



Принципы построения интегрированных систем управления операционной деятельностью на примере центра управления бурением группы компаний «Газпром нефть»

Gazprom Neft: Drilling Management Centre Case Study - Integrated Operating Management Systems

А.В. Билинчук, к.т.н., И.Ф. Рустамов, Е.Ю. Булгаков
 ПАО «Газпром нефть»
 М.М. Хасанов, д.т.н., В.В. Корябкин
 Научно-Технический Центр «Газпром нефти» (ООО «Газпромнефть НТЦ»)

A. Bilinchuk, Ph.D. in Engineering, I. Rustamov, E. Bulgakov
 Gazprom Neft, PJSC
 M. Khasanov, Grand Ph.D. of Engineering, V. Koryabkin
 Gazprom Neft Science & Technology Centre (Gazpromneft STC LLC)

Введение

В период значительного снижения цен на рынке углеводородов перед нефтедобывающими и нефтесервисными компаниями встает задача кардинального переосмысления своей деятельности и подходов к обеспечению ее эффективности. Решение этой задачи требует фокусировки внимания на ключевых факторах, влияющих на операционную деятельность компаний. Одним из таких факторов является уровень интеграции и качество

Introduction

Plummeting hydrocarbon market prices have presented oil producing and service companies with the challenge of fundamentally reconsidering their operation and approaches efficiency. This challenge requires focusing on major concepts shaping the company's operations. One such concept is the degree of integration and quality of multi-discipline and cross-functional interaction between employees from different company units and subcontractors involved in the company's projects.

мультидисциплинарного и кросс-функционального взаимодействия сотрудников различных подразделений компании, а также привлеченных подрядных организаций, участвующих в реализации проектов компании.

Мировая тенденция последних десятилетий состоит в активном использовании достижений IT-индустрии в нефтегазодобывающей отрасли с целью повышения качества междисциплинарного взаимодействия представителей всех служб, вовлеченных в проекты компании на разных стадиях. В начале прошлого десятилетия был введен термин «интегрированные системы управления предприятием» (ИСУП) [1]. Изначально он относился к информационно-технологическим (ИТ) инструментам, позволяющим вывести на новый уровень процессы сбора, систематизации и оперативного обмена информацией любых объемов и любого типа в периметре корпоративной сети предприятия. Следует отметить, что с тех пор ИТ-индустрия значительно продвинулась в решении данной задачи – разработаны и внедрены в повседневную практику ИТ-инструменты, позволяющие в режиме реального времени обеспечить сбор, обработку, систематизацию и даже анализ огромных объемов информации [2–3]. Интегрированные системы управления производством постепенно приобрели более широкий смысл и стали называться «интегрированными системами управления операционной деятельностью» (ИСУОД). Современное понимание термина ИСУОД подразумевает расширение влияния системы за пределы одного предприятия, а также включает интеграцию всех функций, влияющих на эффективность операционной деятельности (производственные функции, информационные технологии, промышленная безопасность и охрана труда, экономика и финансы и др.).

Залогом успешного внедрения ИСУОД является единое понимание назначения создаваемой системы у всех участников, простота и удобство механизмов ее использования, ясность требований к последующей поддержке и периодической актуализации. Именно поэтому необходимо, чтобы к разработке ИСУОД, начиная с самых ранних этапов, были привлечены представители всех направлений, которым предстоит создавать, использовать и поддерживать различные инструменты данной системы. На этапе формирования требований к ИСУОД, как правило, формулируются адресные потребности, которые наиболее точно отражают ожидания будущих пользователей системы, учитывают специфику текущих и целевых подходов к осуществлению операционной деятельности компании и принятию оперативных управленческих решений. Кроме

The global trend, over the last several decades, has been toward an expanded use of IT technologies within the oil and gas sector. The aim is to improve inter-discipline interactions between professionals of all the units participating in the company's projects at all the different stages. The term enterprise resource planning (ERP) system was introduced at the beginning of the last decade [1]. It initially referred to the information technology (IT) tools opening new levels of acquiring, categorizing, and quickly sharing real-time information of any data size and format within the company's corporate network. It should be mentioned that since then the IT industry has made a huge leap forward in tackling this challenge: it has developed and introduced new standard, routine operational IT tools which supporting the acquisition, processing, classification, and even analysis of enormous real-time data volumes [2–3]. The ERP systems have gradually encompassed a broader meaning and come to be known as the integrated operating management system (IOMS). The term IOMS currently means expanding the scope of the system beyond a single company and also comprises the integration of all tasks that impact the efficiency of operations (production activities, information technology, HSE, cost control and finance, etc.).

The key to a successful IOMS launch is a common understanding of the purpose of the system being created, its use in an easy and convenient manner, and clear requirements to further support operations and provide on-going updates. It is therefore necessary that participants from all areas who will create, use, and support different tools within this system get involved in the IOMS development, beginning from the concepts initiation. At the planning and requirement definition stage, it is necessary that the IOMS accurately mirrors the expectations of the future system's users and factors in the particular nature of the current and target approaches to the company's operations and operational decision making. Furthermore, it is important to develop a strategy for moving the IT infrastructure and architecture from its current situation into the target at an early stage. These challenges require all the participants in the IOMS project to actively involve themselves in developing mutual solutions and utilizing state-of-the-art approaches to cross-functional interaction to ensure the projects success[4].

Developing a Philosophy for an Integrated Operating Management System within the Drilling Management Center

Gazprom Neft's Drilling Management Center, was established in 2016 within the company's Research and Development Center. This project is an illustration of an IOMS implementation success during well construction. All the Drilling Management Center project stages, starting from an initial assessment and ending with project launch, included the active involvement of a project team with participants from many fields; drilling, reservoir and production engineering, information technology, capital construction, human resource

того, на начальном этапе важно создать стратегию трансформации ИТ-инфраструктуры и ИТ-архитектуры предприятия из существующего состояния в целевое. Эти задачи требуют от всех специалистов, вовлеченных в проект по созданию ИСУОД, активного участия в разработке совместных решений и использования современных подходов к кросс-функциональному взаимодействию [4].

Базовые принципы построения исуод в центре управления бурением

Центр управления бурением (ЦУБ) группы компаний «Газпром нефть», открытый в 2016 г. на площадке научно-технического центра компании, является одним из примеров успешной организации ИСУОД в процессе строительства скважин. На всех этапах реализации проекта по созданию ЦУБ, начиная с проведения диагностики начального состояния и до сдачи объекта в промышленную эксплуатацию, в составе рабочей группы принимали активное участие представители следующих направлений: бурение, геология и разработка, информационные технологии, защита информации, капитальное строительство, управление персоналом, закупки, отделка помещений, организационные изменения. В результате поэтапно были разработаны и реализованы решения, которые позволили повысить эффективность бурения и вывести процесс управления бурением скважин на новый организационно-технический уровень, что является главной целью при создании ИСУОД. Одним из базовых и ключевых элементов ИСУОД является репозиторий – единое хранилище данных, содержащее всю информацию, накопленную в процессе операционной деятельности – данные, связанные с производством, промышленной безопасностью, охраной труда и др. В процессе создания ИСУОД необходимо обеспечить поступление в репозиторий всей оперативной

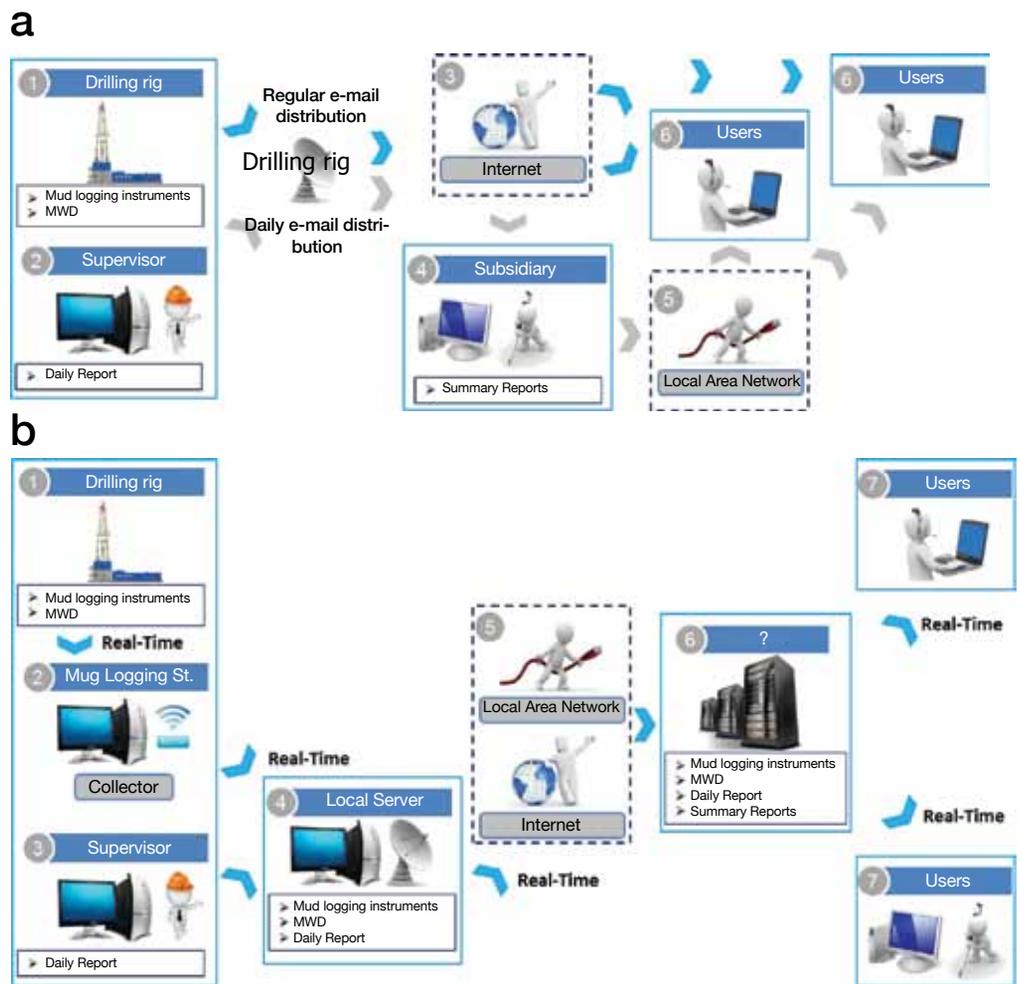


Fig. 1. Information acquisition flowchart for Gazprom Neft's drilling projects (A) prior to and (B) after the introduction of the Drilling Monitoring System

management, procurement, project management, and organizational change teams. This approach resulted in a phased development and implementation of the solutions that eventually improved the company's drilling efficiency and took the well drilling management process to a whole new technology and managerial level, which is, of course, the major goal behind IOMS.

A basic and core IOMS elements include a repository, a single data storage containing all information accumulated during operations: data related to production, HSE, etc. During the IOMS development, it is necessary to ensure that all current online information from the offices and field is sent to the repository in live real time and engineering tools, supporting early analysis of this information and technical process management, are available. For such large data quantities, a crucial and sensitive issue is the automated quality and control of the information fed into the repository [5]. The main features of the IOMS repositories are their capacity, data processing speed, stable operation, high information security, preliminary data quality control tools, remote access, etc.

информации с поддерживаемых объектов в полном объеме в режиме реального времени, а также применение удобных инженерных инструментов, позволяющих использовать данную информацию для оперативного анализа и управления техническими процессами. При больших объемах данных важным и актуальным аспектом является автоматический контроль качества информации, поступающей в репозиторий [5]. К основным характеристикам репозитариев ИСУОД относятся емкостные характеристики, скорость обработки данных, стабильность работы, высокая степень защиты информации, наличие инструментов первичного контроля качества информации, обеспечение удаленного доступа и др.

В корпоративной сети группы компаний «Газпром нефть» создан репозиторий – система мониторинга бурения (СМБ), в которую поступают данные со всех объектов бурения на собственных активах группы компаний «Газпром нефть», а также с объектов бурения, находящихся под оперативным управлением «Газпром нефти». Общая емкость репозитория превышает 13 Тб, в ежедневном режиме в него поступает около 17 Гб оперативной информации с объектов бурения группы компаний «Газпром нефть». Для сбора и ретрансляции оперативной информации в репозиторий на каждом поддерживаемом объекте бурения разворачивается локальный сервер. Пропускная способность канала связи между буровой и центральным репозитарием составляет до 1 Мб/с. Создание и внедрение в операционную деятельность СМБ обусловило изменение принципиальных подходов к сбору, систематизации и хранению информации, поступающей с объектов бурения (рис. 1).

Наличие СМБ позволяет обеспечить сбор информации в режиме реального времени и исключает необходимость передачи данных «из рук в руки» (например, посредством электронной

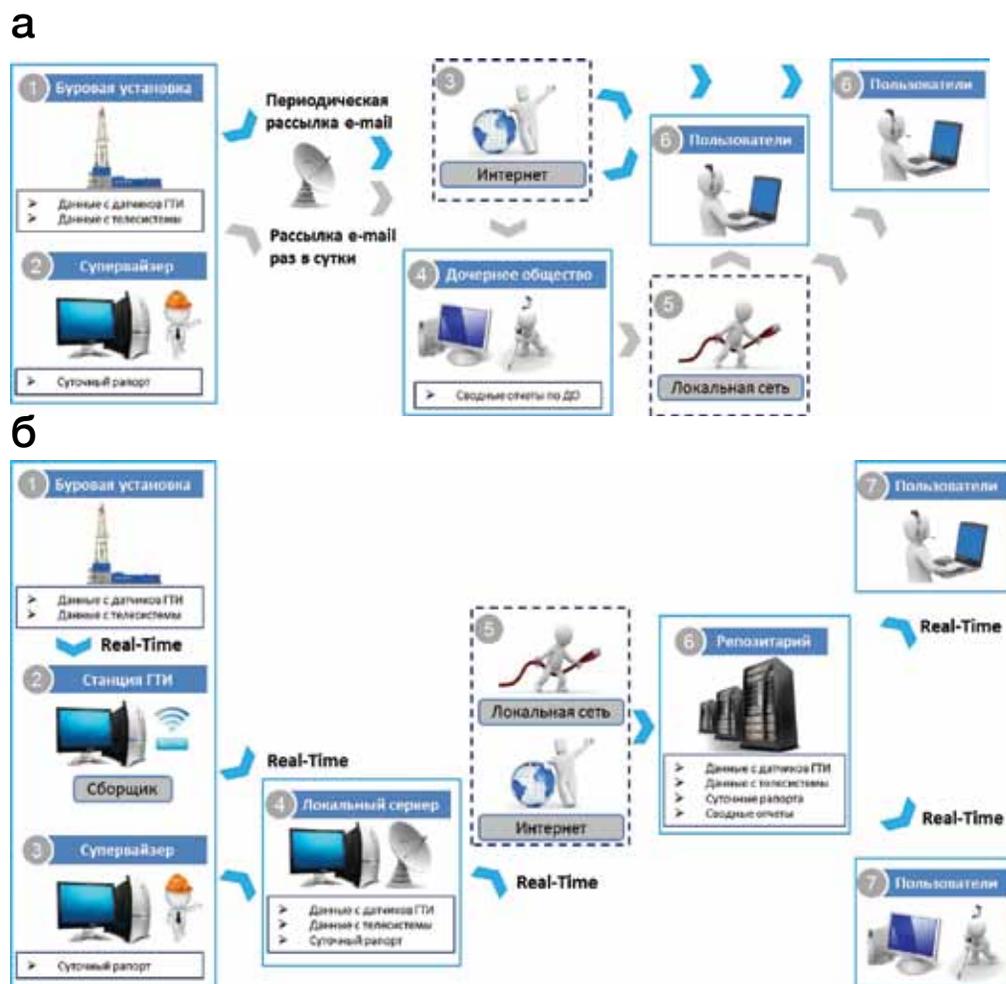


Рис. 1. Схема сбора информации с объектов бурения группы компаний «Газпром нефть» до (а) и после (б) внедрения СМБ (ГТИ – геолого-технологические исследования)

The corporate network of Gazprom Neft has a repository, the Drilling Monitoring System, where all information from all the drilling projects, owned or operated by Gazprom Neft, is gathered. The total repository capacity exceeds 13 TB with about 17 GB of real-time information sent to it daily from the drilling projects. In order to acquire and forward real-time information to the repository a local server is launched on each on-line drilling project. The bandwidth between a drilling site and the central repository is up to 1 Mbps. Developing and introducing the Drilling Monitoring System for operations has underpinned a change in fundamental approaches to acquiring, categorizing, and storing of information which is supplied by the drilling projects (Fig. 1).

The Drilling Monitoring System supports real-time acquisition of data and eliminates the need for the one-to-one data submission (e. g., via e-mail) since any information is simultaneously accessible to any Gazprom Neft employee, with proper authorizations.

Another essential IOMS feature is the use of integrated cross-functional approaches to setting, monitoring, and

почты), так как любая информация является доступной одновременно для всех специалистов группы компаний «Газпром нефть», обладающих соответствующими полномочиями.

Другим основополагающим аспектом ИСУОД является использование интегрированных кросс-функциональных подходов к постановке, мониторингу и оценке качества выполнения мультимеждисциплинарных задач через инструментарий ключевых показателей эффективности (КПЭ). Как правило, до внедрения ИСУОД компании используют последовательный подход к решению мультимеждисциплинарных задач: сложный процесс делится на этапы, на каждом из которых назначаются ответственные сотрудники с собственными КПЭ. Проблема в этом случае заключается в том, что КПЭ ответственных исполнителей на каждом этапе не всегда полностью согласуется с ожидаемым целевым результатом. вполне вероятным в данном случае является сценарий, когда целевые значения КПЭ на каждом из этапов достигнуты, но при этом не достигнут ожидаемый результат всего проекта. Другой моделью постановки кросс-функциональных задач является отказ от персональных КПЭ ответственных исполнителей на разных этапах и внедрение единых КПЭ, полностью коррелирующих с ожидаемым результатом проекта (рис. 2). В этом случае каждый сотрудник персонально заинтересован в достижении целевого результата всего проекта, а не только КПЭ своего участка работ.

Отправной точкой для внедрения интегрированных КПЭ сотрудников ЦУБ группы компаний «Газпром нефть» явился меморандум лидеров функций «Бурение и внутрискважинные работы» и «Геология и разработка» о совместной ответственности за показатели пробуренных скважин и достижение целевых технологических и экономических

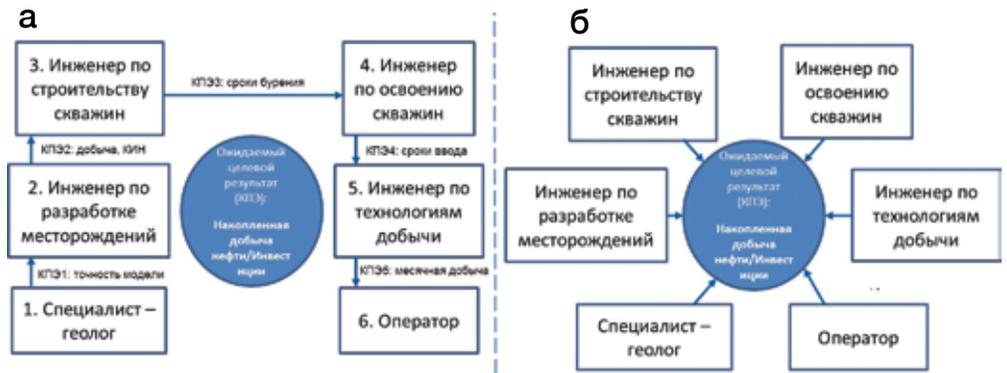


Рис. 2. Принципиальные подходы к постановке кросс-функциональных задач через КПЭ на примере процесса строительства скважин: а – традиционный подход; б – совместная работа мультимеждисциплинарной команды

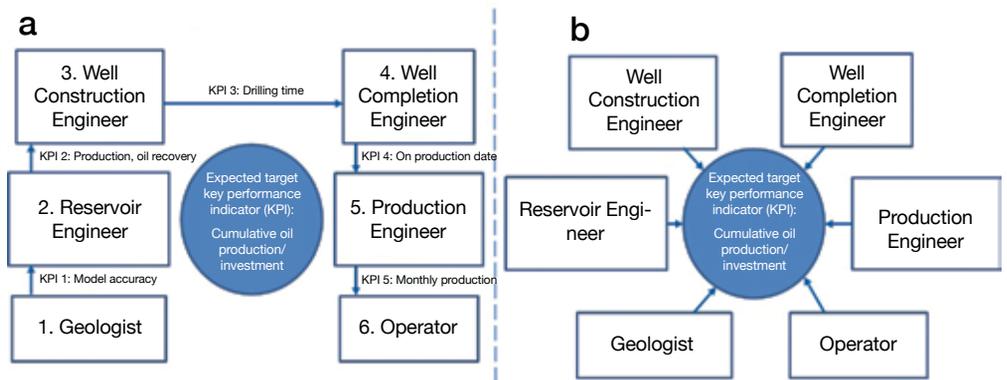


Fig. 2. Fundamental approaches to setting cross-functional targets with KPI in context of well construction process: A: Conventional approach; B: Collaboration of multi-discipline team

measuring performance for multi-discipline targets through a key performance indicator (KPI) mechanism. Generally, prior to IOMS' introduction, companies use a sequential approach to meeting multi-discipline targets: a complex process is broken down into stages with action owners, with their own KPI's, assigned to each of them. In this case, the problem is that KPI for action owner, at each stage, and an expected target outcome, are not always fully aligned. It is quite likely that the target KPI for each stage are met but the expected outcome for the overall project is not achieved. Another system for setting cross-functional targets is to abandon individual KPI's for action owners at various stages and to instead introducing the common KPI's which fully correspond to the expected project outcome (Fig. 2). In this case, each employee has a personal stake in meeting the target outcome for the entire project, not only KPI for her/his task area.

The starting point for introducing the integrated KPI's, for the Drilling Management Center employees, was a memorandum for the function leaders for Drilling and Well Intervention and Reservoir and Production Engineering about mutual responsibilities for performance of the wells drilled and meeting the targeted performance including

характеристик, в том числе об ответственности за затраты и добычу нефти. Данная договоренность повлекла за собой изменение устоявшихся подходов к постановке КПЭ для сотрудников двух функций. Ранее основным КПЭ сотрудников функции «Геология и разработка», вовлеченных в проекты бурения скважин, являлся начальный дебит нефти, для сотрудников функции «Бурение и внутрискважинные работы» – сроки ввода скважин и производительное время. После перехода на новую модель постановки мультидисциплинарных задач основной КПЭ для сотрудников обеих функций – отношение суммарных инвестиций в бурение скважины к накопленной добыче по скважине за скользящий год. Кроме того, на сотрудников ЦУБ распространяются такие КПЭ, как доля непроизводительного времени строительства скважин, эффективная проходка горизонтальной секции скважин по нефтенасыщенному коллектору, удельные показатели скорости бурения скважины за вычетом непроизводительного времени и др. Принципиальное отличие от традиционного подхода к постановке кросс-функциональных задач состоит в том, что данные узконаправленные КПЭ распространяются в полном объеме на всех сотрудников ЦУБ. Следующим необходимым элементом создания и развития ИСУОД является обеспечение эффективной коммуникации всех вовлеченных в производственный процесс специалистов [6]. Это относится как к коммуникациям между сотрудниками внутри компании, так и к внешним коммуникациям со специалистами сторонних организаций, привлекаемых для проведения операционной деятельности. Необходимо устранить любых барьеров, препятствующих оперативному и конструктивному обсуждению вопросов, возникающих в процессе операционной деятельности. К таким барьерам относятся:

- территориальные – локация сотрудников в разных помещениях, зданиях, городах и др.;
- административные – нахождение сотрудников в разных подразделениях компании, коммуникация через руководство и др.;
- мотивационные – взаимоисключающие КПЭ, неэффективная система премирования сотрудников за совместную работу и др.;
- инструментальные – использование неподходящих средств коммуникации, игнорирование ИТ-достижений;
- организационные – неудачное зонирование офисного пространства, отсутствие в компании культуры проведения эффективных совещаний и др.

В каждой компании свой подход к преодолению указанных барьеров. Однако их устранение является необходимым элементом создания ИСУОД, поэтому компании, стремящиеся к повышению эффективности

the responsibility for costs and targets oil production. This agreement led to a shift in the traditional approaches to setting KPI's for the employees of the two functions - cost and production. Previously, for the Reservoir and Production engineers, their major KPI's in the drilling projects, was the initial production rate and for the Drilling and Well Intervention team's, their focus was on the production date and productive time. Following the transition to the new system of setting multi-discipline targets, the main KPI's for the team's, of both functions, had been a ratio of the cumulative investments in well construction to cumulative production for a well, on an annual rolling basis. Such KPI's as non-productive time with well construction, efficient horizontal well construction, meters drilled minus non-productive time, etc. are further applied to the Drilling Management Center employees. The primary difference from a conventional approach to setting multi-discipline targets is that these narrowly focused KPI's are fully applied to all the Drilling Management Center employees. The next necessary component for starting and developing an IOMS is effective communication between all employees involved within the business processes [6]. It applies to both communication between employees inside the company and external communication with employees of any third-party companies hired for operations. Any barriers preventing prompt and productive discussion of the issues arising during operations are required to be removed.

These barriers include:

- Spatial barriers /Distance: employees stationed in different offices, buildings, cities, etc.
- Administrative barriers: employees belonging to different company units, communication via management, etc.
- Motivational barriers: conflicting KPI's, inefficient bonus systems for collaboration, etc..
- Instrumental barriers: use of unsuitable communication tools, overlooking IT
- Organizational barriers: poor office space allocation, lack of efficient meeting culture in the company, etc.

Each company approaches this challenge in its own way. However, removing barriers is a necessary component of an IOMS development, thus, the companies who strive to improve their operational efficiency have had to change the deeply rooted principles of an organization's culture and operations if they hinder effective communication.

Shortly before establishing the Drilling Management Center, Gazprom Neft had to reconsidered their communication strategies. One of the outcomes was to develop a target model of the Drilling Management Center as a separate structural unit residing in the same location and comprising participants from the drilling and reservoir units. In addition, overcoming any barriers arising from outdated communication tools and poor office space planning (Fig. 3A) .

а



б



Рис. 3. Типовая оперативная коммуникация до (а) и после (б) ввода специализированного офисного помещения ЦСБ
 Fig. 3. Standard operational communication before (A) and after (B) launching a separate office for the Drilling Support Center

своей операционной деятельности, обязаны менять устоявшиеся принципы работы, если они мешают эффективной коммуникации.

Незадолго до создания ЦУБ в компании «Газпром нефть» полностью пересмотрели подходы к обеспечению эффективной коммуникации. Одним из результатов этого стало создание целевой модели ЦУБ как отдельного структурного подразделения, расположенного на одной площадке, куда вошли представители служб бурения и геологии. Кроме того, преодоление барьеров, обусловленных применением устаревших инструментов коммуникации и несоответствующим зонированием помещения (рис. 3, а), потребовало создания нового офисного помещения для ЦУБ, открытого в 2016 г. При его проектировании и создании была учтена специфика работы ЦУБ, в том числе в части обеспечения проведения эффективных мультидисциплинарных коммуникаций, как внутренних, так и внешних (см. рис. 3, б).

Непрерывная работа по повышению общего уровня автоматизации процессов инженерной обработки исходной информации, развитие инструментов проактивного анализа и удаленного контроля реализации технологических операций также являются ключевыми факторами эффективного функционирования ИСУОД. Это особенно важно в таком динамично меняющемся и насыщенном оперативной информацией процессе, как бурение скважин. При бурении на сбор, инженерную обработку и анализ исходной информации может тратиться до 75 % (и более) временных ресурсов сотрудников. Объединяя усилия по автоматизации рутинных операций с переходом к наиболее эффективной модели кросс-функционального

This required establishing a new office for the Drilling Management Center, which was opened in 2016. Its design and development addressed the unique needs of the Drilling Management Center including effective multi-discipline communication both inside and outside of the company (Fig. 3B).

Continuously increasing the overall degree of automation for engineering and developing tools, for proactive analysis, and the remote monitoring of process operations are also key elements to an efficient IOMS operation. This is crucial for such a dynamically evolving and operational information rich process, as well drilling. For drilling, data acquisition, engineering information processing, and analysis of the data may consume up to 75% (or more) of the employees' time resources. A much better outcome can be achieved by joining efforts, for routine task automation, with a shift to a more efficient system of cross-functional interaction, which is then the backbone for employee collaboration and their focus on the expected outcomes for the entire project (Fig. 4). Routine task automation is an everlasting process brought about through the interaction synergies between various disciplines resulting in the reshaping of routine tasks and the expansion of new areas for further development and a robust evolution of the automation tools themselves. The most efficient paradigm for the interaction between a business and the IT industry is when the company not only purchases the IT solutions, currently available in the marketplace, but also prepare specifications for developing new IT tools which best fit their specific operational requirements.

The Drilling Management Center takes an active part in creating new IT systems and develops the existing ones to ensure well drilling management operations reach the next level. Such projects include the development of the preparation module for real-time petrophysical

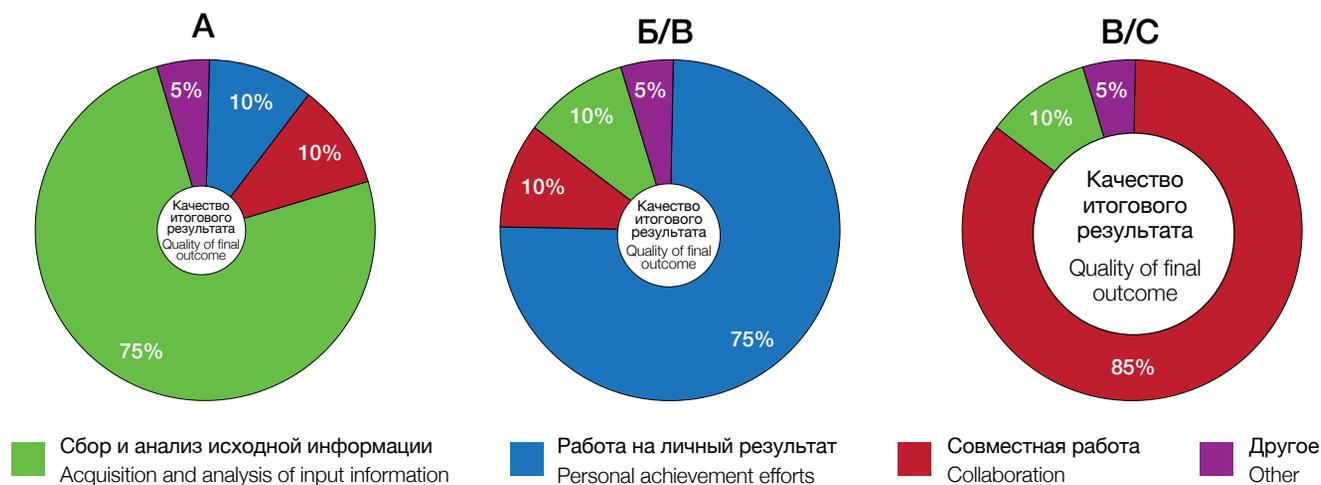


Рис. 4. Влияние автоматизации и повышения уровня сотрудничества специалистов на качество итогового результата:

А, Б – соответственно низкая и высокая степень автоматизации при традиционном подходе к постановке кросс-функциональных задач; В – высокая степень автоматизации при совместной работе мультидисциплинарной команды

Fig. 4. Impact of automation and improved collaboration between employees on the quality of final outcome:

A, B: Low and high degree of automation respectively for conventional approach to setting cross-functional targets; C: High degree of automation for collaboration inside multi-discipline team.

взаимодействия, основанной на сотрудничестве специалистов и их фокусировании на ожидаемом результате всего проекта, можно добиться значительно лучшего итогового результата (рис. 4). Автоматизация рутинных операций – это непрерывный процесс, обусловленный синергетическим эффектом от взаимодействия различных дисциплин, в результате которого видоизменяются рутинные операции и появляются новые области для дальнейшего развития, а также динамичным развитием самих инструментов автоматизации. Наиболее эффективной моделью взаимодействия бизнеса с ИТ-индустрией является та, при которой компания не только приобретает существующие на рынке ИТ-решения, но и сама формирует технические задания на разработку новых ИТ-инструментов, наиболее точно подходящих к специфическим особенностям ее операционной деятельности.

Центр управления бурением группы компаний «Газпром нефть» принимает активное участие в создании новых и развитии существующих ИТ-инструментов, которые позволяют вывести операционную деятельность по управлению бурением скважин на новый качественный уровень. К таким проектам можно отнести создание модуля подготовки оперативной петрофизической интерпретации на базе программного обеспечения для геонавигации, ИТ-инструменты для проактивного управления процессом бурения скважин, создание современных интерактивных сред для удаленной инженерной коммуникации в режиме реального времени и др.

interpretation as a part of geosteering software solutions, IT systems for proactive well drilling management, state-of-the-art interactive environments for remote engineering communication in real time, etc.

It should be mentioned that the above described design and development philosophy for an integrated operating management system entails changes in the traditional routines and requires the company to be ready for these changes. For this reason, introducing and maintaining a culture of continuous improvement, grounded in lean production, is a fundamental component of developing an efficient IOMS [7].

Conclusion

1. The GeoNavigator Drilling Management Center case study showcases a successful implementation of an IOMS related to well construction.
2. The case study of the Drilling Management Center highlights the following basic IOMS design philosophy: setting up a repository, a single data storage, supporting acquisition, classification, and the analysis of all operational data in real time; employing integrated, cross-function KPIs; nurturing an environment for effective communication of all employees involved in the production (both inside and outside the company); increasing an overall degree of the routine task automation, developing the existing IT systems and creating new ones for a proactive remote control of operations.
3. Introducing and maintaining a culture of continuous improvement (LEAN management) is a fundamental component of developing an efficient IOMS.

Следует отметить, что все вышеописанные принципы построения и развития интегрированных систем управления операционной деятельностью влекут за собой изменения устоявшихся практик и требуют от компании готовности к этим изменениям. Именно поэтому внедрение и поддержание в компании культуры непрерывных улучшений, базирующейся на принципах бережливого производства, является фундаментальным элементом создания эффективных ИСУОД [7].

Выводы

1. Центр управления бурением «ГеоНавигатор» группы компаний «Газпром нефть» является одним из примеров успешной организации ИСУОД, связанной с процессом строительства скважин.

2. На примере ЦУБ группы компаний «Газпром нефть» можно выделить следующие базовые принципы построения ИСУОД: создание репозитория – единого хранилища данных, обеспечивающего сбор, систематизацию и анализ всей оперативной информации в режиме реального времени; использование интегрированных кросс-функциональных КПЭ; создание среды для эффективной коммуникации всех вовлеченных в производственный процесс специалистов (как внутри компании, так и за пределами); повышение общего уровня автоматизации рутинных операций, развитие существующих и создание новых ИТ-инструментов для проактивного дистанционного управления операционной деятельностью.

3. Внедрение и поддержание в компании культуры непрерывных улучшений (LEAN менеджмент) является фундаментальным элементом создания эффективных ИСУОД.

Список литературы

1. Quantifying the ROI Benefits of Integrated Systems Management, Frederick W. Broussard, Morris Edwards, IDC White paper, October 2004.
2. Optimized Decision Making Through Real Time Access to Drilling and Geological Data from Remote Wellsites. Zachariah, John (Schlumberger Oilfield Australia Pty Ltd), Ahsan, Abul (Petroleum Development of Oman), Ian Reid (Bass Strait Oil Company Ltd). SPE-77855-MS, SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, 8-10 October 2002.
3. Improving Reservoir Management through Big Data Technologies. D. Seemann, M. Williamson, S. Hasan (Saudi Aramco). SPE-167482-MS, SPE Middle East Intelligent Energy Conference and Exhibition, 28-30 October 2013.

Reference

1. Broussard F.W., Edwards M., Quantifying the ROI benefits of integrated systems management, IDC White paper, October 2004.
 2. Zachariah J., Ahsan A., Reid I., Optimized decision making through real time access to drilling and geological data from remote wellsites, SPE 77855-MS, 2002.
 3. Seemann D., Williamson M., Hasan S., Improving reservoir management through big data technologies, SPE 167482-MS, 2013.
 4. Kamal S.Z., Al Mubarak S.M., Scodova B.D., Naik P., Flichy P., Coffin G., IT and OT convergence Opportunities and challenges, SPE 181087-MS, 2016.
 5. Svensson I., Wooley M., Halland Th., Improving data quality in WITSML data, SPE 181038-MS, 2016.
 6. Bilinchuk A.V., Govzich A.N., Sitnikov A.N., Sadetskiy G.D., Koryabkin V.V., An integrated approach to the well drilling support in Gazprom Neft group (In Russ.), Neftyanoye khozyaystvo = Oil Industry, 2014, no. 12, pp. 48–51.
 7. Roos D., Womack J.P., Jones D.T., The machine that changed the world: The story of lean production, Harper Perennial, 1991.
4. IT and OT Convergence Opportunities and Challenges S. Z. Kamal (B2XL), S. M. Al Mubarak (Saudi Aramco), B. D. Scodova (BHP Billiton), P. Naik (Gartner), P. Flichy (Baker Hughes), G. Coffin (Schlumberger). SPE-181087-MS, SPE Intelligent Energy International Conference and Exhibition, 6-8 September 2016.
 5. Improving Data Quality in WITSML Data. Svensson Inge (Baker Hughes), Wooley Matthew (Baker Hughes), Halland Thomas (Statoil). SPE-181038-MS, SPE Intelligent Energy International Conference and Exhibition, 6-8 September 2016.
 6. Комплексный подход к сопровождению бурения скважин в группе компаний «Газпром нефть» / А.В. Билинчук, А.Н. Говзич, А.Н. Ситников [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 12. – С. 48–51. Вумек Д.П., Джонс Д.Т., Рус Д. Машина, которая изменила мир. – Минск: Попурри, 2007. – 384 с.
 7. Вумек Д.П., Джонс Д.Т., Рус Д. Машина, которая изменила мир. – Минск: Попурри, 2007. – 384 с.
- Published with thanks to Gazprom Neft & PROneft Magazine
Материал любезно предоставлен компанией ПАО «Газпром нефть» и журналом «PROнефть».