

НЕФТЕГАЗ

ЕЖЕМЕСЯЧНОЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИЗДАНИЕ. СОВМЕСТНЫЙ ПРОЕКТ НАЦИОНАЛЬНОГО НЕФТЕГАЗОВОГО ФОРУМА И ВЫСТАВКИ «НЕФТЕГАЗ»



**КОМПЛЕКСНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЭК**



КОМПЛЕКСНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЭК

Текущий год пандемической реальности, полный строгих карантинных мер и ограничений на передвижения, продемонстрировал мировой экономике, как важно развивать технологии, позволяющие управлять рабочими процессами удаленно, но не менее эффективно. На этом фоне стало ясно, как важно и российским компаниям, в том числе нефтегазовым, иметь в арсенале инструменты для обеспечения безопасной работы в условиях повсеместной цифровизации. Согласно данным KPMG, почти каждое пятое рабочее место в мире будет автоматизировано или заменено искусственным интеллектом (ИИ) в течение следующих пяти лет. Организации, которые не инвестируют в ИИ и автоматизацию, со временем могут столкнуться с более высокими затратами по сравнению с конкурентами, инвестирующими в ИИ. На этом фоне все более актуальным становится вопрос защиты конфиденциальных данных промышленных систем и комплексная энергетическая безопасность страны.

Энергетика России, основой которой является топливно-энергетический комплекс, вносит значительный вклад в национальную безопасность и социально-экономическое развитие страны. Поэтому необходимо уделять ей особое внимание, так как ТЭК играет ключевую роль в формировании доходов бюджетной системы страны. Его доля в инвестициях в основной капитал составляет около трети всего объема инвестиций в основной капитал страны, в структуре доходов федерального бюджета — около 40%, а в российском экспорте (в стоимостном выражении) — более половины. В связи с этим в 2019 году указом Президента РФ была утверждена новая Доктрина энергетической безопасности России. В ней учтены последние изменения в международной обстановке, актуализированы вызовы и риски энергетической безопасности, направления и задачи государственной политики. Положения Доктрины вошли в Энергетическую стратегию России на период до 2035 года.

Ввиду своей значимости нефтегазовая отрасль в первую очередь оказывается под ударом. Так, по данным отчета Kaspersky ICS CERT, в первые шесть месяцев 2020 года в мире доля атакованных компьютеров в АСУ ТП нефтегазовой отрасли выросла по сравнению с предыдущим полугодием с 36,3% до 37,8%. Однако в целом эксперты сообщили о глобальной тенденции к снижению доли атакованных компьютеров АСУ ТП.

Текущие условия работы подтолкнули компании нефтегазовой отрасли активнее внедрять цифровые инструменты. Так, например, «Газпром нефть» в конце октября совместно с сотовым оператором МТС развернули первую в России выделенную беспроводную сеть LTE со сложной архитектурой, которая объединила через единый центр управления критически важные сервисы на производственных площадках, расположенных за тысячи километров друг от друга. Кроме того, «Газпром нефть» также начала разработку технологии безлюдной добычи нефти на суше и намерена в 2025 году получить первый такой актив. Компания полагает, что сокращение трудозатрат составит до 76%, при этом около 50% придется на цифровизацию.

Однако даже до наступления пандемии многие компании показали свой растущий интерес к цифровизации. Согласно данным KPMG, 2019 год стал благоприятным для руководителей технологических направлений во многих отраслях за счет того, что именно технологии приводят к фундаментальным изменениям в экономике. И России уже есть чем похвастаться: успешно реализован целый ряд проектов по внедрению российских цифровых разработок в нефтегазовую отрасль. Так, программный продукт tNavigator от ООО «Рок Флоу Динамикс» при грантовой поддержке фонда «Сколково» успешно используется более чем в 200 компаниях по всему миру. Ведущим модулем данного продукта является гидродинамический симулятор, используемый для моделирования процессов разработки месторождений. Другим примером является система Prime компании ООО «Яндекс Терра». Это полнофункциональное российское программное обеспечение для интерпретационной обработки 2D/3D/4D/3C/4C сейсмических данных, соответствующее всем требованиям современных технических заданий, а также включающее целый ряд инновационных алгоритмов для решения геофизических задач.

Среди отечественных решений в области геологического моделирования выделяются Geoplat-Pro (компания «ГридПоинтДайнамикс»), модуль программного комплекса tNavigator «Дизайнер геологии» (ООО «Рок Флоу Динамикс»), а также модуль «Сфера.Геология» (компания «НТЦ РИТ Дельта»).

Кроме того, отечественное ПО различных разработчиков используется компаниями нефтяного сектора для мониторинга и учёта добычи нефти и газа.

Однако, несмотря на существенный прогресс российских компаний в области цифровизации, зависимость от иностранных программных продуктов в нефтегазовой отрасли, по разным оценкам, составляет порядка 80–90%. Топливо-энергетический комплекс является заказчиком 25% рынка ИТ-услуг, объем отечественного рынка ПО в ТЭК составляет 286 млрд рублей при ежегодном темпе роста на уровне 6–10%. Такие колоссальные объемы указывают на необходимость снижения зависимости от импорта цифровых решений. Особую важность эта задача приобретает в условиях угроз для непрерывности бизнеса многих крупных и критически важных для экономики России организаций, а также отсутствия на рынке ИКТ масштабируемой промышленной инфраструктуры внедрения и сопровождения решений, созданных на базе новых для рынка видов ПО и оборудования.

Для решения этих задач в 2016 году законодательно закреплено понятие российского ПО, создан Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных, а также принято постановление Правительства РФ от 16 ноября 2015 г. № 1236, устанавливающее запрет на допуск иностранного ПО для госзакупок. По данным Минцифры, в результате этих мер в ФОИВ и РОИВ с 2016 по 2018 годы доля закупок отечественного ПО увеличилась с 25% до 65%. Данные по импортозамещению за 2019 год пока собираются, но уже точно можно сказать, что отечественное ПО используется преимущественно в таких сферах, как справочно-правовые системы (99,9%), средства антивирусной защиты (99,8%), системы электронного документооборота (82%).

В целом в нефтегазовой промышленности процессы цифровизации чаще всего затрагивают два направления: разведку и разработку месторождений нефти, а также нефте- и газопереработку и транспортировку нефте- и газопродуктов. Цифровая трансформация по данным направлениям, как правило, связана с внедрением технологий предиктивной аналитики, систем поддержки принятия управленческих решений, а также с использованием цифровых моделей и цифровых двойников.

Разработки в данных областях поддерживаются по линии отдельных федеральных проектов нацпрограммы «Цифровая экономика», которая была утверждена в конце 2018 года. Так, федеральный проект «Цифровые технологии» предусматривает развитие отечественных решений на базе сквозных цифровых технологий (СЦТ) — искусственного интеллекта, технологий виртуальной и дополненной реальности, робототехники и сенсорики и других. В рамках другого федерального проекта — «Информационная инфраструктура» — в настоящее время реализуется глобальная система передачи, обработки и хранения данных, которая в том числе может использоваться предприятиями отрасли.

Согласно данным Минэнерго, ключевым эффектом от цифровизации ТЭК станет: повышение коэффициента извлечения нефти на 5–10% на «цифровых месторождениях», снижение операционных затрат на «цифровых месторождениях» на 10%, снижение капитальных затрат на «цифровых месторождениях» до 15%. Ключевыми показателями программы цифровизации ТЭК являются увеличение до 40% доли ключевых организаций, использующих цифровые технологии, и до 14% — доли организаций, использующих передовые производственные технологии.

При этом всё большее значение будет иметь обеспечение энергетической безопасности страны, включая повышение уровня импортозамещения критически важного оборудования и программного обеспечения, обеспечение энергоресурсами граждан и рост конкурентоспособности продукции российского ТЭК на международных рынках.



ДАНИИЛ СОРОКИН
Директор Департамента
информационного
обеспечения и цифровой
трансформации ТЭК
Минэнерго России



КОМПЛЕКСНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЭК

В целях стратегического планирования в сфере обеспечения национальной безопасности в отраслях ТЭК в мае 2019 года Президент России утвердил новую Доктрину энергетической безопасности страны, которая разрабатывалась с участием Минэнерго России и других ведомств. С учетом произошедших изменений в мире и России в доктрине актуализированы вызовы, угрозы и риски энергетической безопасности, определены цели, направления и задачи государственной деятельности по ее обеспечению.

Доктрина нацелена на совершенствование государственного управления в области обеспечения безопасности, поддержание минерально-сырьевой базы и основных производственных фондов организаций ТЭК на уровне, необходимом для обеспечения энергетической безопасности. Также в число основных направлений входят совершенствование территориально-производственной структуры ТЭК с учетом необходимости укрепления единства экономического пространства страны, обеспечение международно-правовой защиты интересов российских организаций ТЭК и энергомашиностроения, поддержка экспорта их продукции, технологий и услуг, обеспечение технологической независимости ТЭК и повышение его конкурентоспособности.

Для своевременного выявления вызовов, угроз и рисков для энергетической безопасности и оперативного реагирования на них доктрина предусматривает формирование системы управления рисками, проведение мониторинга и оценки состояния безопасности энергетики страны. Более конкретно положения доктрины, в том числе в части планирования мер по обеспечению энергетической безопасности, изложены в Энергетической стратегии России на период до 2035 года, которая была утверждена Правительством Российской Федерации в июне 2020 года. В свою очередь, в энергостратегии основной целью является достижение структурно и качественно

нового состояния энергетики, максимально содействующего динамичному социально-экономическому развитию и обеспечению национальной безопасности России. Энергостратегия предполагает работу по четырем направлениям, которые включают в себя эффективное обеспечение потребностей социально-экономического развития России соответствующими объемами производства и экспорта продукции и услуг ТЭК, пространственное и региональное развитие энергетики, достижение технологической независимости ТЭК и повышение его конкурентоспособности, а также совершенствование государственного управления и развитие международных отношений.

Вместе с тем процесс выстраивания комплексной энергетической безопасности необходимо рассматривать с учетом цифровой трансформации ТЭК. Июльский указ Президента России «О национальных целях до 2030 г.» предписывает стремительнее цифровизировать российский ТЭК. Для этого Минэнерго России при активном содействии компаний отрасли сформирован проект «Цифровая энергетика», который направлен на преобразование и модернизацию энергетической инфраструктуры России с помощью внедрения цифровых технологий и платформенных решений для повышения ее эффективности и безопасности. В рамках проекта осуществляются меры, которые способствуют переходу ТЭК в цифровое поле.

Так, в 2019 году началось формирование системы координации и мониторинга цифровой трансформации ТЭК в России. Ее главным элементом стал созданный под председательством министра энергетики РФ Александра Новака Совет по цифровой трансформации ТЭК. Совет призван обеспечить выработку единой позиции и ключевых решений по вопросам цифровой трансформации. Также в начале 2020 года в Минэнерго России создан Департамент информационного обеспечения и цифровой трансформации ТЭК, основной задачей которого является повышение производительности труда с применением цифровых инструментов, создание условий для эффективной работы отраслевых департаментов министерства, а также координация и содействие процессам цифровой трансформации в отраслях ТЭК.

Таким образом, на данный момент выстроена единая сеть управления, координации и мониторинга цифровой трансформации ТЭК, которая будет способствовать обеспечению цифровизации государственного управления в отрасли.

Вместе с тем Минэнерго России совместно с научным и экспертным сообществом разработало проект Концепции цифровой трансформации ТЭК. Документ содержит основные тренды, вызовы и возможности для топливно-энергетического комплекса России, возникающие в связи с развитием и использованием цифровых технологий. Концепция описывает текущий уровень и целевое состояние цифровой трансформации ТЭК на долгосрочный период. Кроме того, документ содержит основные цели, задачи, принципы и ожидаемые результаты цифровой трансформации отрасли. Утверждение концепции придаст новый импульс развитию отношений между органами государственной власти, предприятиями и организациями, обеспечит координацию и заложит единые принципы цифровой трансформации ТЭК.

Проект концепции предполагает, что цифровая среда отрасли будет построена на базе комплексной — государственной и корпоративной — инфраструктуры, где источниками и владельцами данных будут являться компании ТЭК и органы государственного управления. Расчетные (в том числе прогнозные) модели в рамках единой цифровой среды будут разрабатываться, поддерживаться и использоваться всеми заинтересованными сторонами в соответствии с согласованным регламентом. При этом в рамках межведомственного взаимодействия цифровая среда ТЭК будет обмениваться данными с аналогичными системами смежных отраслей экономики, обеспечивая целостность модели социально-экономического развития на уровне территорий и государства. Мы рассчитываем, что будет создана единая информационная система управления данными ТЭК. Отраслевые и государственные информационные ресурсы будут полностью соответствовать единой модели данных на концептуальном, логическом и физическом уровнях, что позволит исключить любые дублирования при сборе данных, а также обеспечить их интеграцию и информационное взаимодействие.

Внедрение на внутриведомственном уровне когнитивного помощника (аналитическая система с удобным интерфейсом) на базе отраслевых датасетов поможет в режиме реального времени показать актуальную картину отрасли с глубокой детализацией. Это, несомненно, будет способствовать принятию оперативных управленческих решений, в том числе в части превентивного реагирования на потенциальные аварийные ситуации.

Принятие данной концепции позволит определить консолидированное целевое состояние отрасли в процессе цифровой трансформации. С учетом различных сценариев и прогнозов развития цифровых технологий на краткосрочном и долгосрочном горизонтах планирования документ призван задать приоритетные направления цифровой трансформации ТЭК.

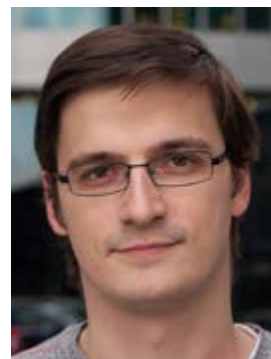
Все это возможно только с применением и активным внедрением новейших технологий, таких как искусственный интеллект, машинное зрение, цифровые двойники, роботы. В настоящее время субъектами ТЭК реализуется комплекс проектов по внедрению искусственного интеллекта в отрасль.

Вместе с тем Минэнерго России разрабатывает ведомственную программу цифровой трансформации. В ее рамках планируется осуществить ряд проектов, реализация которых позволит получить значимые результаты.

Так, в рамках проекта по нормированию запасов топлива планируется переход на проактивную, алгоритмизированную риск-ориентированную модель расчета нормативов создания запасов топлива с применением автоматизированного расчетного модуля и реестра нормативов запасов топлива, что позволит энергокомпаниям оптимизировать процесс распределения запасов топлива среди ТЭС по стране, сократить временные издержки при получении государственной услуги и в конечном итоге получить ежегодную денежную экономию, составляющую десятки миллиардов рублей.

Реализация проекта повышения энергетической эффективности позволит сократить потери при транспортировке тепловой энергии потребителю, обеспечить ежегодную экономию денежных средств и снизить трудоемкость и сроки оказания государственных услуг.

Вместе с тем при активной цифровизации требуется уделять значительное внимание вопросам информационной безопасности. Наряду с необходимостью унификации взаимодействия при большом разнообразии данных важным фактором становится вопрос надежного и безопасного функционирования информационной инфраструктуры. Решением должно стать развитие существующих и создание новых технических стандартов и стандартов информационной безопасности при использовании информационно-телекоммуникационной инфраструктуры, разработке программного обеспечения и отечественных электронных компонентов, а также ведение научных и экспериментальных исследований в данной области, совершенствование и масштабное внедрение отечественных алгоритмов шифрования и организационных мер с формированием в обществе культуры безопасного цифрового взаимодействия.



АРТЕМ СЕМЕНИХИН

Руководитель
департамента научных
индустриальных
исследований IBM



АНТОН ДЕНИСЕНКО

Системный архитектор
по решениям IBM
в нефтегазовом
и индустриальном секторе

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЭК: ОТКРЫТЫЙ СТАНДАРТ OSDU — БУДУЩЕЕ ДАНЫХ РАЗВЕДКИ И ДОБЫЧИ

Цифровизация ТЭК набирает все большую скорость в России и мире. Ведущие отечественные и международные компании отрасли продолжают активно развивать практику цифровых технологий даже в текущих рыночных условиях. Автоматизация бизнес-процессов, оптимизация информационных потоков и повышение точности принимаемых решений становятся краеугольными камнями повышения эффективности и конкурентоспособности.

Сегодня не только нефтегазовая отрасль испытывает фундаментальные сдвиги в подходах работы со своими ключевыми объектами — месторождениями, но и тесно связанная с ними индустрия информационных технологий претерпевает большие изменения. Современные технологии обработки данных, аналитика, применения методов и алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта (ИИ) развиваются по большей части в рамках открытых платформ и экосистем, основываясь на программном обеспечении, распространяемом по принципам open source (открытый исходный код) и cloud-ready (совместимой с облачными технологиями) архитектуры.

Программное обеспечение для обработки геологических, геофизических и других данных, относящихся к «подземной» части разработки месторождений, имеет длительную историю и устоявшиеся принципы работы. Однако ввиду узкой специализации данные, используемые в данных программных продуктах, оказались заперты в форматах и особенностях обработки, привязанные к особенностям конкретного разработчика программного обеспечения. В результате для новых технологий, в первую очередь для машинного обучения и ИИ, возникли технологические барьеры, требующие существенных человеческих и финансовых ресурсов для их преодоления. Это снижает потенциальный эффект и инвестиционную привлекательность их применения.

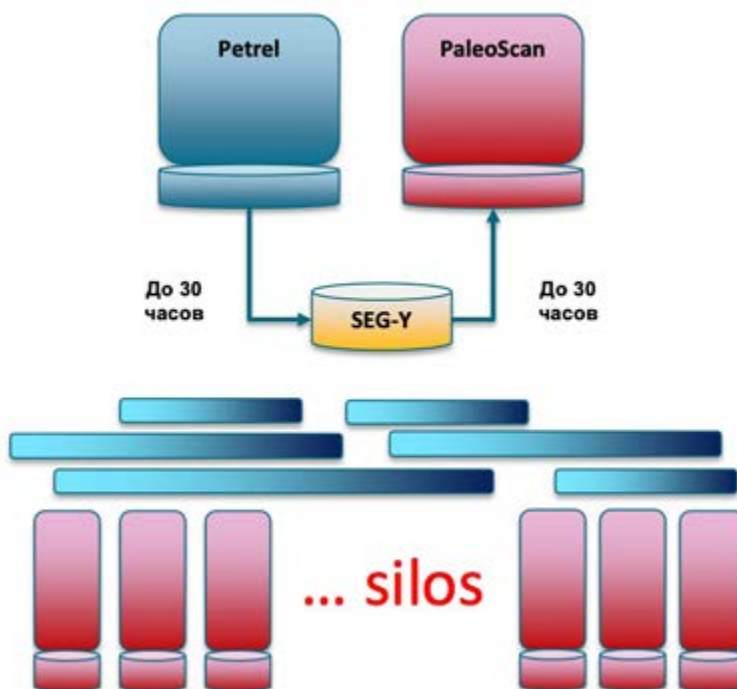


Рисунок 1. Проблема работы с «подземными» данными

Данная проблема является чрезвычайно распространенной и полностью осознается как нефтепользователями, так и поставщиками специализированных технических программных решений. Для обеих сторон существование технологических барьеров является бизнес-фактором, ограничивающим возможности для рыночной конкуренции и использование наиболее перспективных технологий для решения насущных бизнес-задач индустрии. В 2018 году несколько ключевых компаний объединили усилия и наработки, чтобы решить данную проблему, основав сообщество Open Subsurface Data Universe (OSDU) на базе Open Group — глобального консорциума, занимающегося разработкой открытых и нейтральных к поставщикам технологических стандартов и сертификаций в области цифровых технологий. Основная задача данного открытого OSDU сообщества — это разработать универсальный и единый формат и архитектуру работы с «подземными» данными, облегчая нефтепользователям и разработчикам специализированного программного обеспечения разработку и тестирование новых технологий. Закладываемые принципы позволят сократить затраты на подготовку и запуск цифровых решений на порядки.

НА ТЕКУЩИЙ МОМЕНТ К СООБЩЕСТВУ ПРИСОЕДИНИЛИСЬ ПОРЯДКА 110 ОРГАНИЗАЦИЙ СО ВСЕГО МИРА:

- нефтепользователи: Shell, BP, Chevron, «Газпром нефть» и др.
- IT-компании: IBM, Microsoft, Google и др.
- нефтесервисные компании: Schlumberger, Halliburton, Baker Hughes и др.
- консалтинговые и аудиторские фирмы: Accenture, Ernst&Young, HIS и др.



Рисунок 2. Участники консорциума OSDU

Текущие наработки сообщества включают логическую и техническую архитектуру (см. рисунок 3), исходный код базовых методов доступа к данным, поддержку данных сейсмики, геофизических исследований скважин и др. IT-участниками разработаны несколько вариантов цифровых платформ на базе стандарта OSDU, доступных для тестирования участниками сообщества и внешними компаниями. В ближайшее время планируется выпуск третьего релиза OSDU, в который войдут поддержка дополнительных видов данных, расширение сервисов по безопасности, а также интеграционных интерфейсов к промежуточному программному обеспечению. Важной идеей в основе бизнес-архитектуры OSDU является разделение ее компонентов на две большие части: non-competitive — часть, которая призвана установить стандартизированные сервисы, присущие любой реализации, которые сами по себе не дают конкурентного преимущества нефтегазовой компании; и competitive — модули непосредственной генерации ценности, куда входят приложения работы с пользователями, уникальные методологии обработки данных, алгоритмы и так далее. Такое разделение позволяет нефтегазовым компаниям сосредоточиться на основных конкурентных частях своих систем анализа данных, предоставив развитие общих составляющих IT-партнерам консорциума. При этом для этого типа участников ситуация является ровно обратной — чем эффективнее, качественнее, дешевле реализуются общие сервисы, тем более конкурентным преимуществом обладает конкретная IT-компания, предоставляющая данное решение.

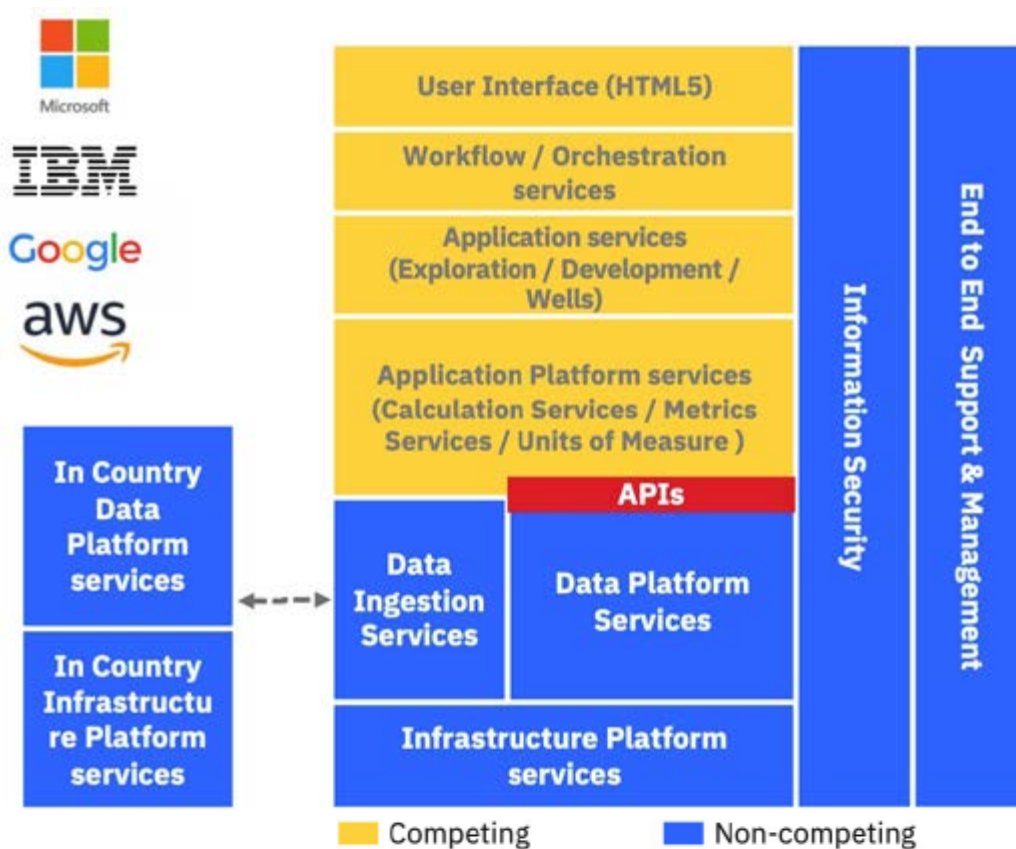


Рисунок 3. Бизнес-архитектура OSDU

Компания IBM, как один из IT-участников, активно развивает повестку поддержки OSDU не только для публичных облаков (AWS, Google, Microsoft, IBM), но и для работы в любом необходимом для недропользователя окружении, включая локальные on-premise (в рамках внутренней инфраструктуры компании) решения. Эта концепция получила название Energy Data Everywhere (в пер. «энергетические данные повсюду») — это не значит, что данные разведки и добычи должны сменить существующие изолированные хранилища данных Silo (в пер. «отдельное хранилище»), используемые различными программными продуктами внутри компании, на хранилища конкретных облачных платформ. Основная ценность перехода на стандарты OSDU состоит именно в полноценном «освобождении» данных от зависимости как от конкретного производителя ПО, так и от конкретного поставщика облачных услуг.

Важным фактором, отражающим серьезность намерений, является то, что крупнейшие поставщики специализированного ПО объявили об инвестициях в адаптацию своих продуктов к стандартам OSDU. Так, например, компания Schlumberger (ведущий производитель решений для работы с геологическими данными), являясь одним из основателей данного открытого сообщества, объявила, что разрабатываемые ею программные продукты будут полностью поддерживать стандарт OSDU

по работе с геологическими данными, и запустила адаптацию к нему платформы DELFI, доступной пользователям пока только в виде облачных сервисов.

Многие нефтегазовые компании в мире испытывают проблемы с использованием облачных сервисов в других странах, так как обязаны соблюдать законодательные ограничения по работе с геологическими данными внутри страны. С другой стороны, применение облачных сервисов для работы внутри страны тоже для многих компаний является проблемой, потому что им необходимо обеспечивать собственные требования информационной безопасности по защите коммерческой информации, к которой могут относиться сведения о геологоразведке новых месторождений. Данное положение особенно актуально для России, Китая и стран Ближнего Востока. Следуя принципу Energy data everywhere, компании IBM и Schlumberger совместно с ведущим производителем открытого программного обеспечения Red Hat в сентябре 2020 года объявили о реализации совместной версии OSDU платформы, которая будет основана на открытом программном обеспечении и потенциально доступна для установки как локально в центрах обработки данных, так и у любого облачного провайдера.

Это стало возможным благодаря использованию в новой версии платформы OSDU кластерной платформы RedHat OpenShift для запуска микросервисных приложений на cloud-ready архитектуре. Данное решение получило название IBM Open Data for Industries (ODI) и в ближайший год станет доступно на рынке. Решение IBM ODI позволит получить полностью открытое программное обеспечение, основанное на открытых международных стандартах с возможностью установки где угодно с коммерческой технической поддержкой от производителя по модели подписки, что позволяет нивелировать возможные последствия от санкций в случае облачного решения и выполнить требования законодательства и информационной безопасности к данным недропользователей.

Тенденции, заданные в 2018–2019 годах, в области цифровизации ТЭК начали материализовываться в виде конкретных бизнес-решений 2020 года, принимаемых ключевыми поставщиками программного обеспечения и платформ, такими как IBM и Schlumberger. Обострение кризиса цен на углеводороды и мировая пандемия вывели вопрос цифровизации в первоочередные задачи бизнес-руководителей нефтегазовых компаний. По нашему мнению, 2021 год станет одним из ключевых по получению конкретных результатов от цифровизации, одними из которых будут преимущества от совместимости данных и унификации доступа к ним в виде ускорения бизнес-процессов в геологоразведке и работе с партнерами, международными консультантами и аудиторами. Это позволит сократить расходы и циклы освоения новых месторождений или повысить эффективность добычи на существующих объектах, что очень важно в ситуации низких цен на нефть и мировой пандемии.



ТИМОФЕЙ ХОРОШЕВ
партнер технологической
практики КПМГ в России
и СНГ



МАКСИМ ИВАНОВ
директор технологической
практики КПМГ в России
и СНГ

НОВЫЕ «МУСКУЛЫ» ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Вопросы цифровизации сегодня актуальны практически для всех крупных российских компаний: одни пришли к этой задаче эволюционно — путем четкого осознания бизнес-необходимости и потенциальных эффектов, другие — под влиянием рыночных тенденций, примеров конкурентов или рекомендаций министерств и ведомств. В ходе исследования КПМГ 63% респондентов указало, что в их компании разработана программа цифровой трансформации, однако на деле это чаще означает набор краткосрочных пилотных проектов.

Масштаб цифровизации, прогресс во внедрении инициатив и достигнутые эффекты в компаниях российского ТЭК также очень сильно различаются: от первых пилотных проектов и попыток оценить перспективность отдельных инициатив до полномасштабной цифровой трансформации с бюджетами в десятки миллиардов рублей.

При этом большинство компаний на пути к цифровизации обращают основное внимание на разработку и внедрение конкретных цифровых инициатив и технологий, зачастую забывая о необходимости выстраивания эффективной системы руководства и управления цифровой трансформацией в компании — «новых мускулов» для движения к бизнес-целям. Наиболее популярные технологии, которые уже опробовали российские компании: анализ больших данных и предиктивная аналитика (68%), чат-боты (51%), роботизация офисных процессов (50%). При этом позиция CDO (Chief Digital Officer) есть только в 16% компаний, комитет по цифровизации — в 13%. В большинстве российских компаний решения о проектах по цифровизации принимаются путем индивидуального рассмотрения на уровне топ-менеджмента.

КПМГ за последние три года реализовала серию проектов, связанных с цифровизацией, в компаниях нефтегазовой и энергетической отраслей. Большинство из них можно отнести к одной из трех групп:

- разработка стратегий или концепций цифровизации, в том числе с учетом Методических рекомендаций по цифровой трансформации Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ;

- разработка портфеля приоритетных цифровых программ и проектов, дорожных карт по их реализации, сопровождение реализации отдельных инициатив или программ;
- оптимизация операционной модели IT и бизнеса для поддержки цифровой трансформации.

На примере этих проектов мы убедились, что для успешной цифровой трансформации крайне важно создание эффективной системы руководства и управления. Большинство типовых сложностей в цифровизации российских компаний ТЭК связаны не с техническими вопросами внедрения инициатив или технологий, а именно с подходами к управлению и кооперации между всеми участниками.

Наш рейтинг наиболее часто встречающихся и значимых проблем в ходе цифровизации условно можно разделить на две группы.

Наиболее часто встречающиеся и значимые проблемы в ходе цифровой трансформации возникают на этапах инициации и запуска цифровых инициатив, а также их реализации и повышения эффективности.

ИНИЦИАЦИЯ И ЗАПУСК:

- недостаточная поддержка со стороны высшего руководства компании;
- отсутствие культуры инноваций, готовности к экспериментам, к быстрому запуску пилотных проектов для проверки гипотез;
- существующая система мотивации для бизнеса и IT не способствует выработке и реализации инновационных идей и проектов;
- дублирование цифровых инициатив между корпоративным центром, филиалами и дочерними обществами из-за отсутствия общей координации.

РЕАЛИЗАЦИЯ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ:

- существующие процессы и нормативные документы разработаны для традиционных подходов и не соответствуют требованиям цифровизации;
- отсутствие или острая нехватка сотрудников с требуемыми компетенциями в компании (по технологиям, методологии и проч.);
- низкий уровень зрелости практик гибкой разработки (Agile) и продуктового подхода;
- дублирование функций между подразделениями и слабая координация при выполнении цифровых проектов;
- отсутствие опыта и методологии при оценке эффектов от реализации цифровых инициатив.

Рассмотрим некоторые проблемы, характерные для большинства крупных российских компаний, и направления для их решения более детально.

НЕДОСТАТОЧНАЯ ПОДДЕРЖКА ВЫСШЕГО РУКОВОДСТВА

Проекты цифровой трансформации характеризуются масштабными изменениями во всех сферах корпоративного управления, амбициозными задачами и весьма значительными бюджетами. Для достижения успеха все это требует активной и постоянной поддержки первых лиц компании, видимой для всех сотрудников.

Сегодня мы видим ряд примеров, когда цифровизацию пытаются запустить снизу вверх: назначенные сотрудники среднего руководящего состава прорабатывают отдельные инициативы и пытаются «продать» их руководству компании, а затем, в случае успеха, масштабировать. К сожалению, такой подход к цифровизации может дать только ограниченный и точечный эффект. Локально реализовать в компании успешный цифровой проект будет крайне сложно из-за отсутствия поддержки всех необходимых участников, неготовности корпоративных процессов и культурных особенностей компаний.

Решение данной проблемы состоит в максимальном вовлечении и погружении топ-менеджмента компании в вопросы цифровой трансформации, в обсуждение и демонстрацию потенциальных эффектов и новых конкурентных преимуществ. Если первые лица компании не видят бизнес-кейса в цифровизации, реализовать ее даже в ограниченном объеме будет практически невозможно.

КУЛЬТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПАНИЙ

Корпоративная культура многих российских компаний долгое время была ориентирована в первую очередь на стабильность, надежность и фундаментальность всех аспектов деятельности и выбираемых технологических решений. До сих пор зачастую предложения «цифровых энтузиастов» экспериментировать и апробировать новые для организации технологии, запускать небольшие пилотные проекты, из которых успешными станут 10–20%, или, например, оценивать предложения стартапов воспринимаются с иронией и скепсисом. Представители бизнеса и производства не без оснований опасаются негативных последствий для собственной карьеры в случае признания их инициативы или пилотного проекта неуспешными.

Все это требует коренных и, к сожалению, длительных преобразований в области корпоративной культуры, принципов и приоритетов компании. В некоторых случаях самым быстрым путем к изменениям является создание отдельного подразделения или даже юридического лица, в котором критическую массу персонала должны составлять люди с «новым мышлением». При решении данной проблемы крайне важна роль и активная позиция корпоративной функции управления персоналом.

ТРАДИЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Цифровизация подразумевает повышенную степень неопределенности, поскольку предполагается использование новейших либо ранее не применявшихся в компании технологий и решений. Реализация цифровых инициатив требует новых подходов и бизнес-процессов, более быстрых и итеративных, позволяющих уточнять и детализировать задачу по ходу ее проработки. Именно поэтому традиционные процессы зачастую не соответствуют новым требованиям: от годовых циклов бюджетирования с обязательным указанием точного назначения расхода до проектного управления по waterfall с периодом запуска проекта в 4–6 месяцев и отложенным получением первых работающих прототипов через 9–12 месяцев.

Решением данной группы проблем является разработка альтернативных «цифровых» процессов и процедур. Все подразделения в компании должны быть готовы адаптировать свою работу для максимальной поддержки цифровизации.

НИЗКИЙ УРОВЕНЬ ЗРЕЛОСТИ ПРАКТИК ИТЕРАТИВНОЙ РАЗРАБОТКИ, ОТСУТСТВИЕ ПРОДУКТОВОГО ПОДХОДА

Продуктовый подход подразумевает под собой систему управления разработкой решений, при которой за их реализацию отвечает «владелец продукта» с соответствующими полномочиями и ресурсами — максимально мотивированный представитель бизнеса, понимающий потенциальный эффект и назначение решения.

Использование продуктового подхода естественно для цифровизации, поскольку никто лучше бизнеса не понимает возможностей применения передовых технологий в своей отрасли. Постоянное вовлечение такого владельца продукта, его высокая мотивация на результат и применение итеративного подхода к разработке цифровых продуктов — необходимые составляющие для успешной цифровизации.

На сегодняшний день лидеры российской цифровизации в ТЭК при внедрении цифровых инициатив зачастую ориентируются на опыт ведущих зарубежных компаний, который является хорошим примером и ориентиром. Но, к сожалению, в большинстве случаев это сводится только к воспроизведению конкретных технических решений или использованию технологий. Незаметной остается та внутренняя экосистема — «мускулы цифровизации», которая позволяет цифровым лидерам поставить этот процесс на поток и достигнуть эффектов, превосходящих первоначальные ожидания.

На наш взгляд, дополнительный потенциал повышения эффективности проектов цифровизации в компаниях российского ТЭК может быть реализован, в первую очередь, за счет повышения зрелости системы руководства и управления цифровизацией.



АЛЕКСЕЙ ПЕТУХОВ
руководитель направления
Kaspersky Industrial
CyberSecurity в России.



КАК ЗАЩИТИТЬ ПРОИЗВОДСТВО ОТ КИБЕРУГРОЗ

Число и разнообразие кибератак в промышленном секторе растет год от года. Причем такие инциденты сегодня происходят на предприятиях любого размера и во всех отраслях. По статистике «Лаборатории Касперского», ежегодно более чем на 40% компьютеров автоматизированных систем управления технологическим процессом (АСУ ТП) выявляются те или иные вредоносные объекты.

НЕВИДИМЫЕ ВРАГИ И РЕАЛЬНЫЕ ПОТЕРИ

Отчасти рост киберугроз связан с развивающейся цифровизацией производств, в том числе с появлением беспроводных сетей и интернета вещей, — благодаря им увеличивается число связей с внешней средой, следовательно, растут и риски. Другая причина — усиление защиты финансового сектора, который традиционно был мишенью кибератак: это вынудило злоумышленников искать новые жертвы. Третий фактор связан с повсеместным проникновением в нашу жизнь смартфонов — фактически каждый сотрудник имеет при себе портативный интернет-передатчик, потенциально зараженный вредоносным ПО.

На производстве киберинциденты приводят к вынужденным простоям, из-за них снижается качество продуктов и услуг, предприятия упускают прибыль, теряют доверие клиентов. Под угрозой даже здоровье и жизнь сотрудников. Тем не менее некоторые производственники по сей день недооценивают важность киберзащиты. «Да кому я нужен?» — может беспечно думать директор небольшого предприятия, полагая, что молния бьет только в высокие деревья. В конце концов, вот же — уже потратились на корпоративный антивирус и межсетевой экран в офисной части производства. Однако уповать на такие меры, а также программную или даже физическую изолированность АСУ ТП в эпоху четвертой промышленной революции опрометчиво — эта обособленность становится все более призрачной. Одного смартфона может быть достаточно, чтобы злоумышленники проникли в изолированную сеть, а директор предприятия и владелец смартфона об этом даже не подозревали.

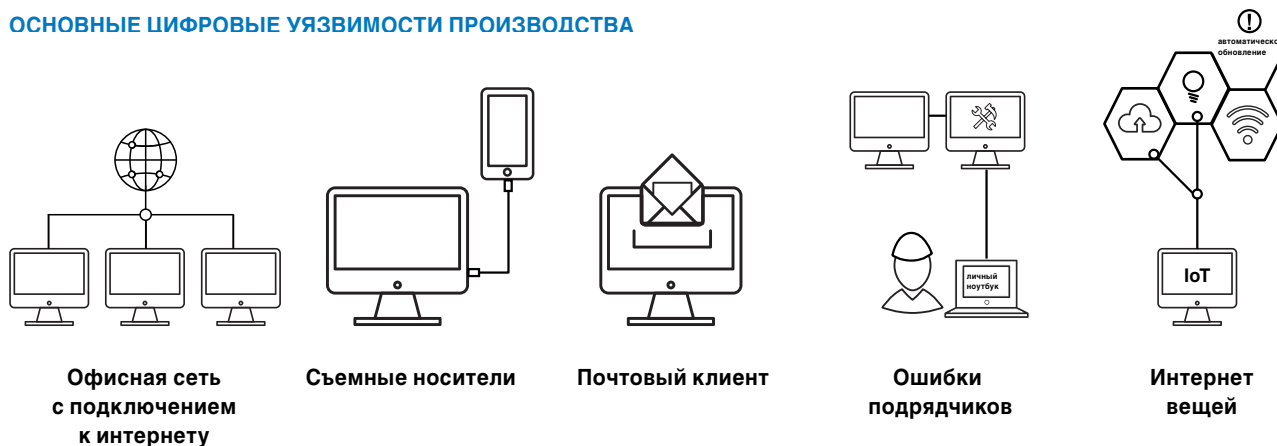
ЦИФРОВЫЕ ДЫРЫ В ЗАВОДСКОМ ЗАБОРЕ

Мир становится все более цифровым — более удобным, но и более уязвимым. Потенциальную опасность для технологических процессов представляет не только неконтролируемый доступ сотрудников к интернету, но и съемные носители (флеш-карты или смартфоны, подключаемые к рабочим компьютерам для подзарядки), почтовые клиенты, устройства интернета вещей, ошибки персонала, сервисных организаций или подрядчиков, действия инсайдеров и т.д.

Современные киберпреступники умеют находить слабые места производственных систем. Главная уязвимость — это неинформированные сотрудники, которые служат переносчиками всякой заразы между интернетом и производством, изолированным от внешнего мира.

Если вдобавок на предприятии отсутствуют современные меры информационной безопасности, оно получает мину замедленного действия.

ОСНОВНЫЕ ЦИФРОВЫЕ УЯЗВИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА



КОРПОРАЦИЯ МОНСТРОВ

Чаще всего производства сталкиваются с киберугрозами общего характера. Вредоносные программы могут незаметно паразитировать, отвлекая вычислительные мощности производства на посторонние задачи, такие как майнинг криптовалюты. Среди распространенных и чувствительных угроз — вымогатели-шифровальщики. Деятельность таких программ, шифрующих данные пользователя, а затем вымогающих деньги за восстановление доступа, также чревата серьезными последствиями вплоть до остановки технологических процессов.

По данным Kaspersky ICS CERT, абсолютное большинство вредоносного ПО не нацелено на производство, а предназначено для корпоративного сегмента или частных пользователей. Но существуют вредоносы, разработанные специально под некий тип производства или производителя АСУ ТП. Попав в систему, они зачастую «сидят» незаметно и ждут своего часа. Самые известные и разрушительные кибератаки и эпидемии начинались именно с них. Даже если такая программа создана для атаки на конкретное предприятие, в дальнейшем пострадать от нее может технологически подобный объект в любой стране. Такое вредоносное ПО способно шпионить, отсылая чувствительную информацию вовне. Еще хуже, если вредонос, проникший в АСУ ТП, перехватывает управление технологическими параметрами производства — результатом может стать прерывание процессов, порча оборудования или даже опасность для людей и окружающей среды.

Кибербезопасность предприятия не сводится к защите от вредоносного ПО. К проблемам может привести и случайная ошибка сотрудника или подрядчика, получившего доступ к внутренней сети. Ведь сложность технологических процессов возрастает, и контролировать все возможные последствия случайных воздействий или конфликта ПО становится все сложнее.

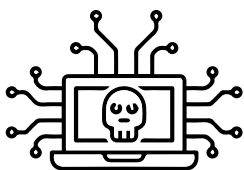
Поэтому наличие не только межсетевого экрана, но и системы, «смотрящей» за тем, что происходит внутри производственного процесса, становится обязательным. Именно они выявляют:

- человеческие ошибки, например, незакрытый доступ, разрешенный когда-то для разовой наладки;
- нарушение коммуникаций между устройствами или подозрительные коммуникации;
- подверженность сети или элементов АСУ ТП (контроллеров, панелей операторов и т.д.) удаленному воздействию и распространению вредоносного ПО;
- появление сотрудника или подрядчика, выполняющего работы без согласования и разрешения;
- атаки и вредоносное ПО.

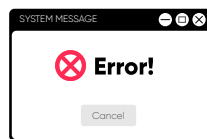
ОСНОВНЫЕ ЦИФРОВЫЕ УГРОЗЫ ПРОИЗВОДСТВУ



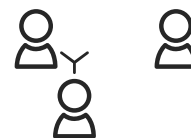
Целевые атаки



**Атаки шифровальщиков и других
неспециализированных
вредоносных**



**Конфликты и сбои
программного
обеспечения**



**Человеческие
ошибки**

ШАГИ НА ПУТИ К БЕЗОПАСНОСТИ

Любому предприятию нужно следовать общим правилам информационной безопасности:

- защищать рабочие станции и серверы специализированным ПО для работы в промышленности. Будьте внимательны, оно отличается от корпоративного;
- сегментировать сеть на зоны, такие как промышленный и корпоративный сегмент и более мелкие, максимально разделяя доступ пользователей к различным элементам инфраструктуры;
- обеспечивать контролируемый удаленный доступ, используя актуальные решения, позволяющие максимально защитить учетные данные пользователей;
- анализировать, что происходит в промышленной сети: кто с кем общается, корректно ли выполняются команды, нет ли попыток неразрешенного удаленного подключения и распространения вредоносного ПО.

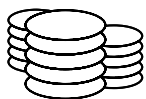
Последний пункт особенно важен для современных предприятий, так как с промышленной сетью связано множество сервисных контрактов и подрядных организаций.

ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Подходы к кибербезопасности в корпоративном и производственном секторах различны. В офисе стратегии обеспечения IT-безопасности прежде всего ориентированы на защиту данных. На предприятии в автоматизированных системах управления технологическим процессом самое важное — непрерывность производства. Поэтому попытки приспособить на производстве решения, разработанные для корпоративной инфраструктуры, сталкиваются с трудностями.

Например, высокое потребление ресурсов, характерное для корпоративной киберзащиты, может угрожать стабильности производственных процессов. К тому же каждая промышленная среда уникальна, и ее протоколы зачастую непонятны для офисных решений. Возникает необходимость тонкой установки, создания списка исключений, отключения ряда элементов защиты. В общем, можно потратить много сил и средств на адаптацию корпоративного решения к производству, но так и не получить в результате надежной защиты.

НЕДОСТАТКИ ИТ-РЕШЕНИЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОМЫШЛЕННОМУ СЕКТОРУ



**Высокое
потребление
ресурсов**



**Ограниченность
возможностей
тонкой настройки для
промышленных систем**



**Потребность
в постоянном
интернет-соединении**



**Непонимание языков
(протоколов), на которых
взаимодействуют
компоненты промышленных
систем**

KASPERSKY INDUSTRIAL CYBERSECURITY

Лучше всего доверить специалистам формирование оптимального комплексного решения по обеспечению информационной безопасности. Защиту компьютеров сегодня предлагают многие компании. Но безопасность промышленных систем — задача, во-первых, относительно новая, а во-вторых, как было показано выше, непростая, поскольку почти всегда требует глубокой адаптации к индивидуальной цифровой архитектуре производства. Чтобы отражать угрозы разных типов, не нарушая при этом технологических процессов, нужно иметь особые знания. На российском рынке такой экспертизой обладает «Лаборатория Касперского». Компания предлагает комплексный и адаптивный подход к цифровой защите производства.

Решение Kaspersky Industrial CyberSecurity (KICS) эффективно защищает все элементы АСУ ТП: серверы SCADA, операторские панели, рабочие станции инженеров, программируемые логические контроллеры и сетевые соединения.

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ РЕШЕНИЯ:

- KICS for Nodes — обеспечивает безопасность серверов, человеко-машинных интерфейсов и рабочих станций от различных киберугроз, универсального вредоносного ПО, целевых атак.
- KICS for Networks — функционирует на уровне сетевой инфраструктуры, анализируя промышленный трафик на предмет разнородных аномалий. Способно помочь найти ошибки пользователей, вызвавшие нештатную ситуацию или саботаж.
- Kaspersky Security Center — централизованное управление всеми решениями Kaspersky, включая KICS.

В качестве дополнительных элементов комплексной защиты современных производств «Лаборатория Касперского» предлагает тренинги для сотрудников разных уровней и экспертные сервисы, такие как оценка защищенности от киберугроз и анализ вредоносного ПО.

Схема решения KICS



«Лаборатория Касперского» — признанный поставщик решений для обеспечения кибербезопасности промышленных систем. Среди клиентов компании не только крупные российские предприятия, такие как «Северсталь», НЛМК, «Татнефть», ОЭК, «Мосгаз», но и производства меньшего масштаба, заботящиеся о своей безопасности.

«Лаборатория Касперского» постоянно разрабатывает технологии, которые успешно противостоят угрозам для критически важных инфраструктур. Компания сотрудничает с крупнейшими поставщиками АСУ ТП (Emerson, Siemens, Schneider Electric, Yokogawa и др.), чтобы обеспечить совместимость, а также создать специализированные процедуры и платформы взаимодействия, которые позволят защитить промышленные среды от существующих и возникающих киберугроз



АЛЕКСАНДР КОРЧАГИН
 Директор Ассоциации
 «Цифровая энергетика»,
 Генеральный директор
 АО «НоваВинд» (дивизион
 госкорпорации «Росатом»)



РОЛЬ БИЗНЕСА В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Цифровая трансформация как концепция и способ проведения организационных изменений и бизнес-поведения в деятельности компаний — это актуальный тренд и дополнительный стимул развития в области автоматизации и повышения производительности труда. Актуальность данного подхода подтверждается запуском соответствующих программ в крупнейших компаниях, которые меняют подходы к операционной деятельности и бизнес-модели под влиянием и за счет цифровых технологий. Именно бизнес активно внедряет новые технологии и сервисы в борьбе за лидерство на рынке и лояльность клиента.

В энергетике развитие цифровых технологий накладывается на структурные изменения в организации основных процессов производства и потребления электрической и тепловой энергии. С развитием технологий ВИЭ и повышением эффективности малой газовой генерации меняется структура предложения на рынке, со стороны спроса повышение управляемости параметров оборудования и процессов позволяет формировать новые ценозависимые модели потребления. Все это поддерживается развитием рыночных технологий ведения учета и взаиморасчетов.

В этой связи модель функционирования энергосистемы, которая была заложена еще в начале XX века, неминуемо будет трансформироваться. Для компаний традиционного энергетического рынка это означает изменение в целом бизнес-модели. И вопрос сейчас может быть только в том, есть ли еще время на подготовку или уже нет. На ближайшие 3–5 лет компаниям необходимо определиться с подходом: проводить дальнейшую эволюционную автоматизацию или инициировать уже перестройку бизнес-модели.

В электроэнергетике, которая является одной из наиболее консервативных отраслей, рождается новая парадигма. Например, в конкуренцию сбытовых компаний включаются банки, предоставляя

услуги по оплате сервисов. Крупные промышленные предприятия создают генерирующие мощности, обеспечивая не только собственные нужды, но и подключая заинтересованных потребителей. Системный оператор получает возможность через коммерческие механизмы влиять на динамику потребления. Подобные процессы и поведение становятся возможными за счет качественно нового уровня развития и интеграции автоматизированных систем управления и поддержки принятия решений. И это не ближайшее будущее, а текущая реальность.

Чтобы сохранять устойчивое положение на рынке и выстраивать долгосрочные программы, энергетики должны больше кооперироваться с другими отраслями экономики, предоставлять комплексные решения, встраиваться в передовые концепции развития, такие как «Умный город» и «Интернет вещей». Цифровые решения, разрабатываемые и применяемые в энергетике, должны находить свое место в телекоммуникациях, на транспорте, сельском хозяйстве и в других отраслях.

Развивать внутренний рынок в части цифровых компетенций невозможно без участия в глобальной мировой повестке. Наша задача — конкурировать не только внутри страны, но и во всем мире. Для этого наши технологии и решения должны не просто соответствовать мировому уровню, а опережать его. Уровень конкуренции и масштаб задействованных ресурсов в мире по данному направлению объективно подводит нас к необходимости консолидировать усилия на внутреннем рынке, формировать систему обмена опытом, занимать активную позицию в разработке новых стандартов. А ключевая роль государства состоит в создании благоприятных условий для развития уже наметившихся новых бизнес-моделей и поддержке амбициозных инициатив.

Ведущие энергетические компании России, несмотря на высокий рост внутренней конкуренции, приняли осознанное решение объединить свои интересы на площадке Ассоциации «Цифровая энергетика». Мы создали Ассоциацию, ставшую отраслевым центром компетенций в области цифровой трансформации электроэнергетики. Целью создания Ассоциации является выработка межотраслевой и экспертной повестки, формирование единой позиции по цифровому развитию отрасли для совершенствования процессов цифрового развития электроэнергетики и экономики в целом.

Одним из инструментов для консолидации усилий является разработанная Ассоциацией Стратегия цифровой трансформации электроэнергетики, в которой определены основные тенденции развития отрасли и барьеры на пути цифровой трансформации электроэнергетики.

В Стратегии закреплён перечень 33 релевантных для электроэнергетики цифровых решений, сформированный на базе «сквозных» цифровых технологий, которые распределены на группы: по приоритетности внедрения технологиями компаниями, для возможного внедрения на базе Ассоциации, на технологии, которые носят межотраслевой характер. 18 цифровых решений отмечены членами Ассоциации как первоочередные к внедрению и приоритетные для всей цепочки создания стоимости в электроэнергетике, часть из этих решений уже активно применяются или тестируются на площадках членов Ассоциации. Среди таких проектов можно отметить: инициативы по разработке и применению CIM-моделей, проекты по защите данных и оборудования от киберугроз, проект по созданию рынка управления спросом для потребителей с ценозависимым потреблением, применение цифровых моделей («двойников») объектов электроэнергетики, проекты по созданию и внедрению распределённых систем накопления энергии, развитие практики применения интеллектуальных ассистентов, мониторинг производственных активов (датчики, актуаторы, дроны и пр.), повышение эффективности производственного персонала (датчики, мобильные устройства, VR/AR), роботизированная диагностика инфраструктуры, предиктивное обслуживание и др.

Таким образом, Ассоциация работает сразу по нескольким направлениям, которые в совокупности обеспечивают необходимое комплексное развитие отрасли, в том числе формируя отраслевую повестку по вопросам импортозамещения, кибербезопасности, нормативного обеспечения, промышленной безопасности, развития цифровых компетенций и кадрового потенциала отрасли. Такой подход позволяет сбалансированно и ответственно походить ко всем проводимым в электроэнергетике изменениям при формировании новых для отрасли проектов и инициатив с применением цифровых технологий, реализуемых крупнейшими энергетическими компаниями, и оперативно реагировать на новые вызовы, связанные с процессами цифровизации отрасли и экономики в целом.



АЛЕКСЕЙ СЕЛЕЗНЕВ
 Менеджер по развитию
 бизнеса Schneider Electric
 в России и СНГ



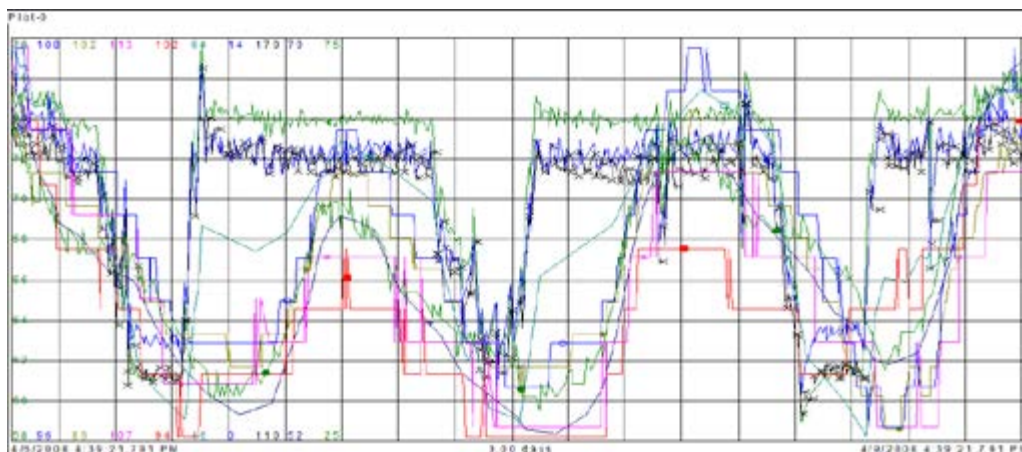
НА ПУТИ К ОПЕРАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НПЗ

В последнее время повышение операционной эффективности неразрывно связано с цифровизацией. Два понятия настолько тесно переплетаются, что порой сложно отличить одно от другого. Однако в отрасли до сих пор нет четкого понимания, что представляет собой цифровизация — естественный путь развития технологий или модное маркетинговое понятие.

Цифровые инструменты появились на производствах в 70-х годах прошлого века, но про цифровую трансформацию заговорили только в последние 10 лет. Чем же внедрение цифровых инструментов сегодня отличается от того, что началось 50 лет назад?

Неопределенность в терминологии прежде всего связана со сложностями в переводе. Слово digitization означает «оцифровка», то есть перевод всех видов информации в цифровой формат. Этот процесс в самом деле идет уже очень давно. Другой термин — digitalization переводится как «цифровизация», что подразумевает другой смысловой оттенок. Цифровизация — это создание новой информации на базе имеющейся.

Возьмем, к примеру, компрессор — крайне дорогое и критически важное оборудование. Серьезная неисправность в нем может стоить миллионы долларов, поэтому компании хотят иметь представление о потенциальных поломках заблаговременно. Изобретение начала прошлого века — виброграф Гейгера — нарисует чернилами на ленте то же изображение, что самое современное оборудование выводит на дисплей:



В России крайне мало специалистов, которые способны быстро проанализировать это изображение и дать точный ответ о состоянии компрессора, поэтому нет физической возможности поручить расшифровку графика человеку. То есть оцифровка данных в этом случае не приведет ни к какому качественному скачку. Возможно, теперь информация более точная, подается в удобном виде и в режиме реального времени, но извлечь добавленную стоимость из нее не получится.

Компьютерные системы позволяют собрать большой объем данных и контекстуализировать их — сравнить вибрации при разных технологических режимах и внешних условиях. Технологии искусственного интеллекта анализируют полученную информацию и выдают готовый результат — какие вибрации можно считать нормальными, а какие — аномалиями. Данные о некорректной работе оборудования передаются персоналу, что позволяет снизить количество unplanned остановов компрессоров примерно на 80%.

Аномалии вибрации в этом конкретном случае — это дополнительная информация, созданная компьютерными системами, она принесит компании дополнительную ценность. Именно создание новых данных на базе имеющихся называется цифровизацией. Цифровые инструменты, которые не создают дополнительной ценности, а просто отображают информацию в удобном виде, нельзя назвать инструментами цифровизации.

Другой популярный термин — цифровая трансформация — подразумевает более комплексный подход. Например, в ходе пилотного проекта механик получил от системы продвинутой аналитики информацию об аномальной вибрации в компрессоре, которая может привести к незапланированной остановке. Специалисту придется довериться системе, а в случае ее ошибки взять ответственность за остановку на себя, так как на предприятии не предусмотрено соответствующих ситуации правил. Механику это не нужно, он не желает рисковать работой, а объективных причин доверять новой технологии во время пилотного проекта у него нет. Через какое-то время компрессор незапланированно остановится.

В этом случае есть информация, но нет соответствующего бизнес-процесса, который позволит извлечь из нее ценность для компании. Необходим регламент действий персонала в случае получения предупреждения от системы раннего обнаружения неполадок.

При внедрении инновационных систем, наподобие advanced process control (APC — системы усовершенствованного управления технологическим процессом, или СУУТП), предприятия часто сталкиваются с кадровыми проблемами, из-за которых эксплуатация технологии останавливается. К примеру, вендор создал модель, установил и протестировал программное обеспечение, а также провел обучение локального специалиста. Через какое-то время единственный сотрудник, получивший компетенции, меняет место работы — инженеры APC очень востребованная профессия. Внедренные модели APC необходимо поддерживать в актуальном состоянии, иначе они постепенно расходятся с реальным процессом. В таком случае приходится либо переделывать, либо отключать систему.

Пока предприятие не найдет замену специалисту или не отправит на обучение новых, модель APC будет бесполезна. Получается, что без налаженных процессов обучения и удержания специалистов нужных компетенций инструмент цифровизации не принесет компании пользы. Подобные ситуации часто встречаются при внедрении инноваций, поэтому появился термин цифровая трансформация, который помимо самих технологий предполагает комплекс организационных действий.

В контексте цифровой трансформации часто упоминают цифровых двойников. Этот термин в большей степени относится к маркетинговым концепциям. Любая компания, имеющая в активах технологию, которая попадает под это определение, называет ее цифровой двойник. Трехмерные модели заводов, системы документооборота и бухгалтерского учета, РСУ, СУУТП, человеко-машинные интерфейсы — это составные элементы концепции, но не сама модель. Цифровой двойник создает компании добавленную стоимость с помощью сбора, сверки и контекстуализации информации, построения модели предельной производительности предприятия и предоставления рекомендаций по оптимизации процессов. Технический термин для обозначения цифровых двойников — система управления производством в реальном времени.

Человек, в свою очередь, делает выводы из информации, исходящей от системы, и принимает конечные решения. Задача цифровизации — предоставить специалистам информацию о потенциальной проблеме и предложить оптимальное время и способ ее решения.

Верхний уровень системы — высшие когнитивные функции. Постановка задач, принятие решений, обучение — на сегодняшний день эти возможности доступны только человеку. И пока это не изменится, искусственный интеллект останется продвинутым алгоритмом обработки данных, способным функционировать исключительно в рамках доступных ему данных. Существенных предпосылок к переходу к высшим когнитивным функциям пока нет.

Однако если основное конкурентное преимущество сотрудника перед машиной заключается в низших когнитивных функциях — обработке информации, понимания диалога и выполнение рутинных операций, через 20–30 лет он станет неконкурентоспособным. Задача человека — не быть частью системы управления производством в реальном времени, а использовать ее, оптимизировать, обслуживать, обучать, расширять ее границы, принимать решения.

ВЫСШИЕ КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ					
Постановка вопросов (информирование)		Исследование (обучение)		Принятие решения (применение)	
КОГНИТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ					
Предвидение		Понимание		Анализ / обнаружение	Создание / экстраполяция знаний
ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ПОВЕДЕНИЯ					
Ведение диалога	Генерация гипотез	Обработка естественного языка	Извлечение / оценка информации	Построение логического вывода	Планирование
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА					
Сенсорное восприятие	Запоминание / воспоминание	Сообщение	Действие	Понимание	

ФУНДАМЕНТ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

Перед СУП стоит две основные задачи — выбрать лучшую в конкретный временной промежуток производственную стратегию и реализовать ее. На первый взгляд, ничего сложного. Однако для этого система должна отвечать целому ряду требований.

В первую очередь, цифровой двойник должен собирать достаточное количество информации, то есть аккумулировать данные со множества контрольно-измерительных приборов, поточных анализаторов, а также получать результаты лабораторных анализов и проверки достоверности показателей в реальном времени.

Для эффективного функционирования цифрового двойника необходимо, чтобы автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП) работала без нареканий. В то же время исследования Schneider Electric наглядно демонстрируют драматичную ситуацию — 30–35% закрытых контуров на промышленных предприятиях работают некорректно.

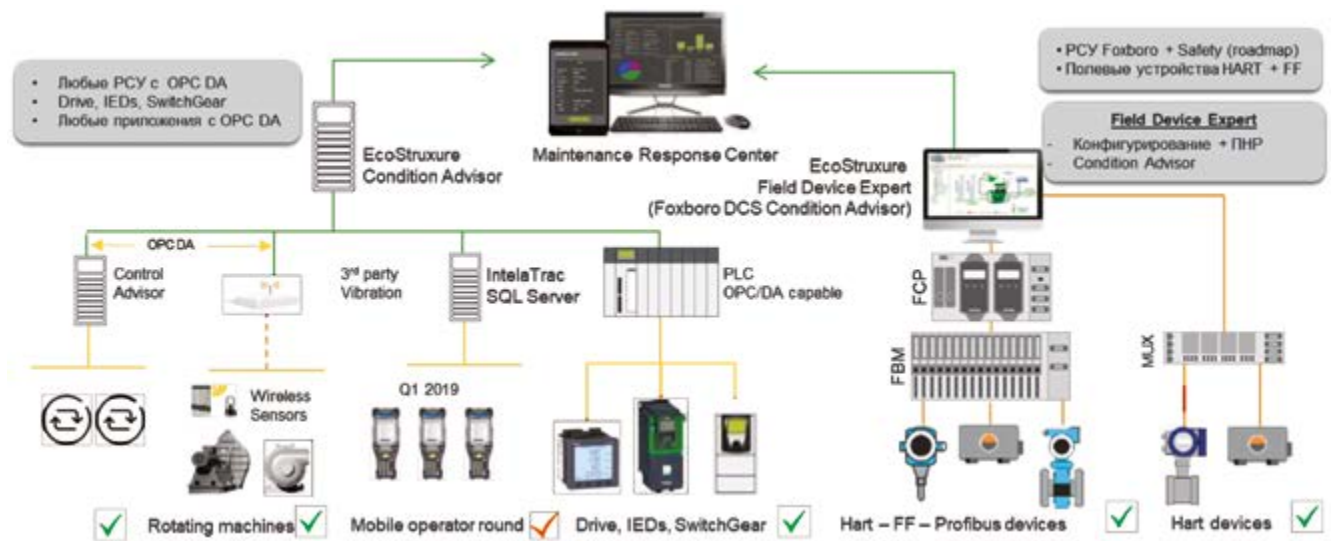
Важную роль в цифровом двойнике играет АРС. Эта система отвечает за стабилизацию производственного режима. Модель необходимо обновлять не реже чем раз в полгода, а это значит, что предприятию необходимо иметь штатного инженера АРС или подписать сервисный контракт с вендором.

Все остальные модели, о которых идет речь в данной системе, статистические. Мы собираем данные, выявляем закономерности и строим на их базе модель, которая может с той или иной степенью точности предсказывать изменения выходящих параметров при изменении входящих. Статистическая модель имеет две слабости. Во-первых, она почти всегда линейна. Во-вторых, ее понимание процесса ограничено теми данными, на основе которых ее построили. На практике это означает, что, если мы создаем и устанавливаем статистическую модель на основе стабильного режима, а потом в режиме возникает нестабильность, модель начинает работать некорректно.

Особняком стоит термодинамическая модель — она также статична, однако продолжит работать корректно, даже несмотря на нестабильность. Дело в том, что в основе точной модели кинетики процесса лежат фундаментальные физико-химические уравнения, а не исторические данные. Такой подход к оптимизации достаточно прост — в систему вводится стоимость продуктов и энергоресурсов, а та, в свою очередь, вычисляет наиболее прибыльный режим и дает установки АРС.

Однако оптимизировать целое предприятие по термодинамической модели невозможно в силу ограниченности вычислительных мощностей. Кроме того, есть масса других факторов, влияющих на стоимость производимых продуктов: рыночный спрос, логистика и так далее. Информация, полученная из термодинамической модели, используется для уточнения оптимального режима каждой технологической установки. Далее данные объединяются в единую систему линейных моделей, которую отдел планирования использует для работы. Подобный подход называется LP-планирование и является обязательным элементом на пути к управлению производством в реальном времени. LP-модель синхронизирует работу всех установок и выработывает месячный план производства, который в дальнейшем декомпозируется на ежедневный и ежеhourный. Автоматическая отправка данных из термодинамической модели в систему планирования или, другими словами, генерация LP-векторов позволяет составлять производственный план раз в неделю, за счет чего повышается гибкость производства и скорость реакции на рыночные колебания.

Объединение всех перечисленных систем и моделей в единое целое позволяет в любой момент времени точно знать, какой технологический режим должен быть на каждой установке, чтобы предприятие производило то, что можно продать с максимальной выгодой и минимальными затратами.



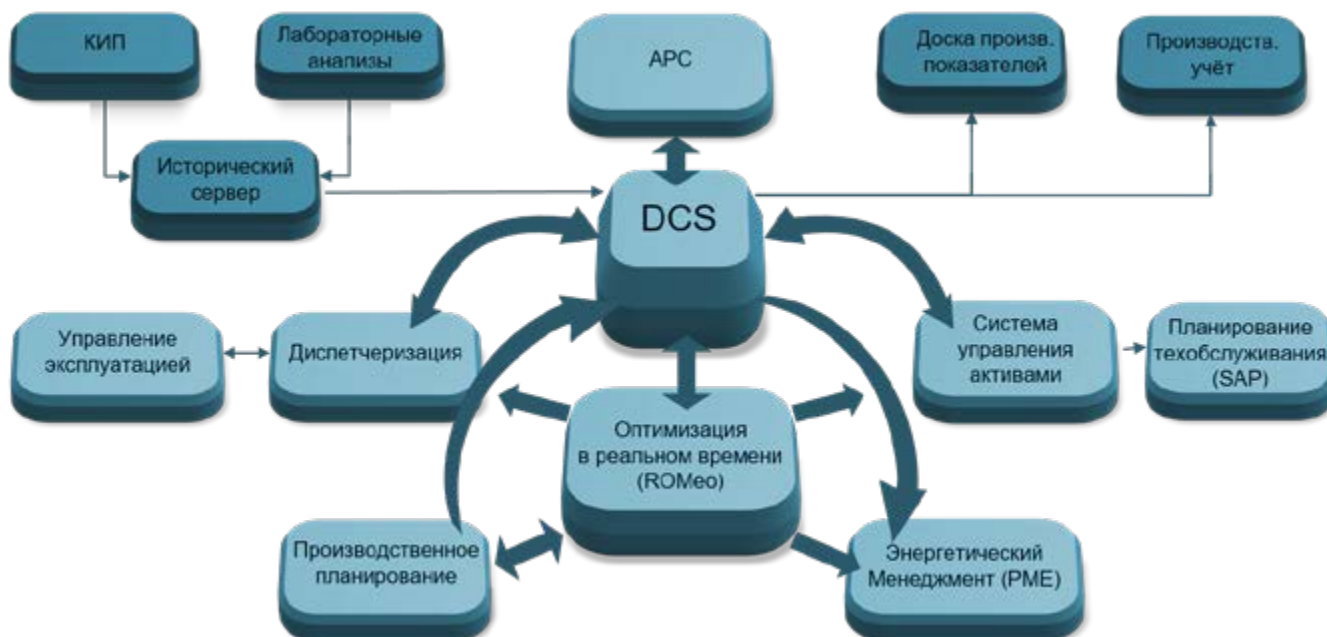
Следующий шаг — непосредственно производство. На этом этапе есть две основные сложности — ошибки операторов и механические неисправности. В силу того, что объединенная система работает в замкнутом контуре со строго определенными границами технологического режима, части операторских ошибок можно избежать, доверив контроль алгоритмам. Но когда режим выходит за границы, необходимо, чтобы решение принимал человек. В таком случае полностью исключить ошибки, к сожалению, невозможно, но можно свести их к минимуму с помощью тренажера, который полностью имитирует производственную установку. Ежедневные тренировки помогают операторам отрабатывать все возможные ситуации, выходящие за рамки установленного режима. К слову, динамическая модель тренажера также позволяет тестировать модели АРС.

С механическими неисправностями борется «цифра» — сбор информации о работе оборудования, моделирование и отображение аномалий помогают механику предиктивно исправить неполадки. Самый эффективный способ — это создание единого центра управления активами, откуда наиболее опытные специалисты смогут анализировать информацию и принимать решения. Система синхронизируется с ERP (Enterprise Resource Planning), где создаются наряды на устранение неисправностей, ведется учет по расходным материалам и распределяются трудовые ресурсы.



Аксиома: невозможно управлять тем, что нельзя измерить. Именно поэтому финальный шаг в создании единой экосистемы предприятия — измерения. Описанный ранее фундамент позволяет определить эффективность действий линейного персонала и синхронизировать между собой действия различных департаментов.

В конечном итоге мы получаем следующую систему:



Допустим, что внедрение прошло успешно, предприятие работает как часы. Что дальше? Следующий шаг — объединение в цифровом двойнике всех активов корпорации. Вертикально интегрированная нефтяная компания (ВИНК), к примеру, может состоять из добывающих и перерабатывающих заводов, а также систем транспортировки и реализации продуктов. Если в корпорации несколько перерабатывающих активов, то, очевидно, идеальные показатели одного предприятия не означают успешность компании в целом. Исходя из этой логики, в первую очередь, необходимо озаботиться точным планированием.

Начинать стоит с отдельных предприятий и только после того, как каждый производственный актив будет оснащен точными LP-моделями, стоит объединять данные в системе корпоративного планирования. В противном случае производственные планы на уровне всей компании будут оставаться неточными, несмотря на достоверность информации от отдельных предприятий.

Далее необходимо объединить в системе планирования upstream и midstream. Это позволит на ранних этапах предоставлять предприятию исчерпывающую информацию о том, что предстоит производить. Полученные данные о нефти с точных анализаторов можно заблаговременно смоделировать в систему управления производством и составить точный производственный план для сырья, которое еще не пришло на завод.

Последний этап — добавить в систему информацию по эффективности работы персонала, оборудования и качеству закупленных материалов. Идея в том, что прозрачность и достоверность данных позволяет перевести любую конфликтную ситуацию в денежный эквивалент и повысить качество принимаемых решений. На сегодняшний день именно здесь находится высший уровень операционной эффективности, на котором работают компании ExxonMobile, Shell, Reliance.

На финальных этапах внедрения предприятия часто сталкиваются со схожими проблемами. Как правило, инженерный состав не слишком охотно принимает цифровые решения. Техническим сотрудникам предприятия необходимо понимать, чем новая технология будет полезна конкретно им. В этом плане позитивная практика — привлечение инженеров к разработкам и внедрению новых инструментов.

Кроме того, новые технологии влекут за собой кардинальное изменение бизнес-процессов внутри компании. Часто бывает, что технологическое развитие предприятия проходит стремительно, и организационная структура не успевает адаптироваться. Рассинхронизация этих процессов

приводит к ощущению, что на предприятии появился очередной инструмент, которым невозможно пользоваться. Важно оперативно создать гибкий механизм, способный адаптироваться под изменяющиеся потребности и процессы.

Еще одна сложность — система управления активами крупного завода не может быть построена на базе классической архитектуры с проведением всех потоков информации через несколько баз данных. Она просто не сможет работать в режиме реального времени. Приходится применять принципы промышленного интернета вещей (IIoT) с прямым обменом информацией между устройствами и внедрять облачные решения. Нельзя забывать, что для корректной работы всей системы также обязательно поддерживать фундамент цифрового двойника в идеальном состоянии.

В завершение стоит сказать, что главный фактор повышения операционной эффективности не в поддержке решений и даже не в точном понимании процесса. Главное — это повышение культуры производства. Мало дать работнику инструменты, с помощью которых он может повысить операционную эффективность, надо сделать так, чтобы он захотел их использовать.



ВЯЧЕСЛАВ МИЩЕНКО
 Руководитель
 рабочей группы
 по ценообразованию
 и рынкам
 при Министерстве
 энергетики РФ, Факультет
 комплексной безопасности
 ТЭК РГУ нефти и газа
 им. Губкина



НОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИИ

В октябре состоялся 13-й по счету Евразийский экономический форум в итальянской Вероне. Ключевая тема форума в нынешнем году была определена как «Новая реальность глобальной экономики от Атлантики до Тихого океана». На фоне непрекращающейся пандемии в мероприятии, в уже ставшей привычной заочной форме приняли участие экс-глава Еврокомиссии Романо Проди, министр промышленности и торговли России Денис Мантуров, министр экономического развития Италии Стефано Патуанелли, глава «Роснефти» Игорь Сечин, руководитель ВТБ Алексей Костин.

Организаторы выделили в программе специальную сессию для обсуждения будущего нефтяной промышленности, в ходе которой выступил Игорь Сечин. Доклад руководителя «Роснефти» на фоне нынешних событий прозвучал очень оптимистично: восстановление мировой экономики и спроса на нефть может начаться уже в следующем году, и пример тому – Китай. По словам Игоря Сечина, ускоренный переход к возобновляемым источникам энергии может привести к недоинвестированию в добычу нефти, а это, в свою очередь, приведет к резкому росту цен на все виды энергоносителей. Также в докладе были отмечены противоречия между экономическим ростом и целями по сокращению парниковых выбросов — достижение цели по «нулевым» чистым выбросам по оценке экспертов МЭА в ближайшие 10 лет потребует примерно около 30 трлн долларов США. Тема санкционной политики тоже была затронута – по словам главы «Роснефти», санкции мешают и будут мешать восстановлению рынков и мировой экономики в целом. Прозвучали и предложения по развитию двухстороннего сотрудничества с европейскими партнерами — Игорь Сечин рассказал о проекте «Восток Ойл» и пригласил европейские компании к участию в нем. На данный момент из-за угрозы санкций европейский бизнес занимает выжидательную позицию, и «Роснефть» больше ориентируется на восточных партнеров — ранее удалось привлечь в проект Индию, идут переговоры с японскими компаниями.

В целом можно сказать, что форум в Вероне и специальная сессия по нефти прошли в духе тех старых и добрых времен, когда российский и европейский бизнес активно обсуждал взаимовыгодные проекты в нефтянке и работал в атмосфере, лишенной какой-либо политической окраски и уж тем более недоверия и страхов. На нынешнем же этапе развития (а правильнее будет сказать — деградации) российско-европейских отношений, к сожалению, рассчитывать на business as usual не приходится. Мы находимся в состоянии нарастающего конфликта с европейскими партнерами, и не случайно глава российского внешнеполитического ведомства недавно высказался о возможности прекращения (замораживания) диалога с коллегами в Евросоюзе ввиду его бессмысленности. Остается только снова и снова надеяться на то, что здравая экономическая логика (и не только экономическая) возобладает, и в ближайшее время мы увидим возвращение «евразийских» настроений у европейских политических и деловых кругов.

”

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА ВОЗМОЖНО ТОЛЬКО В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ. ИМЕННО КОМПЛЕКСНОСТЬ, СПОСОБНОСТЬ ПРОТИВОДЕЙСТВОВАТЬ МНОВЕКТОРНОЙ ПРИРОДЕ СОВРЕМЕННЫХ УГРОЗ ДАЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОТИВОСТОЯТЬ СОВРЕМЕННЫМ ГИБРИДНЫМ УГРОЗАМ И РАЗВИВАТЬ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС В ПЕРИОД СМЕНЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ И СЕРЬЕЗНЫХ ПОЛИТИЧЕСКИХ ПРОТИВОРЕЧИЙ МЕЖДУ ОСНОВНЫМИ ЦЕНТРАМИ СИЛЫ.

”



ПАВЕЛ ИВАНОВ

Директор департамента конгрессно-выставочной деятельности АНО «Агентство по технологическому развитию»



БУДУЩЕЕ ЗА VR ИЛИ КАК VR МОЖЕТ ИЗМЕНИТЬ РАБОТУ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ

Цифровизация отечественного топливно-энергетического комплекса идет полным ходом — практически все нефтегазовые компании внедряют новые технологии в производство. Многие уже создали специальные подразделения, которые занимаются внедрением инноваций. Повсюду используется Big Data, искусственный интеллект, роботы, виртуальная реальность (VR) и дополненная реальность (AR). В скором времени эти технологии станут стандартом де-факто в нефтегазовом секторе. Согласно исследованию Ассоциации AVRA, промышленный сегмент готов внедрять VR-технологии, и 68% промышленных предприятий в России уже планируют инвестировать в инновационную деятельность в течение 2020 года.

Что же такое виртуальная реальность и как ее можно интегрировать в деятельность промышленных компаний в России? VR, или виртуальная реальность, представляет собой созданный техническими средствами воображаемый мир, в который погружается человек. Системы виртуальной реальности — это технические устройства и программное обеспечение, создающие для человека иллюзию присутствия в искусственном мире, то есть помогают человеку отправиться в несуществующий мир, используя разные органы чувств. Конечно, для погружения в виртуальную реальность необходимо использовать специальные устройства: очки, шлемы, костюмы, перчатки и оборудованные комнаты.

Многие считают, что технологии виртуальной реальности используются только в развлекательных или образовательных секторах, например, в школах, музеях или для личного пользования. Однако с каждым годом эта технология применяется все в большем количестве других отраслей экономики. Промышленные компании видят в VR будущее и новые возможности для обучения сотрудников и специалистов, проектирования, создания оборудования или ремонта существующих площадок. За последние несколько лет рынок VR-образования вырос с \$300 млн до \$6 млрд, и скорость роста только увеличивается. В России такие компании, как «Газпром нефть», «Сибур», «Сбербанк», используют решения с AR/VR для обучения персонала.

VR используется не только в авиации для профессионального обучения летчиков, космонавтов, но и в медицине для подготовки врачей, а также во многих промышленных отраслях, где необходимо обучать персонал для работы с опасными производственными объектами, для рационального использования оборудования на производстве или для подготовки сотрудников к чрезвычайным и аварийным ситуациям. Согласно исследованию, промышленные компании считают, что виртуальную реальность лучше всего интегрировать в обучение персонала и проектирование. Так, специалисты прогнозируют, что к 2025 году обучение в VR по промышленной безопасности будет проходить каждый сотрудник компании, что позволит снизить риски на 30%.

Именно VR-технологии максимально приближают персонал к реальным ситуациям, которые могут произойти на производстве, работники могут по-настоящему прочувствовать угрозу и оказаться в чрезвычайной обстановке, при этом без риска для здоровья. Так, технологии позволяют сделать процесс профессиональной подготовки более увлекательным и усвоить материал на практическом опыте.

Естественно, нефтегазовая отрасль не прошла мимо новых технологий, многие компании уже применяют VR и другие инновации в работе. В нефтегазовом секторе технология виртуальной реальности особенно востребована в области подготовки персонала. Виртуальная реальность дает возможность отрабатывать навыки при работе на опасных и удаленных производственных объектах — месторождениях, заводах и нефтебазах. Также необходимо срочно обучать молодое поколение, используя VR-тренажеры и получая практические знания. При этом VR-технологии позволяют сократить затраты на обучение сотрудников почти на 30%.

Российские нефтяные компании видят большой потенциал в VR-технологиях в обучающей среде. Компания «Газпром нефть» уже реализует различные проекты и создает целые подразделения, которые занимаются развитием VR-технологий. Для дистанционного обучения и развития компетенций персонала создаются точные 3D-модели производственных объектов, чтобы сотрудники, используя VR, смогли обрабатывать алгоритмы действий в типовых ситуациях.

2020 год и пандемия мирового масштаба оказали большое влияние на VR-технологии, когда особенно важно дистанционное обучение персонала без присутствия сотрудников и рисков заболевания. С 2019 года более 600 миллионов рублей из средств госбюджета были отправлены на поддержку VR и AR в условиях пандемии коронавируса COVID-19.

Другие компании также используют инновации в производстве. Нефтехимическая компания «Сибур» применяет VR в тренажерах и симуляторах, например, сотрудники отрабатывают навыки использования электроустановок, чтобы искоренить недочеты в работе и изучить возможные ошибки.

Кроме того, VR можно использовать не только для обучения персонала, но и в других процессах работы: проектирование, анализ данных, учет данных при разработке нефтегазового месторождения, дистанционное зондирование земли и других. Комплексы 3D-визуализации объектов помогают интерпретировать сейсмические данные, описания и даже планирование мест бурения скважин. Специалисты утверждают, что использование VR для проектирования является отличным примером того, как такая технология может приносить пользу компании в производстве, однако организации используют данные проекты гораздо меньше, нежели в сценарии с VR-образованием.

Если говорить про использование VR при дистанционной коммуникации, то применение такого рода технологий в видеоконференциях позволит донести информацию более эффективно и понятно для специалистов в данной области или для акционеров, инвесторов и партнеров.

Конечно, существуют и барьеры для внедрения VR-технологий в промышленное производство в России. Это могут быть как технические — например, отсутствие знаний для применения данной технологии, — так и экономические преграды — такие, как высокая стоимость контента, оборудования и огромные затраты для внедрения в производство. Однако рынок инноваций еще развивается, и многие компании только начинают прощупывать почву в этой сфере.

Эксперты считают, что рынок VR становится популярнее в России и находится на стадии формирования и интеграции в сфере экономики. Специалисты видят тенденцию расширения применения подобных технологий в машиностроении, металлургии, нефтедобывающих секторах, где есть необходимость использовать технологическое оборудование, моделирование, проводить дистанционные исследования и обучение персонала.

VR-технологии еще не в полной мере оценены промышленными компаниями, однако в ближайшем будущем узнают действительную ценность применения технологий VR и AR.

КЛЮЧЕВОЕ СОБЫТИЕ ОТРАСЛИ: в центре внимания, в центре Москвы

НАЦИОНАЛЬНЫЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
ФОРУМ

www.oilandgasforum.ru

20-я международная выставка

НЕФТЕГАЗ-2021



www.neftegaz-expo.ru

26–29 апреля 2021
Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

12+

Реклама



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



ЭКСПОЦЕНТР



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
ФОРУМ

www.oilandgasforum.ru

20-я международная выставка
НЕФТЕГАЗ-2021

www.neftegaz-expo.ru

