

УДК 658.5.011

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНДУСТРИИ 4.0 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРУДОВЫХ И МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ ХАРАСАВЭЙСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.В. Зорина, Л.Д. Морщакова, О.А. Черная, студенты гр. 3150801/90104,
5 курс; В.С. Козодаева, студент гр. 3150801/90103, 5 курс

Петроченко Марина Вячеславовна, к.т.н., доцент
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
г. Санкт-Петербург

Аннотация: В настоящей статье рассматриваются решения, направленные на повышение эффективности бизнес-процессов на Харасавэйском газоконденсатном месторождении с учетом внедрения технологий Индустрии 4.0. По итогам анализа бизнес-процессов выявлены основные «узкие» места и предложены технологические меры для оптимизации ресурсов на базе технологий анализа больших данных, IoT, использовании инновационных устройств и информационных панелей. Расчет экономического эффекта показал окупаемость решений в течение 15 месяцев от начала внедрения.

Ключевые слова: повышение эффективности, автоматизация бизнес-процессов, технологии Индустрии 4.0, оптимизация ресурсов, обучение персонала, рентабельность инвестиций.

Введение

В последние годы вопросы повышения эффективности производственных процессов стали приоритетными в сфере промышленности. Производственно-технологические и социально-организационные проблемы негативно отражаются на общем качестве продукции и снижают рентабельность производства. Одним из возможных решений является цифровизация производства, которая предполагает использование инновационных технологий в бизнес-процессах путем генерации, обработки, передачи, хранения и визуализации информации без непосредственного участия человека [1-2].

АО «Газстройпром» предоставило информацию о технологических операциях, бизнес-процессах, а также трудовых и материальных ресурсах Харасавэйского газоконденсатного месторождения (ХГКМ). На основе анализа данных выявлены следующие «узкие» места: нерациональная структура персонала, неэффективное использование техники, отставания по срокам работ и возможные переработки, высокая текучесть персонала, диспропорция рабочих

и техники, отсутствие слаженности в коммуникациях, тяжелые морально-психологические условия труда.

Проведя анализ производственно-технологических, природных, экономических и социально-организационных факторов, определяющих выбор потенциального решения, были предложены технологические меры с использованием технологий Индустрии 4.0. Выбор данных решений основан на их экономической эффективности, высокой производительности, соответствии технологическим процессам ХГКМ, климатическим условиям Крайнего Севера и т.д.

Для подготовки данной статьи был проведен обзор литературы, охватывающий области применения передовых технологий. Индустрия 4.0 использует внедрение «киберфизических систем», объединенных в одну сеть, что позволяет выстраивать бизнес-процессы с минимизацией ошибок и гибкостью производства под запросы потребителей [3]. Однако все еще существуют проблемы с внедрением современных технологий из-за информационных угроз и социальных волнений [4].

Таким образом, целью работы является изучение текущего состояния производственных процессов ХГКМ, анализ использования трудовых и материальных ресурсов, выявления «узких» мест, разработка оптимальных решений для роста эффективности.

Основная часть

1. Внедрение системы мониторинга трудовых и материальных ресурсов

Для постепенного решения «узких» мест определены 4 блока, формирующих реализацию системы мониторинга посредством Индустрии 4.0. Каждому блоку соответствуют определенные устройства, собирающие необходимую информацию и передающие ее в соответствующее программное обеспечение для дальнейшего анализа и принятия решений.

Контроль работ. Темп строительства зависит от качества и скорости выполнения задач рабочими. Соответственно, необходим контроль за посещением, местонахождением и эффективностью труда рабочих. Оптимальным решением является использование систем «умные очки», «умные каски», устройств считывания биометрических данных работника.

Контроль состояния рабочих. Психофизиологическое состояние напрямую связано с вопросами безопасности и эффективностью выполнения задач. В напряженном психологическом состоянии работников высока вероятность совершения ошибочных действий. Необходима автоматизированная система отслеживания возникающих отклонений в физическом и психологическом состоянии работника и качественной оценки состояния с точной обработкой результата. Для осуществления данного контроля предлагается использование сотрудниками smart-часов и внедрение ношения «умных касок».

Коммуникации. На масштабных и отдаленных объектах строительства необходима беспрерывная и оперативная коммуникация, позволяющая отслеживать выполнение текущих задач, оперативно и корректно поручать новые, следить за качеством их выполнения. Было рассмотрено программное обеспечение на мобильные телефоны инженеров для оперативной связи.

Мониторинг техники. Основная часть работ на строительной площадке выполняется посредством техники, с которой связан ряд текущих и потенциальных проблем. Мониторинг необходим для контроля уровня топлива, местоположения каждой единицы техники, оценки физического состояния водителя. Кроме того, современные системы трекинга способны на основе введенных данных предлагать наиболее выгодные маршруты, что способствует оптимизации передвижения техники на объекте.

В результате анализа существующих решений Индустрии 4.0 подобраны наиболее подходящие для технологической платформы ХГКМ устройства и программное обеспечение, отвечающие экономическим, природным, производственно-технологическим и социально-организационным факторам.

1) **Exon.** Использование автоматизированной системы учета рабочего времени, мониторинга и контроля за перемещением сотрудников с помощью Exxon Smart Watch – устройств IoT-системы Exxon Smart. Часы распознают сотрудников по биометрическим данным, передают информацию об их точном местонахождении на объекте и обеспечивают безопасность, оперативно отправляя сигналы тревоги [5].

2) **КРОК.** Внедрение комплекса «Цифрового рабочего» с использованием IoT-модуля для умной каски с целью охраны труда и промышленной безопасности. Система идентифицирует сотрудников, определяет их местоположение, позволяет контролировать ношение средств индивидуальной защиты, сигнализирует диспетчеру о входе в опасную зону и предлагает варианты реагирования. Комплекс «Цифровой рабочий» представляет собой интеграционную платформу, которая объединит в себе системы локального и глобального позиционирования, обработки данных с носимых устройств (в т.ч. смарт-часов, пульсометров и пр.) и отобразит полную картину событий в трехмерном «цифровом двойнике» объекта [6].

3) **PlanRadar.** Платформа для управления строительными проектами совмещает в себе управление задачами, коммуникацию и отчетность в цифровом виде. Предлагается установка данного программного обеспечения на мобильные телефоны сотрудников. Оперативная связь осуществляется с помощью встроенного чата и уведомлений, изменения в плане работ редактируются в режиме реального времени, фиксация дефектов и решение об их устранении принимаются непосредственно на площадке, автономный режим работы осуществляет сбор данных даже в неблагоприятных условиях с последующей синхронизацией [7].

4) **Wialon.** Многофункциональная система мониторинга техники на проектах различной сложности с помощью GPS/ГЛОНАСС мониторинга и IoT. Посредством широкого выбора устройств, устанавливаемых непосредственно

на технику, обеспечивается GPS мониторинг, контроль топлива, маршрутизация, анализ параметров датчиков, контроль территорий, контроль качества вождения и видеомониторинг [8].

2. Разработка интерактивной информационной панели

Также для оптимизации производственного обучения с целью развития и управления профессиональными компетенциями персонала разработана концепция интерактивной информационной панели – рис.

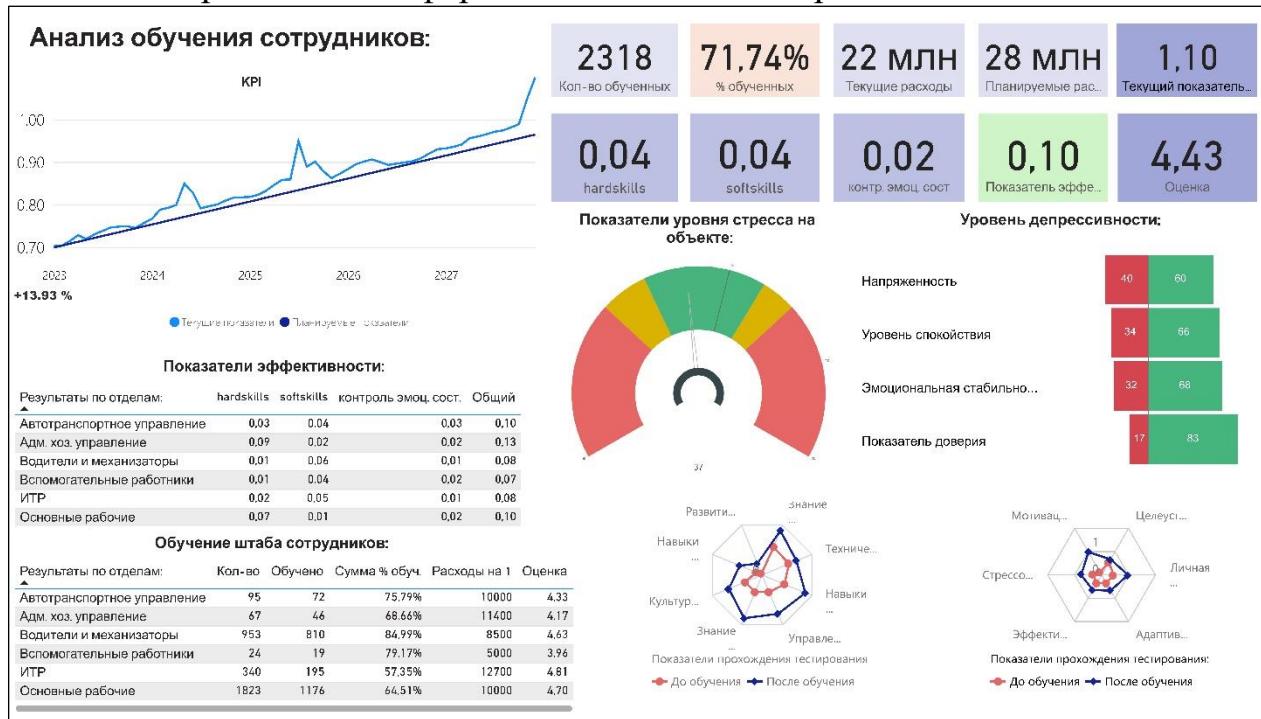


Рис. Концепция интерактивной информационной панели

Информационная панель по обучению персонала состоит из четырех основных блоков: «Статистическая информация», «Индикативные показатели», «Эмоциональный интеллект» и «Профессиональные компетенции». В блоке «Статистическая информация» используется диаграмма, отражающая динамику KPI с текущими и планируемыми показателями в течение 2023–2027 гг. В таблице «Показатели эффективности» по отделам отражен прирост эффективности 3 показателей: hard skills, soft skills и эмоциональный интеллект команды. В таблице «Обучение штаба сотрудников» можно видеть количество обученных сотрудников и их долю от общего количества, оценку качества обучения и расходы на обучение одного сотрудника. В блоке «Индикативные показатели» отражены десять наиболее важных факторов. Это количество и доля обученных, текущие и планируемые расходы на обучение, текущий показатель KPI, средний прирост эффективности трех показателей, а также средняя оценка обучения. Красным цветом автоматически подсвечиваются те значения, которые ниже нормируемого, а зеленым цветом – выше нормируемого. В блоке «Эмоциональный интеллект» находится шкала уровня стресса и диаграмма, отражающая уровень депрессивности. В блоке «Профессиональные компетенции» расположены две «лепестковые» диаграммы с навыками hard и soft skills,

где показан уровень навыков до обучения и после обучения по оцениваемым критериям. Целесообразно разрабатывать информационную панель на отечественной платформе бизнес-аналитики Visary BI.

С помощью технологий Индустрии 4.0. в информационную панель возможно предусмотреть автоматическую загрузку необходимых данных. В блоке «Статистическая информация» и «Индикативные показатели» применяется аналитика больших данных, позволяющая автоматизировать процесс сбора, обработки и анализа данных, а также на их основе сформировать направление необходимых действий. В блоке «Эмоциональный интеллект» с помощью IoT осуществляется сбор биометрических данных со смарт-часов EXON, на основе которых по методологии вариабельности сердечного ритма осуществляется расчет уровня стресса. Для построения диаграммы уровня депрессивности используется результаты тестирования EPSAT [9]. На основе этих данных предполагается проведение тренингов по релаксации и восстановлению организма. Для формирования блока «Профессиональные компетенции» используются VR-тренажеры и аналитика больших данных, анализирующая результаты тестирований и экзаменов.

3. Технико-экономическое обоснование предлагаемых решений

Период получения экономических выгод от примененных решений принят равным пяти календарным годам, что позволит окупить расходы на внедрение. В расчетах учтены закупка соответствующего оборудования, лицензии и зарплаты обслуживающего персонала.

Эффект от внедрения системы мониторинга трудовых ресурсов рассчитан на снижение планируемого объема переработок у основных рабочих. Расчетный объем переработок составлял 361 млн рублей. Количество основных рабочих принято равным 1823 человек согласно предоставленным данным. Планируемое уменьшение переработок от использования предложенных решений составляет: системы управления строительством PlanRadar – 10%, IoT-модули для касок Крок – 30%, смарт-часов EXON SMART – 20 % (получены с сайтов производителей техники). В результате общий эффект от снижения переработок составит 217 млн руб.

Расходы на внедрение системы мониторинга трудовых ресурсов состоят из внедрения платформы «Цифровой рабочий», лицензии системы управления строительством PlanRadar для инженерно-технических работников, покупки IoT-модулей Крок для касок и смарт-часы EXON SMART, а также затраты на единовременное обучение рабочих использованию внедренной техники. Общие расходы на внедрение системы мониторинга трудовых ресурсов составят 72 млн руб., чистый эффект от внедрения равен 145 млн руб.

Эффект от внедрения системы мониторинга материальных ресурсов рассчитан на снижение количества неисправной техники. Согласно предоставленным данным, количество неисправной техники составляло 326 шт. После внедрения системы мониторинга материальных ресурсов количество неисправной

техники может сократиться в два раза. В соответствии с прайс-листом ремонтных мастерских средние затраты на ремонт были приняты равными 200 тыс. руб. за единицу техники. Таким образом, экономия затрат на ремонт техники составляет 33 млн руб.

Расходы на внедрение системы мониторинга материальных ресурсов состоят из внедрения платформы Wialon и покупки соответствующих IoT-модулей для техники. Данные для расчетов получены на основе результата коммерческого предложения от производителя. Общие расходы на внедрение системы мониторинга материальных ресурсов составят 23 млн руб., чистый эффект от внедрения – 10 млн руб.

Эффект от внедрения информационной панели по обучению сотрудников рассчитан на увеличение производительности труда специалиста по обучению и директора по персоналу. Разработчики программного обеспечения Visary BI предполагают экономию до 10 часов рабочего времени в неделю за счет оптимизации процессов. Таким образом, экономический эффект от увеличения производительности труда составит 3 млн руб.

Расходы на внедрение информационной панели по обучению сотрудников состоят из зарплат и лицензии Visary BI. Общие расходы на внедрение информационной панели по обучению сотрудников составят 2 млн руб., чистый эффект от внедрения – 1 млн руб.

Заключение

В ходе исследования выявлены «узкие» места в технологических операциях, бизнес-процессах, а также трудовых и материальных ресурсах ХГКМ, а также разработан комплекс мер, направленный на повышение их эффективности за счет внедрения технологий Индустрии 4.0. Комплекс мер включает в себя использование инновационных устройств, таких как смарт-часы EXON для контроля работ, умные каски КРОК для мониторинга состояния, систему трекинга Wialon для отслеживания техники и программное обеспечение PlanRadar для улучшения коммуникации.

Также разработана концепция информационной панели по обучению персонала с возможностью оптимизации для применения технологий Индустрии 4.0. Данное решение позволит визуализировать результаты процесса обучения и повысить эффективность обработки результатов.

Оценка чистой приведенной стоимости предложенных решений показывает их потенциальную экономическую выгоду, оцениваемую в 155 млн руб. Расходы на внедрение и поддержание предложенных решений составляют 98 млн руб.

Проект предполагает достижение окупаемости через 15 месяцев с момента начала реализации. Эти результаты свидетельствуют о том, что предложенные меры не только улучшат производственные процессы, но и окажут существенный экономический эффект, обеспечивая высокую эффективность бизнес-процессов и окупаемость внедрения новых технологий.

Список литературы:

1. П.В. Голиницкий, У.Ю. Антонова, Л.А. Гринченко, С.Ю. Видникович Применение цифровых инструментов для совершенствования производственного процесса // Компетентность. 2023. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenie-tsifrovyyh-instrumentov-dlya-sovershenstvovaniya-proizvodstvennogo-protsessa> (дата обращения: 26.11.2023).
2. Плотников Владимир Александрович Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике // Известия СПбГЭУ. 2018. №4 (112). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-proizvodstva-teoreticheskaya-suschnost-i-perspektivy-razvitiya-v-rossiyskoy-ekonomike> (дата обращения: 26.11.2023).
3. Фомина А.В., Мухин К.Ю. ИНДУСТРИЯ 4.0. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ // ЭВ. 2018. №3 (14). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-osnovnye-ponyatiya-preimuschestva-i-problemy> (дата обращения: 21.11.2023).
4. Фомина А.В., Мухин К.Ю. ИНДУСТРИЯ 4.0. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ // ЭВ. 2018. №3 (14). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-osnovnye-ponyatiya-preimuschestva-i-problemy> (дата обращения: 21.11.2023).
5. Exon. Управление строительством [Электронный ресурс]. URL: <https://exonproject.ru/articles/page/6/> (дата обращения: 21.11.2023).
6. KPOK [Электронный ресурс]. URL: <https://www.croc.ru/> (дата обращения: 21.11.2023).
7. PlanRadar [Электронный ресурс]. URL: <https://www.planradar.com/ru/programmy-dlya-upravleniya-proektami-v-stroitelstve/>. (дата обращения: 26.11.2023).
8. SPUTNIK.VISION [Электронный ресурс]. URL: <https://sputnik.vision>. (дата обращения: 21.11.2023).
9. Тест EPSAT для персонала [Электронный ресурс]. URL: <https://prof-dialog.ru/test-epsat?ysclid=lphho8hjdi909507443> (дата обращения: 21.11.2023).