

М. Р. Усманов, канд. техн. наук, Генеральный директор, e-mail: nnp@lukoil.com,
ООО "ЛУКОЙЛ-Нижегородниинептепроект", Нижний Новгород,

Д. А. Фоменков, канд. экон. наук, доц., e-mail: dfomenkov@hse.ru,

М. А. Шушкин, д-р экон. наук, проф., e-mail: mshushkin@hse.ru,

Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики", Нижний Новгород

Анализ цифровизации инжиниринговых проектов на примере нефтегазового сектора

Цифровизация — это одно из главных направлений изменения современного бизнеса. Большинство компаний активно декларируют внедрение новых инструментов в управление, однако эти процессы не всегда приводят к повышению эффективности управления. Для принятия оптимальных решений об использовании инструментов цифровизации бизнеса требуется разработка соответствующего аналитического инструментария.

Проведен критический анализ методик оценки цифровизации предприятий и проектов. На его основе обоснована необходимость развития методов анализа цифровизации инжиниринговых проектов. В данном исследовании представлена оригинальная методика, которая позволяет оценивать уровни интенсивности и эффективности внедрения различных инструментов цифровизации. Апробация методики проведена на примере анализа цифровизации инжиниринговых проектов в нефтегазовом секторе. Представленная методика включает в себя: набор метрик эффективности и активности цифровизации инжинирингового проекта: группировку метрик на три блока; способ оценки анализируемых метрик, алгоритм анализа цифровизации проектов и принятия управленческих решений по их оптимизации.

Представленная методика позволяет идентифицировать проблемные зоны цифровизации в бизнес-процессах инжинирингового центра, а также определять, на каких направлениях была достигнута максимальная эффективность. Данная методика направлена на принятие управленческих решений относительно использования различных инструментов цифровизации бизнес-процессов в ходе реализации инжиниринговых проектов.

Ключевые слова: цифровизация бизнеса, бизнес-процессы, оценка цифровизации, инжиниринговые центры

Введение

Прогресс в развитии компьютерной техники и технологий привел к глобальным изменениям в процессах сбора, хранения и обработки информации. Это позволило автоматизировать многие рутинные операции, оцифровать их и передать на исполнение искусственному интеллекту. Массовое внедрение программных решений ознаменовалось переходом к неиндустриальной модели развития ("Цифровая экономика", "Индустрия 4.0"), что повлекло за собой кардинальные изменения в подходах к организации процессов на всех этапах выпуска продукции.

Переход компании к модели функционирования в рамках парадигмы "Индустрия 4.0" подразумевает значительные инвестиции, которые открывают новые возможности для повышения эффективности традиционных про-

цессов. Данное утверждение относится и к отрасли нефтепереработки, в том числе и в сфере инжиниринга. В то же время, по результатам экспертного опроса, проведенного компанией KMDA в 2018 г., компании, относящиеся к нефтегазовому сектору страны, имеют более низкий уровень цифровизации по сравнению с компаниями из большинства других отраслей (за исключением следующих отраслей: промышленность, туризм, издательский бизнес) [1].

Нефтегазовый комплекс — не самая простая отрасль для цифровизации. Внедрение новых технологий осложнено необходимостью соблюдения жестких требований безопасности, высоким уровнем ответственности, а также тем фактом, что в отрасли для управления традиционно используются сложные бизнес-процессы, а показатели доходности изначально достаточно высоки [2].

Данное положение дел коренным образом не соответствует стратегической цели, которая стоит перед нефтегазовым сектором страны, — повышению конкурентоспособности на мировом энергетическом рынке за счет развития инновационных технологий добычи, переработки и транспортировки нефти и газа. Следует отметить, что эти вызовы уже приняты рядом российских компаний нефтегазового сектора, которые активно реализуют пилотные проекты с использованием таких технологий, как искусственный интеллект и нейронные сети и машинное обучение. Следующей логической стадией должно стать тиражирование этих и других цифровых решений на большинстве предприятий отрасли. В частности, по прогнозам компании "Газпром нефть", развитие цифровых технологий позволит снизить капитальные и операционные расходы на 10 %, а также оптимизировать сроки выполнения проектов. Ожидаемый эффект составляет более 150 млрд руб. операционной прибыли в год [3].

Основным "проводником" цифровизации в нефтегазовом секторе должны стать инжиниринговые центры компаний, а способом внедрения цифровых технологий — инжиниринговые проекты. Особенностью таких проектов является тот факт, что они реализуются в тесном взаимодействии инжиниринговых центров, производственных площадок, поставщиков компонентной базы, независимых исследовательских центров, базовых кафедр в профильных вузах. Таким образом, посредством инжиниринговых проектов могут распространяться инструменты цифровизации по всем структурам вертикально интегрированных компаний.

Среди ожидаемых эффектов от массового использования цифровых технологий на предприятиях выделяют следующие:

- сокращение времени принятия решений;
- сокращение времени исполнения решений;
- сокращение сроков вывода продукции на рынок;
- оптимизация режимов работы оборудования и параметров процесса;
- оптимизация загрузки оборудования;
- повышение производительности и безопасности труда;
- логистическая оптимизация;
- повышение качества продукции;
- улучшение прогнозирования спроса;
- улучшение послепродажного обслуживания [4].

В связи с этим актуальным является вопрос анализа цифровизации инжинирингового проекта. Такой анализ должен позволять выявлять

лучшие практики и узкие места в процессах цифровизации и обеспечивать информационную базу для принятия управленческих решений, направленных на повышение эффективности использования цифровых технологий в компаниях нефтегазового сектора.

1. Критический анализ методик оценки цифровизации

Подавляющее большинство распространенных методик оценки цифровизации направлено на построение различных рейтингов или интегральных показателей, которые характеризуют степень активности внедрения различных цифровых технологий на уровнях стран, отраслей или предприятий [5]. Их область применения представлена в табл. 1.

Среди наиболее известных методик оценки цифровизации государств можно выделить: Digital Evolution Index, индекс E-intensity, IMD World Digital Competitiveness Ranking, ICT Development Index (IDI), Bloomberg Innovation Index, Networked Readiness Index (NRI), Knowledge Economy Index (KEI), Digital Economy and Society Index (DESI). Данные методики различаются по декомпозиции анализируемых параметров и акцентируют внимание на различных аспектах цифровизации. Однако они все анализируют такие направления развития национальных экономик, как развитие цифровой инфраструктуры страны, инновационный климат, политика государства в области цифровизации, уровень интенсивности использования цифровых технологий среди граждан. Данные индексы послужили базой для разработки методик анализа цифровизации на уровне отраслей и предприятий. Многие метрики заимствуются и адаптируются для исследования уровня цифровизации в различных отраслях.

Среди методик анализа цифровизации на уровне предприятий можно выделить (табл. 1): Digital quotient — DQ, Индекс зрелости Индустрии 4.0, RoCPS (Return on cyber-physical systems), ODM3 ("Модель зрелости цифровой производственной компании"), Индекс цифровизации российских энергокомпаний, TPRL (Technology Project Readiness Level). Дадим их более подробное описание.

Методика Digital quotient — DQ. Данная методика была разработана компанией McKinsey и позволяет проводить сравнительную оценку уровня цифровизации компаний по четырем направлениям: стратегия, цифровая культура,

Область применения методик анализа цифровизации в компаниях

Название методики	Область применения
Методика Digital quotient — DQ	Позволяет сравнивать уровень цифровизации компании по сравнению с другими фирмами. В качестве объекта сравнения выступает интегральный показатель, составленный на основе четырех групп факторов: стратегия, цифровая культура, компетенции и организационная модель
Индекс зрелости Индустрии 4.0	Позволяет определять, на каком этапе цифровой зрелости находится предприятие. Для этого выделены шесть этапов: "Информатизация"; "Связанность"; "Наглядность"; "Проницаемость"; "Предсказуемость"; "Самокоррекция". Анализ проводится по четырем структурным областям: ресурсы, информационные системы, культура и организационная структура
Методика RoCPS (Return on cyber-physical systems)	Позволяет проводить оценку экономического эффекта и окупаемости новых технологий. В методике используются такие экономические показатели, как возврат инвестиций в цифровизацию, рентабельность инвестиций в цифровизацию
Индекс цифровизации российских энергокомпаний	Позволяет определить уровень компании по развитию инноваций в соответствии с моделью Д. Мура — "догоняющий", "последователь", "продвинутый" или "цифровой". Для этого анализируются четыре функциональных блока: базовые требования; трансформация организационной структуры; бизнес-процессы; конкурентоспособность
TPRL — Technology Project Readiness Level (интегральный уровень готовности проекта к коммерциализации)	Позволяет анализировать готовность команды к реализации проектов с использованием цифровых технологий. Для этого исследуются шесть блоков: технологическая готовность; производственная готовность; инженерная готовность; организационная готовность; преимущества и риски; рыночная готовность и коммерциализация
Методика ODM3 (модель зрелости цифровой производственной компании)	Позволяет проводить сопоставительный анализ предприятий, визуализировать стадию развития компании, определять направления развития компании и экономический эффект от внедрения технологий. Для оценки применяются опросный лист и калькулятор диагностики зрелости

компетенции и организационная модель. На основании этого рассчитывается коэффициент цифровизации (Digital quotient — DQ) [6]. Исследования показали, что между этим показателем и доходностью компании наблюдается прямая зависимость [7]. В настоящее время многие компании включили этот индекс в список основных показателей своей эффективности, что позволяет им осуществлять мониторинг внедрения цифровых решений. Руководители компаний используют данный анализ, чтобы сравнить свои результаты с сотнями других организаций (в том числе и цифровыми лидерами), выявлять свои сильные и слабые стороны, определять приоритетные направления цифрового развития с наибольшим потенциальным эффектом.

Индекс зрелости Индустрии 4.0. Данная методика разработана в проектом центре Industrie 4.0 Maturity Center Немецкой академии технических наук (Acatech). Она позволяет оценить уровень технологического развития предприятия, его организационную структуру и перспективы с точки зрения внутренней корпоративной культуры на основе "Производственно-управленческой концепции". Анализ проводится по четырем структурным областям (ресурсы, информационные системы, культура и организационная структура) и пяти функци-

ональным областям (развитие, производство, логистика, обслуживание, маркетинг и продажи). В соответствии с этим определяется один из шести этапов зрелости предприятий: "Информатизация"; "Связанность"; "Наглядность"; "Проницаемость"; "Предсказуемость"; "Самокоррекция" [8].

Методика RoCPS (Return on cyber-physical systems). Эта методика была разработана в RWTH Aachen University, также есть адаптированный в "Сколково" к нашим условиям аналог этой методики. Основная особенность методики заключается в том, что в отличие от рейтинговых оценок и чек-листов (распространенных в других подходах к анализу цифровизации) она направлена на оценку экономического эффекта и окупаемости новых технологий на базе киберфизических систем. В рамках этой методики экономический эффект, получаемый от технологии, зависит от совокупных затрат на внедрение, прибыли и других доходов и рисков. Подобный подход с различными модификациями активно используется на различных предприятиях. Различные экономические показатели, такие как возврат инвестиций в цифровизацию, рентабельность инвестиций в цифровизацию, регулярно фигурируют в ежегодных отчетах крупных компаний.

Индекс цифровизации российских энергокомпаний. Данный индекс разработан в Центре энергетики Московской школы управления "Сколково" совместно с Центром системных трансформаций экономического факультета МГУ. В основу методологии заложено проведение самостоятельной оценки компании по 50 параметрам в рамках четырех тематических блоков:

а) базовые требования (степень административных, структурных и коммуникационных изменений);

б) перестроение организационной структуры (влияние цифровизации на операционную модель компании, коммуникацию с клиентами, уровень внедрения новых ИТ-решений, требования к персоналу);

в) трансформация бизнес-процессов (уровень оцифровки коммуникаций внутри компании, физических активов, эффективность использования генерируемых объемов данных);

г) конкурентоспособность (изменения в позиционировании компании на рынке в условиях формирования цифровых экосистем). По итогам оценки определяется уровень компании по развитию инноваций в соответствии с моделью Д. Мура — "догоняющий", "последователь", "продвинутый" или "цифровой" [9].

TPRL — Technology Project Readiness Level (интегральный уровень готовности проекта к коммерциализации). Эта методология подразумевает использование сбалансированного подхода к оценке готовности проектов и использует более широкий набор параметров, например, квалификацию команды, рыночную среду. Методика позволяет оценивать уровни и подуровни по следующим шести показателям: технологическая готовность (TRL); производственная готовность (MRL); инженерная готовность (ERL); организационная готовность (ORL); преимущества и риски (BRL); рыночная готовность и коммерциализация (CRL). Для анализа результативности проекта важно понимание как индивидуальных значений отдельных показателей, так и их суммирующего значения TPRL с учетом весовых коэффициентов [10].

Методика ODM3 (модель зрелости цифровой производственной компании). Данная методика разработана Московской школой управления "Сколково" и позволяет проводить сопоставительный анализ предприятий, визуализировать стадию развития компании, определять направления развития компании и экономический эффект от внедрения технологий. Для оценки применяются опросный лист

и калькулятор диагностики зрелости. Диагностику проводится по трем разделам: проектирование и технологическая подготовка производства; производство; управление и материально-техническое снабжение. Несомненным преимуществом данной методики является проведение детального анализа применения различных инструментов цифровизации на промышленном предприятии. В частности, в рамках анализа сегмента "проектирование и технологическая подготовка производства" исследуется практика использования таких инструментов цифровизации, как единое информационное пространство, цифровое моделирование и оптимизация процессов и продуктов, цифровой двойник выпускаемого продукта, корпоративная инновационная система и акселератор, интеллектуальная собственность предприятия. В рамках анализа сегмента "производство" исследуются используемые на предприятии практики: цифровой реверс-инжиниринг; аддитивное производство и быстрое прототипирование; энергоэффективность; автоматизированные рабочие места в цехах; производственные системы. В ходе анализа сегмента "управление и материально-техническое снабжение" исследуются: цифровое управление логистикой; трансфер технологий; кросс-отраслевая кооперация; партнерство с образовательными платформами; управление проектами. По каждому сегменту проводится оценка развития технологий по пятибалльной шкале (1 уровень — Ad-Hoc, 2 уровень — Defined, 3 уровень — Managed, 4 уровень — Integrated, 5 уровень — Optimized) [11].

2. Методика анализа цифровизации инжинирингового проекта в нефтегазовом секторе

Исходя из проведенного исследования существующих подходов и методик анализа (оценки) эффективности цифровизации можно констатировать, что они не в полной мере удовлетворяют актуальным потребностям инжиниринговых центров. В частности, следует отметить, что сложившиеся ранее методики:

- используют преимущественно анализ для отраслей или предприятий и не учитывают, что менеджмент инжиниринговых центров выстраивается в большей степени не из функциональной, а из проектной логики управления. Именно проекты, а не функциональные подсистемы менеджмента целесообразно анали-

зировать в ходе исследования процессов цифровизации в инжиниринговом центре;

- делают акцент на оценке активности внедрения различных цифровых технологий на предприятии. В то же время данные подходы уделяют недостаточно внимания анализу эффективности цифровизации;
- направлены на оценку интегральных показателей цифровизации. При этом само знание интегрального показателя (низкий или высокий) не позволяет принимать каких-либо управленческих решений об использовании или отказе от применения различных инструментов цифровизации.

В связи с этим для обеспечения контроля за эффективностью цифровизации инжиниринговых проектов, реализуемых в организациях бизнес-сектора нефтепереработки, нефтехимии, газопереработки ПАО "ЛУКОЙЛ", требуется разработка специализированной методики оценки, учитывающей особенности как самих инжиниринговых проектов, так и данной отрасли.

Специалистами ООО "ЛУКОЙЛ-Нижегородниинепроект" была разработана и в настоящее время тестируется в пилотной форме новая методика анализа цифровизации инжиниринговых проектов. В данную методику были заложены следующие принципы:

- **принцип открытых инноваций.** Инжиниринговый проект реализуется не только в самом инжиниринговом центре. Такой проект осуществляется в цепочке контрагентов: поставщики оборудования; независимые лаборатории и профильные кафедры вузов; инжиниринговый центр; производственные площадки (как входящие в холдинг, так и внешние);
- **принцип анализа цифровизации по всему жизненному циклу проекта.** Анализ цифровизации проекта целесообразно проводить не только исследуя цифровизацию в самом инжиниринговом центре, но и по всему его жизненному циклу, включая: НИОКР, формирование цепи поставок, внедрение в производство, тиражирование и сопровождение;
- **принцип анализа интенсивности и эффективности.** Активность внедрения инструментов цифровизации в рамках организации или проекта не всегда приводит к повышению эффективности. Вследствие этого целесообразно использовать два направления анализа: интенсивность (глубина) цифровизации проекта; эффективность применяемых цифровых инструментов или решений (экономический и организационный эффекты);

- **принцип оптимальности использования цифровых решений.** При оценке эффективности необходимо учитывать принцип оптимальности использования инструментов цифровизации (использование инструментов не должно быть самоцелью). Необходимо избегать дублирования инструментов. Стоимость использования инструментов цифровизации и трудозатраты на их внедрение и использование должны быть оправданы с точки зрения экономических или организационных эффектов.

Предлагаемая методика базируется на анализе перечня инструментов цифровизации, который отражен в подходе, применяемом на промышленных предприятиях, "Organizational Digital Manufacturing Maturity Model — ODM3" — анализ зрелости цифровой производственной компании (разработана Autodesk, Центр компетенций НТИ СПбПУ "Новые производственные технологии", Московская школа управления "Сколково") [12]. Однако особенности объекта исследования (инжиниринговые проекты в секторе Downstream) потребовали адаптации данного подхода. В частности, часть анализируемых в первоначальном подходе инструментов оказалась нерелевантной для инжиниринговых проектов. Другой логики потребовала и группировка анализируемых инструментов на блоки. Также в рамках разработанной методики было принято решение использовать два критерия (а не один, в отличие от первоначального подхода): интенсивность и эффективность использования различных цифровых инструментов.

Алгоритм анализа цифровизации инжинирингового проекта в нефтегазовом секторе в рамках предлагаемой методики состоит из следующих этапов (рис. 1, см. третью сторону обложки):

Этап 1. Экспертная оценка использованных в проекте инструментов цифровизации.

Данную процедуру целесообразно проводить после завершения реализации проекта. В качестве экспертов выступают менеджеры, технологи, инженеры и руководители проекта со стороны инжиниринговой компании, поставщиков, производственных площадок, независимых исследовательских центров, вовлеченных в проект. Рекомендуемое число экспертов — не менее 10. Эксперты должны ответить на два вопроса относительно использования инструментов цифровизации в проекте. В табл. 2 для примера представлены результаты экспертной оценки реализуемого ООО "ЛУКОЙЛ-Нижегородниинепроект" проекта цифровизации

Пример оценки проекта цифровизации битумного производства

Используемые в проекте инструменты цифровизации	Интенсивность использования инструмента (ось X)	Эффективность использования инструмента (ось Y)
1. Использование инструментов цифровизации в системе управления знаниями в ходе реализации инжинирингового проекта		
1.1. Использование систем "Информационные банки предложений улучшения процессов и продуктов" на предприятии и с внешними партнерами, а также производственными площадками	1,9	2,8
1.2. Использование систем "Базы знаний, сводов накопленного опыта (books of knowledge, handbooks)" на предприятии и с внешними партнерами, а также производственными площадками	2,1	3,2
1.3. Использование в ходе реализации проекта дата-центров, вычислительных кластеров, внутреннего облачного хранилища и информационной архитектуры предприятия и партнеров по проекту	2,2	3,0
1.4. Использование инструментальных технологических репозиторий или банков 3D-моделей	2,4	2,5
1.5. Использование цифрового реверс-инжиниринга в ходе реализации проекта (библиотеки 3D-сканов эксплуатируемого оборудования)	3,5	2,0
1.6. Использование в ходе реализации проекта электронного банка прототипов с результатами их испытаний	2,0	3,1
1.7. Использование корпоративной индустриальной, международной научно-технической и производственной библиотеки в ходе реализации проекта	3,1	2,4
2. Использование инструментов цифровизации на этапе проектирования (разработки) в ходе реализации инжинирингового проекта		
2.1. Использование аппаратных мощностей предприятия (FEA/CFD/CAE) или ресурсов партнеров по проекту при разработке нового продукта (продуктов)	1,9	1,8
2.2. Использование систем автоматизации анализа производительности и оптимизации производственных и бизнес-процессов (системы, инструменты и технологии process mining) в ходе реализации проекта	2,3	2,2
2.3. Использование аддитивных технологий в проекте	1,8	1,5
2.4. Использование технологий предиктивной аналитики при сервисе цифровых двойников в ходе реализации проекта	3,5	2,3
2.5. Использование автоматизированного проектирования (CAD) на предприятии и с внешними партнерами, а также производственными площадками	2,5	2,5
2.6. Использование интеграции PLM-MES-ERP (передача данных между системами автоматизации) на предприятии и с внешними партнерами, производственными площадками, сервисными организациями	3,2	3,8
2.7. Использование сбора данных при испытаниях оборудования с помощью SCADA системы в ходе реализации проекта	3,5	3,6
3. Использование инструментов цифровизации на этапах внедрения в производство и эксплуатации в ходе реализации инжинирингового проекта		
3.1. Использование возможностей цифровой обратной связи от продукта на стадии его эксплуатации	1,8	3,5
3.2. Использование технологий дополненной реальности в ходе реализации проекта	2,1	1,8
3.3. Использование в ходе реализации проекта практик удаленной сервисной поддержки, реализации шефмонтажа и пусконаладки через гарнитуры дополненной реальности	3,5	3,2
3.4. Использование автоматизированного анализа 3D-моделей для выбора оптимального производственного процесса и средств производства (DFM, design-for-manufacturability) в ходе реализации проекта	2,8	2,2
3.5. Использование автоматизированной технологической подготовки (CAM) на предприятии и с внешними партнерами, а также производственными площадками	3,2	2,2
3.6. Использование систем автоматизированного управления производственными процессами (MES) на предприятии и с внешними партнерами, а также производственными площадками	3,4	3,4
3.7. Использование систем автоматизированного управления ресурсами (ERP) на предприятии и с внешними партнерами, а также производственными площадками	2,8	3,4

процесса производства нефтяных битумов, который реализуется через создание цифрового двойника технологического процесса, основанного на высокоточных математических моделях. Применение моделей позволяет находить оптимальный режим работы технологической установки и оперативно адаптировать его в соответствии с изменениями внешних факторов.

Первый вопрос связан с интенсивностью использования инструментов, а второй — с его эффективностью. Всего в ходе опроса анализируется 21 инструмент цифровизации, все они сгруппированы в три блока: "Инструменты системы управления знаниями"; "Инструменты цифровизации на этапе проектирования (разработки)"; "Инструменты цифровизации на этапах внедрения в производство и эксплуатации". Экспертная оценка проводится по пятибалльной шкале (от 0 до 4). Далее по каждому полученному результату вычисляется среднеарифметическое значение.

Этап 2. Построение координатной матрицы анализа использования инструментов цифровизации в ходе реализации проекта. Среднеарифметические результаты, полученные в ходе экспертного опроса по каждому из 21 анализируемых инструментов, отражаются в матрице "интенсивность—эффективность" (рис. 2).

Построение координатной матрицы направлено на принятие управленческих решений относительно дальнейших управленческих практик использования различных инструментов цифровизации в инжиниринговом центре. Матрица разделена на четыре квадранта:

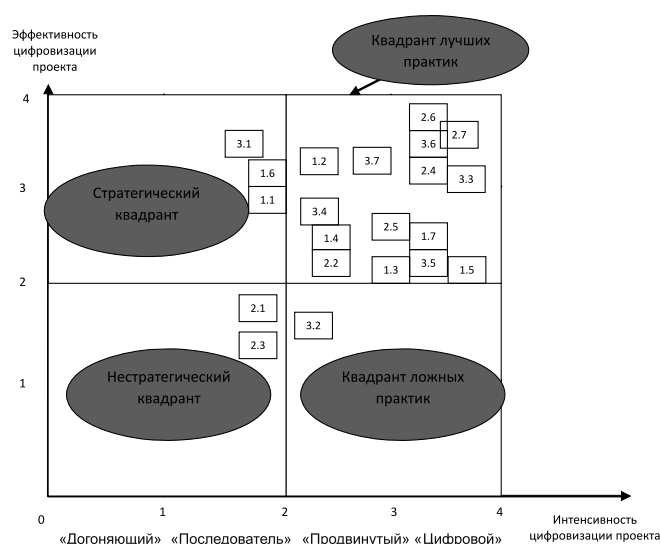


Рис. 2. Пример построения матрицы "эффективность—интенсивность цифровизации проекта"

- **Квадрант лучших практик.** Инструменты цифровизации, которые попадают в данный квадрант, активно были использованы в рамках анализируемого проекта и при этом доказали свою эффективность. Использование данных инструментов рекомендовано и для последующих проектов в том же объеме и том же формате.
 - **Стратегический квадрант.** Инструменты, которые попали в этот квадрант, показывают высокий уровень эффективности. В то же время они используются недостаточно интенсивно. Соответственно, первоочередной задачей является повышение интенсивности применения именно этих инструментов в практике реализации инжиниринговых проектов.
 - **Нестратегический квадрант.** Инструменты цифровизации, попадающие в этот квадрант, являются неэффективными, но они и не используются активно. Относительно данных инструментов нецелесообразно принимать каких-либо управленческих решений.
 - **Квадрант ложных практик.** Многие инструменты цифровизации могут быть использованы неуместно в рамках специфики определенного инжинирингового центра. Их активное использование может быть "навязано" различными консультантами или представителями других компаний, в рамках которых они были эффективны. Однако в рамках анализируемого проекта инструменты цифровизации, которые попали в этот квадрант, показали свою неэффективность (как с точки зрения экономического, так и организационного эффектов). Вопрос дальнейшего их использования должен быть рассмотрен с точки зрения следующих вопросов. Насколько правильно мы использовали инструмент? Если мы все делали правильно, но эффект отсутствует, можем ли мы заменить этот инструмент на какой-либо другой? Можем ли мы отказаться от использования данного инструмента? Ответы на эти вопросы важны для того, чтобы отказаться от использования ненужных в рамках специфики проектов цифровых инструментов. Пример построения координатной матрицы представлен на рис. 2.
- Этап 3. Принятие решений относительно использования инструментов цифровизации проектов.** На этом этапе принимаются решения, которые будут реализованы в последующих подобных проектах. Выявленные преимущества, недостатки и особенности использова-

ния различных инструментов цифровизации в инжиниринговых проектах позволяют принимать решения относительно:

- тиражирования лучших практик в другие проекты;
- интенсификации применения определенных инструментов цифровизации;
- отказа от использования неэффективных инструментов цифровизации.

Заключение

Для большинства компаний, в том числе и инжиниринговых центров, 2020 год ознаменовал собой вынужденную цифровую революцию. Организации активно начинают использовать ранее имеющиеся, но не используемые цифровые инструменты, внедряются новые технологические решения. В то же время, как показывает практика, далеко не все цифровые инструменты являются эффективными или релевантными для различных компаний. Выбор и внедрение таких инструментов на основе "проб и ошибок" не является эффективным путем цифровизации компаний. Такие решения следует применять на основе соответствующих методик и анализа управленческих практик.

Исходя из этого следует констатировать, что управленческий инструментарий анализа и внедрения инструментов цифровизации бизнеса в ближайшие годы будет активно развиваться. Следует также ожидать роста спроса со стороны компаний на услуги аудита цифровизации и технологического консалтинга. Однако коренным образом поменяется запрос на такие услуги: если ранее анализ цифровизации проводился преимущественно для вхождения в различного рода рейтинги (компания таким образом заявляла о проделанной цифровизации бизнес-процессов), то сейчас будут востребованы услуги, позволяющие принимать управленческие решения.

Представленная в данной статье методика позволяет выявить, в каком именно из блоков цифровизации есть определенные проблемы или достигнута максимальная эффективность,

а также принимать управленческие решения относительно оптимизации использования различных инструментов цифровизации в рамках реализации инжинирингового проекта.

Список литературы

1. **Цифровая** трансформация в России. Аналитический отчет на основе результатов опроса российских компаний 2018 / kmda.pro. 2018. 34 с. URL: https://drive.google.com/file/d/1k9SpULwBFt_kwGyrw08F0ELI49nipFUw/view.
2. **Туишев К.** Из "золотого века" в цифровую реальность // Нефтегазовая вертикаль. 2019. № 10. С. 38–41. URL: <http://www.ngv.ru/upload/iblock/f5c/f5cdca93116e1250a-2f6a5910c7ec6c5.pdf>.
3. **Ратников М.** Сколько зарабатывают на цифровизации Российские и зарубежные компании? // Форпост Северо-Запад, 2019. URL: <https://forpost-sz.ru/a/2019-07-08/skolko-zarabatyvayut-na-cifrovizacii-rossijskie-i-zarubezhnye-kompanii>.
4. **Боровков А., Бирбраер Р., Биленко П.** и др. Руководство по цифровой трансформации производственных предприятий, 2019. 172 с. URL: http://assets.fea.ru/uploads/nticenter/112019/Rukovodstvo_po_cifrovizacii_proizvodstvennyh_predpriyatij.pdf.
5. **Воропай Н. И., Губко М. В., Ковалев С. П.** и др. Проблемы развития цифровой энергетики в России // Проблемы управления. 2019. № 1. С. 2–14.
6. **Catlin T., Scanlan J., Willmott P.** Raising your Digital Quotient. McKinsey Digital. December. 2015. 136 p. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/raising-your-digital-quotient>.
7. **Мониторинг** развития информационного общества в Российской Федерации / Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/it/monitor_rf.xls.
8. **Шу Г., Андерл Р., Гауземайер Ю., Хомпель Т.** и др. Индекс зрелости Индустрии 4.0 — Управление цифровым преобразованием компаний / Национальная академия наук и техники Германии, Мюнхен, 2017 г. 68 с. URL: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_rus_Maturity_Index_WEB.pdf.
9. **Гимади В., Амирагян А., Поминова И.** и др. Газовые пути в Европу // Энергетический бюллетень. Вып. 81. Аналитический центр при Правительстве РФ. Февраль 2020. URL: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo_feb_2020.pdf.
10. **Петров А. Н., Сатори А. В., Филимонов А. В.** Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий // Экономика науки. 2016. Т. 2. С. 244–260.
11. **Биленко П. Н., Лысенко Л. В., Лысенко С. Л.** и др. Комплексная оценка развития предприятия как инструмент повышения производительности труда // Цифровое производство. Методы, экосистемы, технологии. Рабочий доклад Департамента Корпоративного обучения Московской школы управления СКОЛКОВО. М., Сколково, 03-2018. URL: <http://odm3.io/>.

M. R. Usmanov, Cand. Sc., General Director, e-mail: nnp@lukoil.com,
LUKOIL-NIZHEGORODNIINEFTEPROEKT, Nizhni Novgorod, 603006, Russian Federation,

D. A. Fomenkov, Associate Professor, Cand. Sc., e-mail: dfomenkov@hse.ru,

M. A. Shushkin, Professor, D. Sc., e-mail: mshushkin@hse.ru

National Research University Higher School of Economics, Nizhni Novgorod, 603093, Russian Federation

Digitalization Analysis of Engineering Projects Using the Oil and Gas Sector as an Example

The article outlines critical analysis of methods used in assessment of digitalization in companies and projects. Based on the results the authors infer the necessity of development of methods that might be used in analysis of engineering centers digitalization. The article presents new method that allows to estimate the level of intensity and effectiveness of different practices in digitalization. The method was tested in analysis of digitalization of engineering projects in oil industry. Digitalization is one of the main processes of changing modern business. Most companies actively declare the introduction of new digitalization tools in management. At the same time, these processes do not always lead to an increase in management efficiency. To make optimal decisions on the use of business digitalization tools, the development of appropriate analytical tools is required. The presented methodology includes: a set of metrics for the efficiency and activity of digitalization of an engineering project: grouping of metrics into three blocks; a method for evaluating the analyzed metrics, an algorithm for analyzing the digitalization of projects and making managerial decisions for their optimization. The technique presented in the article allows us to identify problem areas of digitalization in the business processes of the engineering center, as well as to determine in which directions the maximum efficiency was achieved. This methodology is aimed at making managerial decisions regarding the use of various tools for digitalizing business processes in the implementation of engineering projects.

Keywords: business digitalization, business processes, assessment of digitalization, engineering center

DOI: 10.17587/it.26.688-696

References

1. **Digital** Transformation in Russia. Analytical report based on the results of a survey of Russian companies, *kmda.pro*, 2018, 34 p., available at: https://drive.google.com/file/d/1k9SpULwBFt_kwGyrw08F0ELI49nipFUw/view (in Russian).
2. **Tuishev K.** From the Golden Age to Digital Reality, *Oil and Gas Vertical*, 2019, no. 10, pp. 38–41, available at: <http://www.ngv.ru/upload/iblock/f5c/f5cdca93116e1250a2f6a5910c7ec6c5.pdf> (in Russian).
3. **Ratnikov M.** How much do Russian and foreign companies earn on digitalization? *Forpost Severo-Zapad*, 2019, available at: <https://forpost-sz.ru/a/2019-07-08/skolko-zarabatyvayut-nacifrovizacii-rossijskie-i-zarubezhnye-kompanii> (in Russian).
4. **Borovkov A., Birbraer R., Bilenko P.** Guide digital transformation manufacturing companies, 2019, 172 p., available at: http://assets.fea.ru/uploads/ntcenter/112019/Rukovodstvo_po_cifrovizacii_proizvodstvennyh_predpriyatij.pdf (in Russian).
5. **Voropay N. I., Gubko M. V., Kovalev S. P.** et al. Digital energy development problems in Russia, *Control Sciences*, 2019, no. 1, pp. 2–14 (in Russian).
6. **Catlin T., Scanlan J., Willmott P.** Raising your Digital Quotient, McKinsey Digital, December, 2015, 136 p., available at: <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/raising-your-digital-quotient>.
7. **Monitoring** the development of the information society in the Russian Federation / Federal State Statistics Service, available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/it/monitor_rf.xls (in Russian).
8. **Schuh G., Anderl R., Gausemeier J.** et al. Maturity index Industry 4.0. Digital management company transformation (Acatech), Munich, Herbert Utz Verlag, 2017, 68 p., available at: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_rus_Maturity_Index_WEB.pdf (in Russian).
9. **Gimadi V., Amiragyan A., Pominova I.** et al. Gas routes to Europe / *Energy Bulletin*, iss. 81, Analytical Center under the Government of the Russian Federation. February 2020, available at: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/energo_feb_2020.pdf (in Russian).
10. **Petrov A. N., Satori A. V., Filimonov A. V.** Comprehensive assessment of the state of scientific and technical projects through the level of technology readiness, *Economics of Science*, 2016, vol. 2, pp. 244–260 (in Russian).
11. **Bilenko P. N., Lysenko L. V., Lysenko S. L.** et al. Comprehensive assessment of enterprise development as a tool to increase labor productivity, *Digital production. Methods, ecosystems, technologies*, Working report of the Corporate Training Department of the Moscow School of Management SKOLKOVO, Moscow, Skolkovo, 03-2018 (in Russian), available at: <http://odm3.io/>

Рисунок к статье М. Р. Усманова, Д. А. Фоменкова, М. А. Шушкина

«АНАЛИЗ ЦИФРОВИЗАЦИИ ИНЖИНИРИНГОВЫХ ПРОЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ НЕФТЕГАЗОВОГО СЕКТОРА»

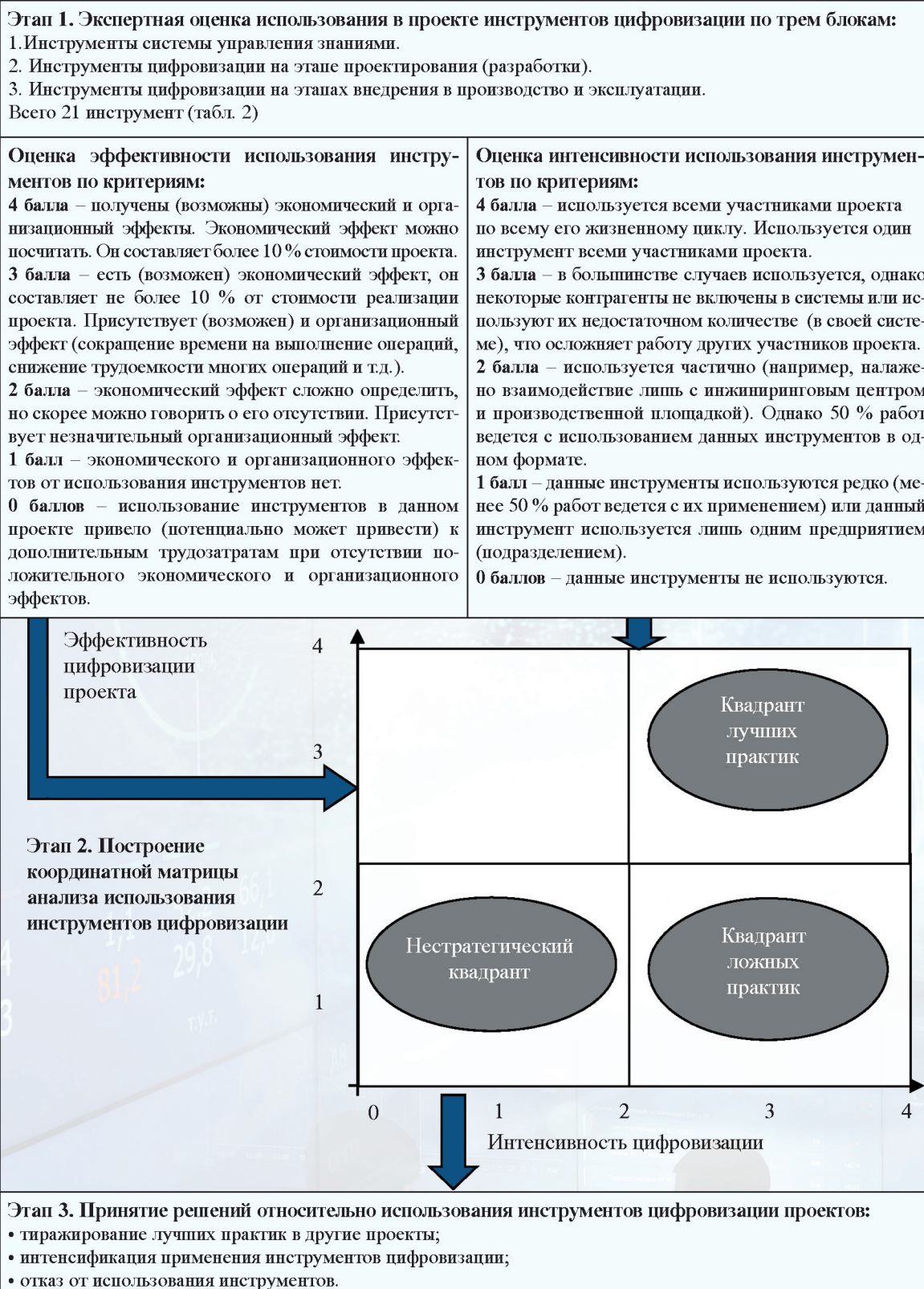


Рис. 1. Алгоритм анализа цифровизации инженеринговых проектов