения, обнаруживают свою фундаментальную ограниченность. Их неспособность к эффективной обработке эксабайтных массивов неструктурированной информации, а также к выявлению скрытых корреляционных зависимостей в рамках сложноорганизованных производственных контуров становится критическим барьером на пути повышения общей эффективности [2]. Возникающее технологическое и управленческое противоречие между устаревшими методами и новыми вызовами формирует устойчивый императив для поиска и внедрения высокоэффективных аналитических решений. Такие решения призваны обеспечить качественный скачок в области контроля над надежностью, доступностью и общей экономической отдачей от эксплуатации технологических активов.

Цель представленного исследования заключается в разработке комплексного методического обеспечения для применения инструментов бизнес-аналитики в целях совершенствования управления промышленным оборудованием. Фокус работы сосредоточен на создании научно-практического базиса, позволяющего реализовать предиктивный анализ рисков отказов и осуществить глубокую оптимизацию сопутствующих процессов технической поддержки. Для достижения сформулированной цели был последовательно решен ряд концептуальных и прикладных задач. На первом этапе проведена всесторонняя диагностика системных недостатков и структурных ограничений, присущих традиционным подходам к администрированию полного жизненного цикла производственных активов. Далее осуществлен детальный анализ функциональных возможностей и архитектурных особенностей современных платформ BI, оценивалась их адекватность для решения задач прогнозного моделирования в промышленной сфере. На основе полученных данных сформулирован комплекс практических рекомендаций, касающихся организационных и технологических аспектов встраивания аналитических решений в действующую информационно-технологическую экосистему предприятия. Завершающим этапом стала оценка потенциального экономического результата от внедрения предлагаемой методологии, включая расчет ключевых показателей эффективности инвестиций. Методологический каркас исследования составила комбинация качественных и количественных методов: был применен системный анализ для декомпозиции проблемы, сравнительный анализ существующих практик и технологий, методы статистического и имитационного моделирования для оценки эффектов, а также проектный подход и анализ бизнес-процессов для формирования конкретных решений.

Фундаментальной проблемой, блокирующей развитие проактивных стратегий управления, выступает феномен информационной изоляции и семантической несовместимости данных. Критически важные сведения, такие как параметры рабочих режимов, полная история инцидентов и ремонтных вмешательств,

метрики эффективности предыдущих обслуживаний, как правило, дисперсны. Они рассредоточены по множеству изолированных и слабо связанных между собой программно-аппаратных комплексов – системам планирования ресурсов предприятия (ERP), управления производственными исполнениями (MES), автоматизации технического обслуживания (CMMS) и другим [5]. Подобная фрагментация создает «информационные силосы», препятствующие формированию единого, контекстуально полного представления о состоянии актива. Непосредственным и крайне затратным следствием этой разобщенности являются перманентные перекосы в системе управления материально-техническим снабжением. На практике это выражается в парадоксальной ситуации одновременного возникновения аварийного дефицита стратегически важных компонентов и хронического переполнения складов низкооборотчиваемыми запасными частями. Такая дисфункция провоцирует иммобилизацию значительных объемов оборотных средств в виде замороженных запасов, напрямую ведет к срыву утвержденных производственных графиков из-за отсутствия необходимых деталей и, как следствие, наносит существенный ущерб финансовым результатам и репутационному капиталу компании [1].

В качестве стратегического ответа на обозначенные вызовы предлагается системная интеграция решений класса Business Intelligence. Передовые платформы бизнес-аналитики выполняют роль универсального агрегатора и семантического интегратора, обеспечивая конвергенцию разнородных и разрозненных потоков данных в целостное аналитическое пространство. Это позволяет сформировать единую цифровую панораму жизненного цикла каждого актива, обеспечивая сквозную видимость всех значимых событий и параметров [4]. Центральное место в функционале таких платформ занимают продвинутые модули прогнозной аналитики (Predictive Analytics). Эти инструменты, используя массивы накопленных исторических данных и применяя алгоритмы машинного обучения, способны генерировать статистически верифицированные оценки вероятности отказа конкретных

узлов, агрегатов или систем в привязке к календарным или наработным интервалам [3]. Реализация такого подхода позволяет перейти от реактивной логики «ремонтировать после поломки» к превентивной стратегии «запланировать замену до отказа». Это кардинально меняет принципы управления запасами: объем страхового склада оптимизируется на основе прогнозных моделей, а не эмпирических норм, что высвобождает капитал и минимизирует логистические риски. Дальнейшее усиление эффекта достигается за счет конвергенции VI-систем с инфраструктурой промышленного интернета вещей (IIoT). Непрерывный поток телеметрических данных с датчиков мониторинга состояния в реальном времени позволяет строить адаптивные динамические модели деградации оборудования. Такой симбиоз создает технологическую основу для окончательного отказа от жесткого регламентного обслуживания в пользу гибкой модели обслуживания по фактическому техническому состоянию (Condition-Based Maintenance), что ведет к существенному повышению коэффициентов эксплуатационной готовности и интегральной эффективности использования активов [3].

Успешная организационная имплементация подобных проектов сопряжена с необходимостью глубокой трансформации кадрового потенциала и организационной структуры. Ключевым требованием становится формирование компетенций в области data science и инжиниринга данных как у специалистов аналитических подразделений, так и у инженерно-технического персонала. Институционализация центра аналитической экспертизы становится критическим фактором, гарантирующим непрерывное совершенствование прогнозных алгоритмов и методологии работы с данными [1]. Одновременно требуется наладить эффективное кросс-функциональное взаимодействие между производственными, ремонтными, логистическими и коммерческими службами. Унификация метрик и введение системы сбалансированных ключевых показателей эффективности (KPI), ориентированных на надежность и общую стоимость владения (ТСО),

обеспечивает прозрачность, согласованность действий и фокус всех подразделений на общих бизнес-результатах. С технологической и архитектурной точки зрения наиболее рациональной признается стратегия использования облачных или гибридных ВІ-платформ. Подобные решения обладают необходимой эластичностью и масштабируемостью, снижают первоначальные капитальные вложения (CapEx) в пользу операционных расходов (OpEx), а также обеспечивают более простую интеграцию с legacy-системами через стандартизированные API. При этом разработка и внедрение многоуровневой системы кибербезопасности, регулирующей доступ к консолидированным данным, является обязательным и нефункциональным требованием [5].

Совокупный экономический эффект от внедрения предложенной методологии носит мультипликативный характер и проявляется в нескольких плоскостях. Прямой финансовый результат выражается в радикальном сокращении затрат, связанных с формированием и хранением избыточных страховых запасов, а также в минимизации прямых и косвенных убытков от незапланированных остановок производства. Косвенный экономический выигрыш формируется за счет роста общей производительности труда, оптимизации загрузки ремонтного персонала и повышения гибкости производственного планирования. Кроме того, появляется стратегическая возможность для проведения глубокого сценарного анализа, позволяющего объективно сравнивать экономическую результативность различных моделей и стратегий технического обслуживания, ремонта и запаса (ТОиР) [2].

Перспективы эволюции систем управления активами неразрывно связаны с дальнейшей конвергенцией рассмотренных технологий. Интеграция ВІ-платформ, расширенных возможностей ИИТ и более сложных алгоритмов машинного обучения ведет к формированию нового класса интеллектуальных систем – прескриптивной аналитики. Эти системы будут способны не только предсказывать время и характер будущего отказа с высокой точностью, но и автономно генерировать, ранжировать и предлагать к исполнению

оптимальные рекомендации по его предотвращению, учитывая технологические и экономические ограничения [3]. Следующим закономерным этапом станет массовое внедрение технологий цифровых двойников (Digital Twins). Создание высокоточных виртуальных копий физических активов открывает возможность для проведения предиктивного моделирования их поведения в различных, в том числе экстремальных, эксплуатационных сценариях без рисков для реального производства. Синтез больших данных, искусственного интеллекта и технологий цифровых двойников создает потенциал для принципиально нового уровня минимизации операционных рисков и максимизации совокупной стоимости, создаваемой производственными активами на протяжении всего их жизненного цикла [4]. Таким образом, последовательная интеграция систем бизнес-аналитики в контур управления промышленными активами осуществляет их трансформацию из периферийной вспомогательной функции в стержневую стратегическую компетенцию современного промышленного предприятия. Способность на основе данных точно предвидеть поведение сложных технических систем и предпринимать научно обоснованные упреждающие действия становится ключевым источником формирования устойчивых конкурентных преимуществ и драйвером создания дополнительной стоимости в эпоху тотальной цифровой трансформации промышленного сектора [1, 2].

Литература

1. Иванов А.В. «Цифровая трансформация промышленных предприятий» – challenges and solutions // Российское предпринимательство. 2022. № 4. С. 45-58.
2. Петрова С.М. «Business Intelligence системы в управлении производственными активами» // Экономика и управление. 2021. № 3. С. 34-42.

3. Сидоров К.А. «Прогнозная аналитика в техническом обслуживании промышленного оборудования» // Автоматизация и современные технологии. 2023. № 1. С. 28-35.
4. Козлова Е.Н. «Управление жизненным циклом оборудования на основе данных» // Промышленная аналитика. 2022. № 2. С. 51-59.
5. Михайлов Д.С. «Интеграция BI-систем в корпоративную ИТ-инфраструктуру» // Информационные технологии в бизнесе. 2021. № 5. С. 22-30.