

# Концепция и подходы для оценки перспектив роботизации технологических процессов ПАО «НК «Роснефть»

Ильин К.О., Губайдуллин А.Г., Халфин Р.С., Краевский Н.Н.  
ООО «РН-БашНИПнефть», Уфа, Россия  
ilinko@bnipi.rosneft.ru

## Аннотация

Предложена концепция для оценки потенциала внедрения робототехнических систем в технологические процессы компании ПАО «НК «Роснефть» (далее Компания). Для оценки необходимости внедрения робототехнических систем в технологические процессы определяется комплексный ключевой показатель технологического процесса, а также создается матрица оценки перспектив внедрения робототехнических комплексов. В качестве дальнейших шагов по внедрению роботизации предложен комплекс мероприятий, реализуемых в Компании и ее обществах. Получено, что бизнес-процессы ремонта НКТ, ремонта УЭЦН и ТКРС относятся к группе «необходимость внедрения роботизации».

## Материалы и методы

Процессный подход, системный анализ, инвестиционный анализ, оценка рисков, анализ бизнес-процессов, имитационное моделирование, метод экспертных оценок, корреляционно-регрессионный анализ.

## Ключевые слова

роботизация технологических процессов, автоматизация технологических процессов, робототехнический комплекс, комплексный междисциплинарный подход, внедрение робототехники

## Для цитирования

Ильин К.О., Губайдуллин А.Г., Халфин Р.С., Краевский Н.Н. Концепция и подходы для оценки перспектив роботизации технологических процессов ПАО «НК «Роснефть» // Экспозиция Нефть Газ. 2022. № 4. С. 48–53. DOI: 10.24412/2076-6785-2022-4-48-53

Поступила в редакцию: 02.06.2022

AUTOMATION

UDC 658.5.011, 62-932.2 | Original Paper

## Concept and approaches for assessing the prospects of technological processes robotization in “NK “Rosneft” PJSC

Ilyin K.O., Gubaidullin A.G., Khalfin R.S., Kraevsky N.N.  
“RN-BashNIPneft” LLC, Ufa, Russia  
ilinko@bnipi.rosneft.ru

## Abstract

A concept is proposed for assessing the potential of implementation robotic systems into the technological processes of PJSC “NK “Rosneft” (further the Company). To assess the need for the implementation of robotic systems into technological processes, a complex key indicator of the technological process is determined, and a matrix is built to assess the prospects for the introduction of robotic systems. As further steps for the implementation of robotization, a set of measures implemented in the Company and its group companies is proposed. It was found that the business processes of tubing repair, ESP repair and workover belong to the group “the need to implement robotization”.

## Materials and methods

Process approach, system analysis, investment analysis, risk assessment, business process analysis, simulation modeling, expert assessment method, correlation and regression analysis.

## Keywords

robotization of technological processes, automation of technological processes, robotic complex, an integrated interdisciplinary approach, the introduction of robotics

## For citation

Ilyin K.O., Gubaidullin A.G., Khalfin R.S., Kraevsky N.N. Concept and approaches for assessing the prospects of technological processes robotization in “NK “Rosneft” PJSC. Exposition Oil Gas, 2022, issue 4, P. 48–53. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2022-4-48-53

Received: 02.06.2022

Робототехника является одной из ключевых технологий Индустрии 4.0, что обуславливает государственную поддержку разработки, производства и внедрения роботов во многих странах. Автоматизация и роботизация производства в Японии в 1974–2017 гг. привела к росту рынка труда. Более того, даже способствовала росту зарплат [1]. По прогнозам ряда экспертов, мировой рынок робототехники вырастет с 32,32 млрд долл. в 2020 г. до 88,55 млрд долл. к 2030 г. при среднегодовом темпе роста 12,1 % [2]. Еще более оптимистичные прогнозы даны компанией Hyundai Motor Group — до 177,2 млрд долл. к 2025 г. [3].

В таблице 1 приведены ключевые особенности современного состояния и развития робототехники в мире [3–7]. Вследствие пандемии COVID-19 и введенных правительствами стран ограничений растет спрос на робототехнику для новых задач (производство средств индивидуальной защиты, автономная дезинфекция помещений, забор медицинских анализов и др.), интенсивно развивается рынок беспилотного автономного транспорта, внедряется новая бизнес-модель «робот как сервис» или «робот по подписке», возросло количество заявок на роботов для промышленности и логистики [3, 7]. Таким образом, пандемия

COVID-19 ускорила процессы роботизации во всех сферах экономики.

В настоящее время применение робототехники в нефтегазовой отрасли остается крайне низким. По оценкам международного консалтингового агентства «Rystad Energy» в мировой нефтегазовой отрасли около 20 % работ в сегментах бурения скважин, эксплуатации и технического обслуживания объектов добычи углеводородного сырья будут автоматизированы и роботизированы в течение следующих 10 лет [8]. Роботизированные системы бурения потенциально могут сократить на 20–30 % объем работ, выполняемых на буровой установке [8]. Роботизация

в нефтегазовой отрасли позволит не только повысить производительность и энергоэффективность процессов, но и снизить риски промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды за счет исключения тяжелого физического труда в сложных погодных условиях.

Важность проектов роботизации в нефтегазовой отрасли России подчеркнута на государственном уровне. В ноябре 2020 г. прошло совещание рабочей группы по цифровой трансформации нефтегазовой отрасли России под председательством заместителя Министра энергетики Российской Федерации, руководителя цифровой трансформации П.Ю. Сорокина с участием представителей нефтегазовых и энергетических компаний, министерств и ведомств, отраслевых экспертов и др. [9]. По результатам совещания принято решение разработать Атлас мер государственной поддержки технологических проектов, а также доработать концепцию и «дорожную карту» по роботизации нефтегазовой отрасли, совместно с другими лидерами отрасли [9].

Компания ПАО «НК «Роснефть» (далее Компания) с учетом российских и мировых трендов, а также обеспечения устойчивого развития активно разрабатывает и внедряет передовые производственные технологии [10–12]. В Компании выполняется и реализуется ряд целевых инновационных проектов, направленных на роботизацию технологических процессов.

На основе анализа мирового опыта технического перевооружения предприятий выделяют следующие подходы к роботизации технологических процессов:

- процессный подход [13];
- системный подход [14];
- риск-ориентированный подход [15];
- управление жизненным циклом изделия [14];

- комплексный междисциплинарный подход [14, 15].

По опыту выполнения и реализации проектов авторами наиболее оптимальным является использование комплексного междисциплинарного подхода, который учитывает характер бизнес-процессов, их системную взаимосвязь, риски процессов, экономические аспекты внедрения роботов на основе оценки стоимости жизненного цикла. Принятый подход определяет выбор ключевых показателей.

Учитывая масштабы Компании, широкую номенклатуру ее бизнес-процессов, а также их локальные особенности, авторами разработана концепция оценки перспектив внедрения робототехнических комплексов (РТК) на основе выбора ключевых показателей, которые будут универсальными для производственных бизнес-процессов Компании по направлениям: добыча, сбор, подготовка,

транспорт углеводородов, нефтегазопереработка, нефтехимия, логистика и сбыт продукции нефтегазопереработки и нефтехимии, нефтесервисные услуги. Задачей данной концепции является выбор приоритетных технологических процессов для внедрения РТК.

В рамках данного исследования определены ключевые показатели бизнес-процессов для внедрения роботизированных технологий (рис. 1). Далее на основе ключевых показателей определяется комплексный ключевой показатель бизнес-процесса.

Ключевые показатели «чистая приведенная стоимость, индекс доходности инвестиций, внутренняя норма доходности, дисконтированный срок окупаемости» (рис. 1) являются показателями потенциального экономического эффекта от внедрения роботизации технологических процессов. Перечисленные показатели определяются на основе предварительной оценки



Рис. 1. Ключевые показатели  
Fig. 1. Key indicators

Табл. 1. Ключевые особенности развития робототехники в мире [3–7]  
Tab. 1. Key features of the development of robotics in the world [3–7]

Тип роботов	Тенденции	Драйверы	Ограничения	Возможности
Беспилотные наземные транспортные средства	<ul style="list-style-type: none"> <li>• расширение использования при ликвидации чрезвычайных ситуаций;</li> <li>• рост спроса на автономные системы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• требования к непрерывному электроснабжению во внедорожниках;</li> <li>• экономические вызовы из-за COVID-19</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• высокие требования к надежности;</li> <li>• законодательные ограничения для дорог общего пользования</li> </ul>	разработка полностью автономных внедорожников
Беспилотные летательные аппараты	<ul style="list-style-type: none"> <li>• потребности рынка в быстрой доставке небольших грузов;</li> <li>• высокая конкуренция на рынке производителей</li> </ul>	внедрение: <ul style="list-style-type: none"> <li>• миниатюризация;</li> <li>• технологии COTS;</li> <li>• альтернативные электроснабжения;</li> <li>• новые материалы;</li> <li>• источники</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• безопасность и конфиденциальность данных;</li> <li>• отсутствие нормативно-правовой базы;</li> <li>• низкое время работы в суровых климатических условиях</li> </ul>	повышение характеристик: <ul style="list-style-type: none"> <li>• полезная нагрузка;</li> <li>• долговечность;</li> <li>• дальность полета;</li> <li>• расширение функций</li> </ul>
Беспилотные подводные аппараты	низкая скорость подводных исследований	развитие шельфовых проектов	неудовлетворительная надежность	разработка и внедрение передовых технологий
Экзоскелеты	внедрение инновационных мобильных систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>• рост травм спинного мозга у персонала;</li> <li>• нехватка рабочих;</li> <li>• рост сектора электронной коммерции вследствие пандемии</li> </ul>	сложность и высокая стоимость разработки мобильных систем	<ul style="list-style-type: none"> <li>• разработка под конкретные потребности пользователей;</li> <li>• повышение автономности</li> </ul>
Промышленная робототехника	<ul style="list-style-type: none"> <li>• коллаборативные роботы;</li> <li>• интеллектуальные роботы;</li> <li>• консорциум потребителей и поставщиков</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• модернизация промышленности ЕЭС и КНР;</li> <li>• снижение стоимости и времени производства роботов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• отсутствие господдержки внедрения;</li> <li>• дефицит специалистов</li> </ul>	переход к графически ориентированному программированию

экономической эффективности инвестиционного проекта внедрения РТК (табл. 2).

Полученная на первом этапе информация используется для формирования требований к РТК: технических, технологических, эксплуатационных, экономических, социальных, экологических и др. На рисунке 2 показана совокупность требований к разработке и внедрению РТК в Компании. Необходимость учета перечисленных требований обусловлена различиями технологии и организации производства, условий эксплуатации, перспектив развития, климатических условий, уровня автоматизации, опыта роботизации технологических процессов даже для производственных объектов одинакового профиля, а также необходимостью выполнения требований действующего российского законодательства, государственных стандартов, а также локальных нормативных документов Компании, определяющих ее политику и требования по процессам и направлениям деятельности.

В России отсутствуют нормы правового регулирования робототехники. В правовых информационных системах слова «робот» и «робототехника» упоминаются лишь в нескольких законодательных актах. Юридическая ответственность за применение роботов регулируется общими нормами права, и специальные нормы для регулирования робототехники и искусственного интеллекта отсутствуют. В концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники на период до 2024 г. отдельный раздел посвящен развитию правового регулирования.

Для оценки потенциала внедрения РТК применяется комплексный ключевой показатель бизнес-процесса. Значение комплексного ключевого показателя в первом приближении определяется по следующей формуле:

$$CKI_i^j = \sum_{i=1}^n g_i^j \times KI_i^j \quad (1)$$

где  $CKI_i^j$  — комплексный ключевой показатель  $j$ -го процесса;  $g_i^j$  — вес  $i$ -го ключевого показателя  $j$ -го процесса;  $KI_i^j$  —  $i$ -й ключевой показатель  $j$ -го процесса.

Вес  $g_i^j$  определяется путем экспертной оценки по шкале от 0 до 10, где 0 — показатель не влияет, 10 — критически важный показатель. В формулу (1) подставляется среднее

арифметическое значение оценок экспертов.

С целью получения безразмерного вида, расчетное значение  $i$ -го ключевого показателя  $j$ -го процесса делится на его максимальное значение среди всех рассматриваемых процессов:

$$KI_i^j = \frac{KI_{i,E}^j}{\max(K_i)} \quad (2)$$

где  $KI_{i,E}^j$  — расчетное значение  $i$ -го ключевого показателя  $j$ -го процесса (рис. 1);  $K_i$  — множество значений  $i$ -го ключевого показателя;

$$K_i = \{KI_{i,E}^1, KI_{i,E}^2, \dots, KI_{i,E}^N\} \quad (3)$$

Особенность полученного решения заключается в том, что значения ключевых показателей получены как на основе статистических данных производственного процесса, так и экспертных оценок. При этом сами ключевые показатели имеют различный вес, который не всегда может быть корректно определен методами экспертных оценок. В связи с этим предлагается использовать методы корреляционно-регрессионного анализа для

получения достоверной оценки комплексного ключевого показателя  $j$ -го процесса. Нелинейная множественная регрессионная модель комплексного ключевого показателя  $j$ -го процесса определяется следующим уравнением:

$$CKI_i^j = \beta + \exp\left(C + \sum_{i=1}^n a_i KI_i^j\right) \quad (4)$$

где  $a_i$  — коэффициент  $i$ -го ключевого показателя  $j$ -го процесса;  $\beta, C$  — константы уравнения.

Подразаумевается, что посредством автоматизированных статистических вычислений в программном обеспечении определяются линейные и нелинейные регрессионные множественные модели. С целью отбора корректной и достоверной регрессионной модели применяется алгоритм, приведенный на рисунке 3.

В выбранную регрессионную модель подставляются значения ключевых показателей с целью получения значения комплексного ключевого показателя для  $j$ -го процесса во втором (окончательном) приближении.

Исходя из значения комплексного

Требования Компании	Требования бизнес-процессов	Требования законодательства и нормативных документов
<ul style="list-style-type: none"> <li>политика ПБОТОС</li> <li>политика информационной безопасности</li> <li>политика в области переработки углеводородного сырья</li> <li>политика в области инновационной деятельности</li> <li>стандарт «Управление крупными проектами (программами развития) в разведке и добыче»</li> <li>политика в области обеспечения единства измерений и контроля качества продукции</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>встраивание в технологические линии производства</li> <li>производительность</li> <li>качество</li> <li>безопасность</li> <li>затраты на техническое обслуживание и ремонт</li> <li>интеграция в АСУТП и АСУП</li> <li>эргономика</li> <li>размещение в планировке цеха/места дислокации</li> <li>условия монтажа и обслуживания</li> <li>подключение к ресурсам (энергия, вода, сжатый воздух и др.)</li> <li>квалификация обслуживающего персонала</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники на период до 2024 г.</li> <li>государственные стандарты по роботизации: ГОСТ Р ИСО 8373-2014; ГОСТ Р 60.0.0.5-2019; ГОСТ Р 60.6.3.11-2019; ГОСТ Р 60.6.3.14-2019 и др.</li> <li>федеральные нормы и правила в сфере ПБОТОС</li> <li>стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030-е гг.</li> <li>поправки в Воздушный кодекс РФ, направленные на регулирование дронов</li> </ul>

Рис. 2. Совокупность требований к разработке и внедрению РТК в технологические процессы Компании

Fig. 2. A set of requirements for the development and implementation of RTK in the Company's technological processes

Табл. 2. Последовательность работ по оценке перспектив внедрения роботизации технологических процессов  
Tab. 2. The sequence of work on assessing the prospects for the introduction of robotization of technological processes

Этап	Методы	Результат
Выбор бизнес-направления	<ul style="list-style-type: none"> <li>опрос;</li> <li>методы экспертных оценок;</li> <li>анализ бизнес-процесса;</li> <li>имитационное моделирование</li> </ul>	бизнес-направление для исследования
Обработка данных и выбор показателей	<ul style="list-style-type: none"> <li>анкетирование;</li> <li>методы статистической обработки данных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>абсолютные показатели;</li> <li>относительные показатели</li> </ul>
Технологический анализ	<p>предынвестиционная проработка:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>обзор научно-технической литературы;</li> <li>технично-экономическая оценка</li> </ul>	аналитические отчеты и презентационные материалы по инициации целевых инновационных проектов роботизации процессов
Расчет ключевых показателей процессов	аналитические методы расчета	<ul style="list-style-type: none"> <li>частные ключевые показатели;</li> <li>комплексный ключевой показатель</li> </ul>
Формирование модели комплексного ключевого показателя процессов	корреляционно-регрессионный анализ	регрессионная модель комплексного ключевого показателя
Построение матрицы оценки перспектив внедрения роботизации в технологические процессы	визуализация данных	матрица оценки перспектив внедрения роботизации в технологические процессы на основе значений комплексного ключевого показателя
Выводы	анализ	перечень процессов, требующих приоритетной роботизации

ключевого показателя, технологические процессы распределяются по группам:

- необходимость внедрения роботизации;
- отсутствие необходимости внедрения.

Выполняется построение матрицы оценки внедрения роботизации в технологические процессы. Матрица позволяет визуализировать приоритетные процессы для внедрения роботизированных технологий в рамках бизнес-направления.

Методом экспертных оценок определяется минимальное значение комплексного ключевого показателя для отнесения процесса к группе необходимости внедрения роботизации, равное 52,00.

Внедрение РТК в соответствии с определяемыми приоритетами потребует комплекса мероприятий, обобщенно приведенных на рисунке 4.

Ниже приведен пример оценки перспектив внедрения роботизации технологических процессов. В качестве бизнес-направления на основе экспертной оценки выбран блок внутреннего сервиса Компании. В рамках данного блока для оценки перспектив роботизации методом опроса отобраны следующие бизнес-процессы: ремонт насосно-компрессорных труб (НКТ), ремонт установок погружных электроцентробежных насосов (УЭЦН), текущий и капитальный ремонт скважин (ТКРС), ремонт приводов штанговых скважинных насосных установок (ШСНУ).

На основе обработки данных производственной деятельности определены абсолютные и относительные показатели процессов (этап 2, табл. 2). В результате предынвестиционной проработки целевых инновационных проектов определены показатели экономического эффекта от внедрения роботизации технологических процессов. Выполнен расчет ключевых показателей бизнес-процессов (рис. 2). Проведена экспертная оценка веса ключевых показателей для расчета комплексного ключевого показателя. Ключевые показатели с весом экспертной оценки, равным нулю, удалены из дальнейшего расчета.

В таблице 3 приведены ключевые показатели для построения регрессионной модели комплексного ключевого показателя. Значения ключевых показателей приведены к безразмерному виду по формуле (2).

По формуле (1) выполнен расчет значения комплексного ключевого показателя в 1-й итерации.

Далее по алгоритму (рис. 3) выполнен поиск регрессионной модели по данным  $KI_i^j$ ,  $g_i^j$  и данным  $CKI_i^j$ . Построение регрессионных моделей выполнялось с помощью математического программного обеспечения.

В соответствии с алгоритмом (рис. 3) из множества моделей выбрана нелинейная множественная регрессионная модель, которая имеет коэффициент корреляции, равный  $R = 0,96$ :

$$CKI_i^j (KI_i^j) = 10.80 + \exp \left\{ \begin{array}{l} 1,24 + 1,14 \times ДТО \\ + 0,96 \times ДВНТ + 0,16 \times ДРВТ \\ + 0,48 \times ППТ - 0,01 \times УСП \\ - 0,10 \times NPV + 0,022 \times IRR \\ + 0,42 \times PI + 0,29 \times DPP \\ - 0,24 \times КРЗП - 0,19 \times СЗЧ \end{array} \right\} \quad (5)$$

где ДРВТ — доля работников высокой квалификации; ДТО — доля технологического



Рис. 3. Алгоритм выбора регрессионной модели  
Fig. 3. Regression model selection algorithm



Примечание: ЛНД\* — локальный нормативный документ; ОПИ\*\* — опытно-промышленные испытания.

Рис. 4. Комплекс мероприятий по разработке и внедрению РТК в технологические процессы  
Fig. 4. A set of measures for the development and implementation of RTC in technological processes

оборудования, машин и комплексов современного уровня; ППТ — прирост производительности труда; УСП — уровень соответствия продукции (услуг) стандартам международного уровня; NPV — чистая приведенная стоимость; IRR — внутренняя норма доходности; PI — индекс рентабельности; DPP — дисконтированный срок окупаемости; КРЗП — коэффициент роста средней заработной платы; СЗЧ — стоимость запасных частей оборудования за 1 год.

В результате расчетов с использованием регрессионной модели (формула 5) на основе исходных данных получены значения комплексного ключевого показателя для процессов ремонта НКТ, ремонта УЭЦН, ТКРС, ремонта привода ШСНУ, которые приведены в таблице 4. Путем сравнения значения комплексного ключевого показателя для бизнес-процессов с определенным выше минимальным значением данного показателя, равным 52,00, получено, что



бизнес-процессы ремонта НКТ, ремонта УЭЦН и ТКРС относятся к группе «необходимость внедрения роботизации», а процесс ремонта приводов ШСНУ относится к группе «отсутствие необходимости внедрения» (табл. 4).

### Итоги

Оценка комплексного ключевого показателя для бизнес-процессов внутреннего сервиса показала, что ремонт НКТ (58,31), ремонт УЭЦН (54,55) и ТКРС (67,72) относятся к группе «необходимость внедрения роботизации».

### Выводы

Разработаны подходы и концепция по оценке перспектив внедрения РТК в технологические процессы Компании. Применение концепции позволяет ранжировать технологические процессы по приоритету их роботизации для разработки программ роботизации производства, планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, бизнес-планирования процессов технического перевооружения производственных объектов. На основе предложенной концепции и подходов будет осуществляться дальнейшая деятельность ПАО «НК «Роснефть» по перспективному планированию и научно-технологическому сопровождению внедрения РТК в технологические процессы для достижения целей стратегии «Роснефть-2030».

### Литература

1. Вопреки опасениям неолуддитов, автоматизация производства увеличивает количество рабочих мест и размер зарплаты. URL: <https://naked-science.ru/article/hi-tech/robots-and-employment-in-japan>
2. The Global Industrial Robotics Market size was valued at USD 32.32 billion in 2021 and is predicted to reach USD 88.55 billion by 2030 with a CAGR of 12,1% from 2022-2030. URL: <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/05/25/2450099/0/en/The-Global-Industrial-Robotics-Market-size-was-valued-at-USD-32-32-billion-in-2021-and-is-predicted-to-reach-USD-88-55-billion-by-2030-with-a-CAGR-of-12-1-from-2022-2030.html> (In Eng).
3. Robots jump into the mobility industry. URL: <https://tech.hyundai-motorgroup.com/article/op-ed-robots-jump-into-the-mobility-industry> (In Eng).
4. Unmanned ground vehicles market by mobility, application (military, commercial, law enforcement, federal law enforcement), mode of operation, size, system, and region (North America, Europe, APAC, Middle East and rest of the World) – Forecast to 2027. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/unmanned-ground-vehicles-market-72041795.html> (In Eng)
5. Global automated guided vehicle market size by type (tow vehicle, forklift truck, pallet truck), by navigation technology (magnetic guidance, laser guidance), by battery type (lithium-ion, nickel-based, lead), by vertical (industrial products, food industry, petrochemicals), by application (manufacturing, automotive, aerospace), by geographic scope and forecast. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/automated-guided-vehicle-agv-market> (In Eng).
6. Global robotics market growth, trends, and forecasts report 2020–2025: advent

of Industry 4.0 driving automation & increasing emphasis on safety. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20201216005516/en/Global-Robotics-Market-Growth-Trends-and-Forecasts-Report-2020-2025-Advent-Of-Industry-4.0-Driving-Automation-Increasing-Emphasis-On-Safety> (In Eng).

7. Коронакризис 2020 года и его последствия для российских робокомпаний. URL: <https://robotunion.ru/koronakrizis-2020-goda-i-ego-posledstviya-dlya-rossijskikh-robokompanij>
8. Robots could replace hundreds of thousands of oil and gas jobs, save billions in drilling costs by 2030. URL: <https://www.rystadenergy.com/>

newsevents/news/press-releases/robots-could-replace-hundreds-of-thousands-of-oil-and-gas-jobs-save-billions-in-drilling-costs-by-2030 (In Eng).

9. Павел Сорокин. Суммарный эффект от цифровой трансформации к 2035 году оценивается в более чем 700 млрд руб. в год. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/19270>
10. Андрей Шишкин: Создание инноваций – государственная задача. URL: <https://rg.ru/2020/11/23/andrej-shishkin-sozdanie-innovacij-gosudarstvennaia-zadacha.html>
11. Шишкин А.Н., Тимашев Э.О., Соловых В.И., Волков М.Г., Колонских А.В. Цифровая трансформация

Табл. 3. Исходные данные для построения регрессионной модели  
Tab. 3. Initial data for building the regression model

Наименование ключевого показателя	Вес показателя	Процесс			
		Ремонт НКТ	Ремонт УЭЦН	ТКРС	Ремонт приводов ШСНУ
Доля технологического оборудования, машин и комплексов современного уровня	7,00	0,64	0,69	0,73	0,61
Доля внедренных в производство новых технологий	6,00	0,64	0,69	0,71	0,53
Доля работников высокой квалификации	5,00	0,63	0,65	0,67	0,60
Прирост производительности труда, %	8,00	0,33	0,20	0,16	0,23
Уровень соответствия продукции (услуг) стандартам международного уровня*	4,00	0,0	0,0	1,0	0,0
Чистая приведенная стоимость, млн руб.	10,00	**	**	**	**
Внутренняя норма доходности	7,00	**	**	**	**
Индекс рентабельности	8,00	**	**	**	**
Дисконтированный срок окупаемости, лет	9,00	**	**	**	**
Коэффициент роста средней заработной платы	7,00	0,29	0,41	0,41	0,37
Стоимость запасных частей оборудования за 1 год, млн руб.	5,00	**	**	**	**

Примечание: \* – показатель имеет два возможных значения: 1,0 – соответствует, 0,0 – не соответствует;  
\*\* – значения показателей экономической эффективности и показателей затрат скрыты в связи с коммерческой тайной.

Табл. 4. Матрица оценки внедрения роботизации в технологические процессы направления нефтесервисных услуг  
Tab. 4. Matrix for assessing of the robotics implementation in the technological processes of the oilfield services direction

Процесс	Ремонт НКТ	Ремонт УЭЦН	ТКРС	Ремонт приводов ШСНУ
Комплексный ключевой показатель	58,31	54,55	67,72	45,50

приоритетное внедрение  
отсутствие необходимости внедрения

- ПАО АНК «Башнефть»: от концепции до реализации // Нефтяное хозяйство. 2019. № 3. С. 7–12.
12. Сенькин А.С., Краевский Н.Н., Ильин К.О., Мунасыпов Р.А. К вопросу о развитии технологий роботизации и автоматизации в области текущего и капитального ремонта скважин // Нефтегазовое дело. 2020. Т. 18. № 3. С. 61–68.
13. Сидорин А.В., Сидорин В.В. Процессный подход к разработке адаптивной стратегии организации на основе анализа ее внешней и внутренней среды // Организатор производства. 2016. № 3. С. 28–42.
14. Бауэр В.П., Трошин Д.В. Методологические аспекты проектирования технологического переоснащения высокотехнологичных отраслей промышленности России. Тверь: ТвГУ, 2017. 256 с.
15. Селиванов С.Г., Иванова М.В. Теоретические основы реконструкции машиностроительного производства. Уфа: Гилем, 2001. 312 с.

## ENGLISH

### Results

Evaluation of a complex key indicator for business processes of internal service showed that repair of tubing (58,31), repair of ESP (54,55) and workover (67,72) belong to the group “the need for the introduction of robotics”.

### Conclusions

Approaches and a concept have been developed for assessing the prospects for implementation RTC into the Company’s technological

processes. Application of the concept makes it possible to rank technological processes according to the priority of their robotization for the development of production robotization programs, planning research and development work, business planning for the technical re-equipment of production facilities. Based on the proposed concept and approaches, further activities of “NK “Rosneft” PJSC will be carried out on long-term planning and scientific and technological support for the introduction of RTC into technological processes to achieve the goals of the Rosneft-2030 strategy.

### References

- Contrary to the fears of neo-Luddites, automation of production increases the number of jobs and wages: official site. URL: <https://naked-science.ru/article/hi-tech/robots-and-employment-in-japan> (In Russ).
- The Global Industrial Robotics Market size was valued at USD 32.32 billion in 2021 and is predicted to reach USD 88,55 billion by 2030 with a CAGR of 12,1% from 2022-2030. URL: <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/05/25/2450099/0/en/The-Global-Industrial-Robotics-Market-size-was-valued-at-USD-32-32-billion-in-2021-and-is-predicted-to-reach-USD-88-55-billion-by-2030-with-a-CAGR-of-12-1-from-2022-2030.html> (In Eng).
- Robots jump into the mobility industry. URL: <https://tech.hyundaimotorgroup.com/article/op-ed-robots-jump-into-the-mobility-industry> (In Eng).
- Unmanned ground vehicles market by mobility, application (military, commercial, law enforcement, federal law enforcement), mode of operation, size, system, and region (North America, Europe, APAC, Middle East and rest of the World) – Forecast to 2027. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/unmanned-ground-vehicles-market-72041795.html> (In Eng).
- Global automated guided vehicle market size by type (tow vehicle, forklift truck, pallet truck), by navigation technology (magnetic guidance, laser guidance), by battery type (lithium-ion, nickel-based, lead), by vertical (industrial products, food industry, petrochemicals), by application (manufacturing, automotive, aerospace), by geographic scope and forecast. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/automated-guided-vehicle-agv-market> (In Eng).
- Global robotics market growth, trends, and forecasts report 2020–2025: advent of Industry 4.0 driving automation & increasing emphasis on safety. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20201216005516/en/Global-Robotics-Market-Growth-Trends-and-Forecasts-Report-2020-2025-Advent-Of-Industry-4.0-Driving-Automation-Increasing-Emphasis-On-Safety> (In Eng).
- Coronacrisis of 2020 and its consequences for Russian robot companies. URL: <https://robotunion.ru/koronakrizis-2020-goda-i-ego-posledstviya-dlya-rossijskikh-robotkompanij> (In Russ).
- Robots could replace hundreds of thousands of oil and gas jobs, save billions in drilling costs by 2030. URL: <https://www.rystadenergy.com/newsevents/news/press-releases/robots-could-replace-hundreds-of-thousands-of-oil-and-gas-jobs-save-billions-in-drilling-costs-by-2030> (In Eng).
- Pavel Sorokin: The total effect of digital transformation by 2035 is estimated at more than 700 billion rubles. in year. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/19270> (In Russ).
- Andrey Shishkin: Creation of innovations is a state task. URL: <https://rg.ru/2020/11/23/andrey-shishkin-sozdanie-innovacij-gosudarstvennaia-zadacha.html> (In Russ).
- Shishkin A.N., Timashev E.O., Solovykh V.I., Volkov M.G., Kolonskikh A.V. Bashneft digital transformation: from concept design to implementation. Oil industry, 2019, issue 3, P. 7–12. (In Russ).
- Senkin A.S., Kraevsky N.N., Ilyin K.O., Munasyпов R.A. To the question of robotization and automation technologies development in well servicing and workover // Petroleum Engineering, 2020, Vol. 18, issue 3, P. 61–68. (In Russ).
- Sidorin A.V., Sidorin V.V. The process approach to development of adaptive strategy of an organization based on analysis of its external and internal environment. Production organizer, 2016, issue 3, P. 28–42. (In Russ).
- Bauer V.P., Troshin D.V. Methodological aspects of designing technological re-equipment of high-tech industries in Russia. Tver: TvGU, 2017, 256 p. (In Russ).
- Selivanov S.G., Ivanova M.V. Theoretical foundations of the reconstruction of machine-building production. Ufa: Gilem, 2001, 312 p. (In Russ).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Ильин Константин Олегович**, начальник отдела роботизации производственных процессов, ООО «РН-БашНИПНефть», Уфа, Россия  
Для контактов: [ilinko@bnipi.rosneft.ru](mailto:ilinko@bnipi.rosneft.ru)

**Губайдуллин Азат Гумарович**, к.т.н., ведущий специалист отдела цифровой трансформации систем сбора, транспорта и подготовки, ООО «РН-БашНИПНефть», Уфа, Россия

**Халфин Рузиль Сагыйтович**, начальник управления цифровой трансформации производственных процессов, ООО «РН-БашНИПНефть», Уфа, Россия

**Краевский Николай Николаевич**, старший эксперт бюро старших экспертов, ООО «РН-БашНИПНефть», Уфа, Россия

**Ilyin Konstantin Olegovich**, head of the division of robotization of production processes, “RN-BashNIPneft” LLC, Ufa, Russia  
Corresponding author: [ilinko@bnipi.rosneft.ru](mailto:ilinko@bnipi.rosneft.ru)

**Gubaidullin Azat Gumarovich**, ph.d., leading specialist of the division of digital transformation of gathering, transportation and treatment systems of “RN-BashNIPneft” LLC, Ufa, Russia

**Khalfin Ruzil Sagyytovich**, head of the department of digital transformation of production processes, “RN-BashNIPneft” LLC, Ufa, Russia

**Kraevsky Nikolai Nikolaevich**, senior expert of the bureau of senior experts of “RN-BashNIPneft” LLC, Ufa, Russia