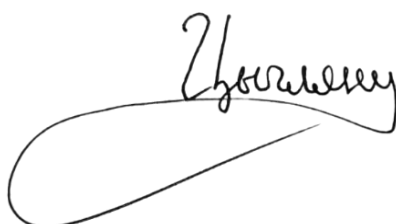


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»

На правах рукописи

Цыгляну Павел Павлович



**РАЗВИТИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНЖИНИРИНГОВЫМИ
ПРОЕКТАМИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ КОМПАНИИ**

Специальность 5.2.6. Менеджмент

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
кандидат экономических наук, доцент
Ромашева Н.В.

Санкт-Петербург –2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИНЖИНИРИНГОВЫХ ПРОЕКТОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ КОМПАНИИ	12
1.1 Актуальное состояние и проблемы развития российского нефтегазового комплекса	12
1.2 Теоретические основы инжиниринга	30
1.3 Сущность инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании и факторы, влияющие на их реализацию	46
1.4 Выводы по Главе 1	53
ГЛАВА 2 КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ИНЖИНИРИНГОВЫМИ ПРОЕКТАМИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ КОМПАНИИ	57
2.1 Анализ подходов и методов выбора инжиниринговых проектов.....	57
2.2 Анализ подходов и методов управления реализацией инжиниринговых проектов.....	68
2.3 Разработка методического подхода к выбору инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании	84
2.4 Разработка методического подхода к управлению реализацией инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании	97
2.5 Выводы по Главе 2	109
ГЛАВА 3 ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ ИНЖИНИРИНГОВЫМИ ПРОЕКТАМИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ КОМПАНИИ	112
3.1 Управление инжиниринговыми проектами в компании ПАО «Газпромнефть»	112

3.2 Апробация методического подхода к выбору инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании	118
3.3 Апробация методического подхода к управлению реализацией инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании	124
3.4 Выводы по Главе 3	136
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	138
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	141
ПРИЛОЖЕНИЕ А Анкета по вопросам реализации нефтегазовых инжиниринговых проектов	166
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Результаты, определяющие уровень готовности проекта.....	167
ПРИЛОЖЕНИЕ В Таблицы попарного сравнения проектов.....	170
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Акт о внедрении результатов диссертационного исследования.....	172

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Современное состояние российского нефтегазового комплекса характеризуется влиянием значительного количества внешних и внутренних вызовов, ограничивающих возможность его функционирования и дальнейшего развития. Усиление санкционного давления в отношении Российской Федерации и уход зарубежных отраслевых партнеров, высокая импортозависимость и отсутствие современных видов технологий и оборудования на различных этапах производственного цикла, осложнение условий и увеличение себестоимости добычи углеводородов, обусловленные увеличением доли трудноизвлекаемых запасов, высокая капиталоемкость нефтегазовых проектов, а также иные проблемы развития нефтегазового комплекса в значительной степени снижают эффективность нефтегазовых проектов, а в ряде случаев приводят к закрытию проектов и потере инвестиций, понесенных нефтегазовыми компаниями. Вместе с тем, высокая ресурсоориентированность российской экономики, выраженная в необходимости обеспечения внутреннего и внешнего спросов на углеводороды и восполнения бюджетов различных уровней, определяют необходимость устойчивого развития российского нефтегазового комплекса и решения актуальных отраслевых проблем, основной из которых является необходимость создания технологических решений путем осуществления нефтегазовых инжиниринговых проектов.

Реализация инжиниринговых проектов позволит нефтегазовым компаниям снизить отрицательное влияние указанных проблем, восполнить свой технологический арсенал и сформировать основу энергетического и технологического суверенитета отрасли и государства. Однако, осуществление данных проектов подвержено воздействию ряда факторов различной природы и управляемости, которые актуализируют необходимость разработки и применения современных подходов к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании.

Степень разработанности темы исследования.

Исследованию вопросов развития российского нефтегазового комплекса в

условиях внешних и внутренних вызовов, необходимости достижения технологического суверенитета отрасли посвящены работы отечественных и зарубежных ученых: Н.В. Василенко, Н.А. Еремина, О.В. Жданеева, Е.В. Ишковой, Н.О. Капустина, А.Е. Конторовича, М.Н. Крук, А.М. Мастепанова, Т.А. Митровой, Р.Х. Муслимова, И.В. Проворной, Н.В. Ромашевой, Т.Ю. Семеновой, В.Ю. Силкина, А.М. Фадеева, И.В. Филимоновой, А.Е. Череповицына, Ю.К. Шафраника, Дж. Хендерсона (J. Henderson) и др.

Теоретические аспекты инжиниринга, включающие его понятийный аппарат и классификации, а также особенности реализации инжиниринговой деятельности, представлены в исследованиях Ф.В. Веденеева, М.А. Гершмана, А.В. Гинзбурга, С.В. Иванова, С.А. Кесаева, В.В. Кондратьева, С.Н. Ларина, К.С. Литвинова, В.Я. Лоренца, И.И. Мазура, Ю.В. Медяник, С.А. Мишина, Н.Г. Ольдерогге, Л.К. Осики, С.А. Тулупова, В.Д. Шапиро и др.

Особенности инжиниринговой деятельности в нефтегазовой компании, а также факторы, влияющие на ее реализацию, были исследованы учеными: О.В. Андруховой, М.В. Двойниковым, Д.М. Дмитриевой, Р.Р. Исмагиловым, А.А. Каверинным, А.И. Левиной, О.В. Пожарницкой, С.В. Размановой, И.Б. Сергеевым, А.М. Сираевым, М.Ю. Шкатовым, С. Кимблтоном (S. Kimbleton), Дж. Мэйтсоном (J. Matson), С. Мэллани (S. Mallany) и др.

Вопросы управления проектами создания технологических решений, в том числе аспекты их выбора, оценки и управления реализацией исследовались в работах И.В. Бурениной, И.В. Ильина, А.В. Комарова, Т.В. Пономаренко, А.Н. Петрова, А.В. Сартори, А.В. Филимонова, Д.З. Хаердиновой, М.М. Хайкина, А.В. Хорошавина, Н. Азизян (N. Azizian), А. Брема (A. Brem), Дж. Вика (J. Vik), Ч. Ву (C. Wu), Р. Гове (R. Gove), П. Кобоса (P. Kobos), Р. Купера (R. Cooper), В. Къезы (V. Chiesa), Дж. Манкинса (J. Mankins), Д. Мурхауса (D. Moorhouse), Дж. Рамиреза-Маркеза (D. Ramirez-Marquez), М. Сартаса (M. Sartas), Б. Сосера (B. Sauser), Т. Саати (T.L. Saaty) и др.

Однако, несмотря на широкий перечень исследований по приведенным аспектам в научной литературе, требуется совершенствование подходов и инструментария управления инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании, учитывающих отраслевую специфику и позволяющих принимать обоснованные инвестиционные решения, в связи с чем данная проблематика является актуальной.

Объект исследования – инжиниринговые проекты, реализуемые нефтегазовыми компаниями.

Предмет исследования – концептуальные и методические подходы к управлению инжиниринговыми проектами, реализуемыми нефтегазовыми компаниями на стадиях выбора и реализации.

Цель диссертационного исследования: разработка и обоснование концептуального подхода к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании для повышения эффективности процессов их выбора и реализации.

Основная научная идея: концептуальный подход к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании должен включать инструментарий, который учитывает отраслевую специфику, обеспечивает обоснованное принятие инвестиционных решений, способствует повышению вероятности успешной реализации проектов и заключается в применении двухстадийной оценки проектов в процессе их выбора и комплексной оценки готовности технологического решения в процессе реализации.

Основные задачи диссертационного исследования:

1. провести анализ текущего состояния и проблем современной нефтегазовой отрасли России с целью обоснования значимости и необходимости осуществления инжиниринговой деятельности нефтегазовыми компаниями;
2. исследовать понятийный аппарат и существующие классификации инжиниринга, сущность и особенности инжиниринга в нефтегазовой отрасли, а также выявить факторы, влияющие на содержание процесса реализации инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании, с целью определения возможности управления ими;

3. выполнить сравнительную оценку методических подходов и инструментов управления инжиниринговыми проектами на стадиях выбора и реализации с целью определения возможности их применения в нефтегазовых компаниях;

4. разработать методические подходы к выбору и управлению реализацией инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании;

5. осуществить апробацию и обосновать применение предложенных подходов к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании на стадиях выбора и реализации.

Научная новизна работы:

1. уточнено понятие «нефтегазовый инжиниринговый проект (инжиниринговый проект в нефтегазовой компании)» в рамках процесса технологического развития российских отраслевых компаний;

2. выявлены и классифицированы экономические, организационные, политико-правовые, экологические и социальные факторы осуществления инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании с целью совершенствования подхода к их управлению на стадиях выбора и реализации;

3. разработан методический подход к выбору инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании, включающий инструментарий предварительной оценки проекта, учитывающей его технологическую реализуемость и чистую приведенную стоимость, и детальной оценки проекта на основе классификации нефтегазовых инжиниринговых проектов и принципа приоритетности, реализуемой методами балльной оценки и анализа иерархий с учетом ключевых особенностей проектов;

4. предложен методический подход к управлению реализацией инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании, основанный на применении инструментария, включающего обоснованный набор показателей, модель комплексной оценки готовности разрабатываемой технологии и алгоритм принятия управленческих решений в рамках жизненного цикла процесса реализации проекта.

Теоретическая значимость работы заключается в обобщении и систематизации научных знаний в области осуществления инжиниринговой деятельности в

нефтегазовой отрасли, а также в области разработки методических подходов к управлению нефтегазовыми инжиниринговыми проектами на основе совершенствования инструментария по их выбору и управлению реализацией.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения предложенного концептуального подхода к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании, позволяющего обосновать целесообразность принимаемых инвестиционных решений и повысить вероятность реализации инжиниринговых проектов. Результаты диссертации использованы в деятельности АО «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция» (Акт внедрения от 06.06.2023 г., Приложение Г).

Методология и методы исследования. Теоретической и методической базой исследования являются научные труды зарубежных и отечественных ученых, посвященные изучению основ инжиниринга, особенностей реализации инжиниринговых проектов в нефтегазовой отрасли, а также подходов и инструментария управления инжиниринговыми проектами, которые представлены в виде монографий, статей периодических изданий, материалов конференций, отраслевых документов, авторефератов диссертаций и диссертаций. Информационная база исследования сформирована на основе международных и российских нормативно-правовых актов, корпоративных документов отраслевых компаний, информационно-аналитических материалов международных и российских статистических служб, профильных министерств и организаций, научных публикаций по теме исследования. Методический инструментарий исследования включает научные методы критического анализа литературы, классификации, синтеза, группировки, сравнения и обобщения, проектный подход, методы статистического и технико-экономического анализа, балльной оценки, анализа иерархий, инвестиционной оценки проектов, математического моделирования.

Защищаемые научные положения:

1. Значимость российского нефтегазового комплекса для национальной экономики и современные проблемы его развития, характеризующиеся преобладающей технологической направленностью, с одной стороны, а также совокупность

факторов, влияющих на осуществление инжиниринговых проектов, с другой, обосновывают необходимость разработки концептуального подхода к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании на основе применения методического инструментария по выбору проектов и управлению их реализацией.

2. Выбор инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании должен включать стадии предварительной и детальной оценки, что позволит систематизировать проекты по категориям с точки зрения целесообразности их осуществления и обосновать необходимость включения конкретных проектов в портфель компании на основе их классификации и приоритетности.

3. Управление реализацией инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании должно осуществляться на основе предлагаемого инструментария, позволяющего осуществлять комплексную оценку готовности технологического решения, выявлять проблемы, возникающие в процессе реализации проекта, проводить анализ возможностей их устранения с целью снижения погрешности при оценке эффектов проекта, повышения качества планирования его доходной и расходной частей и принятия обоснованных инвестиционных решений в рамках жизненного цикла проекта.

Полученные научные результаты соответствуют паспорту специальности 5.2.6. Менеджмент:

- п. 16. Теория и методология управления проектами. Процессы, методы, модели и инструменты управления проектами и программами. Управление рисками (риск-менеджмент);
- п. 29. Развитие методов принятия инвестиционных решений в организациях различных типов.

Степень достоверности результатов исследования обеспечивается применением современных методов выбора и оценки проектов, технико-экономического и инвестиционного анализа, анализом значительного объема актуальных научных публикаций, аналитической и статистической информации, отраслевых и корпоративных документов по тематике исследования.

Автором проведены практические исследования по выбору инжиниринговых проектов на основе методов балльной оценки и анализа иерархий с целью ранжирования и отбора наиболее перспективных для компании проектов, а также исследования по оценке экономической эффективности инжиниринговых проектов на основе классических (NPV) и вероятностных (EMV) показателей экономической эффективности с целью обоснования необходимости учета фактора технологического риска при реализации инжиниринговых проектов.

Апробация работы.

Основные результаты и главные идеи диссертационного исследования были представлены на следующих научных конференциях:

- II Межвузовский научный семинар с международным участием «Современное общество: проблемы, противоречия, решения» (Санкт-Петербургский горный университет, 30 апреля 2021 г.);
- Национальная (Всероссийская) научно-практическая конференция с зарубежным участием «Цифровая экономика, умные инновации и технологии» (ИН-ПРОМ-2021) (Санкт-Петербургский горный университет, 18-20 апреля 2021 г.);
- Научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (Санкт-Петербургский горный университет, 22-23 марта 2021 г.);
- Научная конференция студентов и молодых ученых «Полезные ископаемые России и их освоение» (Санкт-Петербургский горный университет, 11-29 апреля 2022 г.);
- VII Международная конференция «MEET-2022 (MANAGEMENT, ECONOMICS, ETHICS, TECHNICS)» (Санкт-Петербургский горный университет, 06-07 октября 2022 г.).

Личный вклад автора заключается в постановке и обосновании цели, формулировании задач, выборе объекта, предмета и методов исследования; анализе актуального состояния и проблем российского нефтегазового комплекса, определяющих необходимость развития инжиниринговой деятельности в нефтегазовых компаниях; уточнении понятийного аппарата инжиниринга и систематизации видов

инжиниринговой деятельности; анализе сущности, особенностей и факторов реализации инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании; анализе существующих подходов и инструментов выбора и управления реализацией инжиниринговых проектов; разработке и апробации концептуального подхода к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании на стадиях выбора и реализации с целью принятия обоснованных инвестиционных решений.

Публикации. Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 5 опубликованных работах (пункты списка литературы – 4, 5, 86, 172, 173), в том числе в 2 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, в 2 статьях – в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus (по состоянию на 20.07.2023 статья (№172 в списке литературы) проиндексирована).

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 183 наименования, и 4 приложения. Содержит 173 страницы машинописного текста, 40 рисунков и 41 таблицу.

Благодарности.

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю – к.э.н., доценту Н.В. Ромашевой, д.э.н., профессору А.Е. Череповицыну, аспиранту А.П. Лебедеву, а также коллективу кафедры экономики, организации и управления Горного университета, менеджеру по оценке инновационных проектов блока по развитию открытых инноваций и новых бизнесов ООО «Газпромнефть-Технологические партнерства» А.В. Ненько, руководителю направления оценки и мониторинга технологических проектов управления эффективности инвестиций ООО «Газпромнефть НТЦ» К.В. Игнатьеву, руководителю направления по инвестиционному планированию и мониторингу кластера «Традиционные запасы» управления инвестиционного планирования ООО «Газпромнефть-ГЕО» А.С. Кинаху за помощь в подготовке диссертации.

ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ИНЖИНИРИНГОВЫХ ПРОЕКТОВ В НЕФТЕГАЗОВОЙ КОМПАНИИ

1.1 Актуальное состояние и проблемы развития российского нефтегазового комплекса

Нефтегазовый комплекс (НГК) является одной из ключевых отраслей экономики Российской Федерации, так как ввиду ее ресурсно-ориентированной направленности он создает основу для ее функционирования и формирует перспективы дальнейшего развития [119]. Значимость российского нефтегазового комплекса остается высокой как на глобальном, так и национальном уровнях, поскольку он обеспечивает потребности в энергоресурсах на внешнем и внутреннем рынках и формирует основу энергетического и технологического суверенитета государства [19].

Российский нефтегазовый комплекс создает серьезные стимулы для развития национальной экономики: по результатам 2022 года на долю нефтегазового сектора приходится до 18,1 % ВВП Российской Федерации, 41,7% доходов федерального бюджета, а также 42% экспорта [49, 79, 80]. Несмотря на отказ ряда европейских стран от российских углеводородов в 2022 году глобальный спрос на них по-прежнему остается на высоком уровне: по данным рейтингового агентства Fitch Ratings, на долю российской нефти в глобальном импорте приходится примерно 10% [121], а на долю природного газа, по данным ОПЕК – 16% [154].

Степень разведанности запасов.

Согласно данным профессиональной организации Energy Institute на 2023 год Российская Федерация занимает 6 место в мире по разведанным запасам нефти (6,2% от мировых запасов) и 1 место по разведанным запасам природного газа (19,9% от мировых запасов) [115]. По данным Минприроды России на 2021 год, запасы нефти по категориям А+В₁+С₁ составляют 19 млрд т, газового конденсата – 2,2 млрд т, природного газа – 47,7 трлн м³ [11]. Динамика прироста запасов нефти и природного газа, представленная на рис. 1.1.1-1.1.2, на фоне уровней добычи со-

ответствующих лет свидетельствует о полноценном восполнении добытых запасов: так, прирост запасов нефти и газового конденсата в 2022 году составил не более 600 млн т при уровне добычи в 535,1 млн т, а прирост запасов природного газа – 675 млрд м³ при добыче в 672 млрд м³.

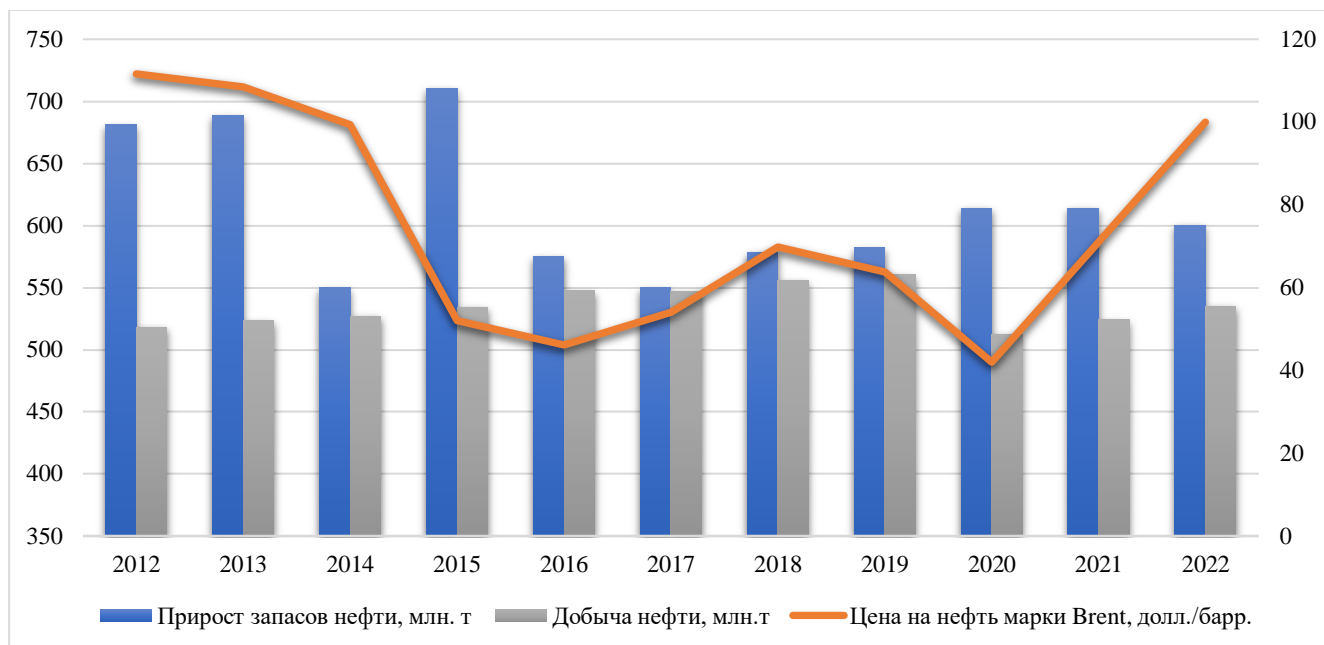


Рисунок 1.1.1 – Динамика прироста запасов и добычи нефти в РФ в период 2012-2022 гг. [27, 84, 97, 105, 106, 107, 108, 109, 110]

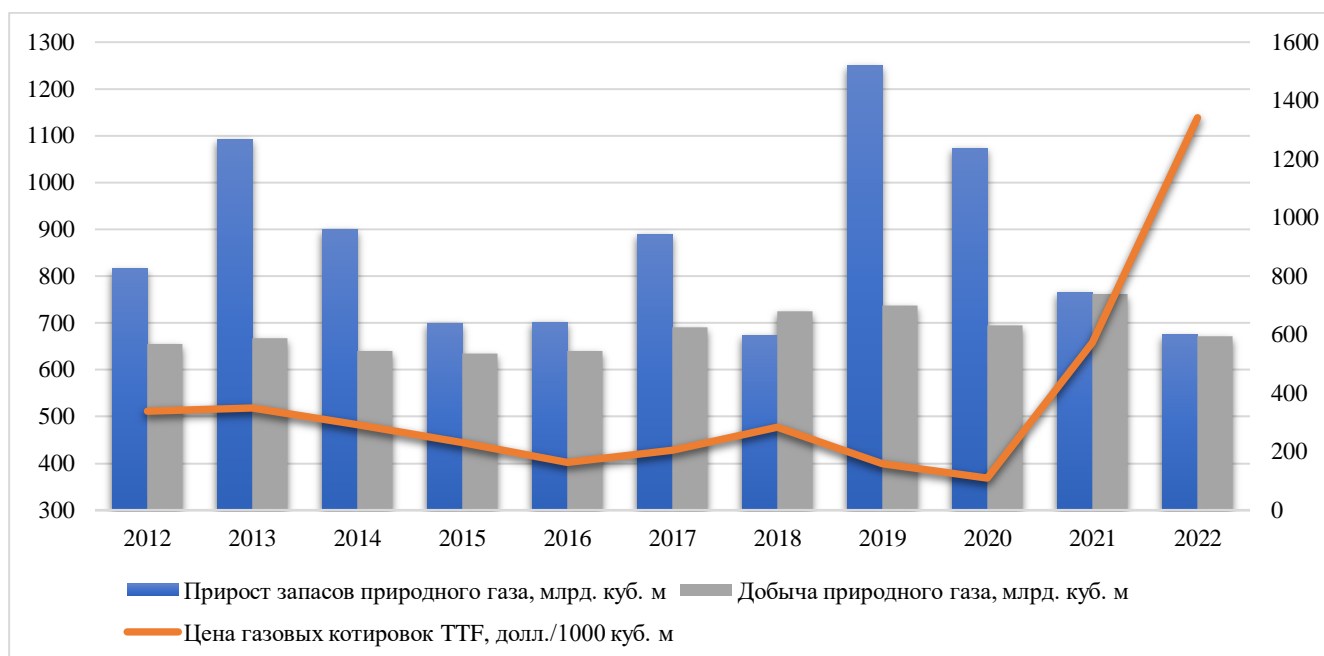


Рисунок 1.1.2 – Динамика прироста запасов и добычи природного газа в РФ в период 2012-2022 гг. [27, 84, 97, 105, 106, 107, 108, 109, 110]

Добыча и экспорт нефти и природного газа.

По уровню годовой добычи нефти Российская Федерация входит в тройку стран-лидеров: США – 892 млн т, Саудовская Аравия – 539 млн т, РФ – 535 млн т [75, 84, 151].

На рисунке 1.1.3 представлена динамика добычи и экспорта нефти в период с 2012 по 2022 год и соответствующая им динамика цены на нефть.

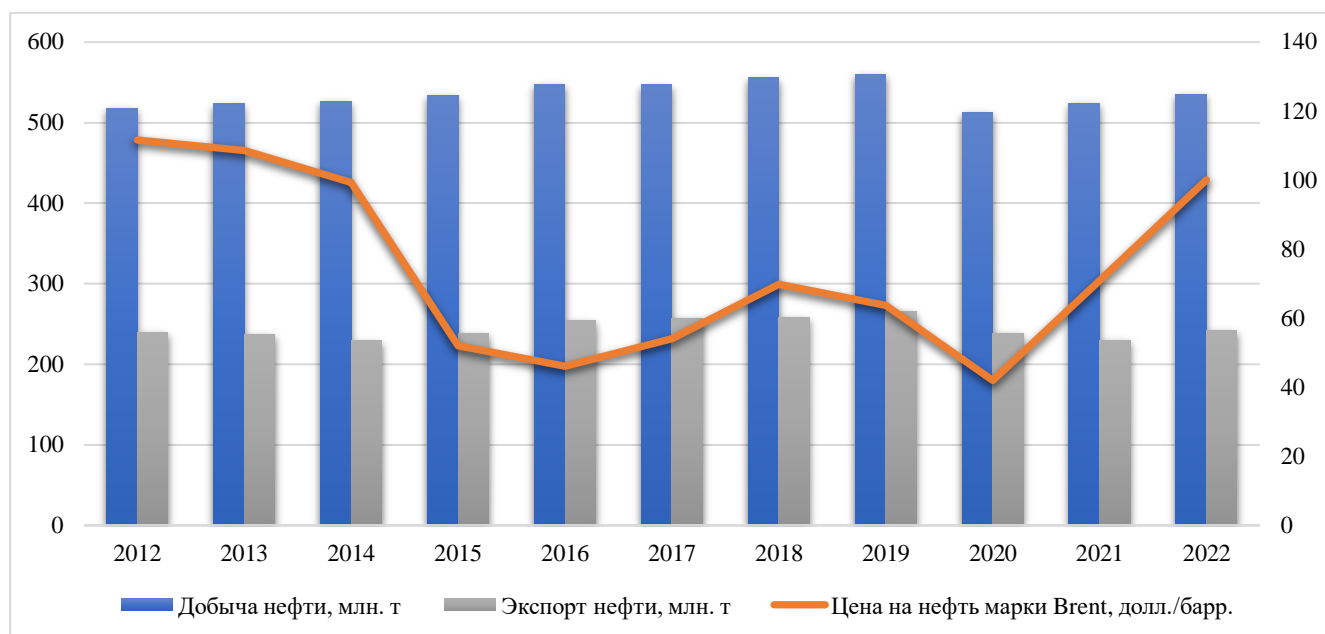


Рисунок 1.1.3 – Динамика добычи и экспорта нефти в РФ в период 2012-2022 гг. [27, 80, 84, 97, 105, 106, 107, 108, 109, 110]

За период последних 10 лет отмечается положительный тренд российской нефтедобычи, вызванный увеличением глобального энергопотребления, который прервался в конце 2019 – начале 2020 года в связи с возникшей эпидемиологической обстановкой и постепенно восстанавливается к показателям доковидного периода [84, 97]. Современная геополитическая ситуация, обусловленная санкционным давлением в отношении Российской Федерации, создала дополнительные сложности для развития российского нефтегазового сектора и сформировала серьезный импульс для его трансформации. В связи с отказом от российской нефти и нефтепродуктов, а также введением на нее дисконта цены большинством европейских стран логистические цепочки были переориентированы в страны Азиатско-Тихоокеанского региона, в частности Индию и Китай, а также африканские и лати-

ноамериканские государства. Данное решение, вопреки многим прогнозам, позволило не только сохранить добычу и экспорт на прежних уровнях, но также способствовало их увеличению – прирост добычи в 2022 году составил 2% г/г, прирост экспорта – 7 % г/г [84].

По уровню годовой добычи природного газа Российская Федерация занимает второе место после США: США – 975 млрд м³, РФ – 672 млрд м³ [75, 84, 151]. На рисунке 1.1.4 представлена динамика добычи и экспорта природного газа в период с 2012 по 2022 год и соответствующая им динамика цены на природный газ.



Рисунок 1.1.4 – Динамика добычи и экспорта природного газа в РФ в период 2012-2022 гг. [27, 80, 84, 97, 105, 106, 107, 108, 109, 110]

В связи с постепенным исчерпыванием традиционных запасов нефти и природного газа современные тенденции в российском нефтегазовом секторе характеризуются большим вовлечением в разработку трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ) углеводородов: за период последних 9 лет доля разведанных ТРИЗ нефти увеличилась на 30%, что составляет в среднем 3% прироста в год, а прирост годовой добычи ТРИЗ в среднем составляет 3,75% [11]. Данные особенности формируют дополнительные требования по техническому и технологическому обеспечению деятельности нефтегазовых компаний, выполнение которых позволит им отвечать на

актуальные отраслевые вызовы и осуществлять эффективное освоение месторождений углеводородов.

Нефтесервисные услуги.

Развитие российского рынка нефтесервисных услуг находится в тесной взаимосвязи с тенденциями, господствующими на мировом нефтяном рынке (рис. 1.1.5).



Рисунок 1.1.5 – Динамика объема российского нефтесервисного рынка, млрд долл. США¹ [27, 78, 105, 106, 107, 108, 109, 110]

Ввиду специфики российского нефтесервисного рынка выделяются два основных блока услуг:

- геологоразведочные работы на углеводородное сырье;
- нефтесервисные услуги, включающие бурение и ремонт скважин, геофизические исследования скважин и сопровождение бурения, а также сейсморазведку. Данный перечень услуг составляет 90% российского нефтесервисного рынка в денежном выражении [110].

Неблагоприятная эпидемиологическая обстановка 2020 года отрицательно сказалась также и на рынке нефтесервисных услуг: по итогам 2020 года объем рынка снизился до 21,9 млрд долл. (-20% г/г), в частности по геологоразведке – на

¹ В качестве валюты расчета выбран доллар США, так он лучше отражает сходство динамик глобального нефтяного рынка и российского рынка нефтесервисных услуг

УВС на 5% г/г, по нефтесервисным услугам – на 23% г/г. Причинами столь значительного снижения объема рынка стали перенос ряда проектов на более поздние годы, снижение объемов поисково-разведочного и эксплуатационного бурения и сопутствующих сервисов, которые были обусловлены отрицательными ожиданиями компаний относительно роста и прогнозами о снижении цены на нефть до 40 долл./барр. во втором полугодии 2020 года [110].

Частичное восстановление спроса на мировом рынке нефти в 2021 году привело к увеличению объема российского рынка нефтесервиса – по итогам года объем рынка составил 24 млрд долл. (+10% г/г), из которых 21,4 млрд долл. пришлось на нефтесервисные услуги, а 3,6 млрд долл. на геологоразведку на углеводородное сырье [151].

Восстановление российского рынка нефтесервисных услуг в 2022 году было прервано антироссийским санкционным давлением стран Европейского Союза и США, повлекшим снижение объема рынка до 20 млрд долл. США (-17% г/г). Непосредственной причиной столь значительного спада является, по мнению экспертов, концентрация высокотехнологических видов сервиса у зарубежных партнеров и высокая зависимость российских компаний от импортного оборудования [69]. Приостановка деятельности «большой нефтесервисной четверки» (Halliburton, Schlumberger, Baker Hughes и Weatherford) на территории России создала риски невыполнения необходимого количества операций на скважинах, что может потенциально привести к падению добычи: по мнению экспертов компании стратегического консалтинга «Яков и Партнеры», сохранение данной ситуации в длительной перспективе может привести к снижению добычи нефти к 2030 году на 20% [69]. Анализ рынка нефтесервиса РФ позволил выявить уязвимость российских подрядчиков при оказании спектра услуг, касающихся технологий гидроразрыва пласта (ГРП) (доля западных компаний – 52%), измерений и исследований во время бурения (LWD/MWD) (56% импорта), а наиболее зависимыми по-прежнему остаются технологии освоения шельфовых месторождений, в частности плавучие буровые установки (90%), оборудование для морской добычи (80%), морская сейсморазведка (70%) и суда обеспечения (80%) [69].

Для решения данной проблемы необходимо объединить усилия различных участников (нефтегазовых, нефтесервисных компаний, производителей оборудования и др.) с целью осуществления процесса полномасштабного импортозамещения, в рамках которого необходимо определить механизм взаимодействия между участниками, а также требуемые меры господдержки, обсуждение которых должно осуществляться с привлечением всех заинтересованных сторон [69].

Переработка нефти.

По состоянию на конец 2022 года Российская Федерация расположилась на третьем месте среди стран лидеров по объемам переработки нефти после США и Китая – на долю США приходится 18,7% мирового объема нефтепереработки, на долю Китая – 16%, на долю РФ – 6,6% [27]. На рисунке 1.1.6 представлена динамика объемов и глубины переработки нефти в России в период с 2012 по 2022 год.

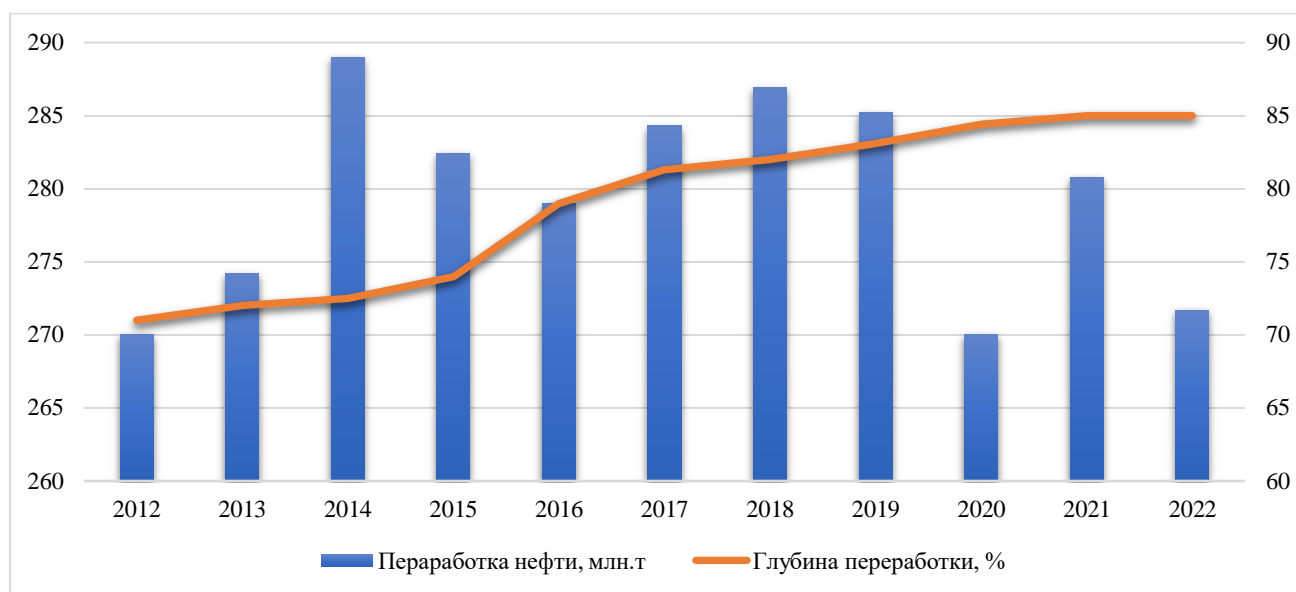


Рисунок 1.1.6 – Динамика переработки нефти в РФ в период 2012-2022 гг.

[27, 84, 97, 105, 106, 107, 108, 109, 110]

Нефтеперерабатывающая отрасль достаточно чувствительна к изменениям потребительского спроса и подвержена тенденциям основных макроэкономических показателей. В связи со сложной глобальной эпидемиологической ситуацией в 2020 году российская нефтепереработка испытала значительный спад спроса на нефтепродукты как на российском рынке, так и на зарубежных, что повлекло снижение объема переработки на 7% г/г [81]. Ослабление ковидных ограничений в 2021 году привело к постепенному восстановлению спроса, в связи с чем отметился

прирост объема переработки нефти на 4% г/г. Усиление антироссийского санкционного давления в 2022 году отрицательно сказалось на всей нефтегазовой отрасли, но в большей степени на нефтепереработке: отказ западных стран от российских нефтепродуктов повлек необходимость переориентации товарных потоков на восток, в первую очередь, Китай и Индию, однако, данный маневр не был полноценно реализован в связи с профицитом предложения на внутренних рынках данных государств, вызванным перепроизводством топлив [84]. Данная ситуация привела к необходимости оперативного поиска потребителей и снижению объема переработки на 8% г/г, что поставило под сомнение дальнейшие перспективы развития российского нефтеперерабатывающего сектора.

В отличие от объема переработки динамика средней глубины переработки нефти является устойчиво положительной: за последние 10 лет глубина переработки увеличилась на 13%, приблизившись к рекордным 85%. Данные показатели были достигнуты во многом благодаря реализации национальной программы модернизации, в рамках которой осуществлялось и продолжает осуществляться переоборудование существующих мощностей по переработке и ввод новых установок, что позволило увеличить объем выпуска автомобильного бензина и дизельного топлива экологического класса К5, а также обновить технологические мощности РФ и обеспечить возможность достижения технологического суверенитета отечественной нефтеперерабатывающей отрасли [81].

Проблемы развития российского НГК и возможные пути их решения

Значительная зависимость глобального энергетического рынка от российских углеводородов, а также необходимость обеспечения внутреннего спроса на них создает предпосылки для устойчивого развития национального нефтегазового комплекса в долгосрочной перспективе. Вместе с тем, его развитие осложнено рядом проблем [96], которые на основании анализа научных публикаций, аналитических отчетов, отраслевых документов были классифицированы на 5 групп: политико-правовые, экономические, технологические, организационно-управленческие и кадровые (табл. 1.1.1).

Таблица 1.1.1 – Ключевые проблемы нефтегазовой отрасли [173]

Группа	Название	Источник
Политико-правовые	Напряженная международная обстановка	[122, 135]
	Усиление санкционного давления в отношении РФ	[122, 152, 162]
	Расширение видовой конкуренции углеводородов (развитие добычи сланцевых нефти и природного газа, СПГ и др.)	[114, 134, 148]
	Периодические ограничения объемов добычи углеводородов в рамках международных договоров (соглашения ОПЕК)	[43, 154]
	Глобальные тенденции энергетического перехода	[44, 99, 133]
	Сложность государственной системы управления нефтегазовой отраслью, в том числе в области налогообложения	[89]
Экономические	Волатильность цен на мировых сырьевых рынках	[97, 111, 157]
	Волатильность спроса на нефть и природный газ	[135]
	Волатильность курса национальной валюты по отношению к мировым	[85, 181]
	Увеличение уровня инфляции на глобальном и национальном уровнях	[85, 181]
	Увеличение дисконта на российскую нефть	[27, 68, 140]
	Низкий уровень государственного финансирования инновационно-инвестиционной деятельности нефтегазовых компаний	[88, 89]
	Увеличение себестоимости добычи углеводородов	[29, 135, 157]
	Высокий уровень капиталоемкости производства	[29, 111, 157]
	Высокая налоговая нагрузка на нефтегазовые компании	[180]
	Длительность инвестиционного и производственного циклов добычи углеводородов	[29, 111]
Высокая стоимость заемного капитала	[89]	
Технологические	Высокая импортозависимость нефтегазовых компаний	[19, 24, 25, 52, 135]
	Отсутствие современных видов оборудования и технологий на всех этапах производственного цикла	[24, 25, 51, 111, 135]
	Осложнение условий добычи углеводородов и вовлечение в разработку ТРИЗ и нетрадиционных запасов УВ	[76, 120, 134, 138]
Организационно-управленческие	Географическая удаленность нефтегазовых объектов от центров потребления и экспортных коридоров	[89, 159, 135]
	Низкая инфраструктурная развитость регионов присутствия (в частности, недостаточная развитость трубопроводной инфраструктуры для транспорта углеводородов)	[111, 134, 135, 157]
	Сложные погодные и климатические условия в регионах добычи	[89, 111, 135]
	Крупномасштабность и сложность реализации проектов	[29, 157]
	Конфликт интересов между основными стейкхолдерами нефтегазовых компаний	[83, 95]
	Наличие барьеров для входа в отрасль, снижающих интерес участия зарубежных компаний, обладающих инновационными технологиями	[83]
Кад- ровые	Низкая квалификация сотрудников	[109]
	Нехватка специалистов	[18, 157]
	Текущая текучесть кадров	[109, 117]

Политико-правовые проблемы. На данный момент *международная политическая обстановка* оценивается как напряженная: торговые войны США и Китая

[75], кризис в странах Латинской Америки [90], столкновения и войны в странах Персидского залива [8] и многие другие. Локальное влияние международной обстановки отражается конкретно на Российской Федерации в формате *санкционного давления*, осложняющего взаимодействие с другими государствами в области нефтегазовых проектов [122, 152, 162]. На сегодняшний день *расширение видовой конкуренции* приводит к дисбалансу спроса и предложения на сырьевых рынках, что последовательно отражается в волатильности цены на нефть и природный газ. «Сланцевая революция» в нефте- и газодобыче, имевшая место в США, создала серьезные проблемы для российской нефтегазовой отрасли в виду потенциальной возможности ослабления энергетической зависимости европейских стран от российских ресурсов [134, 148]. Развитие технологий СПГ расширило возможность реализации сланцевого газа по всему миру, что сформировало дополнительные сложности для российской газовой отрасли на европейских и азиатских рынках [114]. Реализации сделки между картелем ОПЕК и Россией (*ограничение объемов добычи нефти*) [43, 154], а также *глобальные тренды энергетического перехода* предписывают снижение объемов добычи углеводородов, что создает дополнительные барьеры для развития российской нефтегазовой отрасли [44, 99, 133]. *Сложность государственной системы управления нефтегазовой отраслью* создает системные фундаментальные проблемы для деятельности отдельных нефтегазовых компаний, отрасли и экономики в целом [89].

Экономические проблемы. *Волатильность спроса* на мировых рынках нефти и природного газа создает серьезные сложности для нефтегазовых компаний при планировании их деятельности, в частности при планировании объемов добычи углеводородов [135]. Подобное осложнение функционирования нефтегазовых компаний наблюдается также вследствие *волатильности цен* на указанные ресурсы и отражается, в первую очередь, при планировании капитальных затрат на действующих активах, либо при планировании реализации новых проектов [97, 111, 157]. *Недостаточное государственное финансирование инновационных и инвестиционных проектов* ведет к снижению научно-технического развития и производственного потенциала нефтегазовых компаний, что коренным образом ставит под вопрос

возможность их дальнейшего эффективного функционирования [88, 89]. Рост *себе-стоимости добычи* снижает экономическую эффективность проектов, заставляя компании основательно оптимизировать операционные и капитальные затраты, что не является решением ситуации в долгосрочной перспективе [29, 135, 157]. Успешность деятельности нефтегазовых компаний с учетом *капиталоемкости производства* в значительной степени зависит от их финансовых возможностей [29, 111, 157]. Высокая стоимость инвестиционных проектов, а также отсутствие финансовой поддержки нефтегазовых компаний со стороны государства приводит к секвестрации инвестиционных программ [89]. Современное *налоговое бремя* отраслевых компаний, по мнению специалистов, оценивается как тяжелое, что ставит под вопрос реализацию многих перспективных проектов [89, 180]. Другой экономической проблемой является отсутствие доступа у отраслевых компаний к «длинным» недорогим деньгам (*высокая стоимость заемного финансирования*) [89].

Технологические проблемы. Большое количество указанных факторов влияния замыкаются на технологических возможностях нефтегазовых компаний. Современная нефтегазовая отрасль сталкивается со значительным количеством вызовов, ответом на которые является применение необходимых технологических решений. Анализ отраслевых источников показал *высокий уровень импортозависимости* нефтегазового комплекса [19, 52, 135]: до 2014 года 60% потребностей отрасли покрывалось импортом [24, 25]. На сегодняшний день, по данным ряда источников, показатель импортозависимости снижен до 43%, однако нефтегазовый сектор по-прежнему испытывает значительную *нехватку ключевых видов оборудования и технологий*, которая не позволяет в текущих условиях отвечать на стоящие перед ним вызовы [51, 111, 135]. В связи с этим заморожены почти все проекты по добыче нефти на глубоководном шельфе, арктическом шельфе, из низкопроницаемых коллекторов и др. [135, 157]. Значительное снижение объема традиционных запасов углеводородов за последние годы актуализировало переход к разработке *трудноизвлекаемых запасов (ТРИЗ)* и *нетрадиционных запасов* нефти и природного газа, среди которых выделяют высоковязкие нефти и природные битумы [76,

120], нефть низкопроницаемых и сложнопостроенных коллекторов [76, 120], запасы УВ на шельфовых месторождениях (включая Арктический шельф) [87, 111, 112, 157], газовые гидраты [124], газовый конденсат [113] и др. Разработка активов с указанными видами запасов в различной мере является одной из наиболее приоритетных задач нефтегазовой отрасли, однако, сложности вовлечения их в разработку создают серьезные вызовы для российских компаний.

Организационно-управленческие проблемы. Низкая *географическая доступность* или недоступность потенциальных объектов нефтегазодобычи весомо снижают привлекательность данных активов для нефтегазовых компаний [89, 159, 135]. Учитывая высокую выработанность активов освоенных регионов добычи (Западной Сибирской НГП, Волго-Уральской НГП), именно слабо и неосвоенные регионы (Восточная Сибирь, арктический шельф) с доказанной или потенциальной нефтеносностью должны стать в ближайшем будущем основными источниками прироста запасом с учетом тех вызовов, которые создает их расположение. В связи с этим совместными усилиями государства и нефтегазовых компаний приходится решать 2 задачи: 1. локализацию (перемещение) на потенциально-нефтегазоносные участки разведывательного оборудования, а потом буровой и добычной инфраструктуры; 2. развитие трубопроводной инфраструктуры для транспорта добытой продукции [135]. Определенные сложности создают *погодные и климатические особенности* регионов добычи: неблагоприятные погодные условия, а также изменение сезонных условий (таяние зимников, обледенение морского пути и др.) создают серьезные логистические и организационные проблемы, которые приводят к значительным отклонениям от графика реализации проектов [89, 111, 135].

Кадровые проблемы. Эффективное развитие нефтегазовой отрасли в первую очередь строится на наличии квалифицированных кадров, способных решать актуальные проблемы [18, 109, 117]. Действие ряда вышеуказанных факторов создает значительные проблемы для нефтегазовых компаний в сфере кадрового обеспечения: ухудшение квалификационной подготовки сотрудников, нанимаемых нефте-

газовыми компаниями в последние годы, серьезно снижает эффективность ключевых производственных операций [109], повышает показатели производственной аварийности и травматизма [123].

Анализ рассмотренных групп проблем позволяет сделать вывод, что большинство политико-правовых и экономических проблем носят внешний характер, то есть создают внешние ограничения для развития нефтегазовой отрасли. В большинстве случаев их решение является недоступным как для государства, так и для отраслевых компаний, в связи с чем необходимо детально оценивать и учитывать возможный риск их негативного воздействия при реализации нефтегазовых проектов.

Организационно-управленческие и кадровые проблемы, в свою очередь, носят внутриотраслевой характер и формируют внутренние барьеры развития отрасли. Зачастую, они носят объективный характер (удалённость районов производства и сбыта, сложные погодные-климатические условия, масштабность и сложность проектов, низкая инфраструктурная развитость регионов и др.), поэтому также не могут быть решены.

По мнению ведущих отраслевых специалистов, наиболее фундаментальной и значимой группой проблем, определяющей возможность развития нефтегазового комплекса, являются именно технологические проблемы [19, 51, 52, 88, 135]. На сегодняшний день основной проблемой российского нефтегазового комплекса является отсутствие отечественных технологических решений, отвечающих актуальным задачам отрасли [24, 25, 51, 135]: наиболее прогрессивные технологии, позволяющие более эффективно разрабатывать залежи углеводородов (гидроразрыв пласта, бурение горизонтальных скважин, геолого-гидродинамическое моделирование и др.), были разработаны западными компаниями и впоследствии заимствованы отечественными [65, 72]. Высокая рискованность инновационной деятельности явилась причиной возникновения «политики минимизации технологических рисков», в рамках которой отечественные компании стали ориентироваться на готовые проверенные технологические решения, финансируя тем самым развитие западных технологических партнеров.

По данным Минпромторга России на 2014 год, импортозависимость российской нефтегазовой отрасли от зарубежного оборудования в целом составляла 60% (рис. 1.1.7).



Рисунок 1.1.7 – Динамика доли импортного оборудования в нефтегазовой отрасли РФ с 2014 по 2020 гг. [24, 25, 42, 48]

По ряду отраслей наблюдалась почти полная зависимость от зарубежных технологических решений: программное обеспечение – 99%, оборудование для проведения операций по гидроразрыву пласта (ГРП) – 95%, геологоразведочное, геофизическое, сейсмическое оборудование, а также оборудование для шельфовых проектов – 85%, оборудование для бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин – 83%.

Критическое значение дефицита отечественных технологий было достигнуто в 2014 году введением США и ЕС санкций, в рамках которых был запрещен экспорт технологий и оборудования для добычи углеводородов, в том числе для глубоководного бурения, освоения арктического шельфа и добычи нетрадиционных запасов, что поставило под угрозу функционирование и развитие российского нефтегазового комплекса РФ. Следствием данного решения указанных стран стало «развертывание» широкой программы импортозамещения и развития собственных

критически важных для страны технологий, благодаря которой РФ к текущему моменту удалось снизить зависимость от импортного оборудования по ряду стратегических направлений [24, 25].

Согласно исследованиям Минпромторга, а также других профильных организаций доля импортного оборудования в нефтегазовой отрасли РФ в целом снизилась до 43% к 2020 году в сравнении с 60% в 2014 году² (рис. 1.1.7).

Наибольшие успехи в импортозамещении были достигнуты по следующим направлениям (указан % снижение импорта с 2014 по 2020 гг.):

- оборудование для бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин – 22%;
- оборудование для шельфовых проектов – 17%;
- геологоразведочное, геофизическое, сейсмическое оборудование – 15%;
- оборудование для проведения ГРП – 15%.

Однако, по некоторым направлениям зависимость от импортного оборудования остается еще на достаточно высоком уровне (указывается доля импорта по направлению в %):

- программное обеспечение – 90%;
- оборудование для проведения ГРП – 80%;
- геологическое, геофизическое, сейсмическое оборудование – 70%.

Отсутствие необходимых технологий и оборудования уже сейчас ставит под вопрос возможность дальнейшего функционирования российской нефтегазовой отрасли, в связи с чем ключевым решением для сложившейся ситуации является наращивание собственного технологического превосходства за счет приобретения технологий извне или создания собственных технологических решений.

Приобретение технологий извне является общепринятой нормой во многих отраслях промышленности различных стран и вполне оправданной, поскольку мировая экономика основана на глобальном рынке – часть товаров производится и

² В диссертации не приводятся более актуальных данных о результатах национальной программы импортозамещения в связи с отсутствием обстоятельных аналитических и статистических сведений за данный период

продается государством, другая – приобретается путем взаимовыгодного обмена с другими странами. Однако, в рамках рассматриваемого случая данный вариант имеет два существенных недостатка [172]:

1. текущая геополитическая ситуация не позволяет осуществлять свободный обмен товарами между Россией и рядом стран, в частности в отношении технологий в нефтегазовой отрасли;

2. ключевые государственные отрасли (которой является для РФ нефтегазовый комплекс) не должны принципиально зависеть от зарубежных технологий и оборудования, так как несогласованность с зарубежными партнерами или иные обстоятельства, приводящие к технологическим рискам, могут серьезно повлиять на функционирование нефтегазового комплекса и, как итог, на национальную экономику. Создание технологий зачастую является более дорогостоящим и рискованным вариантом, однако, учитывая важность нефтегазовой отрасли для России и текущую геополитическую ситуацию, данный вариант является наиболее дальновидным.

Одним из наиболее применяемых на практике методов создания актуальных и востребованных технологий является реализация инжиниринговой деятельности. На сегодняшний день инжиниринг является одним из успешно развивающихся сегментов рынка услуг. Согласно данным аналитического агентства IBISWorld, объем мирового рынка инжиниринговых услуг по результатам 2022 года составил более 1,6 трлн долл. США (объем рынка определялся по выручке компаний) (рис. 1.1.8).

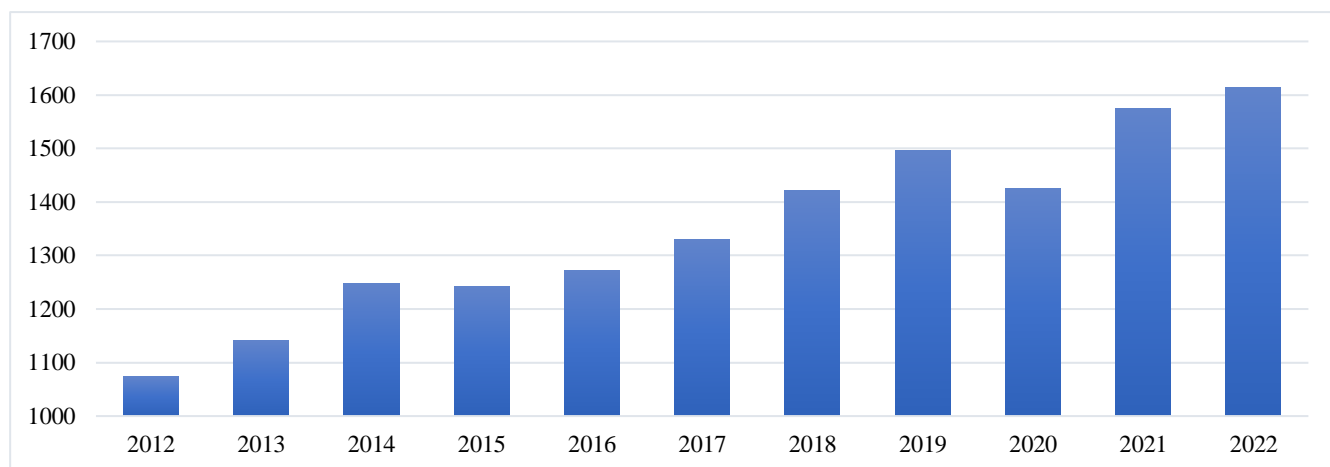


Рисунок 1.1.8 – Объем мирового рынка инжиниринговых услуг, млрд долл. США

В период с 2012 по 2022 год объем рынка вырос почти на 540 млрд долл. США (или 50%), в связи с чем средний темп роста рынка оценивается в 5 % в год [132].

Согласно данным the Business Research Company по результатам 2022 года большая доля услуг в структуре глобального инжинирингового рынка приходится на строительный инжиниринг – 51 % (рис. 1.1.9), однако, наиболее развивающимся сегментом инжинирингового рынка является блок иных видов инжиниринга – 27%, весомую часть которого занимает программный инжиниринг, позволяющий за счет применения цифровых технологий (интернет вещей (Internet of Things), искусственный интеллект (Artificial Intelligence) и др.) совершенствовать существующие и создавать новые бизнес-модели, также обеспечивать новые виды доходности и генерировать более высокую добавленную стоимость продуктов [98].



Рисунок 1.1.9 – Структура мирового инжинирингового рынка на 2022 год, % [98]

Активный оборот в развитии российского рынка инжиниринговых услуг произошел в 2013 году при утверждении Распоряжением Правительства Российской Федерации от 23.07.2013 г. №1300-р плана мероприятий («дорожной карты») в области инжиниринга и промышленного дизайна на период 2013-2018 гг., который был впоследствии адаптирован новой «дорожной картой» на период 2020-2025 гг., утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.06.2020 №1546-р [86].

Рынок российских инжиниринговых услуг не уступает в темпах развития мировому. Согласно рассмотренным «дорожным картам» в период с 2013 по 2020 год внутренний российский рынок инжиниринговых услуг увеличился с 1,5 до 2,8 трлн руб., что составляет 87% прироста (рис. 1.1.10) [66, 67]. С учетом мировых тенденций спрос на инжиниринговые услуги с каждым годом увеличивается, в связи с чем, согласно «дорожной карте» на период 2020-2025 гг., ожидается прирост российского инжинирингового рынка на 40%, что составит 3,9 трлн руб. Однако, ввиду осложненной политической обстановки прогноз выглядит крайне оптимистичным и возможно потребует корректировки с учетом актуальных показателей рынка.

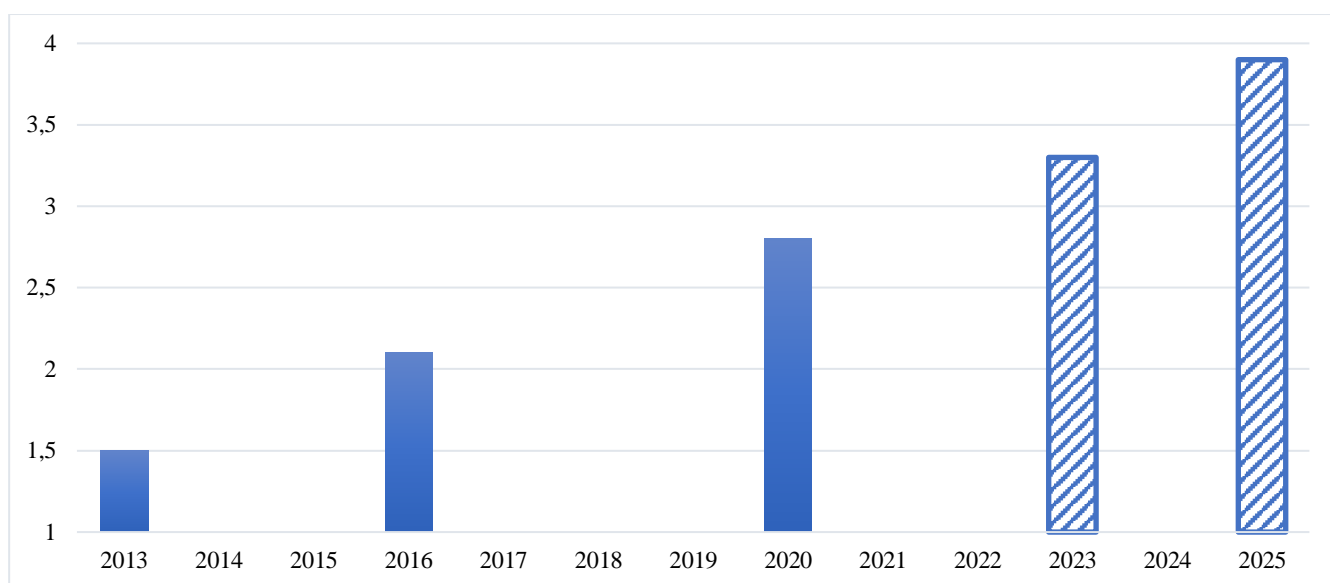


Рисунок 1.1.10 – Объем российского рынка инжиниринговых услуг, трлн руб.

[66, 67]

Российскому рынку инжиниринговых услуг еще значительно сложно конкурировать с рынками других стран, таких как США, Китай, Япония, относительно доли, занимаемой на мировом рынке, так как его объемная доля по различным источникам колеблется в пределах 0,6 – 1% [23, 42, 74].

По данным Минпромторга России, большая доля инжиниринговых услуг российского рынка приходится на компании нефтегазовой (71%) и электроэнергетической (26%) отраслей (рис. 1.1.11) [42].

Столь высокая доля инжиниринговых услуг, приходящаяся на компании нефтегазового сектора, свидетельствует об их высокой востребованности и перспективах развития высокотехнологичного сектора данного вида услуг, в связи с

чем нефтегазовый инжиниринг приобретает сегодня значительную актуальность в рамках решения технологических задач российской нефтегазовой отрасли [28, 86].

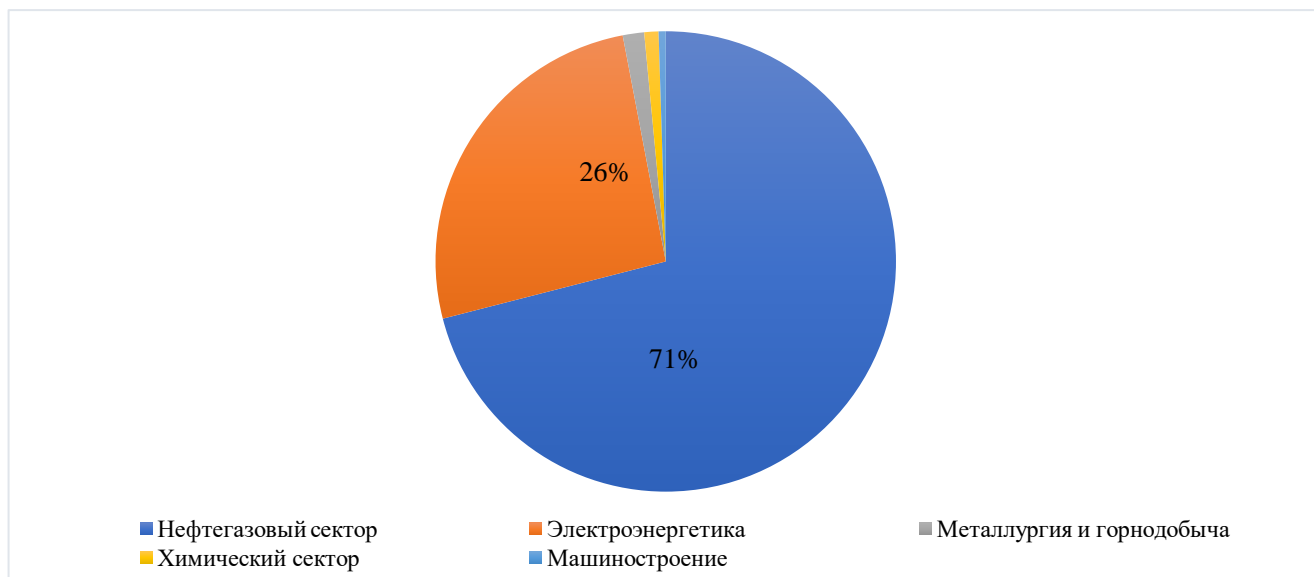


Рисунок 1.1.11 – Структура российского инжинирингового рынка по отраслям, % [42]

1.2 Теоретические основы инжиниринга

В первой четверти 19-го века в Великобритании сформировалось одно из первых национальных объединений инженеров – Институт инженеров-строителей (англ. *Institute of Civil Engineers, ICE*), что стало основой становления инжиниринга как профессиональной инженерно-консультационной деятельности. Основание данного сообщества стало следствием возникшей в стране необходимости в развитии строительства, промышленности и изобретательского дела. Благодаря развитию инженерного дела в Великобритании к 1825 году появилась первая железная дорога, а само государство дало толчок к первому этапу промышленной революции, результатом которой стало изобретение паровых машин, прядильных и фрезерных станков, бетона и т.д. [47, 64].

Вслед за первой волной во второй половине XIX века последовала вторая волна промышленной революции (технологической), охватившая страны Западной Европы, а позже США и Японии, вследствие которой появилась востребованность в услугах инженеров (единоличных, а потом групп инженеров и позднее инженер-

ных фирм) для строительства новых заводов и модернизации существующих производств [35]. Отличительными особенностями второй промышленной революции на фоне первой, основанной на разработке технологий выплавки чугуна, производстве паровых двигателей и развитии текстильной промышленности, стали разработка технологий производства высококачественной стали, изобретение двигателей внутреннего сгорания, распространение железных дорог, электричества и химикатов, что стало возможным благодаря масштабному внедрению технологических инновации – применению в производстве научных достижений [9].

Значительным толчком к масштабному развитию инжиниринга послужила необходимость в восстановлении и модернизации промышленности после Второй мировой войны как в странах Европы, так и позже в процессе индустриализации стран третьего мира. Промышленность нуждалась в новых видах услуг, в том числе, в реализации проектов «под ключ», предполагавших не только отдельные услуги в виде проектирования, поставок, строительства, а осуществление проектов по полноценному созданию объекта от стадии концептуального проектирования до сдачи готового объекта заказчику, включая этапы пуско-наладочных работ, обучения персонала, ввода в эксплуатацию, а позже и финансирования [35].

Подобное качественное изменение спроса повлекло за собой создание и развитие национальных и международных рынков, предоставляющих широкий перечень инжиниринговых услуг, наиболее востребованными из которых стали услуги в таких областях, как гражданское и промышленное строительство, металлургия, металлообработка, машиностроение, автомобилестроение, нефтяная промышленность, электротехника, электроэнергетика, а позже и телекоммуникации, электроника, компьютерные технологии, аэрокосмическая отрасль, медицина, биоинженерия, нанотехнологии [4].

Рост спроса на инжиниринговые услуги спровоцировал необходимость уточнения понятия инжиниринга. Наиболее масштабное развитие инжиниринга осуществлялось в западных странах, в связи с чем данные государства в первую очередь утвердили нормативные и отраслевые документы в данной области [39]. Понятие инжиниринга не встречается в научной литературе досоветской и советской

эпохи, что объясняется различием путей развития отечественного и международного инженерного дела, что сформировало отдельные понятийные базы.

Понятия, относящиеся к сфере инжиниринга за рубежом, определялись в России как изыскания, проектирование, научно-исследовательские и опытно-промышленные работы (НИР и ОПП), авторский надзор и т.д. Однако, основное различие в понимании инжиниринга кроется не только в различных терминах, но, что немало важно – в подходах к осуществлению инжиниринговой деятельности. Обратившись к определениям инжиниринга в западных источниках [91, 116], можно отметить, что в качестве ключевых явно выделяются слова «*applying, application*», соответствующие в русском языке понятиям «приложение», либо «прикладывание». Учет данных особенностей является важным аспектом: понятие реализации инжиниринговой деятельности, а точнее «приложения» научных знаний с целью создания каких-либо структур, систем или процессов в западной трактовке несет явный коммерческий подтекст. Однако, обращаясь к слову «приложение», с точки зрения русскоязычного человека, коммерческой окраски действия не возникает [50]. С годами сложившийся подход стал следствием значительных разночтений при организации инженерного дела и в методах решения инженерных задач [35]. Описанное расхождение подходов создает дополнительные трудности в определении сущности инжиниринговой деятельности в нефтегазовом секторе экономики.

На сегодняшний день инжиниринг является одним из наиболее обсуждаемых понятий в инженерно-техническом сообществе. Структурная диверсификация экономики рассматривается на государственном уровне на основе инновационного технологического уклада, требующего высокотехнологичных инжиниринговых услуг. В академической и научно-технической среде понятие инжиниринга является не до конца сформированным, и в существующем нормативно-правовом поле также отсутствует однозначное определение инжиниринга [10]. Одной из возможных причин данной проблемы являться несогласованность определений инжиниринга в различных источниках, в том числе в зависимости от их природы. С другой стороны, трудность при формировании терминологической системы предметной

области инжиниринга объясняется непрерывным расширением содержания данного понятия, включая в себя сферы, все более отдаленные от классической инженерной деятельности. Учитывая данную тенденцию, можно спрогнозировать, что в будущем расширение содержания данного понятия лишь продолжится [10, 14].

В связи с существующей неопределенностью понятия инжиниринга и широты применения данного термина был проведен контент-анализ его определений на основе наиболее значимых источников. В анализ вошли отечественные и зарубежные источники, которые были разделены на 3 группы:

- нормативно-правовые акты (таблица 1.2.1);
- отраслевые документы (таблица 1.2.2);
- научные публикации, справочники и энциклопедии (таблица 1.2.3).

Таблица 1.2.1 – Контент-анализ определений инжиниринга в нормативно-правовых актах

Источник	Определение
Налоговый кодекс РФ	« Инжиниринговые услуги – это инженерно-консультационные услуги по подготовке процесса производства и реализации продукции (работ, услуг), подготовке строительства и эксплуатации промышленных, инфраструктурных, сельскохозяйственных и других объектов, предпроектные и проектные услуги (подготовка технико-экономических обоснований, проектно-конструкторские разработки и другие подобные услуги» [54]
ГОСТ Р 15.011-96 «Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения»	« Инжиниринг – выполнение различных инженерных работ, оказание консультационных услуг на коммерческой основе» [12]
МДС 80-12.2000 «Методические рекомендации по разработке условий (требований) инвестора (заказчика) при подготовке подрядных торгов»	« Инжиниринг – инженерно-консультационные услуги, связанные с подготовкой производственного процесса и обеспечением нормального хода процесса производства и реализации продукции» [45]
Постановление Федеральной службы государственной статистики от 8 ноября 2006 г. № 64	« Инжиниринг – выполнение по контракту с заказчиком инженерно-консультационных услуг по подготовке, обеспечению процесса производства и реализации продукции, обслуживанию строительства и эксплуатации промышленных, инфраструктурных и прочих объектов» [59]
ГОСТ Р 54147-2010 «Стратегический и инновационный менеджмент. Термины и определения»	« Инжиниринг – деятельность исследовательского, проектно-конструкторского, расчетно-аналитического характера, подготовка технико-экономических обоснований проектов, выработка рекомендаций в области организации» [13]

Продолжение таблицы 1.2.1

Источник	Определение
ГОСТ Р 57306-2016 «Инжиниринг: терминология и основные понятия в области инжиниринга»	« Инжиниринг – инженерно-консультационная деятельность, содержанием которой является решение инженерных задач, связанных с созданием или совершенствованием продукции, систем и (или) процессов» [14]
Постановление Правительства РФ от 1 августа 2020 г. N 1156 «Об утверждении Правил предоставления грантов в форме субсидий ...» (с изменениями и дополнениями)	« Инжиниринговые услуги – инженерно-консультационные услуги проектно-конструкторского, расчетно-аналитического характера, включающие инженерно-техническое проектирование изделий, технологических (производственных) процессов, объектов капитального строительства, инженерно-технические консультации, услуги управления проектами и иные услуги, включающие в себя обучение персонала организаций, связанное с освоением новых производственных технологий» [60]

Нормативно-правовые акты, в большинстве своем, характеризуют инжиниринг как инженерно-консультационные услуги (работы, деятельность) по созданию каких-либо объектов (решению задач), осуществляемые на коммерческой основе.

Таблица 1.2.2 – Контент-анализ определений инжиниринга в отраслевых документах

Источник	Определение
Американский Совет по профессиональному развитию	« Инжиниринг – творческое применение научных методов и принципов: к проектированию и разработке зданий (сооружений), машин, аппаратов, производственных процессов и методов их использования отдельно или в комбинации; к строительству и эксплуатации, прогнозам поведения всего этого в специфических условиях эксплуатации – все это при учете функционального назначения, экономичности использования и безопасности для жизни и имущества» [3, 91]
Европейская экономическая комиссия ООН	« Инжиниринг – это особая деятельность, связанная с созданием и эксплуатацией предприятий и объектов инфраструктуры» [175]
Союз машиностроителей России	« Инжиниринг – совокупная область производственных, коммерческих, научно-технических видов деятельности с целью получения оптимальных результатов от капиталовложений, связанных с реализацией проектов, за счет рационального и эффективного использования материальных, кадровых, технологических, интеллектуальных и финансовых ресурсов» [63]
Национальная палата инженеров	« Инжиниринг – профессиональная деятельность физических и юридических лиц, зарегистрированных в порядке, установленном настоящим Федеральным законом, осуществляемая для целей проектирования (конструирования), строительства (производства), и обеспечения эксплуатации (применения) инженерных объектов с применением теоретических и практических знаний в технической, экономической и управленческой сферах» [62]

Описание инжиниринга с учетом отраслевой привязки приводится достаточно разнопланово: в одном отраслевом стандарте инжиниринг представляет собой деятельность, в другом – область видов деятельности, в третьем – творческое применение научных инструментов, что, возможно, объясняется различными подходами отраслевых объединений и компаний, либо различными «акцентами», которые они расставляют при осуществлении инжиниринговой деятельности. Однако, при этом во всех определениях прослеживается одна общая цель: осуществление инжиниринговой деятельности – создание и использование целевых объектов (систем, процессов).

Таблица 1.2.3 – Контент-анализ определений инжиниринга в справочках, энциклопедиях и научных публикациях

Источник	Определение
Справочники, энциклопедии	
Бизнес, коммерция, рынок: Словарь-справочник	« Инжиниринг – предоставление на коммерческой основе различных инженерно-консультационных услуг производственного, коммерческого, научно-технического характера» [1]
Большой юридический словарь	« Инжиниринг – сфера деятельности по проработке вопросов создания объектов промышленности, инфраструктуры и др., прежде всего в форме предоставления на коммерческой основе различных инженерно-консультационных услуг» [2]
Википедия	« Инжиниринг (транслитерация с англ. engineering — технический, от лат. ingenium — изобретательность, выдумка, знания) — технические консультационные услуги, связанные с разработкой и подготовкой производственного процесса и обеспечением нормального хода процесса производства и реализации продукции» [26]
Научные публикации	
Кондратьев В.В., Лоренц В.Я.	« Инжиниринг – предоставление услуг по созданию и эксплуатации объектов промышленности и инфраструктуры» [35]
Мазур И.И., Шапиро В.Д., Ольдерогге Н.Г., Забродин А.Ю.	« Инжиниринг (от англ. Engineering, лат. Ingenium – изобретательность, выдумка, знания) – одна из признанных форм повышения эффективности бизнеса, суть которой состоит в предоставлении услуг исследовательского, проектно-конструкторского, расчётно-аналитического, производственного характера, включая подготовку обоснований инвестиций, выработку рекомендаций в области организации производства и управления, а также реализации продукции» [40]
Завьялов П.С., Демидов В.Е.	« Инжиниринг – предоставление фирмой-консультантом фирме-клиенту услуг при строительстве промышленных или иных объектов» [21]
Мишин С.А.	« Инжиниринг – это бизнес по творческому, креативному использованию научно-технических знаний на практике» [50]

Продолжение таблицы 1.2.3

Источник	Определение
Прахов Б.Г., Зенкин Н.М.	« Инжиниринг – это работы и услуги, включающие: составление технических заданий; проведение НИР, составление проектных предложений и ТЭО строительства промышленных и других объектов; проведение инженерно-изыскательских работ; разработку технических проектов и рабочих чертежей строительства новых и реконструкции действующих промышленных и других объектов; разработку предложений во внутризаводской и внутрицеховой планировке, межоперационным связям и переходам; проектирование и конструкторскую разработку машин, оборудования, установок, приборов, изделий: разработку составов материалов, сплавов, других веществ и проведение их испытаний; разработку технологических процессов, приемов и способов; консультации и авторский надзор при шеф-монтаже, пусконаладочных работах и эксплуатации оборудования и объектов в целом; консультации экономического, финансового или иного порядка» [61]
Осика Л.К.	« Инжиниринг – деятельность по инженерно-техническому и инженерно-экономическому сопровождению жизненного цикла технических систем (в том числе промышленных объектов) от технико-экономического обоснования реализации проекта до окончания эксплуатации» [56]
Каверин А.А.	« Инжиниринг – наукоемкий процесс комплексного и завершеного создания или технического перевооружения производственных или обслуживающих систем, включая реализацию всех функций инновационного цикла: прогноз и комплексное планирование, маркетинг, технико-экономическое обоснование, разработку новой системы, комплектную поставку, инкубацию коллектива специалистов, сдачу «под ключ», сервисное сопровождение» [30]
Старинский В.Н., Куприн А.А.	« Инжиниринг – деятельность специалистов разных профилей, обособленных в самостоятельную сферу коммерческой деятельности и участвующих в инженерно-техническом и инженерно-экономическом сопровождении жизненного цикла технических систем (объектов) от инвестиционного замысла до окончания срока их эксплуатации в строительных, промышленных, торговых и других отраслях народного хозяйства» [73]
Иванов С.В.	« Инжиниринг – инструмент внедрения новых перспективных технологий, способный обеспечить устойчивое развитие экономики, социальной сферы и решение экологических проблем регионов через проектирование систем (комплексов) как единого целого...» [22]
Малахов В.И.	« Инжиниринговая деятельность – предоставление на коммерческой основе различных инженерно-технических и экономико-управленческих консультационных услуг или выполнение работ исследовательского, изыскательского, проектно-конструкторского или расчетно-аналитического характера на платной основе» [41]
Мухаррамова Э.Р.	« Инжиниринг – одна из форм международной коммерческой связи науки и техники, направленная на предоставление услуг по доведению опытно-конструкторских и научно-исследовательских разработок до стадии производства» [53]

Продолжение таблицы 1.2.3

Источник	Определение
Тулупов С.А.	« Инжиниринг – комплекс взаимосвязанных услуг технологического, финансового, юридического и организационного характера, направленных на создание или модернизацию промышленных и инфраструктурных объектов, обеспечивающих возвратность инвестиций, разработку и внедрение передовых технологий, а также их последующее сопровождение» [38, 77]
Карпов В.В., Зорюкова Н.И.	« Инжиниринг – это деятельность по инженерно-техническому и инженерно-экономическому сопровождению жизненного цикла технических систем (в том числе промышленных объектов) от инвестиционного замысла до окончания эксплуатации» [31]
Рыбец Д.В., Босин Е.И.	« Инжиниринг – научно-обоснованная деятельность по созданию, эксплуатации и развитию систем практического значения» [70]
Кесаев С.А.	« Инжиниринг – деятельность, связанная с верификацией исследований и креативным применением научно-технических знаний на практике в виде бизнес-услуг, сопровождающих все этапы инновационных процессов и обеспечивающих доведение их до реализации в реальном секторе экономики» [33]
Зайцев В.А.	« Инжиниринг – это совокупность интеллектуальных видов деятельности, базирующихся на научно-технических достижениях» [20]
Clarysse B., Degroof J.J., Heirman A.	« Инжиниринг – совокупность проектных и эксплуатационных работ и услуг, относящихся к инженерно-технической области и необходимых для технологического содействия в ходе возведения объекта и в процессе его эксплуатации» [100]

В определениях инжиниринга, предложенных в энциклопедиях, справочниках и научных статьях, наиболее сложно выделить общий подход: большая часть специалистов рассматривают инжиниринг формально, т.е. в виде определенного перечня услуг, оказываемого заказчику, как предложено в нормативно-правовых документах, однако, ввиду особенностей своей деятельности и личного понимания данного термина ряд специалистов предлагают рассматривать инжиниринг и с иных ракурсов: как наукоемкий процесс или научно обоснованную деятельность по созданию объектов, как совокупность интеллектуальных видов деятельности на основе научных и технических достижений, а также как инструмент внедрения новых технологий и развития экономики [4].

Анализ приведенных определений позволяет выделить несколько ключевых подходов к пониманию инжиниринга (рис.1.2.1).

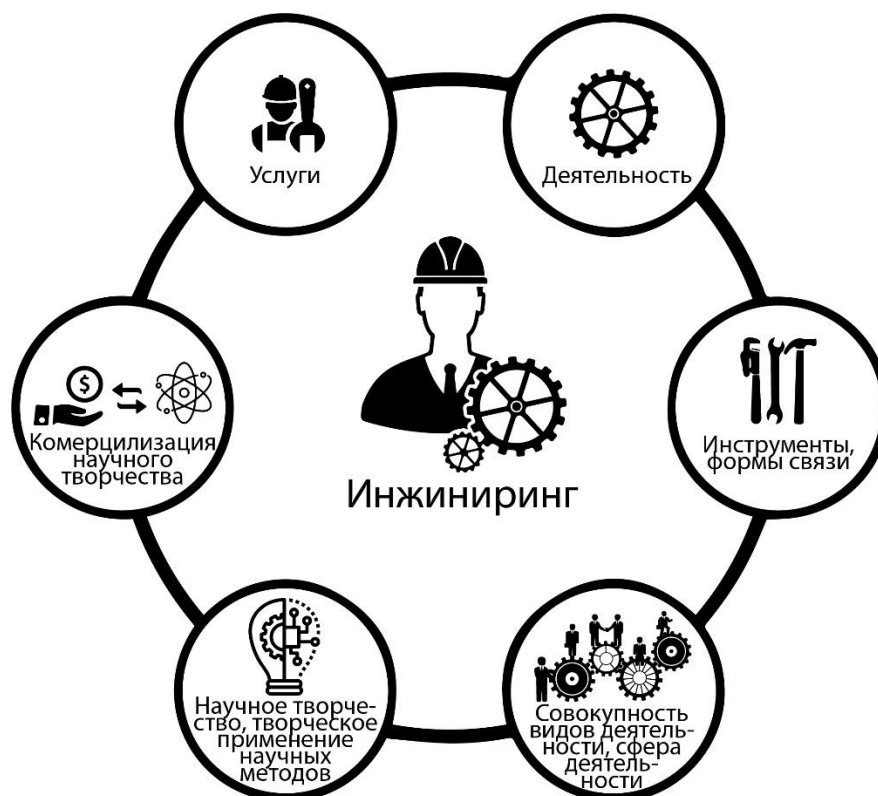


Рисунок 1.2.1 – Ключевые подходы к пониманию термина «инжиниринг» [4]

Обобщая приведенные данные, можно сделать вывод, что ввиду своей эволюционной специфики понятию «инжиниринг» нельзя задать одно конкретное значение, очертив тем самым его границы и отделив это понятие от других, смежных. С учетом всех его направлений, видов, форм и методов инжиниринг является комплексным понятием, и его использование в том или ином значении в полной мере зависит от конкретно рассматриваемой ситуации.

В связи с рассматриваемым в рамках диссертационного исследования влиянием инжиниринга на технологическое развитие отраслевых компаний и его способностью решать их актуальные вызовы предложено следующее определение, основанное на ГОСТ Р 57306-2016 «Инжиниринг: терминология и основные понятия в области инжиниринга»:

Инжиниринг – это инженерно-технологическая деятельность, содержанием которой является решение инженерных задач, связанных с созданием или совершенствованием продукции, систем и (или) процессов.

Развитие сектора инжиниринговых услуг стало шагом к систематизации видов инжиниринга и унификации инжиниринговых услуг на национальном и международном уровнях. На основе анализа международных и национальных нормативно-правовых актов, профессиональных стандартов, научных публикаций были выделены 6 критериев классификации инжиниринговой деятельности:

- отраслевой аспект;
- набор предоставляемых функций (функциональная направленность);
- этап полного жизненного цикла проекта;
- направление;
- масштаб;
- стратегическая значимость.

В таблице 1.2.4 систематизированы основные критерии классификации инжиниринговых услуг, соответствующие им классификационные группы, источники, в которых предложен конкретный подход.

Таблица 1.2.4 – Классификация видов инжиниринговой деятельности

№	Критерий	Виды инжиниринга	Авторы	
1	Отраслевой аспект	О отрасль, сфера деятельности	Промышленный: <i>Аэрокосмический</i> <i>Металлургический</i> <i>Нефтегазовый</i> <i>Механический</i> <i>Строительный</i> <i>Транспортный</i> <i>Сельскохозяйственный и пр.</i> Генная инженерия Фармакологический Биоинжиниринг Экологический	ГОСТ Р 57306-2016 [14], Иванов С.В. [22], Мазур И.И., Шапиро В.Д. и др. [40]
		Межотраслевое взаимодействие	Военный Социальный Электронный Горно-металлургический Нефтехимический IT-инжиниринг Системный Инновационный Наноинжиниринг, Венчурный и др.	Иванов С.В. [22], Мазур И.И., Шапиро В.Д. и др. [40]
2	Набор предоставляемых функций (функциональная направленность)	Консультационный Общий (строительный) Технологический Комплексный	Экономическая комиссия ООН [128]	
		Проектный: <i>услуги по подготовке;</i> <i>услуги по реализации;</i> Консультационный	Всемирный Банк [182]	

Продолжение таблицы 1.2.4

№	Критерий	Виды инжиниринга	Авторы
		Технические услуги Управленческие услуги Сопутствующие услуги	Ассоциация консультационных инженеров Новой Зеландии, Институт профессиональных инженеров Новой Зеландии [129]
		Создание объекта (Build) Эксплуатация (Operate) Передача (Transfer)	Кондратьев В.В., Лоренц В.Я. [35]
		Исследования (Research) Разработка (Development) Проектирование (Design) Определение стоимостных и финансовых параметров проекта (Costing, Budgeting & Financing) Строительство (Construction) Организация производства (Production) Производство (Operation)	Мазур И.И., Шапиро В.Д. и др. [40]
3	Этап полного жизненного цикла проекта ³	Концептуальный инжиниринг ТЭО НИР Стоимостной и финансовый инжиниринг Организационный инжиниринг/управление проектом Проектирование Инжиниринг поставок Создание объекта/Строительный инжиниринг Пуско-наладочные работы, обучение персонала, ввод в эксплуатацию Операционный инжиниринг / Эксплуатация Ликвидационный инжиниринг / Ликвидация	Иванов С.В. [22]; Осика Л.К. [56]; Кондратьев В.В., Лоренц В.Я. [35]; Мазур И.И., Шапиро В.Д. и др. [40]; Малахов В.И. [41]
4	Направление	Прямой Обратный Параллельный Реинжиниринг Х-инжиниринг	Иванов С.В. [22], Мазур И.И., Шапиро В.Д. и др. [40]
5	Масштаб	Моноинжиниринг Мультиинжиниринг Мегаинжиниринг	Кесаев С.А. [32]
6	Стратегическая значимость	Умеренно значимый Средне значимый Высоко значимый	Кесаев С.А. [32]

Отраслевой аспект. Одним из основных критериев классификации видов инжиниринга является отраслевая принадлежность, в рамках которой выделяют два направления:

³ В зависимости от особенностей проекта каждая отдельная стадия его реализации может выступать отдельным видом инжиниринга

- деятельность, осуществляемая в рамках одной конкретной отрасли или сферы деятельности (промышленный инжиниринг, включающий, аэрокосмический, металлургический, нефтегазовый и др., а также непромышленные виды инжиниринга, включающие генную инженерию, финансовый инжиниринг, биоинжиниринг и др.);
- деятельность на основе межотраслевого взаимодействия (военный, социальный, инновационный, венчурный, IT-инжиниринг и др.).

Набор предоставляемых функций. Наиболее многочисленной классификацией видов инжиниринга является классификация на основе его функциональной направленности. Одной из первых основополагающих и принятых инженерным бизнес-сообществом классификаций в области инжиниринговых услуг является классификация Европейской экономической комиссии ООН, предложенная в рамках разработанного ею «Руководства по составлению международных контрактов о консультационном инжиниринге, включая некоторые аспекты технического содействия», которая выделяет 4 вида инжиниринга [128]:

- *консультационный («чистый»)* – интеллектуальный вклад (предоставление услуг), связанный с проектированием объектов, подготовкой проектов строительства и контролем проведения работ (авторский надзор), который не подразумевает поставку оборудования или сам процесс создания объекта;
- *общий (строительный)* – проектирование и поставка оборудования, материалов, оснащение установок, включая строительные работы;
- *технологический* – предоставление заказчику технологической информации, необходимой для строительства промышленного комплекса и его функционирования (ноу-хау, передача производственного опыта и патентов);
- *комплексный* – полный перечень услуг (включающий представленные виды инжиниринга) по созданию объекта, готового к эксплуатации, сдача объекта «под ключ».

Также, по признаку функциональной направленности отмечаются классификации инжиниринга, предложенные Всемирным Банком [182], Ассоциацией кон-

сультационных инженеров и Институтом профессиональных инженеров Новой Зеландии [129], Кондратьевым В.В., Лоренцом В.Я. [35], Мазуром И.И., Шапиро В.Д. [40] и др. (табл. 1.2.4).

Этап полного жизненного цикла проекта. В научной, нормативно-правовой и отраслевой литературе предлагается большое количество классификаций инжиниринга в соответствии с данным критерием, однако, в отличие от классификаций по иным признакам классификации по этапам жизненного цикла очень схожи между собой и дополняют друг друга. На основе анализа рассмотренных источников были выделены следующие виды инжиниринга, соответствующие этапам жизненного цикла проекта: концептуальный инжиниринг, ТЭО, НИР, стоимостной и финансовый инжиниринг, организационный инжиниринг (управление проектом), проектирование, инжиниринг поставок, строительный инжиниринг (создание объекта), пуско-наладочные работы, обучение персонала, ввод в эксплуатацию, операционный инжиниринг (эксплуатация), ликвидационный инжиниринг (ликвидация).

Направление инжиниринга. В большом количестве научных работ инжиниринг классифицируют по направлению действия, на основании которого можно выделить 5 его типов [40]:

- *прямой* – анализ проблемы, проектирование и создание системы, решающей данную проблему;
- *обратный* – изучение принципов функционирования существующего решения (оборудования, технологии), результаты которого могут быть использованы для его улучшения или разработки новых решений. Часто используется в инжиниринге материалов;
- *реинжиниринг* – симбиоз прямого и обратного инжиниринга, в рамках которого осуществляется фундаментальное переосмысление и перепроектирование существующих процессов и систем с конечной разработкой кардинально новых решений существующих проблем;
- *параллельный* – подход к проектированию продукции и производственных процессов, позволяющий совместить определенные этапы проектирования и

производства в целях сокращения цикла разработки и выпуска продукции на рынок;

- *X-инжиниринг (кросс-инжиниринг, экс-инжиниринг)* – направление инжиниринга, целью которого является глубокая интеграция деятельности компании с ее внешним окружением (другими компаниями, потребителями) путем применения современных технологий, в особенности информационных технологий и научных методов управления.

Масштаб инжиниринга. По масштабу в работе [32] Кесаев С.А предлагает выделять 3 типа инжиниринга:

- *моноинжиниринг* – базовый инжиниринговый проект различной направленности, ограниченный по размеру и ресурсам;

- *мультиинжиниринг* – комплексный инжиниринговый проект, состоящий из ряда моноинжиниринговых проектов и требующий мультиинжинирингового управления;

- *мегаинжиниринг* – целевые программы развития регионов, отраслей, в состав которого входят ряд моно- и мультиинжиниринговых проектов.

Стратегическая значимость. Реализуемые компаниями инжиниринговые проекты оказывают определенное влияние на успешность их текущей деятельности и дальнейшего развития. В качестве критерия подобного влияния Кесаевым С.А. в работе [32] предложено использовать стратегическую значимость проектов, на основании которой были выделены 3 категории проектов:

- *умеренно значимые;*
- *средне значимые;*
- *высоко значимые.*

Выделенные классификационные критерии и соответствующие им примеры позволяют идентифицировать особенности инжиниринга применительно к различным аспектам и сформировать основу для определения его функциональной роли в рамках данного диссертационного исследования. С учетом акцента диссертации на технологические аспекты инжиниринговой деятельности в рамках критерия «набор предоставляемых функций» исследован технологический инжиниринг. С

точки зрения отраслевого аспекта инжиниринг рассмотрен преимущественно в рамках нефтегазовой отрасли, однако, с учетом того, что при решении современных отраслевых проблем разрабатываемые технологические решения находятся на стыке различных областей знаний, включая информационные и компьютерные технологии, нанотехнологии, и др., инжиниринг исследован, в том числе, и в области межотраслевого взаимодействия. Классификационные критерии «этап полного жизненного цикла проекта», «направление», «масштаб», «стратегическая значимость» характеризуют конкретные инжиниринговые проекты, которые интересны в рамках диссертации в широком диапазоне, включая проекты с различным жизненным циклом, направлением действия, масштабом и стратегической значимостью.

Анализ отраслевых документов, аналитических и статических отчетов, а также научных публикаций в области инжиниринга позволил сделать вывод, что осуществление инжиниринговой деятельности традиционно носит проектно-ориентированный характер, т.е. создание готового технологического продукта (системы, процесса), включающее этапы от генерации идеи до предоставления готового решения, реализуется в формате проекта [6]. Данная особенность инжиниринговой деятельности объясняется наличием у нее характеристик, свойственных управлению проектами:

1. уникальность создаваемого продукта (результата);
2. ограниченность реализации доступностью ресурсов (временных, материальных, финансовых, человеческих), а также соответствием содержания и качества разрабатываемого продукта целевым характеристикам на старте проекта;
3. комплексность, кросс-функциональность и кросс-дисциплинарность решаемых задач.

Данные характеристики актуализируют необходимость уточнения понятия инжинирингового проекта, которое в рамках данного исследования предложено трактовать следующим образом:

Инжиниринговый проект – это обособленный комплекс работ, направленный на решение инженерных задач, связанных с созданием и совершенствованием продукции, систем и (или) процессов.

Таким образом, на основе предложенного определения можно сделать вывод, что инжиниринг реализуется в формате инжиниринговых проектов, результатами которых являются продукты, представляющие собой готовые технологические решения. Связь между жизненными циклами инжиниринга, продукта и проекта представлена на рис. 1.2.2.

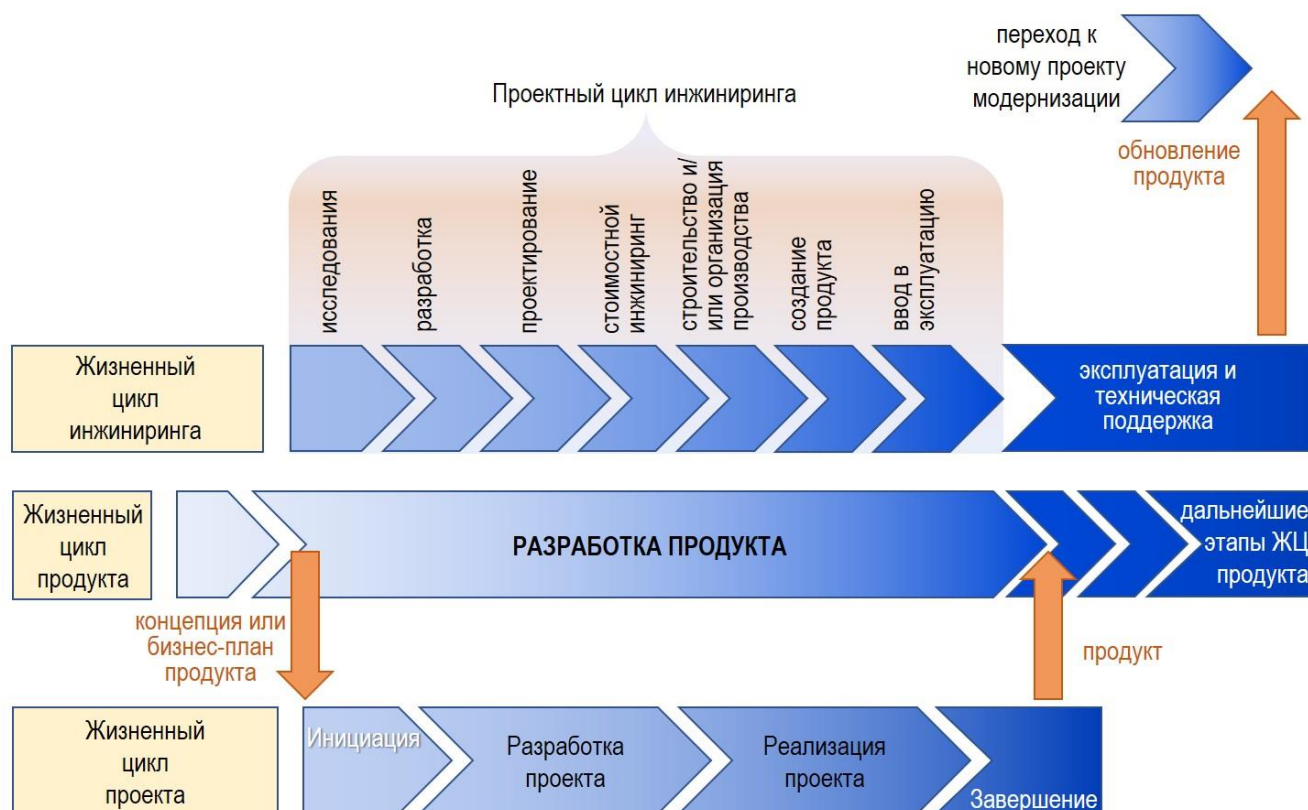


Рисунок 1.2.2 – Связь жизненных циклов инжиниринга, продукта и проекта [35]

Достаточно часто жизненный цикл проекта является частью жизненных циклов продукта и инжиниринга, однако, реализация проекта не обязательно должна ограничиваться лишь этапом создания продукта: так, согласно работам [35, 40, 41] инжиниринговый проект кроме этапов создания объекта может также включать этапы его эксплуатации (промышленный/производственный инжиниринг), обслуживания, модернизации и развития, и в конце – этап ликвидации, в связи с чем жизненный цикл инжинирингового проекта может полностью совпадать с жизненным циклом продукта и инжиниринга.

Различие структурного содержания инжиниринговых проектов объясняется, в первую очередь, специфичностью создаваемого объекта и отраслевой привязкой. Данный факт приводит к выводу, что каждый инжиниринговый проект является

уникальным, так как решает конкретные инженерные задачи в рамках существующих внутренних и внешних ограничений, которые и определяют его структурное содержание.

1.3 Сущность инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании и факторы, влияющие на их реализацию

Современные вызовы, ограничивающие развитие российской нефтегазовой отрасли, создают основу для реализации нефтегазовых инжиниринговых проектов, результатом которых являются актуальные отраслевые технологии. К подобным технологиям можно отнести следующие [5, 55, 58, 99, 111, 136, 141, 142]:

- современные геоинформационные технологии поиска залежей нефти и газа, космическое зондирование, трехмерная (3D) и четырехмерная (4D) сейсмо-разведка;
- трехмерное геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений с учетом временного фактора;
- технологии строительства скважин с протяженными горизонтальными участками;
- когнитивные информационные системы, позволяющие определять геологические риски перед началом бурения; выявлять неэффективные скважины в режиме реального времени и вносить коррективы в ковер бурения; «общаться» с сотрудниками компании и предоставлять им необходимую производственную информацию при голосовом запросе и др.;
- робототехника: использование наноботов («пластовых наноскопических роботов») для определения пластового давления, температуры и состава пластового флюида с последующей записью данных на внутренние носители, а также для введения в пласт поверхностно-активных веществ (ПАВ), позволяющих контролировать процессы, протекающие в продуктивном пласте в режиме реального времени; использование на промысле роботов-операторов, позволяющих избавить человеческие кадры от потенциально опасных условий труда, предоставив им возможность управлять роботами из безопасных диспетчерских комнат.

Анализ особенностей инжиниринговых проектов, реализуемых нефтегазовыми компаниями, а также проблем развития нефтегазового комплекса формируют основу для уточнения понятия нефтегазового инжинирингового проекта, определение которого представлено ниже:

Нефтегазовый инжиниринговый проект (инжиниринговый проект в нефтегазовой компании) – проект совершенствования, создания или внедрения новых технологических решений, который направлен на преодоление актуального технологического вызова нефтегазовой компании и реализуется с учетом заданных значений ключевых показателей эффективности.

При реализации инжиниринговых проектов в нефтегазовой отрасли особую роль играет их положение в цепочке от этапа поиска и добычи до этапа сбыта углеводородов. В связи со специфичностью работ на разных этапах нефтегазовую отрасль принято разделять на три сегмента [4, 30]:

- **upstream** – разведка месторождений, добыча, внутрипромысловая транспортировка и первичная переработка углеводородов;
- **midstream** – транспортировка углеводородов;
- **downstream** – глубокая переработка углеводородов и их реализация.

Привязка к определенному сегменту позволяет выделить ключевые особенности реализуемых проектов, в связи с чем ряд специалистов предлагает рассматривать каждый из этапов как блок с отдельным жизненным циклом и функциональным наполнением [35].

Анализ деятельности нефтегазовых компаний позволил выделить следующие виды работ, реализуемых в рамках рассмотренных сегментов отрасли (рис. 1.3.1). Представленная совокупность работ подтверждает разнообразие спроса на наукоемкие услуги и проектные работы в нефтегазовой отрасли, причем, в случае реализации схожих по своему содержанию проектов, нельзя говорить об их идентичности, так как разработка каждого месторождения углеводородов требует индивидуального подхода и, соответственно, исследований в зависимости от горно-геологических условий залегания углеводородов, физико-механических свойств

горных пород, физико-химических свойств пластовых флюидов, географических особенностей местности, климата и т.п. [35].

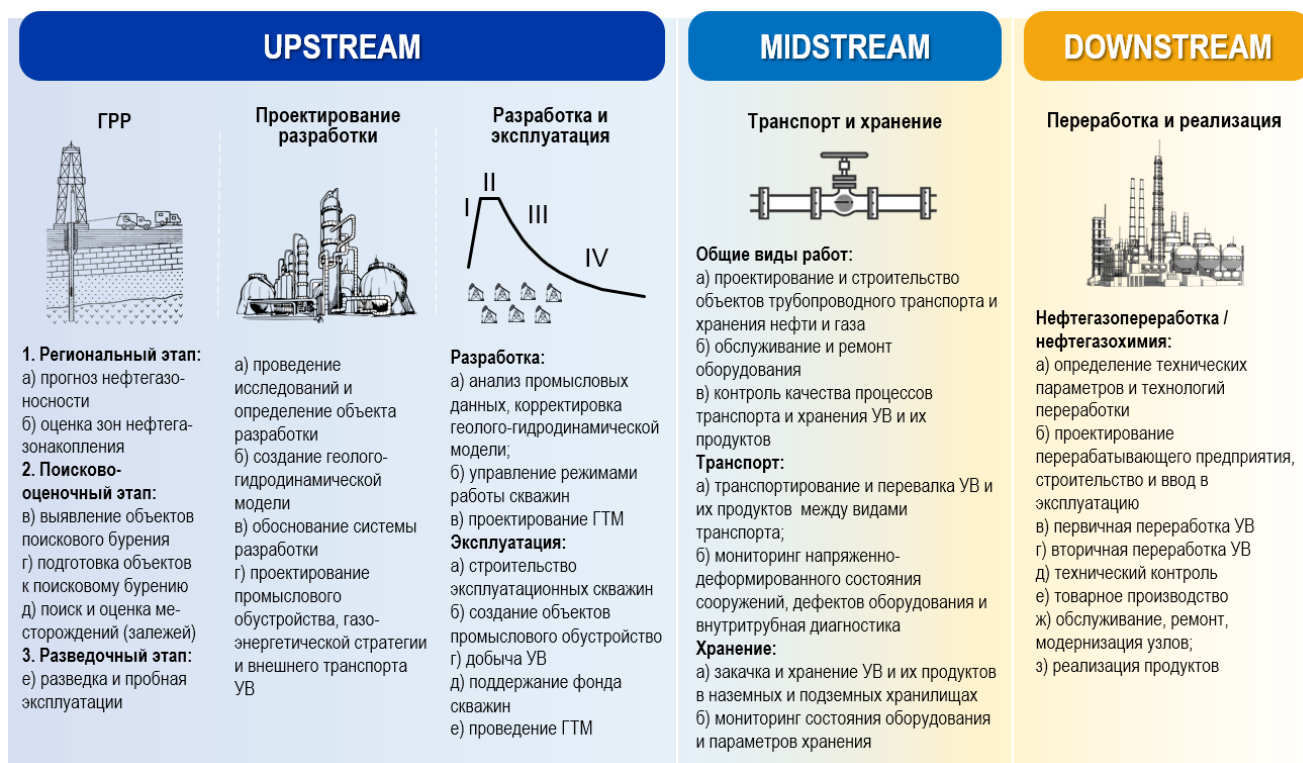


Рисунок 1.3.1 – Виды работ в сегментах upstream, midstream, downstream нефтегазовой отрасли

Описанные особенности осуществления представленного перечня работ приводят к выводу о необходимости индивидуального подхода к каждому отдельному направлению, создающего основу для развития отдельных видов нефтегазовой инженеринговой деятельности.

Факторы, влияющие на реализацию инженеринговых проектов в нефтегазовых компаниях

Реализация инженеринговых проектов нефтегазовыми компаниями находится под влиянием ряда взаимосвязанных факторов, которые на основании модернизированной версии PEST-анализа были разделены на 5 групп – политико-правовые, экономические, организационные, экологические и социальные. Для оценки возможности влияния на указанные группы факторов в процессе реализации проекта была определена их управляемость со стороны государства и нефтегазовых компании (таблица 1.3.1).

Таблица 1.3.1. Факторы, влияющие на реализацию инжиниринговых проектов в российских нефтегазовых компаниях: Г – управляемые государством, К – управляемые компаниями, Н – неуправляемые [156, 172]

Группа факторов	Название факторов	Управляемость
Политико-правовые	1.1. Наличие нормативно-правовой базы, регулирующей инжиниринговую деятельность	Г
	1.2. Эффективность регулирования инжиниринговой деятельности на законодательном уровне	Г
	1.3 Текущее налоговое законодательство в области инжиниринговой деятельности (особенно в части предоставления льгот)	Г
	1.4. Наличие внешнеполитических ограничений для государства (санкций)	Н
	1.5. Международное взаимодействие в области инжиниринговой деятельности	Г
	1.6. Наличие государственных программ по развитию инжиниринговой деятельности	Г
	1.7. Наличие программ по импортозамещению в ключевых отраслях	Г
	1.8. Климатическая повестка	Н
Экономические	2.1. Уровень экономического развития государства (ВВП, ВНП и др.)	Г/Н
	2.2. Модель экономического устройства (в случае России, экспортно-ориентированная модель)	Г
	2.3. Волатильность цен на энергоресурсы (в частности, на нефть и газ)	Н
	2.4. Волатильность спроса на нефть и природный газ	Н
	2.4. Волатильность курса национальной валюты по отношению к мировым валютам	Н
	2.5. Стоимость реализации инжиниринговых проектов в нефтегазовом секторе (капиталоемкость)	Н
	2.6. Доля затрат государства на НИОКР (к ВВП, к примеру)	Г
	2.7. Доля затрат компаний на НИОКР (к выручке, к примеру)	К
2.8. Степень коммерциализации результатов инжиниринговой деятельности	Н	
Организационные	3.1. Глобальный уровень потребления энергоресурсов	Н
	3.2. Ресурсный потенциал: текущее количество запасов сырьевых энергоресурсов (нефти и газа) у государства	Н
	3.3. Долгосрочный характер инвестиционного цикла проектов в нефтегазовом секторе	Н
	3.4. Капиталоемкость нефтегазовых инжиниринговых проектов	
	3.5. Развитость образовательной среды в области инжиниринговой деятельности	Г
	3.6. Наличие квалифицированных кадров в компании, способных осуществлять инжиниринговую деятельность	К

Продолжение таблицы 1.3.1

Группа факторов	Название факторов	Управляемость
Экологические и социальные	4.1. Развитость государственного экологического законодательства	Г
	4.2. Эффективность налогового законодательства в отношении деятельности объектов нефтегазового сектора (наличие налогов на выброс на CO ₂)	Г
	4.3. Влияние нефтегазовых инжиниринговых проектов на окружающую среду	К
	4.4. Влияние инжиниринговых проектов на социальную сферу (корпоративная социальная ответственность)	К

Одной из наиболее значимых и обширных групп факторов являются *политико-правовые*. Рассмотренные факторы отражают степень развитости и состоятельность нормативно-правовой базы государств в области инжиниринговой деятельности, оценивают политическую направленность государства по достижению целевых показателей в данном направлении, показывают уровень международного взаимодействия при реализации инжиниринговых проектов, особенно в нефтегазовом секторе. Анализ управляемости данной группы факторов свидетельствует о высоком потенциале для воздействия на них со стороны государства, что вполне объяснимо, так как совершенствование нормативно-правовой базы и политическая ориентация государства, включая межгосударственное взаимодействие, находятся под прямым влиянием государственных структур [46].

Другой, не менее важной категорией факторов являются *экономические*. Экономические факторы определяют общий уровень развития государства (на основании таких показателей, как ВВП и др.), его экономическую модель, влияние глобальных экономических процессов на государство и нефтегазовую отрасль (в частности на примере таких макроэкономических показателей, как волатильность курса национальной валюты, волатильность спроса и цен на углеводороды), уровень инновационного развития государства и нефтегазовой отрасли (на примере долей затрат на НИОКР государства по отношению к ВВП и затрат компаний по отношению к выручке, степени коммерциализации результатов инжиниринговой деятельности). Экономические факторы в большинстве случаев создают внешний контур

влияния как на государство, так и на компании, в связи с чем не поддаются управлению ни одним из рассматриваемых субъектов.

Организационные факторы определяют необходимые условия и особенности реализации инжиниринговых проектов в нефтегазовом секторе: изменение уровня глобального потребления энергоресурсов и структуры обеспечения энергобаланса в конкретном государстве и мире, ресурсный потенциал государства и других стран, специфика отраслевых инжиниринговых проектов (долгосрочный характер инвестиционного цикла и капиталоемкость нефтегазовых инжиниринговых проектов), развитость образовательной среды и кадровой составляющей в рассматриваемой области. Данная группа факторов оказывает как внешнее, так внутреннее влияние на реализацию инжиниринговых проектов, однако не поддается в значительной степени управлению как государством, так и компаниями.

Двумя оставшимися группами, определяющими перспективы реализации инжиниринговых проектов, являются *экологические* и *социальные* факторы. В отличие от первых четырех групп факторов данные группы определяют не столько возможности процесса реализации, сколько устанавливают ограничения для него. Экологические факторы нацелены на оценку воздействия реализуемых инжиниринговых проектов на экологию, в связи с чем предлагается в качестве факторов рассматривать уровни непосредственного влияния нефтегазовых инжиниринговых проектов на окружающую среду, развитость экологического законодательства государства и эффективность его применения. Социальные факторы, в свою очередь, отражают степень воздействия инжиниринговых проектов на социальные группы, подпадающие под влияние реализуемых объектов инжиниринговой деятельности (корпоративная социальная ответственность).

Разделение факторов влияния с точки зрения управляемости на три предложенные категории позволяет осуществить их систематизацию и определить механизм воздействия на них при реализации инжиниринговых проектов нефтегазовыми компаниями (рис. 1.3.2):



Рисунок 1.3.2 – Управляемость факторов, влияющих на реализацию инжиниринговых проектов, и механизмы воздействия на них

- факторы, управляемые государством, недоступны к воздействию со стороны нефтегазовых компаний, в связи с чем их влияние оказывает безусловный эффект, который необходимо учитывать в формате внешних ограничений при реализации инжиниринговых проектов;
- факторы, управляемые компаниями, являются основным рычагом воздействия проектов, в связи с чем создают внутренние возможности по их реализации;
- факторы, неуправляемые ни государством, ни компаниями, носят объективный характер и также создают внешний контур ограничений при реализации инжиниринговых проектов.

Совокупность представленных факторов, с одной стороны, формирующих ограничения для реализации инжиниринговых проектов, а с другой – способствующих их успешному осуществлению, создают устойчивую основу для разработки системы и инструментария управления инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании.

Успешная реализация инжиниринговых проектов является продуктом эффективного менеджмента компаний [139]. На сегодняшний день глобальные нефтегазовые компании создают большое количество технологических решений, которые значительно повышают эффективность производственных бизнес-процессов, снижают количество аварийных ситуаций и помогают реализовывать стратегические

инициативы компаний [93]. Однако, в процессе осуществления инжиниринговых проектов также возникают ситуации, когда их дальнейшая реализация становится неэффективной, либо невозможной:

- не было получено подтверждение возможности создания технологического решения [177];
- в процессе реализации проект оказался неэффективным [92];
- изменились макроэкономические параметры, в условиях которых реализуется проект и др. [178].

Подобные ситуации приводят к приостановке проектов, отказу от их дальнейшей реализации и потере инвестиций, осуществленных компанией [168]. На основе анализа ситуаций, приводящих к снижению эффективности и полной остановке проектов, было выявлено, что основные сложности при реализации проектов возникают на этапах выбора проектов и их реализации. В связи с этим в рамках данного диссертационного исследования предлагается концептуальный подход к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании на основе применения методического инструментария по выбору проектов и управлению их реализацией (рис. 1.3.3) с целью принятия обоснованных инвестиционных решений и повышения вероятности осуществления проектов.

1.4 Выводы по Главе 1

1. Определено, что нефтегазовый комплекс является одной из ключевых отраслей экономики Российской Федерации, так как ввиду ее ресурсно-ориентированной направленности он создает основу для ее функционирования и формирует перспективы дальнейшего развития. По результатам 2022 года на долю нефтегазового сектора приходится до 18,1 % ВВП РФ, 41,7% доходов федерального бюджета, а также 42% экспорта, в связи с чем его можно по праву считать основным источником роста национальной экономики.

2. Значимость российского нефтегазового комплекса остается высокой как на глобальном, так и национальном уровнях, поскольку он обеспечивает потребности в энергоресурсах на внешнем и внутреннем рынках и формирует основу энергетического и технологического суверенитета государства.

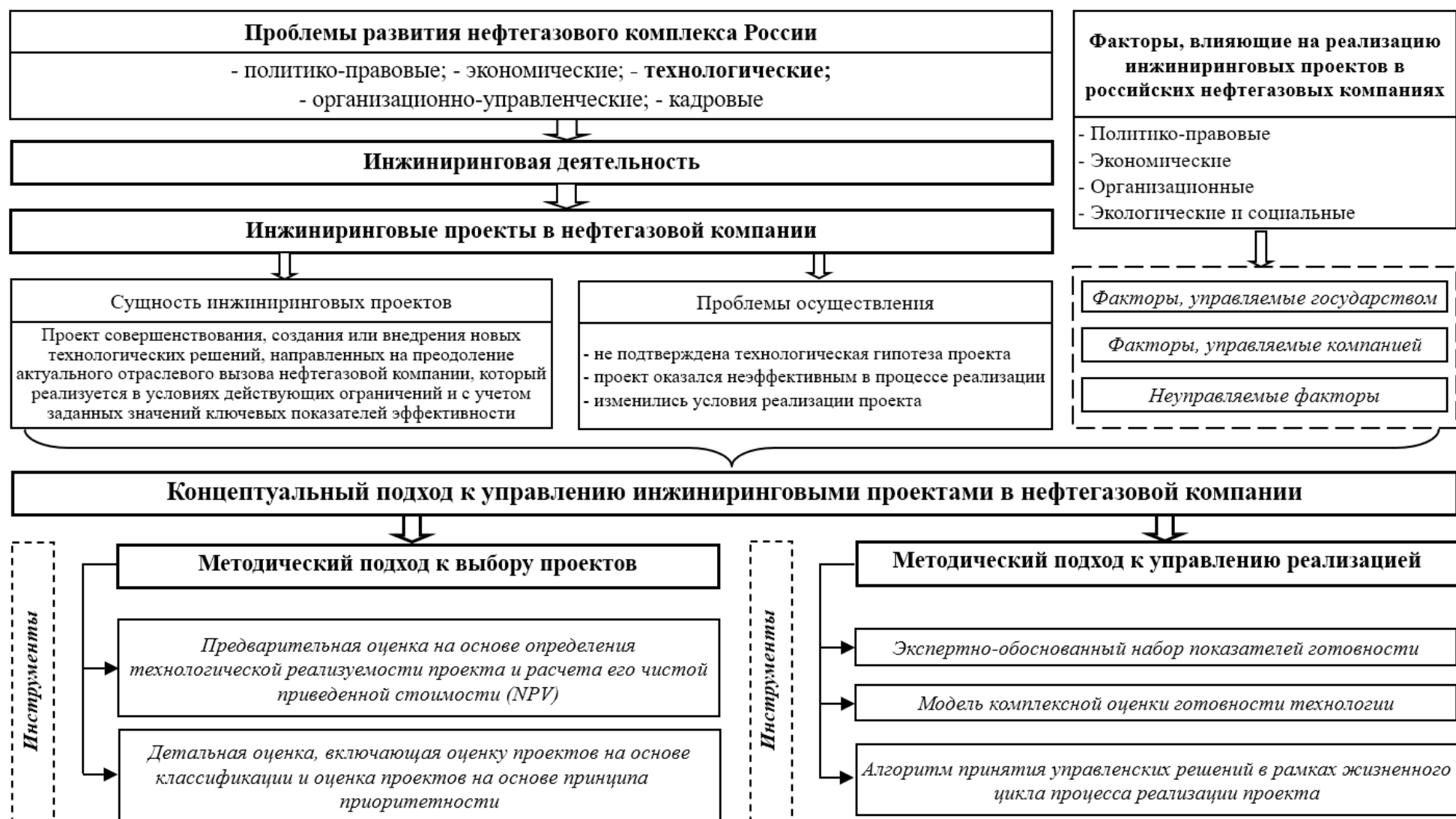


Рисунок 1.3.3 – Концептуальный подход к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании

На сегодняшний день Российская Федерация занимает лидирующие позиции среди стран с ресурсно-ориентированной экономикой – на ее долю приходится до 6,2% мировых запасов нефти (6 место в мире) и до 19% мировых запасов природного газа (1 место), накопленная годовая добыча нефти составляет 535 млн т (2 место), накопленная годовая добыча природного газа – 672 млрд м³ (2 место), объем переработки нефти – 255 млн т или 6,6% от мировой нефтепереработки (3 место).

3. Анализ текущего состояния российского нефтегазового комплекса позволил выявить ряд принципиальных проблем, включая политико-правовые, экономические, технологические, организационно-управленческие и кадровые, которые ограничивают его текущее функционирование и ставят под вопрос возможность дальнейшего развития. Определено, что наиболее фундаментальной и значимой группой проблем являются технологические проблемы, так как высокая импортозависимость и отсутствие отечественных технологических решений не позволяют в полной мере отвечать на современные отраслевые вызовы, такие как повышение нефте- и газоотдачи пластов, вовлечение в разработку трудноизвлекаемых и нетрадиционных запасов углеводородов, цифровизация нефтегазовой отрасли и др.

4. Отсутствие необходимых технологий и оборудования в российском нефтегазовом комплексе обосновывают необходимость наращивания внутреннего технологического потенциала, который может быть достигнут при создании необходимых технологических решений путем реализации инжиниринговых проектов.

5. Контент-анализ нормативно-правовых актов, отраслевых документов и научных исследований позволил выделить 6 ключевых подходов к пониманию инжиниринга, а также уточнить понятия «инжиниринг» и «инжиниринговый проект» с учетом влияния инжиниринга на технологическое развитие отраслевых компаний и его способности решать их актуальные вызовы.

6. Систематизация видов инжиниринговой деятельности позволила сформировать классификацию инжиниринга на основе 6 критериев, включающих отраслевой аспект, набор предоставляемых функций, этап полного жизненного цикла проекта, направление, масштаб, стратегическая значимость.

7. На основе анализа сущности и особенностей инжиниринговых проектов, реализуемых нефтегазовыми компаниями, было сформировано определение понятия «нефтегазовый инжиниринговый проект», которое следует трактовать как проект совершенствования, создания или внедрения новых технологических решений, который направлен на преодоление актуального технологического вызова нефтегазовой компании и реализуется с учетом заданных значений ключевых показателей эффективности.

8. Реализация инжиниринговых проектов в нефтегазовых компаниях подвержена влиянию 5 групп факторов – экономических, организационных, политико-правовых, экологических и социальных, которые с точки зрения управляемости дифференцируются на 3 категории – управляемые государством, управляемые компаниями и неуправляемые. Факторы, управляемые государством и неуправляемые, создают внешние ограничения для реализации инжиниринговых проектов в нефтегазовых компаниях, в то время как факторы, управляемые компаниями, формируют внутренние возможности для их осуществления.

9. Сущность и особенности нефтегазовых инжиниринговых проектов, а также факторы, влияющие на их реализацию, обосновывают необходимость разработки концептуального подхода к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании на основе применения методического инструментария по выбору проектов и управлению их реализацией с целью повышения вероятности осуществления проектов и принятия обоснованных инвестиционных решений.

ГЛАВА 2 КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ ИНЖИНИРИНГОВЫМИ ПРОЕКТАМИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ КОМПАНИИ

2.1 Анализ подходов и методов выбора инжиниринговых проектов

Процедура выбора инжиниринговых проектов основывается на их комплексной оценке, которая позволяет определить потенциальные эффекты от реализации с учетом возникающих рисков с целью их ранжирования проектов на основе приоритетности для компании. Для оценки инжиниринговых проектов используются различные по своей природе и сущности методы, однако вне зависимости от конкретно выбранного метода процесс строится на ряде ключевых принципов (рис. 2.1.1) [37].



Рисунок 2.1.1 – Принципы оценки инжиниринговых проектов [37]

Оценка инжинирингового проекта должна учитывать его влияния на бизнес, то есть на компанию в целом, а также потенциальную отдачу от рынка. Несмотря на то, что инжиниринговые проекты относятся к проектам с высокой долей неопределенности получения технологического и экономического эффектов, их оценка в обязательном порядке должна включать расчет последствий реализации проекта от стадии НИОКР до выведения готового технологического решения на рынок, в связи с тем, что целью реализации проекта в рамках компании является повышение показателей ее деятельности, поэтому при принятии решения о его осуществлении менеджмент компании должен однозначно понимать потенциальный результат. Дополнительно, компания должна оценивать свои возможности по эксплуатации результатов проекта: наличие у одной компании необходимых ресурсов для эффективного использования разработанных технологических решений (маркетинг, логистика, каналы сбыта) повышает его ценность для компании в сравнении с той,

где таких ресурсов нет, так как данный факт создает потребность в поддерживающих активах, которые позволят осуществить надлежащий вывод технологий на рынок [170].

При реализации инжинирингового проекта необходимо также оценивать его потенциальное влияние на другие проекты компании, и в рамках данного аспекта выделяются две ситуации. С одной стороны, результат одного проекта может являться необходимым условием для реализации другого (комплиментарные проекты), в связи с чем рекомендуется планировать их совместное осуществление для достижения наибольшего экономического результата [101]. С другой, определенный проект может являться альтернативным для уже осуществляемого в периметре компании, что создает необходимость оценки их параметров коммерциализации (объема и каналов сбыта) с целью определения величины интерференции эффектов и обоснования целесообразности реализации нового проекта.

Высокая рискованность инжиниринговых проектов создает необходимость учета при их реализации технологического риска, отражающего невозможность его технологической осуществимости, и коммерческого риска, отражающего возможность его провала на рынке. Таким образом, вероятность неуспешности проекта может быть определена по формуле (2.1):

$$P = 1 - P_t \cdot P_c, \quad (2.1)$$

где P_t – вероятность технологического успеха;

P_c – вероятность коммерческого успеха.

Принципиальным фактором, влияющим на принятие решения о реализации проекта, является уровень технологической зрелости разрабатываемой технологии. Как правило, инжиниринговые проекты, инициируемые нефтегазовыми компаниями, отличаются по степени зрелости разрабатываемой технологии – часть технологий являются новыми исключительно для самой компании и уже применяются в других, их принцип функционирования в достаточной степени понятен, и их проще воссоздать; другие технологии в значительной степени уникальны, в связи с чем их разработка является наиболее осложненной и рискованной ввиду отсутствия релевантного опыта по их созданию [146, 158]. Таким образом, приоритет компаний

смещается в сторону технологий с наиболее высоким уровнем зрелости – данные технологии наименее подвержены технологическому провалу, соответственно обладают более высоким потенциалом коммерциализации и представляют наибольшую ценность для компании.

При оценке проектов на стадии реализации особое внимание уделяется безвозвратным затратам: понесенные затраты не должны влиять на оценку проекта, она осуществляется исключительно на основе доходов и затрат, которые сгенерирует проект в будущем. Данный аспект позволяет обосновать управленческие решения при реализации проектов: в случае, если на реализацию проекта уже затрачены значительные средства, но актуальная оценка свидетельствует об отрицательной финансовой отдаче в будущем, осуществление проекта должно быть прекращено. Величина потраченных средств не отражает потенциальной эффективности проекта, в связи с чем его оценка должна строиться на будущих финансовых результатах [16].

Методы оценки инжиниринговых проектов

В организациях применяются различные методы оценки инжиниринговых проектов, которые по природе критериев оценки принято разделять на финансовые и нефинансовые. В рамках финансовых методов оценки проектов обычно выделяют метод дисконтированного денежного потока.

Метод дисконтированного денежного потока. Данный метод является наиболее распространенным и используемым компаниями для оценки инвестиционных проектов (к которым также относятся инжиниринговые), поскольку позволяет им оценивать ожидаемую стоимость проектов с учетом изменения ценности денежных потоков во времени [155]. Основными показателями, применяемыми в рамках данного метода, являются чистая приведенная стоимость (NPV), индекс доходности (PI), внутренняя норма доходности (IRR) и модифицированная норма доходности (MIRR), дисконтированный срок окупаемости (DPP) [16].

Чистая приведенная стоимость проекта (NPV, Net Present Value) отражает сумму всех денежных потоков, которые генерирует проект на протяжении своего

жизненного цикла, приведенную к моменту оценки. Данный показатель отражает интегральный эффект от реализации проекта и определяется по формуле (2.2):

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{NCF_t}{(1+r)^t} \quad (2.2)$$

где NCF – чистый денежный поток (Net Cash Flow) за год t ,

$$NCF = CI_t - CO_t,$$

CI (*Cash Inflow*) – положительный денежный поток (доходы);

CO (*Cash Outflow*) – отрицательный денежный поток (расходы);

r – ставка дисконтирования.

Привлекательным для инвестора будет тот проект, NPV которого будет больше 0, следовательно проекты с $NPV < 0$ нецелесообразны для реализации.

Индекс доходности (PI, Profitability Index) – отношение приведенных эффектов по проекту (денежных потоков (ДП) по операционной деятельности) к величине дисконтированных инвестиций. Позволяет определить ценность проекта в расчете 1 денежную единицу инвестиций (формула 2.3):

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{NCF_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{Inv_t}{(1+r)^t}} \quad (2.3)$$

где Inv_t – величина инвестиций в год t .

Эффективным является тот проект, PI которого больше 1.

Внутренняя норма доходности (IRR, Internal Rate of Return) – показатель, отражающий уровень доходности проекта, который определяется как ставка дисконтирования проекта, при которой его чистая приведенная стоимость (NPV) обращается в 0, либо величина приведенных доходов по проекту равна приведенным расходам (формула 2.4). IRR сравнивается со ставкой дисконтирования r – эффективным является тот проект, IRR которого больше либо равняется 0, и чем больше разница между IRR и r , тем более доходным и привлекательным является проект.

$$0 = \sum_{t=0}^T \frac{NCF_t}{(1+IRR)^t} \quad (2.4)$$

Применение IRR при оценке проектов на практике зачастую осложнено неординарностью денежных потоков, генерируемых проектом, в связи с чем проект может обладать несколькими значениями IRR. Данную проблему устраняет применение модифицированной внутренней нормы доходности (MIRR, Modified IRR), которая позволяет оценивать доходность проекта с допущением, что все доходы реинвестируются по ставке, равной средневзвешенной стоимости капитала (формула 2.5):

$$0 = \frac{\sum_{t=0}^T CI_t(1+r)^{T-1} - \sum_{t=0}^T \frac{CO_t}{(1+r)^t}}{(1+MIRR)^t} \quad (2.5)$$

Дисконтированный срок окупаемости (DPP, Discounted Payback Period) – показатель, отражающий минимальный срок с начала осуществления проекта, после которого интегральный эффект проекта начинает принимать положительные значения (формула 2.6):

$$DPP = N + \frac{|NCF_{отр}|}{NCF_{полож}} \quad (2.6)$$

где N – количество лет, на протяжении которых накопленный ДП отрицателен;

$NCF_{отр}$ – накопленный ДП последнего отрицательного года;

$NCF_{полож}$ – накопленный ДП периода, следующего за последним отрицательным годом.

Данный показатель в большинстве случаев используется как дополнение к основным методам, так как не дает возможности определить эффект от реализации проекта для компании в стоимостном выражении, а также провести оценку разномасштабных проектов.

Методы дисконтированного денежного потока позволяют с высокой точностью оценить стоимостной эффект от реализации проекта, однако их исключительное применение для выбора инжиниринговых проектов осложнено рядом факторов:

- инжиниринговые проекты являются высокорискованными в связи со значительной долей неопределенности получения эффектов на начальных стадиях их реализации. Предварительно оцененные значения показателей экономической

эффективности могут оказаться значительно завышенными, что приведет к принятию необоснованных управленческих решений [155];

- данные методы не учитывают отраслевые особенности проектов и приоритеты компании в рамках ее технологического развития.

Опционные методы. В связи со схожими особенностями инвестирования в инжиниринговые проекты и колл-опционы ряд исследователей предлагают применять для оценки инжиниринговых проектов теорию оценки опционов [155, 169]. Колл-опцион на обыкновенные акции представляет контракт, в рамках которого у покупателя есть возможность приобрести акции по указанной цене в определенную дату в будущем. В случае, если рыночная цена акций выше цены, утвержденной в контракте, покупатель исполняет опцион и приобретает акции с величиной прибыли пропорциональной разнице между рыночной стоимостью акций и ценой опциона; в случае, если рыночная цена акций ниже цены опциона, покупатель отказывается от исполнения опциона, неся убытки в размере суммы, инвестированной в опцион [37, 118]. Подобная ситуация прослеживается и при оценке инжиниринговых проектов опционными методами (в частности, на примере колл-опциона): при наступлении неблагоприятных условий в процессе реализации инжинирингового проекта нефтегазовая компания может отказаться от осуществления дополнительных инвестиций, необходимых для осуществления проекта, и понести убытки в размере ранее осуществленных инвестиций, которые будут, как правило, ниже последующих затрат на коммерциализацию результатов проекта [37].

Применение опционных методов при оценке инжиниринговых проектов позволяет избежать статичности, присущей методу NPV, которая выражается недостаточном учете неопределенности при реализации проекта. При поступлении новой информации (изменение условий реализации проекта) опционные методы позволяют изменять и принимать оптимальные решения в ходе осуществления проекта, что количественно оценивается в момент анализа [36]. В отличие от метода NPV, учитывающего только ожидаемые денежные потоки проекта, опционные методы позволяют также учесть период, в течение которого сохраняется инвестиционная

возможность, неопределенность будущих поступлений, стоимость, теряемую в период действия инвестиционной возможности [16, 36].

Применение опционных методов обосновано при выполнении следующих условий [16, 36]:

- реализация проекта подвержена высокой неопределенности;
- система реализации проекта основана на принятии гибких управленческих решений в случае изменения условия реализации проекта.

В связи с этим опционные методы являются наиболее востребованными в наукоемких, высокотехнологичных и ресурсодобывающих отраслях [7], к которым, в том числе, можно отнести деятельность по реализации инжиниринговых проектов. Однако, практика применения данных методов для оценки инжиниринговых проектов в нефтегазовых компаниях свидетельствует о высокой трудоемкости и сложности процесса, связанной с необходимостью получения дополнительных сведений об условиях реализации проекта, что обусловило отказ от опционных методов в пользу метода NPV, а также нефинансовых методов в условии большого потока осуществляемых проектов.

В рамках нефинансовых методов оценки инжиниринговых проектов выделяют профильный метод, контрольные списки, методы балльной оценки.

Профильный метод. Данный метод является одним из наиболее простых методов оценки проектов, в рамках которого определяется набор критериев оценки; осуществляется качественная оценка проектов в соответствие с критериями; формируется профиль проектов, на основании которого принимается решение о выборе наиболее приоритетного проекта [37] (рис. 2.1.2).

КРИТЕРИЙ	ЗНАЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ		
	Низкое	Среднее	Высокое
Доходность		A	B
Новизна	A		B
Реализуемость	B		A

Рисунок 2.1.2 – Пример применения профильного метода

Контрольные списки. Данный метод аналогичен профильному методу, однако разница заключается в том, что в рамках оценки соответствия проекта определенному критерию ему присваивается одно из значений – «Да» или «Нет», либо указывается дискретное значение (табл. 2.1.1).

Таблица 2.1.1 – Пример контрольного списка [174]

№	Критерии	Значение
<i>А. Корпоративные цели, политика, ценности</i>		
1.	Соответствует ли проект текущей стратегии компании?	
2.	Может ли проект изменить технологический потенциал компании?	
3.	Соответствует ли проект потребностям компании с точки зрения потенциальной доходности и привлекаемых средств?	
<i>Б. Маркетинговые цели</i>		
1.	Удовлетворяют ли результаты проекта определенным потребностям рынка?	
2.	Ожидаемый совокупный размер рынка	
3.	Конкурентная позиция	
<i>В. Критерии, связанные с НИОКР</i>		
1.	Вероятность технологического успеха	
2.	Доступность ресурсов для НИОКР	
3.	Патентная позиция	
<i>Г. Финансовые критерии</i>		
1.	Инвестиции в производство	
2.	Потенциальная годовая выручка и сроки	
3.	Ожидаемая маржа прибыли	
<i>Д. Производственные критерии</i>		
1.	Наличие производственных линий, доступность производственных процессов	
2.	Доступность производственного персонала (численность / навыки)	
3.	Стоимость и доступность сырья	

Профильный метод и метод контрольных списков являются простыми в использовании и позволяют оценивать проекты и принимать решения в тех случаях, когда количественная оценка проектов является ненадежной, однако обладают ря-

дом принципиальных ограничений: профильные списки не позволяют оценить интегральную величину соответствия проекта целям оценки; контрольные списки дают возможность просуммировать значения критериев оценки, однако не позволяют полноценно определить сводное значение проекта и не учитывают различную значимость критериев оценки [37].

Методы балльной оценки. Данные методы основаны на тех же принципах, что и два предыдущих метода, однако позволяют осуществить комплексную оценку проекта на основе учета значений критериев оценки и весов данных критериев путем расчета совокупного балла по проекту (формула 2.7) [37]:

$$K = \sum_{i=1}^n N_i \cdot W_i, \quad (2.7)$$

где N_i – значение проекта по критерию i ;

W_i – вес критерия i .

Преимущества метода балльной оценки:

- возможность использования любых релевантных критериев оценки в зависимости от конкретной задачи;
- возможность учета различной значимости критериев оценки при расчете совокупного балла проекта;
- возможность ранжирования проектов на основе совокупного балла оценки;
- возможность применения как финансовых, так и не финансовых критериев оценки.

Недостатки метода балльной оценки:

- субъективность оценки, выраженная в различных индивидуальных особенностях и взглядах респондентов;
- сложность подбора релевантных критериев, а также определения их значимости для конкретных ситуаций оценки проектов;
- отсутствие возможности осуществления ретроспективной проверки (что характерно для всех нефинансовых методов);

- отсутствие прикладной значимости интегрального балла проекта в абсолютном виде, что создает сложность при обосновании важности каждого из проектов и принятии коллегиального решения о начале его реализации.

Анализ выявленных недостатков и учет современных требований к качеству оценки проектов создали основу для адаптации классического метода балльной оценки, позволившей снизить долю ее субъективности и повысить надежность результатов оценки. Одним из наиболее распространенных современных методов оценки проектов, соответствующим рассмотренным критериям, является метод анализа иерархий. Метод анализа иерархий (МАИ, Analytical Hierarchy Process, АНР), предложенный в 1980-е годы американским ученым Томасом Саати (Thomas L. Saaty), является технологией принятия решения при выборе альтернативных вариантов достижения цели, основанной на принципе попарных сравнений, реализуемых с использованием математических расчетов [160, 161]. В классическом виде метод анализа иерархий реализуется в соответствии со следующим планом:

1. декомпозиция проблемы в виде иерархии, включающей цель, альтернативные варианты ее достижения, критерии оценки альтернатив;
2. определение приоритетов критериев на основе их попарного сравнения с формированием вектора весов критериев;
3. определение приоритетов альтернатив по каждому из критериев с формированием матрицы весов альтернатив по заданным критериям;
4. определение глобальных приоритетов альтернатив на основе линейной свертки матрицы весов альтернатив по критериям на вектор весов критериев;
5. принятие решения о выборе наиболее приоритетной альтернативы (приоритетных альтернатив) на основе полученных результатов.

Пример иерархий МАИ для выбора инжиниринговых проектов представлен на рисунке 2.1.3.

Использование принципа попарных сравнений позволяет формализовать процесс оценки проектов путем более детального сопоставления альтернатив между собой и учета важности критериев оценки.

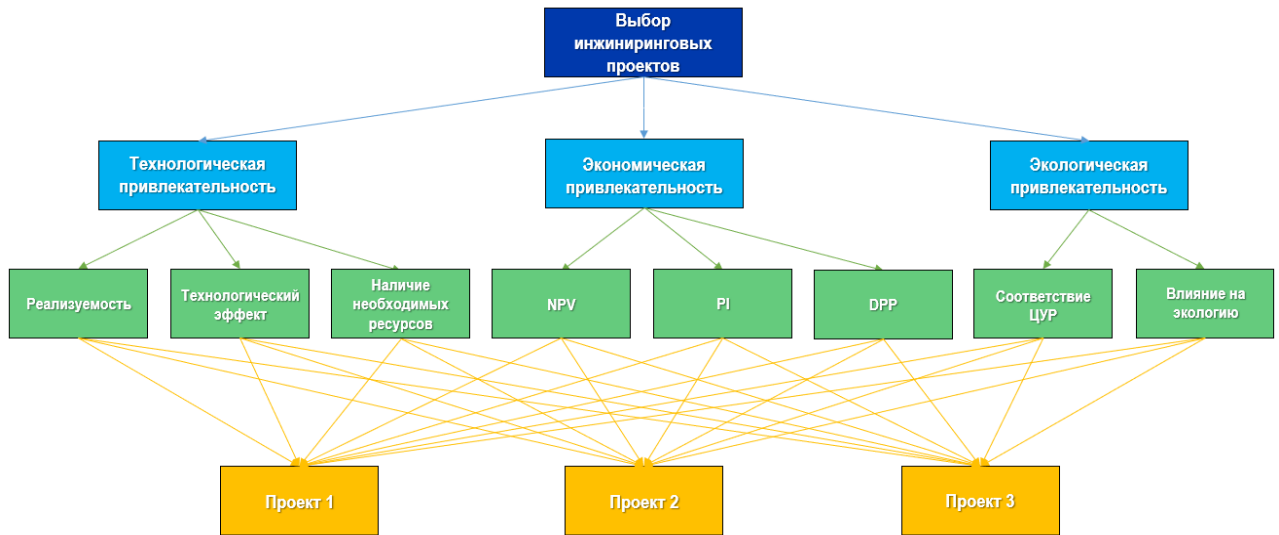


Рисунок 2.1.3 – Пример иерархии МАИ для выбора инжиниринговых проектов

Диапазон применения финансовых и нефинансовых методов

Применение финансовых и нефинансовых методов оценки проектов обычно дифференцируется с точки зрения особенностей проекта (табл. 2.1.2).

Таблица 2.1.2 – Рекомендации по использованию финансовых и нефинансовых методов при оценке проектов [37]

Тип проекта	Метод оценки
Проект разработки	DCF-метод
Проект разработки на первых стадиях	Опционные методы
Проекты исследований	Нефинансовые методы

Проекты разработки, к которым, в частности, можно отнести проекты разработки месторождений углеводородов, оцениваются преимущественно на основе DCF-метода, в связи с тем, что значения ключевых параметров данных проектов являются в достаточной степени известными для команды проекта и могут применены для оценки их интегрального эффекта. Проекты фундаментальных и новых исследований оцениваются в основном при помощи нефинансовых методов, поскольку значения многих параметров являются неуточненными, либо не могут быть оценены количественно, а данные методы, в свою очередь, позволяют установить релевантность реализации подобных проектов с учетом возникающих рисков. Проекты предварительной разработки и разработки на первых стадиях могут

быть оценены с помощью опционных методов, поскольку они позволяют учитывать высокую неопределенность, присущую данным проектам, и принимать гибкие управленческие решения в случае изменения условия реализации проекта.

Инжиниринговые проекты, с точки зрения типа, относятся ближе к проектам НИОКР и проектам предварительной разработки, результатами которых являются новые технологические решения, однако им также свойственны особенности проектов разработки, так как интегральный эффект реализации инжинирингового проекта оценивается по степени коммерциализации его результатов. Данный обстоятельство обосновывает необходимость применения при оценке и выборе инжиниринговых проектов комплекса финансовых и нефинансовых методов с целью взаимного учета их недостатков и повышения качества получаемых результатов.

2.2 Анализ подходов и методов управления реализацией инжиниринговых проектов

Процесс реализации инжиниринговых проектов непременно сталкивается с тройственным ограничением любых проектов – бюджет, сроки реализации, производительность [145]. Системный подход к управлению инжиниринговыми проектами может снизить неопределенность всех трех аспектов, в то время как обратная ситуация может привести к перерасходу средств, задержке графика и снижению первоначальных целей производительности. Решением указанных проблем является мониторинг процесса реализации проекта, в рамках которого осуществляется полный контроль за процессом его осуществления, включающий систему мероприятий по измерению фактических параметров, расчету отклонения фактических параметров от плановых, а также мероприятий по устранению данных отклонений. На практике одним из наиболее эффективных методологических подходов к осуществлению технологических инжиниринговых проектов является оценка технологической готовности, основанная на комплексной и объективной оценке готовности технологий и возникающих рисков в ключевые моменты жизненного цикла создания технологий [143, 145].

Оценка технологической готовности (Technology Readiness Assessment, TRA) – это системный, формальный процесс, основанный на системе показателей, который определяет зрелость разрабатываемых технологий, процессов, включая требуемые уровни технологических, экономических и иных характеристик [177, 178].

Основными задачами данного процесса является:

- мониторинг уровня зрелости разрабатываемого технологического решения;
- выявление существующих и потенциальных рисков реализации проекта;
- снижение уровня издержек проекта;
- эффективное управление реализацией проекта.

На сегодняшний день используется значительное количество методов оценки технологической готовности проектов, каждый из которых ориентирован на определенную область применения, основан на расчете ряда показателей и обладает рядом преимуществ и ограничений. Результаты анализа данных методов позволили прийти к выводу, что в основе большинства из них лежит один из двух классических методов реализации технологических инжиниринговых проектов – унифицированный метод оценки уровня готовности технологий TRL (Technology Readiness Level) и метод Stage-Gate.

Метод TRL

Метод TRL был предложен 70-80-е годы американским космическим агентством NASA как ответ на проблему взаимодействия между различными подразделениями компании и синхронизации полученных ими результатов при разработке технологий для космических систем. Возникшая проблема выявила, что развитие высокотехнологичных систем находится в строгой зависимости от синхронизованного развития отдельных необходимых технологий, и в случае, если синхронизация неоптимальна, это принципиальным образом влияет на производительность, планирование и бюджет проекта [143, 145].

Метод TRL построен на линейном подходе инновационного цикла: разработка отдельной технологии от стадии исследований до внедрения готового технологического решения осуществляется на основании 9-уровневой шкалы готовности (рис. 2.2.1). Для универсальной технологии уровни описывают демонстрационные требования, включая состояние интеграции среды и технологии, при повышении точности до конечной операционной системы.

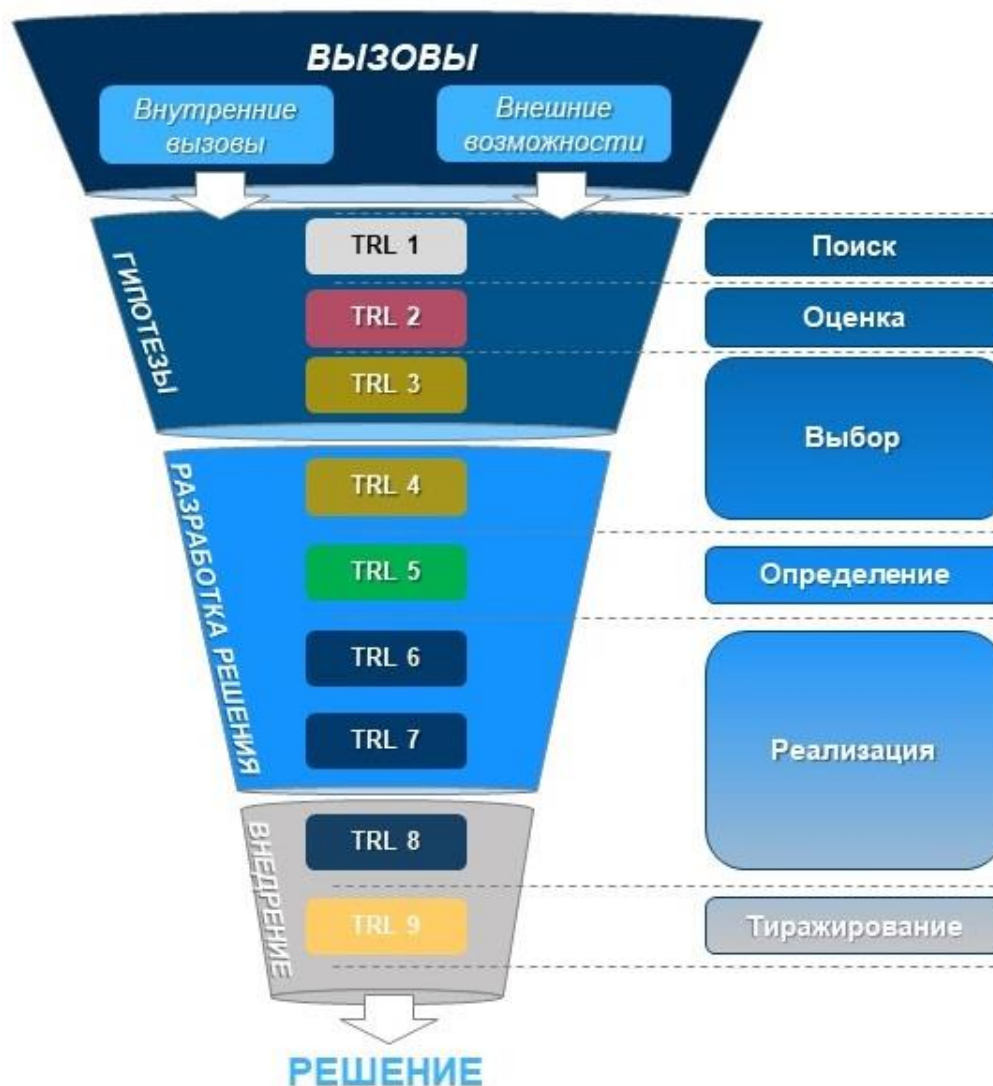


Рисунок 2.2.1 – Шкала уровней готовности технологий TRL [145]

Данный подход является вполне достаточным для оценки технологической готовности на базовом уровне, однако несмотря на его очевидные преимущества, метод TRL обладает рядом принципиальных недостатков:

- нет руководств по использованию метода – в источниках даются рекомендации о необходимости его использования, но не предлагается содержательных руководств по особенностям применения [92, 164];

- субъективность оценки – не существует формального метода реализации TRL; значение TRL присваивается технологии разработчиком, который может быть предвзятым; определения каждого уровня TRL склонны к широкому толкованию [104];
- невозможность осуществления комплексной оценки – метод TRL позволяет оценивать только технологическую готовность разрабатываемого решения, не учитывая иные показатели готовности [34, 57];
- отсутствие критерия готовности к интеграции – метод не позволяет решить проблемы интеграции разработанной технологии с уже существующей технологической системой [164];
- нет возможности сравнивать критичность каждой отдельной технологии для всей системы [92].

С учетом представленных недостатков, метод TRL рекомендуется использовать совместно с иными надежными и объективными методами оценки готовности разрабатываемого технологического решения для принятия обоснованных управленческих решений.

Метод Stage-Gate

В основу разработки метода Stage-Gate легла необходимость систематизации и повышения эффективности процесса создания высокотехнологичных решений, реализуемых в рамках крупных проектов в машиностроении и химической отрасли в США в середине 20 века. Создатель концепции Stage-Gate Роберт Купер описал ее как концептуальную и операционную модель перехода нового продукта от идеи к запуску [102]. Основное внимание подхода уделяется управлению процессом разработки нового продукта (New Product Development, NPD) от стадии генерации идеи до запуска готового продукта для повышения эффективности и результативности процесса реализации проекта, который во многих компаниях описывается как случайный и не системный.

Процесс создания нового продукта в рамках концепции Stage-Gate основывается на прохождении определенного количества стадий (Stage) (обычно 4-6), которые разделяются «воротами» (Gate), где оцениваются промежуточные результаты (рис. 2.2.2).

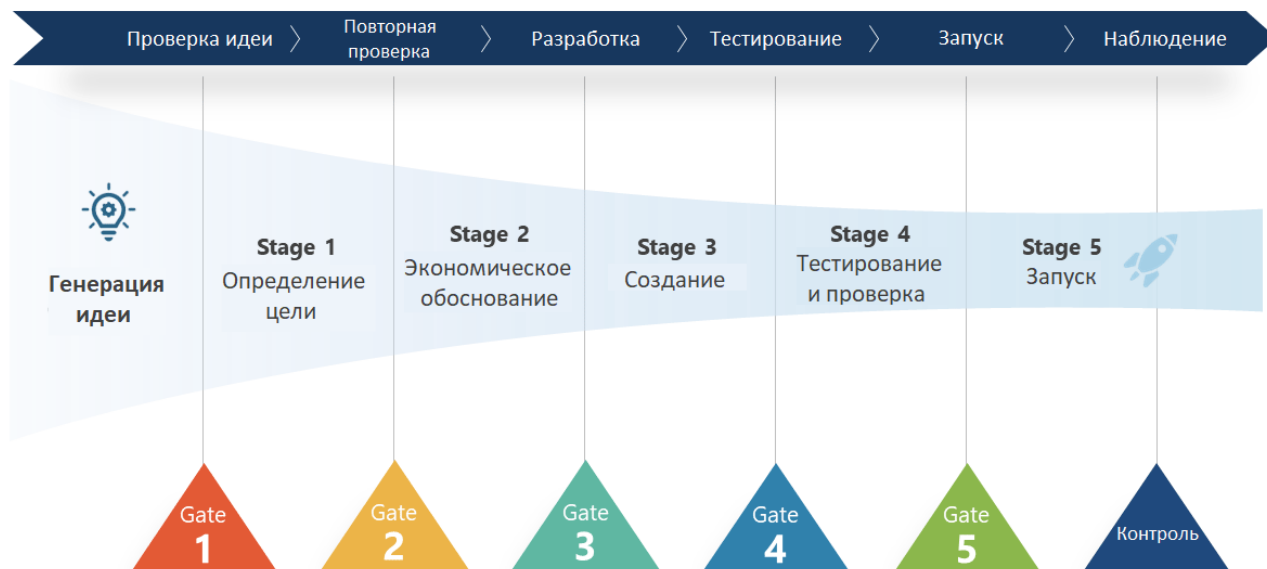


Рисунок 2.2.2 – Модель процесса Stage-Gate [103]

Первые стадии направлены на обнаружение возможностей и генерацию идей, а последующие – на разработку, тестирование и запуск. Этапы, как правило, являются кросс-функциональными, и каждое действие выполняется параллельно с другими, чтобы ускорить выход на рынок. «Ворота» выполняют роль фильтра и определяют дальнейшие действия по проекту – «Продолжить/Приостановить/Вернуть на доработку/Убить» («Go/Hold/Recycle/Kill»). Решения по проекту принимаются на основе критериальной оценки достигнутых результатов (в качестве критерия могут использоваться, к примеру, стратегическое соответствие, ожидаемая финансовая отдача, использование в проекте основных компетенций компании) [103].

Логика метода Stage-Gate во многом схожа с методом TRL, в связи с чем недостатки метода TRL являются актуальными и для данного метода.

Современные методы оценки готовности разрабатываемых технологий

Показатель TRL служил в качестве основного инструмента оценки готовности технологий по всему миру с тех пор, как впервые был разработан и внедрен NASA, а затем принят Министерством обороны США. В связи с увеличением сложности технологических систем данный метод оценки технологической зрелости

стал неспособен удовлетворять потребности клиентов как при разработке технологий, интенсивно использующих аппаратное, так и программное обеспечение. В последствие было проведено значительное количество исследований для разработки инструментов и методов, которые могут дать объективное представление о готовности технологии и осуществлять комплексную оценку ее зрелости на протяжении жизненного цикла разработки, чтобы обеспечить непрерывное управление рисками и улучшенную поддержку принятия решений [92].

Комплексное измерение зрелости технологий – это многомерный процесс, который невозможно всесторонне выполнить с помощью одномерной метрики [57]. В связи с описанными ограничениями методов TRL и Stage-Gate в рамках диссертационного исследования была поставлена задача усовершенствовать существующий подход к оценке готовности технологий и адаптировать его для инжиниринговых проектов, осуществляемых в нефтегазовых компаниях.

Первым шагом по решению поставленной задачи стало детальное изучение существующих методов оценке готовности технологий. В большинстве случаев, рассмотренные методы либо дополняют и расширяют TRL, либо интегрируют с TRL другие показатели, чтобы получить более полное представление о технологии и уровне ее готовности. С точки зрения природы все методы были разделены на качественные и количественные.

В группу качественных вошли 10 методов: Уровень производственной готовности (Manufacture Readiness Level, MRL), Уровень готовности к интеграции (Integration Readiness Level, IRL), Уровень рыночной готовности и коммерциализации (Market Readiness Level, MRL/Commercialization Readiness Level, CRL), Готовность к масштабированию (Scaling Readiness), Уровень нормативной готовности (Regulatory Readiness Level, RRL), Уровень готовности к трансферу технологии (Technology Transfer Readiness Level, TTRL), Уровень технологической готовности для программных продуктов (TRL for Software), Показатель Мурхауса (Moorhouses Risk Versus TRL Metric), Степень сложности НИОКР (Research and Development Degree of Difficulty, RD³), «Продвинутый» показатель степени сложности НИОКР

(Advanced Degree of Difficulty, AD²) (табл. 2.2.1). Каждый из предложенных методов основан на расчете определенного показателя.

Таблица 2.2.1 – Качественные методы оценки готовности технологий [92, 179]

№	Метод	Описание
1.	Уровень производственной готовности (Manufacture Readiness Level, MRL)	Используется для определения текущего уровня готовности производства технологии, выявления недостатков готовности и связанных с ними рисков при переходе от технологии к производству [176, 183]
2.	Уровень готовности к интеграции (Integration Readiness Level, IRL)	Предназначен для измерения готовности и совместимости интерфейсов различных технологий, последовательного сравнения зрелости интерфейсов между несколькими точками интеграции, а также снижения неопределенности, связанной с развитием и интеграцией технологии в систему [127, 167]
3.	Уровень рыночной готовности и коммерциализации (Market Readiness Level, MRL/Commercialization Readiness Level, CRL)	Определяет готовность технологии к выходу на рынок в качестве коммерческого предложения для группы клиентов [126, 130]
4.	Готовность к масштабированию (Scaling Readiness)	Отражает готовность инноваций (в частности, технологий) к достижению конкретного эффекта в масштабе в конкретном контексте [163]
5.	Уровень нормативной готовности (Regulatory Readiness Level, RRL)	Отражает надежность нормативной поддержки процесса разработки технологии и эффективность данной поддержки при разработке необходимых нормативных актов [137]
6.	Уровень готовности технологии к трансферу (Technology Transfer Readiness Level, TTRL)	Описывает процесс трансфера технологии, который заключается в определении ее нового надлежащего применения и последующей адаптации. Данный показатель решает проблему перехода технологии из одной отрасли в другую [131]
7.	Уровень технологической готовности для программных продуктов (TRL for Software)	Расширяет TRL путем включения других атрибутов, характерных для разработки программного обеспечения [177]
8.	Показатель Мурхауса (Moorhouses Risk Versus TRL Metric)	Отражает регрессию риска, обусловленную прогрессией технологической готовности [150]
9.	Степень сложности НИОКР (Research and Development Degree of Difficulty, RD ³)	Дополняет TRL и отражает степень сложности перехода технологии с одного уровня готовности на другой. Включает 5 уровней сложности [143, 144]
10	«Продвинутый» показатель степени сложности НИОКР (Advanced Degree of Difficulty, AD ²)	Основан на концепции RD ³ и оценивает сложность продвижения технологии с ее текущего уровня готовности на желаемый по 9-уровневой шкале [94]

Уровень производственной готовности (Manufacture Readiness Level, MRL).

Данный показатель был разработан Министерством Обороны США в дополнение

к TRL с целью определения доступности и эффективности производства технологии [183]. Производственная готовность технологии отражает доступность материалов и оборудования для процесса производства, развитие производственных процессов, возможности создания необходимых компонентов технологии в производственных условиях, а также риски создания технологии с производственной точки зрения [176, 183]. Предложенный показатель отлично интегрирован с TRL, так как, с одной стороны, стабильность технологии является необходимым условием для ее производства, а с другой, эффективность процесса производства технологии во многом определяет успешность ее создания и коммерциализации [183].

Уровень готовности к интеграции (Integration Readiness Level, IRL). Повышение сложности технологических систем обозначило необходимость разработки показателя, оценивающего успешность «внедрения» новой технологии в существующую систему для ее эффективного функционирования. Соответствующим показателем стал уровень готовности технологии к интеграции, и его целью является систематическая оценка совместимых взаимодействий для различных технологий и последовательное сравнение зрелости между точками интеграции [165]. Внедрение IRL в процесс оценки не только определяет положение технологии по шкале готовности к интеграции, но и указывает направление для улучшения интеграции с другими технологиями. Подобно методу TRL, оценивающему риск, связанный с разработкой технологий, IRL предназначен для оценки риска, связанного с интеграцией данных технологий [127, 167].

Уровень рыночной готовности и коммерциализации (Market Readiness Level, MRL/Commercialization Readiness Level, CRL). Успешным результатом разработки технологии является возможность ее реализации на рынке. Уровень рыночной готовности и коммерциализации MRL/CRL оценивает различные показатели, отражающие действующую рыночную и коммерческую конъюнктуру. В основе уровня рыночной готовности MRL/CRL лежит измерение рыночного притяжения технологий по сравнению с технологическим давлением, связанным с уровнем техноло-

гической готовности [130]. Учет рыночной готовности MRL/CRL совместно с уровнем технологической и производственной готовности позволяет снизить основные риски и барьеры на пути к коммерциализации новой технологии [126, 130].

Готовность к масштабированию (Scaling Readiness). Данный метод основан на оценке готовности инноваций к достижению конкретного эффекта в масштабе в конкретном контексте, а также позволяет разработать, внедрить и отслеживать стратегии масштабирования для достижения целей масштабирования. Готовность к масштабированию расширяет обычные оценки готовности, включая меру фактического использования инноваций в местах, где желателен масштабирование, и тем самым обосновывает готовность в конкретном местном контексте [163].

Уровень нормативной готовности (Regulatory Readiness Level, RRL). Процесс разработки технологий требует в ряде случаев должного нормативного обеспечения, в связи с чем физическая готовность технологического решения является недостаточным условием для его передачи заказчику. Уровень нормативной готовности отражает степень надежности нормативной поддержки процесса разработки технологии, эффективность данной поддержки при разработке необходимых нормативных актов в поддержку технологии и возможность утверждения данных актов. Наибольшей актуальностью применения метода оценки уровня нормативной готовности пользуются те технологии, которые будут следовать пути широкого внедрения на рынке, поэтому с увеличением концентрации технологии на глобальных рынках будет возрастать требования в отношении ее нормативной готовности [137].

Уровень готовности технологии к трансферу (Technology Transfer Readiness Level, TTRL). Классический метод TRL является проверенным инструментом мониторинга зрелости технологии в процессе ее создания, однако он не может разрешить ряд значимых барьеров, возникающих при трансфере технологии, таких как доступность и устойчивость технологии при ее применении в новых условиях, а также возможность управления трансфером с точки зрения побочных эффектов, таких как изменения в инфраструктуре системы-приемника технологии. Решением

указанных проблем стали разработка и внедрение метода оценки уровня готовности к трансферу технологии, суть которой заключается в определении нового целевого применения технологии и последующей ее адаптации в рамках новой системы. Наибольшая актуальность данного подхода отмечается у технологий, реализующих переход из одной отрасли в другую, из одной системы в систему с иным механизмом функционирования [131].

Уровень технологической готовности для программных продуктов (TRL for Software). Глобальное увеличение доли технологических решений, использующих программное обеспечение, вызвало необходимость адаптации классического метода оценки готовности технологий TRL с целью учета атрибутов, характерных для программных продуктов. Общие определения и описания требований достижения каждого из уровней готовности во многом идентичны как для аппаратных, так и для программных технологий, однако наиболее существенными различиями обладают виды документов, необходимые для подтверждения прохождения уровней, в каждом из случаев [177].

Показатель Мурхауса (Moorhouses Risk Versus TRL Metric). Планомерная реализация технологического проекта способствует росту его технологической зрелости и сопутствующему снижению риска его провала. На основе данной взаимосвязи Дэвид Мурхаус предложил показатель, который дискретно характеризует регрессию риска, обусловленную прогрессией технологической готовности проекта [150].

Степень сложности НИОКР (Research and Development Degree of Difficulty, RD³). В обобщенном виде метод TRL является универсальным подходом к оценке технологической готовности проектов, однако он не учитывает различную степень сложности технологических проектов и соответственно различное количество временных, финансовых и иных затрат, необходимых для успешного осуществления данных проектов. Показатель «Степень сложности НИОКР» является дополнительной надстройкой к системному методу оценки технологической готовности TRL, которая на основе 5 уровней сложности категоризирует инжиниринговые проекты на 5 групп и определяет для них вероятность успеха реализации проектов, которая

находится в диапазоне от 99% для первой (наиболее простой) группы проектов до 20 % для пятой (наиболее сложной) [143, 146].

«Продвинутый» показатель степени сложности НИОКР (Advanced Degree of Difficulty, AD²). На основе концепции RD³ «Продвинутый» показатель степени сложности оценивает сложность продвижения технологии с ее текущего уровня на желаемый, но на основе 9-уровневой шкалы, гармонизирующей степень сложности и риск неудачной реализации проекта. Данный показатель в информативной форме отражает [94]:

- вероятность возникновения неблагоприятного события;
- затраты на предотвращение такого события;
- время, необходимое для реализации необходимых действий.

Несмотря на быстроту и повторяемость качественные методы оценки в значительной степени зависят от неявных знаний и, следовательно, серьезно подвержены субъективности. Хотя идея показателей на основе определений обеспечивает гибкость и простоту использования, описания определений могут интерпретироваться широко, что приводит к неточным оценкам.

В группу количественных вошли следующие 4 метода: Уровень системной готовности (System Readiness Level, SRL), Методология комплексного анализа технологий (Integrated Technology Analysis Methodology, ITAM), Модель оценки технологической готовности и риска (Technology Readiness and Risk Assessment, TRRA), Методология комплексной оценки уровня готовности проектов (Technology Project Readiness Level, TPRL) (табл. 2.2.2).

Уровень системной готовности (System Readiness Level, SRL). Несмотря на успешное использование показателя TRL для оценки зрелости технологии, рядом исследователей [164] было отмечено, что TRL не обеспечивает полного представления сложности интеграции рассматриваемой технологии в существующую технологическую систему. Для устранения данного недостатка метода TRL был разработан метод Уровень готовности к интеграции (Integration Readiness Level) [164

– 166], определяющий величину совместимых взаимодействий (а также надежность, качество, производительность) для различных технологий и последовательное сравнение зрелости между точками интеграции.

Таблица 2.2.2 – Количественные методы оценки готовности технологий [92, 179]

№	Методы	Описание
1.	Уровень системной готовности (System Readiness Level, SRL)	SRL – комплексный показатель, определяющий уровень готовности технологии, а также степень ее готовности к интеграции в системе. В основе метода лежит нормализованная матрица попарных сравнений TRL и IRL системы [164 – 166]
2.	Методология комплексного анализа технологий (Integrated Technology Analysis Methodology, ITAM)	ITAM – это количественная математическая модель, которая объединяет различные системные показатели для расчета совокупной зрелости системы на основе готовности составляющих ее технологий. Системные показатели включают TRL, дельта TRL, степень сложности НИОКР (R&D ³) и показатель важности разработки технологии (TNV) [144]
3.	Модель оценки технологической готовности и риска (Technology Readiness and Risk Assessment, TRRA)	TRRA – количественная модель риска, которая включает уровень технологической готовности (TRL), степень сложности НИОКР (RD ³) и показатель важности разработки технологии (Technology Need Value, TNV). Является адаптированной версией ITAM для оценки рисков [146]
4.	Методология комплексной оценки уровня готовности проектов (Technology Project Readiness Level, TPRL)	TPRL – методология сбалансированного подхода к оценке готовности проектов в целом, учитывающая 6 ключевых критериев TRL, MRL, IRL, ORL, BRL, CRL [34, 57]

По мере повышения сложности систем (т.е. большой взаимосвязанной сети технологий и компонентов) возникла необходимость в надежном методе, позволяющим коллективно объединять технологии и рассчитывать уровень зрелости общей системы. В связи с этим был предложен комплексный показатель системной готовности, отражающий в численном виде зрелость отдельной технологии, а также степень ее готовности к интеграции и функциональную совместимость с другими технологиями либо подсистемами в рамках операционной системы. В аналитическом виде уровень системной готовности является произведением уровня технологической готовности и уровня готовности к интеграции (формула 2.8) [165]:

$$[SRL]_{n \times 1} = [IRL]_{n \times n} \times [TRL]_{n \times 1} \quad (2.8)$$

Матрица SRL состоит из одного элемента для каждой из составляющих технологий и математически для системы с n технологиями SRL соответствует уравнению (формула 2.9) [165]:

$$[SRL] = \begin{bmatrix} SRL_1 \\ SRL_2 \\ \dots \\ SRL_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} IRL_{11}TRL_1 + IRL_{12}TRL_2 + \dots + IRN_{1n}TRL_n \\ IRL_{21}TRL_1 + IRL_{22}TRL_2 + \dots + IRN_{2n}TRL_n \\ \dots \\ IRL_{n1}TRL_1 + IRL_{n2}TRL_2 + \dots + IRN_{nn}TRL_n \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Матрицу SRL можно использовать в качестве инструмента для принятия решений, поскольку ее элементы обеспечивают руководство по приоритизации системных технологий и интеграций. Таким образом, данный метод может точно указать на недостатки в процессе создания технологии.

Методология комплексного анализа технологий (Integrated Technology Analysis Methodology, ITAM). В процессе создания технологического решения специалисты по различным направлениям обладают глубоким пониманием только своей области, и ни один человек или группа не имеют достаточно глубокого понимания всех необходимых технологий, чтобы «интуитивно понять» правильный приоритет при принятии решений по реализации инжинирингового проекта. Решением данной проблемы является внедрение нейтрального к исследовательской дисциплине подхода по созданию технологии, который бы объединял широкий перечень технической и программной информации и на основании мнения различных специалистов позволял бы принимать наиболее взвешенные и обоснованные решения. Методология комплексного анализа технологий на основе «Интегрированного технологического индекса» (Integrated Technology Index, ITI) позволяет осуществлять независимую от дисциплины количественную оценку готовности технологии на основе показателей технологической зрелости, относительной технологической сложности и важности разработки технологий [144]. Количественная модель индивидуального технологического индекса (Individual Technology Index) оценивает готовность одной определенной технологии и рассчитывается по формуле (2.10):

$$ITI = \Delta TRL \cdot R\&D^3 \cdot TNV, \quad (2.10)$$

где ΔTRL – разница в TRL между текущим уровнем зрелости определенной технологии и желаемым TRL на конкретный момент времени в будущем;

$R\&D^3$ – степень сложности НИОКР;

TNV – важность разработки технологии.

Следовательно, технологический индекс для конкретной технологии является мерой зрелости, которая должна быть достигнута для этой технологии, усиленной ожидаемой сложностью этого процесса зрелости и важностью этой технологии для передовой концепции системы, в которой она будет использоваться.

Для оценки готовности всей технологической системы используется интегрированный технологически индекс (Integrated Technology Index), рассчитывающийся по формуле (2.11):

$$ITI = \frac{\sum_{\text{технологий}} (\Delta TRL \cdot R\&D^3 \cdot TNV)}{\text{Количество технологий системы}} \quad (2.11)$$

Модель оценки технологической готовности и риска (Technology Readiness and Risk Assessment, TRRA). Одним из эффективных инструментов, повышающих точность оценки готовности разрабатываемой технологии за счет учета рисков ее создания, является модель оценки технологической готовности и риска, предложенная Джоном Манкинсом [146]. TRRA расширяет стандартную матрицу рисков за счет включения в нее 3-х критических программных показателей качества: уровня технологической готовности TRL, степени сложности перемещения технологии с одного TRL на другой ($R\&D^3$) и важности разработки технологии (TNV). Предложенная матрица рисков технологий построена по принципу риски-последствия: по оси y отражается вероятность успеха или провала НИОКР ($R\&D^3$), а по оси x последствия успеха или неудачи (рис. 2.2.3). Ожидаемые последствия от успеха или неудачи рассчитываются в данном случае как произведение ΔTRL и TNV . Технологии, для которых вероятность отказа (неудачи) высока, а последствия отказа серьезны, необходимо, в первую очередь, подвергать детальному анализу для принятия решения о возможности и необходимости их дальнейшей разработки.

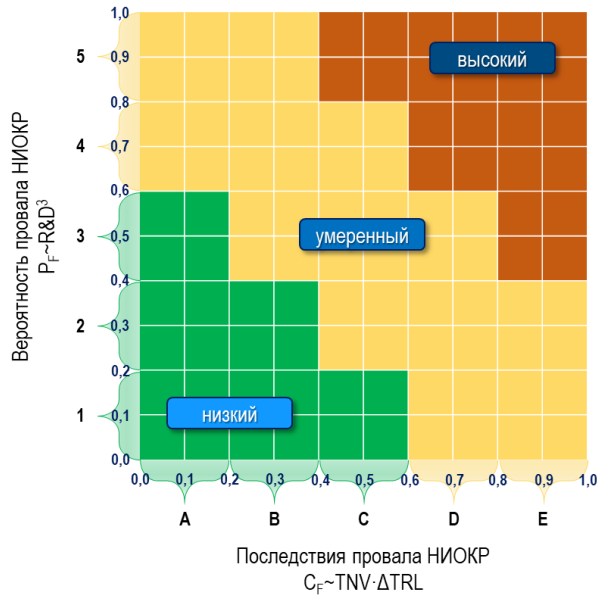


Рисунок 2.2.3 – Общая матрица рисков создания технологии

Методология комплексной оценки уровня готовности проектов (Technology Project Readiness Level, TPRL). Методология TPRL является эффективным современным подходом к оценке готовности технологий, предложенным Дирекцией научно-технических проектов Министерства науки и высшего образования России, который учитывает действующие ограничения классических методов. Предложенная методология строится на сбалансированном подходе к оценке готовности проектов в целом: авторами сформулирован набор из 6-ти обобщенных ключевых параметров, которые характеризуют ценность проекта [34, 57] (рис. 2.2.4):



Рисунок 2.2.4 – Матричная структура метода TPRL [57]

- Технологическая готовность (TRL);
- Производственная готовность (MRL);
- Инженерная готовность (ERL);
- Организационная готовность (ORL);
- Преимущества и риски (BRL);
- Рыночная готовность и коммерциализация (CRL).

Преимущества данного метода:

- позволяет осуществлять комплексную оценку готовности проекта;
- снижает субъективность оценки за счет формализации процесса – прохождение определенного уровня готовности подтверждается соответствующим документом (актом приемки-передачи; актом выполненных работ);
 - уровни готовности разбиты на подуровни, которые включают задачи. Подобная особенность позволяет осуществлять детальный мониторинг динамики развития и текущего состояния проекта на коротких временных отрезках;
 - интегральный уровень готовности позволяет получить усредненную информацию о готовности проекта, а индекс готовности параметра – оценить актуальное состояние проекта по каждому из параметров;
 - визуализация позволяет наглядно отслеживать динамику реализации проекта (рис.2.2.5).
 - методология универсальна и адаптивна – принцип оценки может быть внедрен в любую сферу, путем выбора тех ключевых критериев и их описания, которые актуальны для конкретной отрасли.

Количественные методы, по сравнению с качественными, являются более объективными и точными, однако их использование может потребовать значительного количества времени и трудозатрат при многократном применении. Разработка ошибочной математической модели может привести к некорректной оценке зрелости технологии, перерасходу средств и задержке графика. Однако, количественные методы зачастую объединяют несколько системных показателей, что приводит к ощутимым результатам при оценке готовности технологии и последующем принятии решения.



Рисунок 2.2.5 – Пример визуализации результатов оценки [57]

2.3 Разработка методического подхода к выбору инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании

Формирование концепции инжинирингового проекта

Отчетным моментом возникновения проекта (еще в формате проектной инициативы) является этап генерации идей и формирования концепции инжинирингового проекта.

Ключевыми задачами этапа формирования концепции являются:

- обоснование актуальности проекта;
- определение целей и задач проекта;
- определение заказчика;
- анализ технологической и коммерческой реализуемости проекта;
- выявление объема требуемых ресурсов;
- определение основных характеристик проекта и др.

Анализ научных публикаций и опыта реализации инжиниринговых проектов в нефтегазовой отрасли подтверждает идею о том, что формирование концепции проекта является результатом двух разнонаправленных процессов – процессов, направленных сверху вниз и снизу вверх соответственно (рис. 2.3.1).



Рисунок 2.3.1 – Процесс формирования концепции инжинирингового проекта

Генерация проектных инициатив «снизу» осуществляется на основе непрерывной деятельности различных подразделений компании (функций) – результаты исследований и разработок функции НИОКР создают основу для реализации проектов по созданию новых технологических решений; в рамках функции производства формируются идеи по совершенствованию продуктов и процессов компании; функция маркетинг отслеживает конкурентные идеи на рынке и у клиентов компании для их реализации в формате новых технологий. Реализация данного процесса осуществляется снизу вверх в связи с тем, что формирование проектных инициатив осуществляется путем взаимодействия сотрудников различных функций на различных уровнях организационной структуры, что является основой для эскалации существующих проблем на более высокие уровни и их последующего решения.

Генерация проектных инициатив «сверху» осуществляется на основе стратегических планов высшего руководства. Иными словами, основные вводные данные и векторы для проектной инвестиционной деятельности задаются долгосрочной технологической стратегией компании. Формирование проектов на основе долгосрочной технологической стратегии компании позволяет воплощать планы по ее

устойчивому развитию, приобретению конкурентных преимуществ на рынке, что становится возможным благодаря реализации ее стратегических возможностей.

На основе двух рассмотренных процессов могут быть выделены два вида инжиниринговых проектов – *стратегические* и *операционные* (рис. 2.3.2).

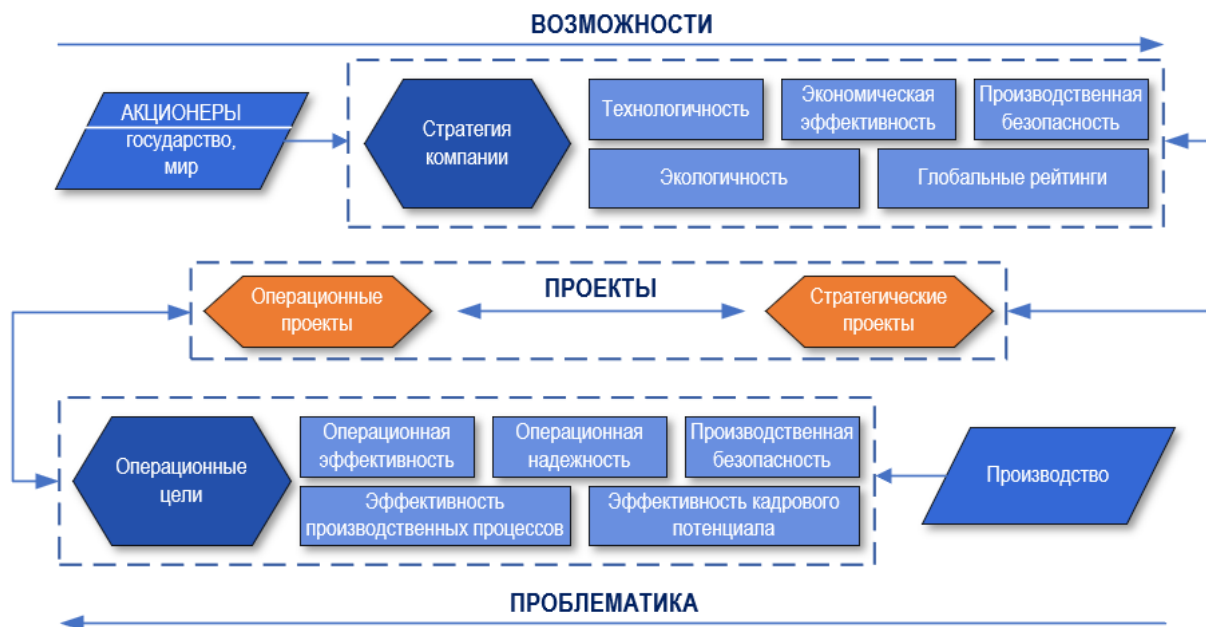


Рисунок 2.3.2 – Связь целей компании с реализуемыми инжиниринговыми проектами

Стратегические проекты инициируются топ-менеджментом нефтегазовых компаний под влиянием их стратегических целей, национальных интересов, глобальных тенденций и вызовов с целью достижения устойчивого развития компании в долгосрочной перспективе. На основе анализа стратегических планов развития ряда нефтегазовых компаний были выделены следующие наиболее часто встречаемые стратегические цели:

- технологичность;
- экономическая эффективность;
- производственная безопасность;
- экологичность;
- место в глобальных рейтингах нефтегазовых компаний и др.

Реализуя стратегические проекты, продиктованные указанными целями, компании воплощают возможности по своему долгосрочному развитию.

Операционные проекты инициируются производственными структурами компании под влиянием актуальных проблем производства с целью обеспечения штатного течения операционной деятельности и повышения ее эффективности. В качестве операционных целей нефтегазовых компаний выделяют следующие:

- операционная эффективность;
- операционная надежность;
- эффективность производственных процессов;
- обеспеченность кадровым потенциалом;
- производственная безопасность и др.

Реализация операционных проектов позволяет компании снизить долю проблемных аспектов своей производственной деятельности и повысить ее эффективность.

Несмотря на различие целей стратегических и операционных проектов их взаимосвязь является вполне очевидной и обоснованной: реализация операционных проектов позволяет снизить проблемную составляющую производственной деятельности компании и тем самым достичь ее стратегических целей; однако это справедливо и в обратную сторону – разработка стратегических проектов позволяет компании выйти на путь долгосрочного развития и тем самым повысить эффективность производственной деятельности и снизить вероятность возникновения проблемных ситуаций.

Разработка методического подхода к выбору инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании

На основе рассмотренных методов выбора проектов в рамках данной работы предлагается 2 стадийная система выбора проектов, включающая стадии их предварительной и детальной оценки (рис. 2.3.3).



Рисунок 2.3.3 – Схема выбора инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании

Предварительная оценка

Целью стадии предварительной оценки является экспресс-оценка целесообразности реализации проекта на основе базовых параметров, определяющих возможность генерирования положительного эффекта (технологического и экономического) при его осуществлении. С учетом особенностей инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании в качестве базовых параметров были выбраны технологическая реализуемость (технологический параметр) и NPV (экономический параметр), что обосновано необходимостью определения возможности создания технологии и возможности получения положительного экономического эффекта при ее коммерциализации.

Детальная оценка

Стадия детальной оценки разделена на 2 последовательных этапа – этап экспертной оценки проектов на основе элементов классификации нефтегазовых инжиниринговых проектов и этап экспертной оценки проектов на основе принципа приоритетности, что определяет методологию процесса оценки для каждого из этапов.

Дифференция этапов в рамках стадии детальной оценки обосновывается необходимостью комплексной оценки инжиниринговых проектов с целью осуществления их обоснованного выбора к реализации:

1. этап экспертной оценки проектов на основе элементов классификации позволяет обобщенно оценить инжиниринговые проекты с точки зрения их технологических и экономических параметров для выделения перечня проектов, которые рекомендуется и не рекомендуется осуществлять;

2. этап экспертной оценки проектов на основе принципа приоритетности предоставляет возможность детально сравнивать проекты между собой на основе учета приоритетности критериев сравнения (весов критериев), а также приоритетности проектов по рассматриваемым критериям (весов проектов) с учетом актуальной экономической обстановки, отраслевых вызовов и требований руководства компании к ее технологическому развитию.

Данный подход позволяет систематизировать проекты по категориям с точки зрения целесообразности их осуществления и обосновать необходимость включения конкретных проектов в портфель компании на основе детальной оценки их приоритетности, что в результате позволяет компаниям осуществлять более качественный выбор проектов и принимать обоснованные инвестиционные решения [149].

Экспертная оценка проектов на основе элементов классификации нефтегазовых инжиниринговых проектов

Оценку проекта на данном этапе предлагается осуществлять на основе метода балльной оценки в соответствии со следующим планом:

1. присвоение баллов проекту в соответствии с классификацией нефтегазовых инжиниринговых проектов и принятой системой баллов;
2. расчет общего количества баллов на основании коэффициента общей эффективности;
3. принятие решения о целесообразности реализации проекта.

На основе анализа отраслевых документов, информационно-аналитических источников и научных публикаций были выделены следующие классификационные признаки, характеризующие инжиниринговые проекты, и соответствующие им примеры:

1. технологические:

- *технологическая реализуемость проекта* – проекты с низкой, средней и высокой вероятностью реализации;
- *новизна технологического решения* – новое для компании, новое для России, новое для мира;
- *направление проекта* – технологический (создание оборудования, сырья, материалов) и организационный (совершенствование бизнес-процессов);
- *критичность технологического решения* – низкокритичное, среднекритичное, высококритичное;
- *наличие команды проекта* – проектная команда; 1 + техническая команда; 2 + коммерческая команда; 3 + маркетинговая команда;
- *обеспечение целей устойчивого развития* – не обеспечивает, умеренно обеспечивает, значительно обеспечивает;

2. экономические:

- NPV – до 200 млн руб.; 200-500 млн руб.; 500-1000 млн руб.; более 1000 млн руб.;
- *объем затрат* – более 800 млн руб.; 400-800 млн руб.; 100-400 млн руб.; менее 100 млн руб.;
- *срок окупаемости* – более 5 лет; 3-5 лет; 1-3 года; менее 1 года.

По технологической реализуемости выделяют проекты с низкой, средней и высокой вероятностью реализации. Данный критерий позволяет компаниям сместить акцент при выборе на проекты чья вероятность реализации, а соответственно и вероятность создания технологического решения выше.

По новизне технологического решения выделяют новое для компании, новое для России, новое для мира. Повышение новизны технологического решения создает возможность для формирования стратегических конкурентных преимуществ компании.

По направлению выделяют организационные и технологические проекты. Организационные проекты направлены на совершенствование бизнес-процессов (изменение способа применения технологии), а технологические – на совершенствование оборудования, сырья и материалов, используемых в производстве.

По критичности проекты классически разделяют на три вида: низкокритичные, среднекритичные, высококритичные. Роль данного критерия заключается в оценке основных целей и проблем компании и определении уровня востребованности в конкретном технологическом решении – от высокого (высококритичные) до умеренного (низкокритичные).

По наличию команды выделяют проекты с имеющейся проектной командой (1), проектной и технической (вузы и др.) командами (2), проектной, технической и коммерческой (сервисный партнер или производитель) командами (3), проектной, технической, коммерческой и маркетинговой командами (4). Наличие разносторонней поддержки реализации проекта повышает шансы его успешного осуществления и коммерциализации его результатов.

По обеспечению целей устойчивого развития (ЦУР) выделяют проекты не обеспечивающие, умеренно обеспечивающие, значительно обеспечивающие. Несмотря на то, что данный критерий не отражает прямого технологического или экономического эффекта при его учете в рамках выбора проектов, на современном этапе в значительной мере отслеживается соответствие деятельности нефтегазовых компаний ЦУР, в связи с чем наличие баллов по данному критерию у инжинирингового проекта может стать потенциальным конкурентным преимуществом компании.

По величине NPV проекты разделяют на 4 группы – эффект до 200 млн руб.; 200-500 млн руб.; 500-1000 млн руб.; более 1000 млн. руб. Данный критерий приоритезирует проекты с более высоким потенциальным экономическим эффектом,

что позволяет компании при их реализации выполнять требования ключевых показателей эффективности и приблизиться к достижению своих стратегических целей.

По объему затрат проекты, как в случае с величиной NPV, делят на 4 группы – объем затрат более 800 млн руб.; 400-800 млн руб.; 100-400 млн руб.; менее 100 млн руб. Принцип противоположен классификации проектов по величине NPV – чем больше затрат требуется на реализацию проекта, тем он менее интересен для компании.

По сроку окупаемости выделяют проекты с окупаемостью до 1 года; от 1 до 3 лет, от 3 до 5 лет, более 5 лет. Данный критерий отражает срок получения полезного эффекта от разработанного технологического решения: в рамках данного критерия наиболее приоритетными проектами являются те, чей результат может быть получен в наиболее сжатые сроки.

Оценка проектов осуществляется отраслевыми экспертами, обладающими компетенциями в области реализации и управления инжиниринговыми проектами, с использованием матрицы балльной оценки проектов, представленной на рисунке 2.3.4, и на основе принятой системы баллов, представленной на рисунке 2.3.5. В связи с принципиальным отличием стратегических и операционных проектов по содержанию и целям предлагается проводить их оценку отдельно.

Итоговое количество баллов проекта определяется на основе коэффициента общей эффективности, который рассчитывается путем суммирования попарного произведения значений балла соответствующего критерия и его весового коэффициента (формула 2.12):

$$K_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n r_i \cdot \lambda_i, \quad (2.12)$$

где r_i - значение баллов проекта по критерию i ;

λ_i – весовой коэффициент критерия i .

Весовые коэффициенты критериев стандартно принимаются за единицу, однако могут быть изменены советом экспертов при решении конкретной задачи.



Экономические параметры

NPV

До 200 млн.

200-500 млн.

500-1000 млн.

Более 1000 млн.

Объем затрат

Более 800 млн.

400-800 млн.

100-400 млн.

Менее 100 млн.

Срок окупаемости

Более 5 лет

3-5 года

1-3 лет

Менее 1 года

Рисунок 2.3.4 – Матрица оценки нефтегазового инжинирингового проекта

Критерий	Балл			
	Технические параметры			
Технологическая реализуемость	Низкая вероятность реализации 1	Средняя вероятность реализации 2	Высокая вероятность реализации 3	
Новизна технологического решения	Новое для компании 1	Новое для России 2	Новое для мира 3	
Направление проекта	Технологический 1		Организационный 2	
Критичность технологического решения	Низкокритичное 1	Среднекритичное 2	Высококритичное 3	
Наличие команды проекта	Проектная команда 1	1 + техническая команда 2	2 + коммерческая команда 3	3 + маркетинговая команда 4
Обеспечение целей устойчивого развития	Не обеспечивает 0	Мало обеспечивает 1	Значительно обеспечивает 2	
	Экономические параметры			
NPV	< 200 млн руб. 1	200 – 500 млн руб. 2	500 – 1000 млн руб. 3	> 1000 млн руб. 4
Объем затрат	> 800 млн руб. 1	400 – 800 млн руб. 2	100 – 400 млн руб. 3	< 100 млн руб. 4
Срок окупаемости	> 5 лет 1	3 – 5 лет 2	1 – 3 года 3	< 1 года 4
	Принятие решения			
Сумма баллов	8 – 10		11 – 29	
Решение	Не рекомендуется реализовывать		Рекомендуется реализовывать	

Рисунок 2.3.5 – Система баллов оценки нефтегазовых инжиниринговых проектов

Этап экспертной оценки проектов на основе принципа приоритетности

Задачу детальной оценки и рейтингования набора нефтегазовых инженеринговых проектов предлагается решать на основе принципа приоритетности проектов с использованием метода анализа иерархий. Для применения метода анализа иерархий в рамках диссертационного исследования на первом этапе была определена цель – выбор инженерингового проекта для реализации. Далее, на основе принципов МАИ и с учетом особенностей нефтегазовых инженеринговых проектов были выделены 2 группы критериев (рис. 2.3.6):



Рисунок 2.3.6 – Схема декомпозиции проблемы выбора инженерингового проекта в виде иерархии на основе МАИ

- критерии *технологической привлекательности*, включающие конкурентоспособность технологического решения в сравнении с существующими технологиями на рынке (ТП1); наличие необходимых инфраструктуры, опыта, компетенций (ТП2); отсутствие дублирования с существующими проектами компании (ТП3); уровень технологической готовности⁴ (ТП4);

⁴ Уровень технологической готовности отражает параметр технологической реализуемости проекта, который был использован на стадии предварительной оценки и на этапе экспертной оценки на основе элементов классификации

- критерии *экономической привлекательности*, включающие чистую приведенную стоимость NPV (ЭП1), индекс доходности (ЭП2).

Выбор указанных групп и критериев осуществлен на основе экспертной оценки специалистов нефтегазовых компаний, обладающих компетенциями в области управления и реализации инжиниринговых проектов.

На втором этапе исследования осуществляется определение приоритетов критериев путем их попарного сравнения в соответствии с целью исследования. Сравнение критериев осуществляется на основе экспертной оценки. В общем виде матрица попарных сравнений критериев проекта представлена в табл. 2.3.1.

Таблица 2.3.1 – Матрица попарных сравнений критериев оценки проекта в общем виде

Критерии	ТП1	ТП2	ТП3	ТП4	ЭП1	ЭП2
ТП1	ТП1/ТП1	ТП1/ТП2	ТП1/ТП3	ТП1/ТП4	ТП1/ЭП1	ТП1/ЭП2
ТП2	ТП2/ТП1	ТП2/ТП2	ТП2/ТП3	ТП2/ТП4	ТП2/ЭП1	ТП2/ЭП2
ТП3	ТП3/ТП1	ТП3/ТП2	ТП3/ТП3	ТП3/ТП4	ТП3/ЭП1	ТП3/ЭП2
ТП4	ТП4/ТП1	ТП4/ТП2	ТП4/ТП3	ТП4/ТП4	ТП4/ЭП1	ТП4/ЭП2
ЭП1	ЭП1/ТП1	ЭП1/ТП2	ЭП1/ТП3	ЭП1/ТП4	ЭП1/ЭП1	ЭП1/ЭП2
ЭП2	ЭП2/ТП1	ЭП2/ТП2	ЭП2/ТП3	ЭП2/ТП4	ЭП2/ЭП1	ЭП2/ЭП2

Вес критерия определяется по формуле (формула 2.13)

$$K_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad (2.13)$$

$$S_i = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n a_{in}},$$

где K_i – вес критерия i ;

S_i – корень n -степени из произведения значений попарных сравнений a_{in} , $a_{in} = w_i/w_n$,

w_i – экспертная оценка значимости критерия i .

Расчет вектора весов критериев в общем виде представлен в таблице 2.3.2.

Таблица 2.3.2 – Расчет вектора весов критериев

Критерии	ТП1	ТП2	ТП3	ТП4	ЭП1	ЭП2	Произведение	Корень	Вес критерия
ТП1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}	a_{15}	a_{16}	$\prod a_{1n}$	$\sqrt[n]{\prod a_{1n}}$	K_1
ТП2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}	a_{25}	a_{26}	$\prod a_{2n}$	$\sqrt[n]{\prod a_{2n}}$	K_2
ТП3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}	a_{35}	a_{36}	$\prod a_{3n}$	$\sqrt[n]{\prod a_{3n}}$	K_3
ТП4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}	a_{45}	a_{46}	$\prod a_{4n}$	$\sqrt[n]{\prod a_{4n}}$	K_4
ЭП1	a_{51}	a_{52}	a_{53}	a_{54}	a_{55}	a_{56}	$\prod a_{5n}$	$\sqrt[n]{\prod a_{5n}}$	K_5
ЭП2	a_{61}	a_{62}	a_{63}	a_{64}	a_{65}	a_{66}	$\prod a_{6n}$	$\sqrt[n]{\prod a_{6n}}$	K_6

На третьем этапе на основе принципа попарного сравнения осуществляется определение приоритетов проектов по каждому из критериев. На основе расчетов формируются n матриц попарных сравнений проектов (в данном случае – 6), которые собираются в итоговую матрицу приоритетов (таблица 2.3.3). Вес проекта по выбранным критериям обозначен как P . В численном виде расчет вектора весов критериев представлен в главе 3.2.

Таблица 2.3.3 – Матрица весов проектов по выбранным критериям

Проекты / Критерии	ТП1	ТП2	ТП3	ТП4	ЭП1	ЭП2
Проект 1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{15}	P_{16}
Проект 2	P_{21}	P_{22}	P_{23}	P_{24}	P_{25}	P_{26}
Проект 3	P_{31}	P_{32}	P_{33}	P_{34}	P_{35}	P_{36}
Проект 4	P_{41}	P_{42}	P_{43}	P_{44}	P_{45}	P_{46}
Проект 5	P_{51}	P_{52}	P_{53}	P_{44}	P_{55}	P_{56}

На четвертом этапе осуществляется определение глобальных приоритетов проектов на основе линейной свертки матрицы весов проектов по выбранным критериям на вектор весов критериев с формированием итогового вектора приоритетов (табл. 2.3.4).

Таблица 2.3.4 – Итоговый вектор приоритетов проектов

Проекты	Вес проекта
Проект 1	$\sum P_{1n}K_n$
Проект 2	$\sum P_{2n}K_n$
Проект 3	$\sum P_{3n}K_n$
Проект 4	$\sum P_{4n}K_n$
Проект 5	$\sum P_{5n}K_n$

На пятом этапе осуществляется принятие решения о выборе наиболее приоритетного проекта (приоритетных проектов) к реализации на основании максимального значения веса среди альтернатив.

2.4 Разработка методического подхода к управлению реализацией инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании

Анализ рассмотренных методов управления реализацией технологических инжиниринговых проектов позволил сделать вывод, ни один из них не является универсальным. Отраслевые особенности проектов, различие в целях, требованиях, ресурсах, финансировании, графике и других характерных чертах создают основу для развития отдельных методологических баз по оценке готовности проектов в каждой отдельной отрасли, сфере, компании.

С учетом рассмотренных методов оценки технологической готовности, а также описанных ограничений их применения в главе 2.2, разработку подхода к управлению реализацией нефтегазовых инжиниринговых проектов в рамках данного диссертационного исследования предлагается осуществлять на основе метода

комплексной оценки готовности технологических решений. В связи с этим для разработки указанного подхода необходимо:

1. определить необходимые и исчерпывающие требования к методике оценки;
2. выделить основные показатели готовности инжиниринговых проектов;
3. провести анализ возможности применения указанных показателей для оценки готовности инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании;
4. разработать структуру модели комплексной оценки и определить принцип расчета интегрального показателя готовности инжинирингового проекта;
5. разработать алгоритм принятия решения по проекту при его движении с этапа на этап.

Основными требованиями, выдвигаемыми к современным методам оценки технологической готовности, являются [34, 57, 92]:

- комплексная оценка готовности технологического решения;
- высокая степень детализации оценки;
- универсальная структура модели;
- объективность результатов оценки (за счет формального учета результатов проекта на основании подтверждающих документов);
- возможность адаптации шкалы оценки под требования конкретной отрасли или проекта без нарушения общей структуры;
- наличие инструментов контроля эффективности и рейтингования проектов с целью принятия управленческих решений.

С учетом представленных требований разработан методический подход к управлению реализацией нефтегазовых инжиниринговых проектов, включающий следующие компоненты [173]:

- экспертно-обоснованный набор показателей для комплексной оценки готовности проекта;
- модель комплексной оценки готовности инжиниринговых проектов, включающая матричную модель учета результатов проекта и аналитическую модель оценки интегрального показателя готовности;

- алгоритм принятия управленческих решений по реализации инжинирингового проекта.

Показатели готовности нефтегазовых инжиниринговых проектов

Первым этапом разработки подхода является выделение ключевых показателей готовности. На основе изученных качественных и количественных методов оценки проектов были выделены 14 показателей готовности (табл. 2.4.1). На основе анализа информационно-аналитических данных об опыте использования выделенных показателей готовности, а также по результатам серии интервью с отраслевыми экспертами, была проведена предварительная оценка их применимости в модели комплексной оценки готовности нефтегазовых инжиниринговых проектов. Показатели готовности, рекомендованные к использованию в модели, выделены зеленым цветом, «ситуационные» – оранжевым, не рекомендованные – синим.

Для более обоснованного выбора показателей готовности дополнительно была проведена серия анкетирований, в рамках которых эксперты должны были однозначно определить необходимость использования каждого из предложенных показателей в модели (Приложение А). Результаты опроса представлены на рисунке 2.4.1.

На основе анализа результатов анкетирования сформирован набор из шести показателей готовности нефтегазовых инжиниринговых проектов, которые необходимы для комплексной оценки готовности основных направлений развития проекта и готовности проекта в целом (были выбраны показатели, за которые проголосовали более половины респондентов):

- уровень технологической готовности (TRL);
- уровень производственной готовности (MRL);
- уровень организационной готовности (ORL);
- уровень командной готовности (TMRL);
- уровень рыночной готовности и коммерциализации (CRL);
- уровень нормативной готовности (RRL).

Таблица 2.4.1 – Предварительная оценка применимости отдельных показателей готовности технологии в модели комплексной оценки готовности нефтегазовых инжиниринговых проектов

Показатель	Обозн.	Описание	Применимость для нефтегазовых инжиниринговых проектов
Уровень технологической готовности	TRL	Базовый критерий оценки готовности инжиниринговых проектов, отражающий текущий этап развития определенной технологии	Рекомендован к использованию в модели на основании успешного опыта его применения ведущими компаниями (Google, John Deere и др.), в том числе нефтегазовыми (ВР, Газпромнефть)
Уровень производственной готовности	MRL	Отражает текущий уровень готовности производства к выпуску технологии	Рекомендован к использованию в модели, так как определяет особенности производственного процесса разрабатываемой технологии
Уровень готовности к интеграции	IRL	Отражает возможность внедрения новой технологии в существующую систему для ее эффективного функционирования	Нефтегазовые инжиниринговые проекты в основном направлены на создание сложных технологических решений (технологии ГРП, добычи УВ на шельфе и т.д.), не требующих их интеграции с другими производственными системами
Уровень инженерной готовности	ERL	Отражает текущий уровень инженерного обеспечения процесса создания технологии	Индикатор частично дублирует другие рассматриваемые индикаторы (TRL, MRL, ORL), поэтому его использование нецелесообразно
Уровень организационной готовности	ORL	Отражает текущий уровень организации процессов создания технологии	Рекомендован к использованию в модели, так как направлен на структурирование и определение взаимосвязей всех процессов реализации проекта
Преимущества и риски	BRL	Отражает конкурентные преимущества и ключевые риски, связанные с созданием технологии	Выделять все группы преимуществ и рисков в одну категорию нецелесообразно, так как учитывать и управлять каждой из них удобнее в рамках отдельного показателя готовности
Уровень готовности к коммерциализации	CRL	Отражает готовность разработанной технологии к выводу на рынок	Рекомендован к использованию в модели, так как определяет статус готовности технологии к выводу на рынок, позволяет выявить риски ее коммерциализации, подготовить план их решения и повысить эффективность вывода и потенциальный экономический эффект
Готовность к масштабированию	SR	Отражает готовность разработанной технологии к достижению конкретного эффекта в масштабе	Нефтегазовые инжиниринговые проекты направлены, в первую очередь, на решение конкретной технологической задачи, которая не всегда носит массовый характер. Включение показателя в модель нецелесообразно, так как низкая способность технологии к масштабированию может привести к замедлению процесса ее создания и задержке решения актуальной отраслевой проблемы

Продолжение таблицы 2.4.1

Показатель	Обозн.	Описание	Применимость для нефтегазовых инжиниринговых проектов
Уровень нормативной готовности	RRL	Отражает степень надежности нормативного обеспечения процесса разработки технологии	Рекомендован к использованию в модели, так как является гарантом соблюдения авторских прав на результаты интеллектуальной деятельности и потенциальным инструментом создания стратегических конкурентных преимуществ компании
Уровень готовности к трансферу технологии	TTRL	Определяет возможность трансфера технологии из одной системы в систему с другим механизмом функционирования, что наиболее актуально для межотраслевых технологий	Создание новых технологий в нефтегазовом комплексе в основном базируется на использовании внутриотраслевых технологий, однако на современном этапе имеет место и широкое использование ненефтегазовых технологий (интернет вещей, искусственный интеллект и т.д.). Поэтому предлагается факультативное использование индикатора в зависимости от конкретной ситуации
Уровень технологической готовности для программ. продуктов	TRL (S)	Отражает текущий этап развития определенной программной технологии на основе признаков, характерных для программных продуктов	Современные модификации классического TRL стали более гибкими и универсальными, что позволяет успешно оценивать готовность как аппаратных, так и программных технологий, поэтому использование данного показателя в модели не актуально
Показатель Мурхауса (отношение риска к TRL)	MRM	Характеризует регрессию риска за счет прогрессии технологической готовности проекта, является производным показателем от TRL	Прогресс реализации инжинирингового проекта, безусловно, сопровождается снижением риска его провала, поэтому использование данного показателя в модели не является необходимым
Степень сложности НИОКР	RD ³	Отражают сложность перехода проекта с одного уровня технологической готовности на другой, являются дополнениями к TRL (отличаются количеством уровней - RD ³ включает 5 уровней сложности, AD ² - 9 уровней)	Данные показатели позволяют ранжировать инжиниринговые проекты по сложности их реализации и впоследствии оказывать им адресную поддержку, однако не вносят критической информации в процесс принятия решения о создании технологии, поэтому использование этих показателей не является необходимым
«Продвинутая» степень сложности НИОКР	AD ²		

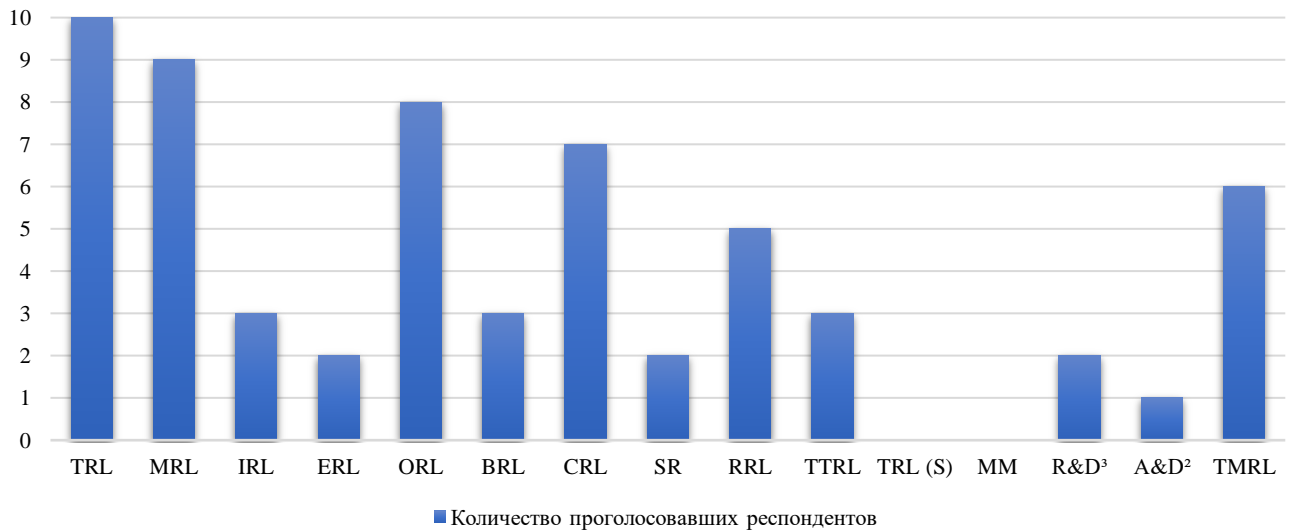


Рисунок 2.4.1 – Результаты опроса экспертов о необходимости использования рассматриваемых показателей готовности

Уровень командной готовности не был предложен в первоначальном списке показателей, но был отмечен в качестве необходимого 60% респондентов в связи с его значительным влиянием на процесс принятия решений по реализации проекта.

Функциональная роль выбранных показателей готовности представлена в таблице 2.4.2.

Таблица 2.4.2 – Функциональная роль выбранных показателей готовности [57, 137]

Показатель	Функциональная роль
TRL	<ul style="list-style-type: none"> • Определяет уровни разработки и тестирования технологии от этапа генерации идеи до создания готового технологического решения; • Отражает состояние испытаний технологии от проверки отдельных критических функций до полной проверки работоспособности, как в лабораторных условиях, так и в реальных условиях функционирования технологической системы; • Подтверждает текущий статус готовности элементов и технологии в целом
MRL	<ul style="list-style-type: none"> • Определяет готовность создания производства технологии от уровня макета до промышленного образца; • Отражает степень интеграции производственного процесса в существующие производственные цепочки (процессы, материалы, оборудование, инфраструктура, сотрудники); • Демонстрирует создание эффективного производства (экспериментального, опытного, серийного), включающего систему контроля качества и поставки материалов и комплектующих
TMRL	<ul style="list-style-type: none"> • Определяет состав команды на всех этапах реализации проекта; • Подтверждает наличие необходимых компетенций членов проектной команды на каждом этапе реализации проекта; • Отражает процесс коммуникации членов проектной команды на различных его этапах

Продолжение таблицы 2.4.2

ORL	<ul style="list-style-type: none"> • Отражает ход согласования технических характеристик разрабатываемого решения с потенциальными заказчиками; • Отражает статус согласования концепции применения технологии со всеми заинтересованными лицами (подразделениями подрядчика и сторонними организациями, включая поставщиков, субподрядчиков и заказчиков); • Отражает завершение внесенных в проект изменений и корректировок по результатам испытаний и переговоров с заказчиками; • Подтверждает принятие основных решений, разработку оперативных планов и демонстрацию системы сервисной поддержки технологии; • Показывает результат обучения персонала партнера с целью передачи ему технологии
CRL	<ul style="list-style-type: none"> • Отражает результат оценки рынка с учетом цены и потребительских качеств технологий конкурентов, выводимых на рынок; • Отражает стадию развития бизнес-модели коммерциализации технологии; • Фиксирует организацию двустороннего обмена информацией с потенциальными клиентами с целью получения обратной связи по заинтересованности и уточнения требуемых характеристик технологии; • Отражает постепенную адаптацию модели ценообразования в соответствии с развитием бизнес-модели
RRL	<ul style="list-style-type: none"> • Определяет патентоспособные изобретения или другие виды РИДов; • Подтверждает новизну рассматриваемого РИДа; • Отражает этап государственной регистрации патента на интеллектуальную собственность; • Определяет этап реализации стратегии защиты прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Исходя из функционального назначения разработано определение уровней зрелости по каждому показателю готовности (Приложение Б). Реализация проектов по каждому показателю готовности осуществляется на основе классической 9-уровневой шкалы.

Модель комплексной оценки готовности нефтегазовых инжиниринговых проектов

В качестве основы для разработки модели комплексной оценки готовности нефтегазовых инжиниринговых проектов была выбрана методология TPRL, предложенная в работах [34, 57].

Данная методология позволяет осуществлять сквозную комплексную оценку готовности проекта на основе использования многокритериальной системы, включающих такие показатели, как технологическая готовность (TRL), производственная готовность (MRL), инженерная готовность (ERL), организационная готовность (ORL), преимущества и риски (BRL), рыночная готовность и коммерциализация

(CRL). TPRL позволяет: 1. применять сбалансированный подход к оценке готовности проекта в целом, а также его отдельных направлений, 2. выявлять неопределенности проекта и его ключевые риски, а также 3. просто и объективно представлять уровень зрелости проекта для следующего этапа инвестирования в унифицированных терминах [57].

Предлагаемая модель комплексной оценки включает 2 компонента – модель учета результатов по проекту (на основе выбранных показателей готовности) и аналитическую модель оценки интегрального показателя готовности. Модель учета достигнутых результатов по проекту основана на матричной структуре: в столбцах отражены показатели готовности, а в строках – уровни их зрелости (рис. 2.4.2). Каждый из уровней обладает иерархичной структурой:

УРОВЕНЬ → ПОДУРОВЕНЬ → ЗАДАЧА → РЕЗУЛЬТАТ



Рисунок 2.4.2 – Структура модели учета результатов по проекту

Для достижения определенного уровня готовности необходимо последовательно пройти все его подуровни, в рамках каждого из которых необходимо решить набор поставленных задач. Выполнение каждой задачи подтверждается получением соответствующего документа, например, проведение лабораторного исследования подтверждается получением акта о проведении лабораторного исследования. Результат решения задачи бинарный: документ получен – 1, документ не получен – 0. Динамика прохождения подуровней и уровней измеряется от 0 до 1 в зависимости от успешности решения задач внутри подуровня и пройденных подуровней внутри одного уровня.

Численный результат комплексной оценки готовности проекта определяется на основе аналитической модели оценки интегрального показателя готовности. Интегральным показателем готовности проекта выбран интегральный индекс готовности, рассчитываемый на основе индексных значений всех показателей готовности и их весовых коэффициентов. Вид зависимости весовых коэффициентов и значений показателей готовности может устанавливаться экспертами отдельно для каждой конкретной решаемой задачи. С целью упрощения в рамках данного исследования был принят одинаковый вес для всех коэффициентов.

Для проведения численного расчета интегрального индекса готовности проекта могут использоваться различные алгоритмы, но выбор конкретного не влияет на общую методику, так как основной принцип оценки основан на учете значений всех показателей готовности. Для целей данного исследования была выбрана следующая аналитическая модель (формула 2.14) [57]:

$$I = E + \bar{K} \cdot P_L, \quad (2.14)$$

$$P_L = p_{L_1} \cdot p_{L_2} \cdot p_{L_3} \cdot p_{L_4} \cdot p_{L_5} \cdot p_{L_6}$$

где E – это максимальный уровень готовности, достигнутый по всем показателям;

\bar{K} – среднее значение дробных частей показателей на уровне $E + 1$;

P_L – вероятность выполнения всех задач на уровне $E + 1$ (обозначается как L);

p_{L_m} – вероятность выполнения всех задач на уровне L по показателю готовности m .

Выбор указанной аналитической модели обоснован учетом фактора вероятности достижения целевых значений показателей готовности. В связи с тем, что инжиниринговые проекты обладают высокой степенью неопределенности получения технологического и экономического эффекта, учет фактора вероятности позволяет более точно оценить текущее состояние проекта, что является основой для принятия обоснованных управленческих решений по его дальнейшей реализации.

Первым шагом расчета является определение значения целочисленного показателя E , соответствующего наименьшему достигнутому уровню готовности среди всех показателей. На втором этапе определяется дробная часть индекса путем вычисления среднего значения дробных частей индексов всех показателей для уровня $E + 1$. На третьем шаге определяется вероятность достижения всех требований по проекту на уровне $E + 1$ (P_L) путем вычисления произведения вероятностей (p_{L_m}) при изменении m от 1 до 6.

Для наглядного отображения результатов оценки рекомендуется использовать лепестковую диаграмму (рис. 2.4.3).

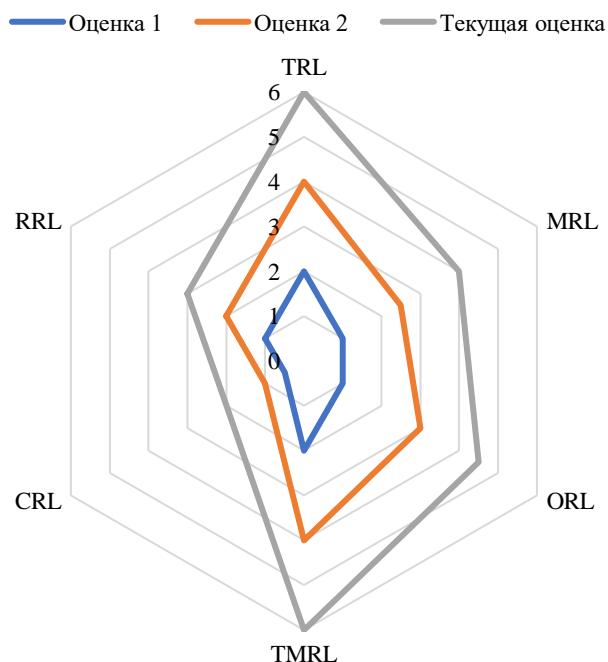


Рисунок 2.4.3 – Пример представления результатов оценки проекта

Сбалансированное развитие проекта достигается при одновременном развитии всех показателей готовности, что графически соответствует правильному шестиугольнику. В рассмотренном примере администраторам проекта необходимо

обратить внимание на 2 проблемные зоны – CRL и RRL. MRL и ORL также отстают от TRL и TMRL.

Алгоритм принятия решения при переходе проекта с этапа на этап

Одним из ключевых управленческих аспектов реализации инжинирингового проекта является особенность процесса принятия решения по проекту в контрольных точках его осуществления, а точнее принцип перехода проекта из одного уровня готовности на другой. Успешный переход проекта на новый уровень готовности является маркером выполнения всех задач, поставленных на текущем уровне, а возврат на предыдущую стадию, приостановка или отказ от проекта свидетельствует о существенных недостатках и проблемах в процессе его реализации.

На основе выбранных показателей и предложенной модели комплексной оценки готовности разработан алгоритм принятия управленческих решений по реализации нефтегазовых инжиниринговых проектов (рис. 2.4.4).

Процесс принятия решений на основе данного алгоритма можно разделить на 5 стадий:

- 1 стадия – оценка выполнения требований текущего уровня готовности (оценка показателей готовности);
- 2 стадия – идентификация проблемы;
- 3 стадия – анализ решаемости проблемы;
- 4 стадия – определение важности проекта;
- 5 стадия – принятие решения.

1 стадия. На данной стадии оцениваются входные параметры проекта на предмет достижения необходимых уровней готовности. В случае, если все уровни готовности соответствуют запланированным, оценивается текущее экономическое окружение проекта, и, если оно не изменилось, проект переходит на следующий этап, если же изменилось, оценивается целесообразность продолжения проекта.

2 стадия. Для проектов, не достигших целевых уровней готовности показателей, осуществляется анализ проблематики.

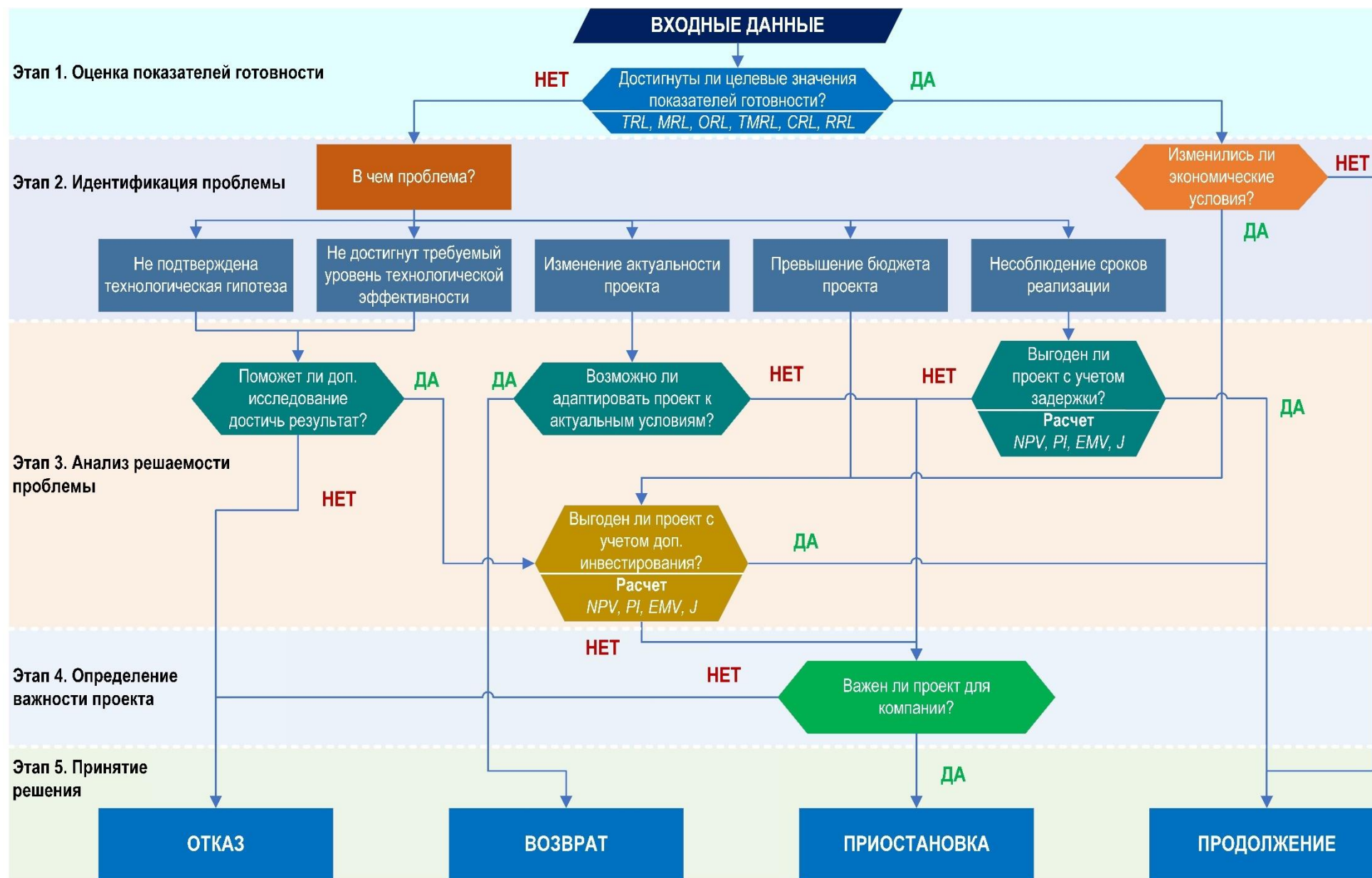


Рисунок 2.4.4 – Алгоритм принятия управленческих решений по реализации нефтегазовых инжиниринговых проектов

3 стадия. На данной стадии проводится анализ решаемости проблемы – необходимо выявить, возможно ли адаптировать проект к требуемым условиям, выгодно ли продолжать проект, помогут ли дополнительные исследования достичь желаемого результата с учетом предложенного решения проблемы. Если технологическая гипотеза не подтвердилась или не достигнута требуемая технологическая эффективность и дополнительные исследования не приведут к требуемому результату, от проекта необходимо отказаться, в противном случае он реализуется дальше.

4 стадия. Для проектов, проблемы которых не могут быть эффективно решены в текущих условиях и не лежат в технологической плоскости, оценивается значимость проекта для компании, как контрольная характеристика для отказа от проекта, либо его приостановки до наступления благоприятных условий.

5 стадия. На данной стадии, в зависимости от текущего состояния проекта, осуществляется принятие решение о его дальнейших действиях по проекту – отказ, возврат на предыдущую стадию, приостановка или продолжение проекта.

Применение предложенного алгоритма потенциально позволит нефтегазовым компаниям более точно ориентироваться при принятии решений по проекту в его контрольных точках, выработать внутренние механизмы реагирования на различные проблемные ситуации, снизить риски и повысить эффективность реализации инжиниринговых проектов.

2.5 Выводы по Главе 2

1. Выявлено, что выбор инжиниринговых проектов в нефтегазовых компаниях осуществляется на основе их оценки с использованием финансовых и нефинансовых методов. В рамках финансовых методов применяются метод дисконтированного денежного потока и опционные методы, в рамках нефинансовых – профильный метод, контрольные списки и методы балльной оценки.

2. Установлено, что метод дисконтированного денежного потока не учитывает в достаточной степени неопределенность, которой характеризуются инжиниринговые проекты. Опционные методы позволяют учитывать высокую неопре-

деленность, присущую данным проектам, и принимать гибкие управленческие решения в случае изменения условий реализации проекта, однако они сложны и трудоемки в использовании, в связи с чем редко применяются на практике. Нефинансовые методы часто применяются для оценки инжиниринговых проектов, так как учитывают, что значения многих параметров проекта являются неуточненными, либо не могут быть оценены количественно, но данные методы не отражают потенциальный экономический эффект проекта. Указанные особенности обосновывают необходимость применения при оценке и выборе инжиниринговых проектов комплекса финансовых и нефинансовых методов с целью взаимного учета их недостатков и повышения качества получаемых результатов.

3. На основе анализа методов управления реализацией инжиниринговых проектов было выявлено, что большинство из них основано на двух классических методах – TRL и Stage-Gate и направлены на оценку технологической готовности разрабатываемого технологического решения либо иных отдельных направлений развития проекта. Большая часть методов не позволяет осуществлять комплексную оценку готовности технологии, а также не учитывают отраслевых особенностей реализуемых проектов, что приводит к возникновению различных проблемных ситуаций в процессе реализации, снижению эффективности проекта и в ряде случаев – отказу от реализации проекта, его закрытию и потере вложенных компанией инвестиций.

4. Выбор нефтегазовых инжиниринговых проектов предложено осуществлять на основе 2-х стадийной системы оценки, включающей стадии первоначальной и детальной оценки. Первоначальная оценка проекта должна включать оценку базовых параметров эффективности проекта – технологической реализуемости и NPV, определяющих возможность генерирования положительных эффектов (технологического и экономического) и позволяющих на начальном этапе отказаться от заведомо неэффективных проектов. Стадия детальной оценки проекта должна реализоваться в рамках 2-х этапной экспертной оценки, включающей оценку проектов на основе классификации нефтегазовых инжиниринговых проек-

тов и принципа приоритетности, которые позволяют более детально оценить проекты с точки зрения их технико-экономических характеристик и провести их взаимное сравнение с целью обоснования целесообразности включения рассматриваемых проектов в портфель компании.

5. Управление реализацией инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании должно осуществляться на основе методического подхода, основанного на комплексной оценке готовности технологического решения, идентификации проблем, возникающих в процессе реализации проекта, анализе возможностей их устранения с целью принятия обоснованных управленческих решений в рамках жизненного цикла проекта.

6. Комплексная оценка инжиниринговых проектов должна выполняться путем определения текущего уровня зрелости проекта по показателям технологической, производственной, организационной, командной, рыночной и нормативной готовности с использованием модели учета результатов по проекту и аналитической модели оценки интегрального показателя готовности. Модель учета результатов по проекту позволяет на основе матричной иерархичной структуры уровень-подуровень-задача-результат осуществлять формальную фиксацию выполнения задач по проекту. Аналитическая модель оценки интегрального показателя готовности определяет прогресс реализации проекта на основе оценки достигнутых результатов по каждому из его направлений с установлением общей готовности проекта по интегральному индексу готовности.

ГЛАВА 3 ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ ИНЖИНИРИНГОВЫМИ ПРОЕКТАМИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ КОМПАНИИ

3.1 Управление инжиниринговыми проектами в компании ПАО «Газпромнефть»

Процесс устойчивого развития нефтегазовых компаний создает основу национальной энергетической безопасности и экономического роста на макроуровне, а также определяет саму возможность их дальнейшего функционирования на микроуровне. Данный процесс осложнен рядом вызовов (которые детально рассматривали ранее), и одним из ключевых являются технологические вызовы. Под *технологическим вызовом* в периметре компании ПАО «Газпромнефть» понимается определенная проблема на конкретном активе, либо месторождении, мешающая реализации проекта и недоступная для решения с учетом имеющихся в компании технологических решений. В ответ на технологический вызов отдельными подразделениями компании формируются и реализуются *технологические проекты* – проекты создания, адаптации и внедрения технологических решений, решающих один или несколько технологических вызовов и являющихся новыми для компании. Понятие *технологического проекта*, применяемое в периметре компании, совпадает с понятием *инжинирингового проекта*, рассматриваемого в рамках данного диссертационного исследования, однако понятие технологического проекта закреплено только локальными нормативными актами компании, в отличие от инжинирингового проекта или проекта технологического инжиниринга, приводимых в соответствующих ГОСТах [14, 15]. В связи с этим для формирования единого понятийного поля будем рассматривать понятие технологического проекта, предложенное ПАО «Газпромнефть», соответствующим понятию инжинирингового проекта.

Реализация технологических проектов является системным процессом и осуществляется в компании на основе ряда стандартов и методических документов, формирующих основу сопутствующего процесса – процесса управления реализацией технологических проектов. *Целью* данного процесса является повышение эко-

номической эффективности инвестиций, вложенных в технологический проект, реализуемый в рамках технологической стратегии компании, а также снижение рисков неуспешной разработки и внедрения нового технологического решения, разработанного в рамках проекта. В связи с этим ключевой задачей данного процесса является обеспечение единой методологии управления реализацией технологических проектов на основе единых требований и подходов, способствующих рационализации времени разработки технологии, оптимизации издержек и систематизации знаний внутри компании [82].

Первоначальным этапом, определяющим возможность запуска проекта, является процесс его выбора для реализации. Для отбора проектов в периметре компании ПАО «Газпромнефть» реализуется подход по динамическому ранжированию проектов, в рамках которого осуществляется балльная оценка проекта на основе 7 критериев – дополнительная добыча; экономия капитальных и операционных затрат; прирост запасов; импортозамещение, вероятность успешного внедрения технологии; получение первого эффекта; научный PR технологии. Вес каждого из критериев определяется отношением максимального количества баллов по данному критерию к сумме баллов по всем критериям. Расчет балльных оценок осуществляется экспертной группой во главе с руководителем проекта, а итоговое ранжирование проектов для выявления наиболее перспективных – Департаментом новых технологий [82]. На основе анализа актуальных макро- и микроусловий реализации проектов, а также с учетом присвоенных всем рассматриваемым проектам баллов комитетом по технологиям принимается решение о их реализации в рамках системы приоритетного ранжирования, на основе которого выбранные проекты переходят на стадию непосредственной реализации.

В основе подхода по реализации технологических проектов ПАО «Газпромнефть» лежат два классических (рассмотренных ранее) метода – TRL и Stage-Gate, которые формируют 2-х системную структуру процесса реализации – проект реализуется в рамках 5 ключевых этапов (поиск, оценка, выбор, определение, реали-

зация), вследствие чего осуществляется последовательная разработка технологического решения, основанная на оценке его зрелости в рамках 9-ти уровневой шкалы развития технологии (УРТ)¹ (рис.3.1.1).

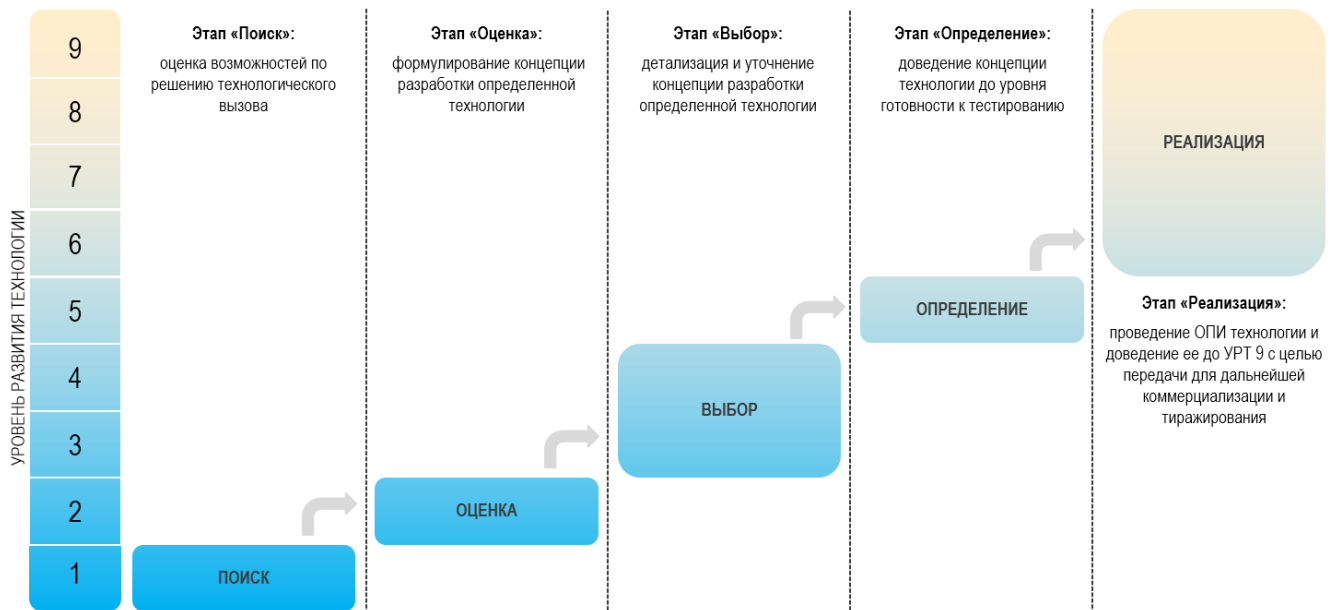


Рисунок 3.1.1 – Структура процесса реализации технологических проектов в ПАО «Газпромнефть»

Этап «Поиск». На данном этапе осуществляется верхнеуровневая оценка необходимости внедрения технологии в компании и определение потенциальной выгоды от ее внедрения, результатом которой является формирование предварительного рентабельного инвестиционного предложения (бизнес-кейса). Соответствует УРТ 1.

Этап «Оценка». На данном этапе осуществляется предварительная оценка стратегической, технологической и экономической реализуемости технологии и формирование стратегии достижения УРТ 6, который отражает статус прототипа технологии, готового к апробации в эксплуатационных условиях. Соответствует УРТ 2.

Этап «Выбор». На данном этапе осуществляется проверка возможностей технологии на аналитическом и экспериментальном уровнях. Соответствует УРТ 3 и 4.

¹ УРТ является внутрикорпоративным аналогом уровня технологической готовности TRL в ПАО «Газпромнефть»

Этап «Определение». На данном этапе осуществляется изготовление масштабируемых прототипов технологии, проверка функциональности технологии в условиях близких к реальным, проведение стендовых испытаний для итогового прототипа и разработка план-графика и карты финансирования опытно-промышленных испытаний (ОПИ). Соответствует УРТ 5.

Этап «Реализация». На данном этапе осуществляется детальная проверка технологического решения на возможность его функционирования в реальных условиях и готовность внедрения в промышленную эксплуатацию, а также выполняется подготовка комплекта документов для его передачи в масштабное применение. Соответствует УРТ 6, 7, 8 и 9.

Оценка экономической эффективности технологических проектов в ПАО «Газпромнефть»

Технологические проекты – это проекты с высокой долей неопределенности получения технологического и экономического эффекта. Данная особенность технологических проектов осложняет процесс оценки их экономической эффективности, а также принятия обоснованных управленческих решений в процессе реализации, что обосновывает необходимость соотнесения потенциальной выгоды от реализации проекта и рисков, возникающих в процессе.

В периметре компании ПАО «Газпромнефть» оценка экономической эффективности технологических проектов осуществляется на основе принципов теории ожидаемой денежной стоимости и включает в себя расчет следующих показателей экономической эффективности [125]:

- EMV (Expected Monetary Value) – ожидаемая денежная стоимость (аналог NPV);
- EPVI (Expected Present Value of Investment) – ожидаемая приведенная (дисконтированная) стоимость инвестиций (аналог PVI);
- J – ожидаемый индекс доходности инвестиций (аналог PI);
- EDPP (Expected Discounted Payback Period) – ожидаемый дисконтированный срок окупаемости (аналог DPP).

В основе данного подхода к оценке экономической эффективности проектов лежит метод дерева решений. В рамках реализации проекта дерево решений представляет собой визуализированную модель, включающую систему последовательных решений и вероятностных событий (рис. 3.1.2). Данный метод позволяет оценивать риски проекта на стадии принятия каждого управленческого решения, и таким образом разработать план действий при наступлении любого из исходов.

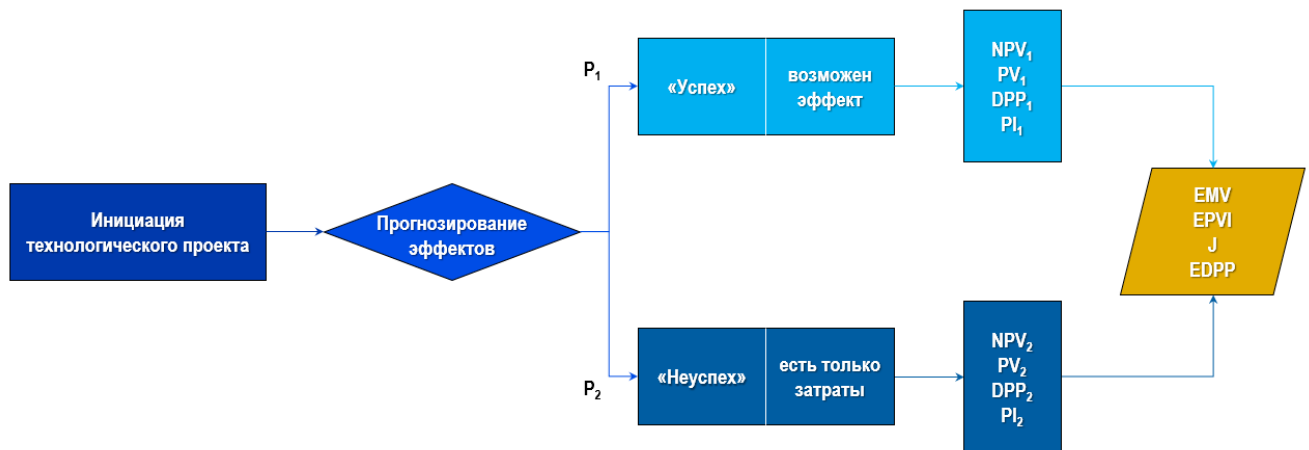


Рисунок 3.1.2 – Модель дерева решений технологического проекта

Ключевым экономическим показателем в данном подходе является EMV (ожидаемая денежная стоимость), который является аналогом NPV, учитывающем различные варианты значений NPV и вероятности их наступления, и определяется по следующей формуле (формула 3.1):

$$EMV = NPV_1 \cdot P_1 + NPV_2 \cdot P_2, \quad (3.1)$$

где NPV_1 – значение NPV проекта при его успешной реализации;

NPV_2 – значение NPV проекта при его неуспешной реализации;

P_1 – вероятность успешной реализации проекта;

P_2 – вероятность неуспешной реализации проекта; определяется как $(1 - P_1)$.

Успешная реализация проекта предполагает разработку проекта и его последующую экономически эффективную коммерциализацию, а, соответственно, неуспешная реализация отражает ситуацию, при которой инвестиции по проекту осуществлены без положительного эффекта для компании.

EPVI (ожидаемая денежная стоимость инвестиций) является аналогом приведенной стоимости инвестиций (PVI), который учитывает, как и в случае с EMV,

различные варианты значений PVI и вероятности их наступления, и определяется по формуле (формула 3.2):

$$EPVI = PVI_1 \cdot P_1 + PVI_2 \cdot P_2 \quad (3.2)$$

J (ожидаемый индекс доходности) является аналогом индекса доходности (PI), который отражает величину ожидаемого денежного дохода, приходящегося на единицу инвестированных средств в проект, и определяется по формуле (формула 3.3):

$$J = 1 + \frac{EMV}{EPVI} \quad (3.3)$$

EDPP (ожидаемый дисконтированный срок окупаемости) является аналогом дисконтированного срока окупаемости, который отражает срок, при котором ожидаемый накопленный денежный поток по проекту при всех его исходах обращается в ноль, и определяется по формуле (формула 3.4):

$$EDPP = t + \frac{\sum(DCF_i \cdot P_i)_t}{\sum(DCF_i \cdot P_i)_t - \sum(DCF_i \cdot P_i)_{t+1}}, \quad (3.4)$$

где t – порядковый номер периода, соответствующего последнему отрицательному значению суммы накопленных дисконтированных денежных потоков при различных исходах реализации проекта;

i – количество исходов реализации проектов в соответствие с деревом решений;

DCF_i – накопленный дисконтированный денежный поток отдельного исхода.

С учетом рассмотренного инструментария при оценке экономической эффективности технологических проектов возникает ряд трудностей, связанных с определением значения вероятности положительного исхода реализации проекта. Данный процесс зачастую осуществляется экспертным путем на основе оценки факторов различной природы, влияющих на реализацию проекта, однако данный подход является весьма субъективным, ввиду сложности качественной, а затем количественной оценки и прогнозирования всех влияющих факторов [147]. Наиболее удобными и понятными методами оценки вероятности является количественные методы, один из которых применяется в компании ПАО «Газпромнефть» – в каче-

стве значения вероятности успешной реализации технологического проекта применяется значение актуального уровня развития технологии (УРТ), что, по мнению экспертов, является вполне оправданным, так как повышение зрелости технологии в процессе реализации проекта является маркером снижения рисков технологического и экономического провала проекта. Вероятность успешной реализации проекта определяется в соответствии с формулой (формула 3.5):

$$P = 0,1 \cdot (TRL + 1), \quad (3.5)$$

где TRL – актуальный уровень развития технологии, разрабатываемой в рамках проекта.

Данный подход значительно упрощает процесс экономической оценки технологических проектов в компании, не снижая при этом требований к точности. Однако, как было отмечено ранее, УРТ (TRL) не позволяет осуществлять комплексную оценку готовности, так как отражает только уровень готовности самого технологического решения и не учитывает такие аспекты, как готовность производства для тиражирования технологии, коммерческую готовность технологии к тиражированию и др. Данный факт обосновывает необходимость применения для оценки экономической эффективности комплексного показателя готовности технологии, которым может выступать индекс готовности технологии, предложенный в главе 2.4.

3.2 Апробация методического подхода к выбору инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании

С целью апробации предложенного подхода к выбору инжиниринговых проектов для реализации, а также решения актуальной задачи нефтегазовой компании по совершенствованию процесса бурения скважин рассмотрен случай по выбору проектов технологий геонавигации при бурении. Набор рассматриваемых проектов с их описанием представлен в таблице 3.2.1. В качестве экспертной группы были привлечены специалисты нефтегазовых компаний, обладающие компетенциями в области управления и реализации инжиниринговых проектов и принявшие участие в разработке предложенного подхода.

Таблица 3.2.1 – Инжиниринговые проекты технологий геонавигации при бурении

№	Название проекта	Тема	Краткое резюме
1	Телеметрическая система Корвет-3	Телеметрические системы LWD с контролем технологических параметров оборудования (электромагнитный, гидравлический, акустический канал связи)	Система LWD с прибором литоплотностного каротажа, картографом границ и высокоскоростным гидравлическим передатчиком
2	Облачная платформа для инженерно-геологического сопровождения бурения	Современные технологии оптимизации строительства нефтегазовых скважин	Инновационные IT-решения по геонавигации и бурению с применением искусственных интеллектуальных систем, систем поддержки принятия решений, позволяющих оптимизировать бизнес-процессы и снизить затраты нефтегазодобывающих компаний
3	Комплекс телеметрический кабельный с электроуправлением для бурения наклонно-направленных скважин	Роторно-управляемые системы диаметром от 73мм	Комплекс предназначен для измерения, кодирования и передачи по кабельному каналу связи следующих параметров: азимута, зенитного угла, угла установки отклонителя, ГК, удельного сопротивления пород, осевой нагрузки на долото, забойного давления во внутритрубном и кольцевом пространстве
4	РУС и система телеметрии	Современные технологии оптимизации строительства нефтегазовых скважин	Телеметрическая система на основе волоконно-оптических гироскопов
5	Технологический кластер в области бурения	Новые технологии и оборудование в бурении скважин, добычи нефти и газа на основе интеллектуальных труб	Концепция создания нового технологического кластера в области бурения и разработки месторождений на основе интеллектуальных труб (буровые и обсадные трубы, в теле которых находятся канал связи и питание в виде кабеля и оптоволокна). Создание инфраструктуры новых технологий, применяемые с интеллектуальной трубой: телеметрические системы нового образца, электробуры, роторно-управляемые системы, забойные датчики для интеллектуальных месторождений, комплексы закачивания скважин

Оценка технологической реализуемости осуществлялась экспертами по 10-тибалльной шкале (1 – минимальное значение, 10 – максимальное), а NPV – на основе предварительных расчетов экономической эффективности. Результаты предварительной оценки проектов представлены в таблице 3.2.2.

Таблица 3.2.2 – Результаты предварительной оценки проектов

№	Название проекта	Технологическая реализуемость	NPV, млн руб.
1	Телеметрическая система Корвет-3 (Проект 1)	9	200
2	Облачная платформа для инженерно-геологического сопровождения бурения (Проект 2)	8	100
3	Комплекс телеметрический кабельный с электроуправлением для бурения наклонно-направленных скважин (Проект 3)	9	300
4	РУС и система телеметрии (Проект 4)	9	250
5	Технологический кластер в области бурения (Проект 5)	6	260

На основе предоставленных данных о потенциальном экономическом эффекте все проекты были оценены как способные генерировать положительные денежные потоки с получением положительного значения NPV в случае успешной разработки технологии и ее внедрения. Технологическая реализуемость первых четырех проектов оценена примерно одинаково высоко в связи с успешностью создания подобных технологических решений ранее. Более новым решением на рынке, а, следовательно, и более сложным, с точки зрения технологической реализации, является проект технологического кластера в области бурения. На основе положительных оценок по всем критериям рассматриваемые проекты были переведены на стадию детальной оценки.

На первом этапе детальной оценки была осуществлена экспертная оценка проектов на основе элементов классификации нефтегазовых инжиниринговых проектов. Результаты оценки представлены в таблице 3.2.3.

По результатам первого этапа экспертной оценки все проекты рекомендованы к реализации.

Для принятия обоснованного решения о выборе проекта к реализации был проведен второй этап детальной оценки проектов – экспертная оценка проектов на основе принципа приоритетности с использованием метода анализа иерархий (МАИ). Схема оценки проектов на основе МАИ представлена на рисунке 3.2.1.

Таблица 3.2.3 – Экспертная оценка проектов на основе элементов классификации нефтегазовых инжиниринговых проектов

Критерий	Проект 1	Проект 2	Проект 3	Проект 4	Проект 5
<i>Технологические:</i>					
Технологическая реализуемость проекта	3	3	3	3	2
Новизна технологического решения	1	2	1	1	2
Направление проекта	1	1	1	1	1
Критичность технологического решения	2	2	2	2	1
Наличие команды проекта	3	2	3	3	1
Обеспечение целей устойчивого развития	0	0	0	0	0
<i>Экономические:</i>					
NPV	1	1	2	2	2
Объем затрат	3	4	3	3	3
Срок окупаемости	1	2	1	1	1
Сумма баллов	15	17	16	16	13
Решение	Рекомендован к реализации	Рекомендован к реализации	Рекомендован к реализации	Рекомендован к реализации	Рекомендован к реализации

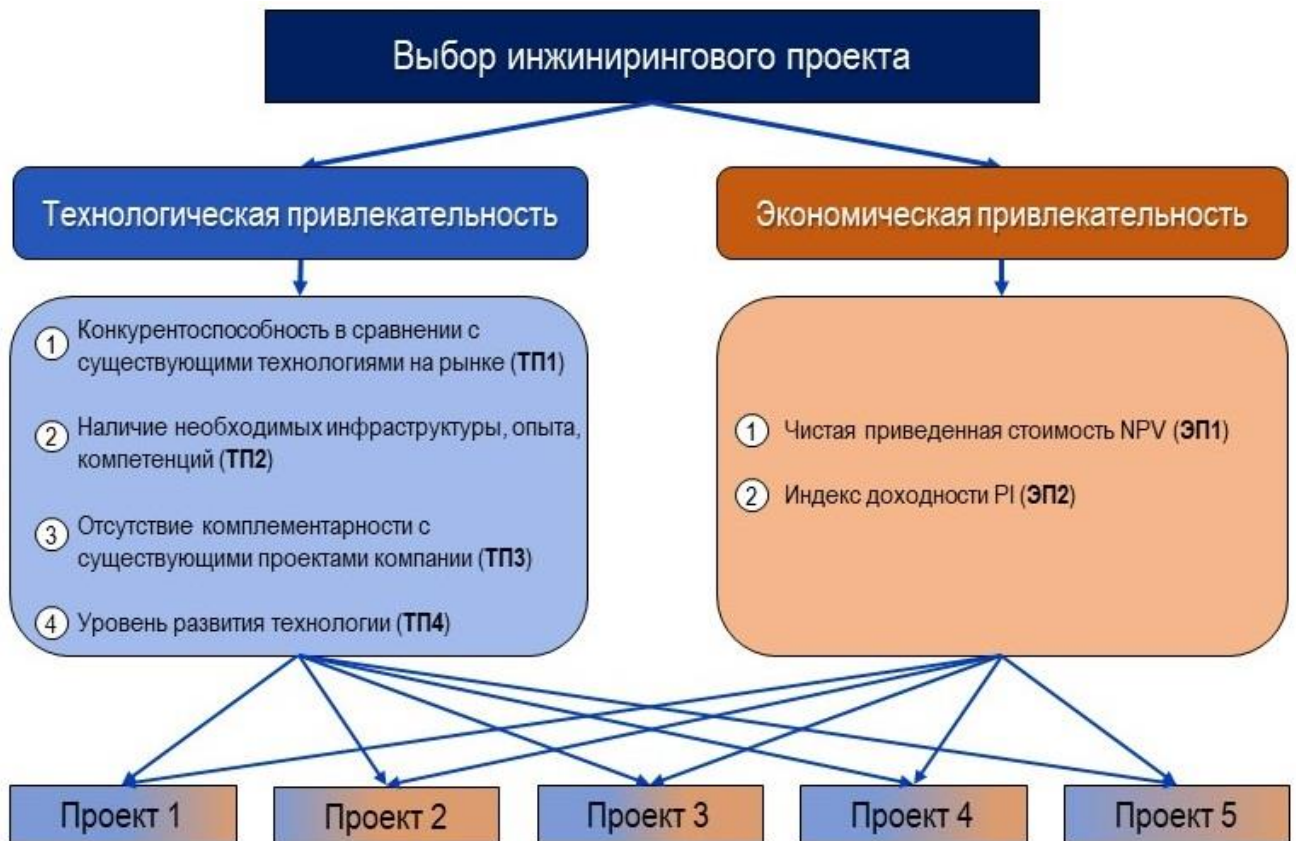


Рисунок 3.2.1 – Схема выбора инжиниринговых проектов

В качестве параметров ранжирования проектов выбраны две группы – отражающие технологическую (конкурентоспособность в сравнении с существующими технологиями на рынке (ТП1), наличие необходимых инфраструктуры, опыта, компетенций (ТП2), отсутствие дублирования с существующими проектами в компании (ТП3), уровень развития технологии (ТП4)) и экономическую (чистая приведенная стоимость NPV (ЭП1), индекс доходности PI (ЭП2)) привлекательность.

На втором этапе было необходимо осуществить попарное сравнение выбранных критериев оценки. Для сравнения критериев была использована шкала сравнения альтернатив, предложенная Т. Саати (табл. 3.2.4).

Таблица 3.2.4 – Шкала сравнения альтернатив по Т. Саати [161]

Качественная характеристика	Количественная характеристика
Альтернативы одинаковы, равнозначны	1
Альтернатива немного лучше (хуже)	3
Альтернатива лучше (хуже)	5
Альтернатива значительно лучше (хуже)	7
Альтернатива принципиально лучше (хуже)	9

Результаты попарного сравнения параметров оценки проектов представлены в таблице 3.2.5.

Таблица 3.2.5 – Матрица попарного сравнения критериев оценки проектов

Критерий	ТП1	ТП2	ТП3	ТП4	ЭП1	ЭП2	Вектор	Вес, %
ТП1	1,00	0,33	3,00	0,20	0,20	0,25	0,07	7,07
ТП2	3,00	1,00	5,00	0,33	0,33	0,50	0,15	14,78
ТП3	0,33	0,20	1,00	0,14	0,14	0,20	0,04	3,88
ТП4	5,00	3,00	7,00	1,00	1,00	2,00	0,37	37,14
ЭП1	5,00	3,00	7,00	1,00	1,00	2,00	0,37	37,14
ЭП2	4,00	2,00	5,00	0,50	0,50	1,00	0,22	22,36
Сумма	18,33	9,53	28,00	3,18	3,18	5,95	1,00	100,00

На третьем этапе осуществляется попарное сравнение проектов по каждому их критерию. Результаты сравнения проектов по выбранным критериям представлены в таблицах В.1 – В.6 (Приложение В). Матрица весов проектов по каждому критерию представлена в таблице 3.2.6.

Таблица 3.2.6 – Матрица весов проектов по рассматриваемым критериям

Проекты / Критерии	ТП1	ТП2	ТП3	ТП4	ЭП1	ЭП2
ПР1	5,42	36,57	5,25	25,00	18,02	18,64
ПР2	15,21	7,57	24,83	12,50	9,01	18,64
ПР3	19,25	15,27	12,03	18,75	27,03	21,41
ПР4	5,66	36,57	5,06	37,50	22,52	21,11
ПР5	54,46	4,03	52,82	6,25	23,42	20,20

На конечном этапе были определены веса проектов с точки зрения достижения цели. Для этого было осуществлено произведение матрицы весов проектов по каждому из критериев на матрицу весов критериев. Ранжированная матрица весов проектов представлена в таблице 3.2.7.

Таблица 3.2.7 – Ранжированная матрица весов проектов

Обозначение проектов	Название проекта	Вес проекта, %
ПР1	Телеметрическая система Корвет-3	26,98
ПР2	Облачная платформа для инженерно-геологического сопровождения бурения	21,36
ПР3	Комплекс телеметрический кабельный с электроуправлением для бурения наклонно-направленных скважин	21,14
ПР4	РУС и система телеметрии	18,00
ПР5	Технологический кластер в области бурения	12,52

Таким образом, наиболее приоритетным проектом, с учетом мнения экспертов, является проект №1 «Телеметрическая система Корвет-3».

Стоит также отметить, что каждая из полученных матриц обладают собственной ценностью. Так, матрица весов параметров может применяться многократно

для ранжирования и выбора различных нефтегазовых инжиниринговых проектов. Кроме того, незначительный вес параметров ТПЗ (отсутствие дублирования с существующими проектами в компании) (3,88%) и ТП1 (конкурентоспособность в сравнении с существующими технологиями на рынке) (7,07%) свидетельствует о их невысокой значимости в процессе принятия решения о выборе проекта для реализации, что может являться основой для их исключения и пересмотра перечня параметров.

Набор параметров и их вес, определенный на основе экспертного опроса, являются ключевыми аспектами, определяющими успешность принятия решения о выборе проекта для реализации (корректность применения методического инструментария является безусловной), в связи с чем им должно быть уделено особое внимание. Предложенный набор параметров был обоснован анализом отраслевых материалов и научных публикаций в области управления инжиниринговыми проектами, а также экспертным мнением специалистов нефтегазовых компаний, однако данный набор может быть пересмотрен в случае необходимости решения частной отраслевой задачи. Вес параметров был также определен на основе экспертного опроса и в случае необходимости решения иной задачи может быть скорректирован путем изменения выборки респондентов.

3.3 Апробация методического подхода к управлению реализацией инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании

Для обоснования необходимости применения предлагаемого методического подхода к управлению реализацией инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании, включающего комплексную оценку готовности технологии в процессе осуществления проекта, была проведена оценка экономической эффективности проекта на основе подхода, включающего расчет трех показателей:

1. чистой приведенной стоимости (NPV);
2. ожидаемой денежной стоимости на основе уровня технологической готовности TRL (EMV_{TRL});
3. ожидаемой денежной стоимости на основе интегрального индекса готовности (Integral Readiness Index, I) (EMV_I).

Для проведения оценки экономической эффективности был выбран проект технологии химического метода увеличения нефтеотдачи (ХМУН). Основные данные по проекту представлены в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 – Основные данные о проекте ХМУН

Характеристика	Значение	Ед. изм
Срок создания технологии	5	лет
Срок эксплуатации	10	лет
Капитальные затраты	317, в том числе 1 год – 35 2 год – 78 3 год – 94 4 год – 76 5 год – 34	млн руб.
Доп. добыча нефти от 1 скв./операции	1300	т
Количество планируемых скв.-операций	90-8n, где n – номер года	шт.
Цена нефти URALS (на апрель 2023 г.)	58,63	\$
Курс долл. США к рублю (ЦБ на 08.06.2023)	81,45	р
Эксплуатационные затраты	35-7n	млн руб./год
Ставка дисконтирования	15	%
Контрольные точки оценки по годам	1,3,4,5	годы

Результаты первой оценки NPV, осуществленной при TRL = 1 в первый год реализации проекта, представлены в таблице в таблице 3.3.2. По результатам расчетов чистая приведенная стоимость проекта (NPV) составила 528,5 млн. руб.

На ранних этапах реализации проекта критерии применимости технологии позволяют оценивать технологический эффект в весьма широких пределах ввиду высоких технологических неопределенностей (рис. 3.3.1).

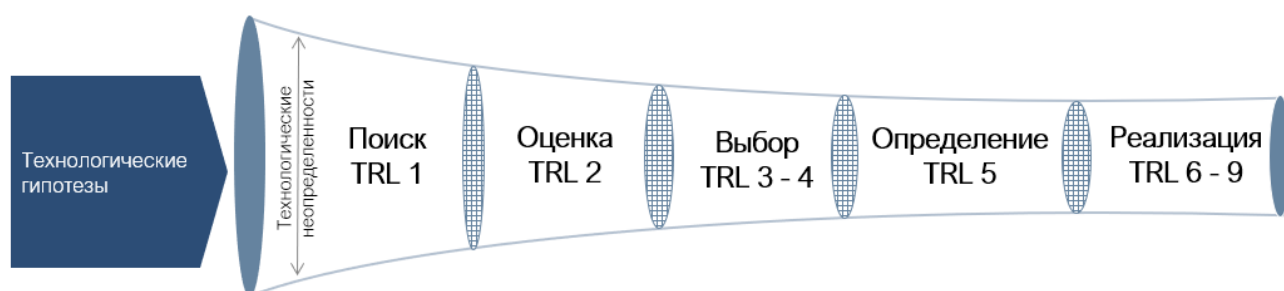


Рисунок 3.3.1 – Воронка технологического риска инжинирингового проекта

По мере реализации проекта величина технологических неопределенностей снижается в связи с введением дополнительных критериев применимости технологии, которые сокращают периметр ее тиражирования, что, в свою очередь, снижает итоговый технологический и, как следствие, экономический эффекты [125, 173].

Таблица 3.3.2 – Расчет показателей экономической эффективности проекта при TRL = 1

Годы	Ед. изм.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Капитальные затраты	млн руб.	35,0	78,0	94,0	76,0	34,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Дисконтированные капитальные затраты	млн руб.	32,6	63,2	66,3	46,6	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Амортизация	млн руб.	0,0	3,5	11,3	20,7	28,3	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	28,2	20,4	11,0	3,4	0,0
Выручка	млн руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	558,7	447,0	357,6	286,1	228,9	183,1	146,5	117,2	93,7	75,0	60,0
Эксплуатационные затраты	млн руб.	0,0	3,5	11,3	20,7	28,3	66,7	59,7	54,1	49,6	46,0	43,2	37,4	27,7	16,9	8,1	3,8
Налог на прибыль	млн руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	98,4	77,5	60,7	47,3	36,6	28,0	21,8	17,9	15,4	13,4	11,2
FCF	млн руб.	-35,0	-74,5	-82,7	-55,3	-5,7	457,0	373,2	306,2	252,6	209,7	175,3	143,7	112,3	83,5	60,3	45,0
DCF	млн руб.	-32,6	-60,4	-58,3	-33,9	-3,0	211,9	150,5	107,3	77,0	55,6	40,4	28,8	19,6	12,7	7,9	5,2
DCF накопленный	млн руб.	-32,6	-93,0	-151,4	-185,3	-188,3	23,6	174,0	281,4	358,4	413,9	454,4	483,2	502,7	515,4	523,3	528,5
NPV	млн руб.	528,5															
EMV_{TRL}	млн руб.	79,6															
EMV_I	млн руб.	79,6															

На конечных стадиях реализации проекта критерии применимости определены и подтвержден тираж технологии, что позволяет наиболее точно спрогнозировать эффекты от ее внедрения. Расчет ожидаемой денежной стоимости проекта (EMV) отражает текущую ценность проекта с учетом факторов технологического риска, а применение TRL в качестве показателя вероятности технологического успеха в данной модели позволяет компаниям корректнее ранжировать проекты с разной степенью зрелости в портфеле.

Для расчета EMV на основе TRL учтены следующие уточнения:

- TRL 1 достигается в 1 год реализации проекта;
- вероятность технологического успеха (P) – 0,2;
- рисковый капитал – капитальные затраты 1 года реализации проекта;
- вероятность технологического провала – 0,8.

Следовательно,

$$EMV_{TRL} = 528,5 \cdot 0,2 - 32,6 \cdot 0,8 = 79,6 \text{ млн руб.}$$

Как видно из расчетных данных, при TRL = 1 величина NPV более чем в 6,5 раз больше EMV, что свидетельствует о значительной неопределенности потенциальных эффектов и наличию высокого уровня технологического риска.

Применение TRL при оценке экономической эффективности проектов позволяет учитывать вероятность недостижения запланированных уровней технологического и экономического эффектов и на основании текущего уровня зрелости технологии ранжировать проекты в портфеле с точки зрения приоритетности для компании. Однако, учет TRL позволяет оценивать только технологическую готовность разрабатываемого решения, не охватывая тем самым иные направления готовности, такие как готовность производства для тиражирования технологии, коммерческую готовность технологии и др., что было детально рассмотрено в главе 2.4. В связи с этим была проведена оценка комплексной готовности рассматриваемого проекта с последующей оценкой вероятностных показателей экономической эффективности на основании интегрального индекса готовности.

Комплексная готовность проекта была оценена на основании предложенной системы из 6 показателей готовности: технологической, производственной, организационной, командной, нормативной и коммерческой. На момент первой оценки проект соответствовал запланированным уровням по всем показателям готовности. Для комплексной оценки готовности был использован интегральный индекс готовности проекта, рассчитанный по формуле (3.6):

$$I = \frac{TRL + MRL + ORL + TMRL + RRL + CRL}{6} \quad (3.6)$$

$$I = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{6} = 1$$

В качестве аналитической зависимости для расчета интегрального индекса готовности была использована формула (3.6), а не предложенная ранее формула (2.7) по двум причинам:

- на момент расчета отсутствовали данные о вероятности выполнения всех задач в рамках рассматриваемого уровня по отдельным показателям готовности;
- данный подход значительно упрощает процесс расчетов, не снижая принципиально их точности.

Результаты первой оценки готовности проекта в графическом виде представлены на рисунке 3.3.2.

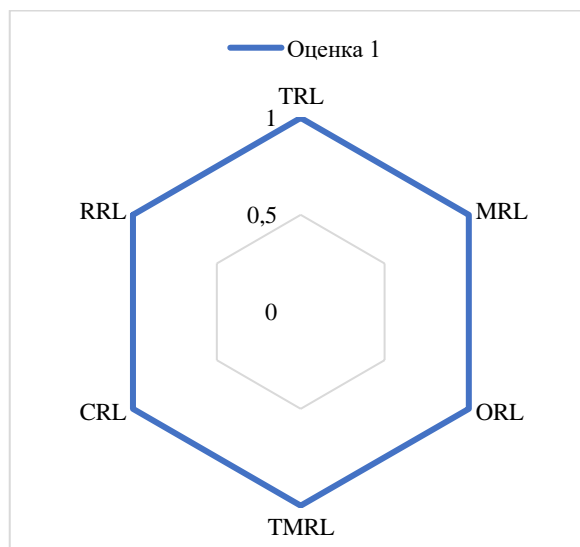


Рисунок 3.3.2 – Результаты первой комплексной оценки готовности проекта

С учетом того, что все значения показателей готовности равны 1, интегральный индекс готовности I также равен 1. В таком случае,

$$EMV_I = EMV_{TRL} = 79,6 \text{ млн руб.}$$

Далее, оценка проекта была проведена еще 4 раза:

- при $TRL = 2$ на конец 1 года;
- при $TRL = 5$ на конец 2 года;
- при $TRL = 8$ на конец 4 года;
- при $TRL = 9$ на конец 5 года.

Изменение показателей, определяющих технологический эффект разрабатываемой технологии, на различных этапах оценки в следствие проработки проекта представлены в таблице 3.3.3. Не указанные показатели не изменялись.

Таблица 3.3.3 – Изменение технологический показателей при реализации проекта

Этап оценки	Показатель	Значение	Ед. изм.
TRL = 2	Доп. добыча от 1 скв.-операции	1250	т
	Количество скв.-операций	87	шт.
TRL = 5	Доп. добыча от 1 скв.-операции	1200	т
	Количество скв.-операций	75	шт.
TRL = 8	Количество скв.-операций	60	шт.
TRL = 9	Количество скв.-операций	49	шт.

Расчет EMV по TRL для данных стадий оценки был проведен с учетом уточнений, приведенных в таблице 3.3.4.

Таблица 3.3.4 – Уточнения для расчета EMV по TRL при оценке проекта

Этап оценки	Показатель	Значение	Ед. изм.
TRL = 2	Время достижение TRL	1	год
	Вероятность технологического успеха	0,3	доли ед.
	Величина рискового капитала	32,6	млн руб.
	Вероятность технологического провала	0,7	доли ед.
TRL = 5	Время достижение TRL	2	год
	Вероятность технологического успеха	0,6	доли ед.
	Величина рискового капитала	95,8	млн руб.
	Вероятность технологического провала	0,4	доли ед.
TRL = 8	Время достижение TRL	4	год
	Вероятность технологического успеха	0,9	доли ед.
	Величина рискового капитала	208,7	млн руб.
	Вероятность технологического провала	0,1	доли ед.
TRL = 9	Время достижение TRL	5	год
	Вероятность технологического успеха	1	доли ед.
	Величина рискового капитала	226,8	млн руб.
	Вероятность технологического провала	0	доли ед.

Расчет интегрального индекса готовности I осуществлялся на основании достигнутых уровней готовности по каждому из показателей (табл. 3.3.5).

Таблица 3.3.5 – Расчет интегрального индекса готовности проекта

Уровень	Показатель	Значение	I	Уровень	Показатель	Значение	I
2	TRL	2	1,66	8	TRL	8	6,83
	MRL	2					
	ORL	2					
	TMRL	2					
	CRL	1					
	RRL	1					
5	TRL	5	4	9	TRL	9	9
	MRL	4					
	ORL	5					
	TMRL	3					
	CRL	3					
	RRL	4					

Результаты проведенных оценок готовности проекта в графическом виде представлены на рисунке 3.3.3.

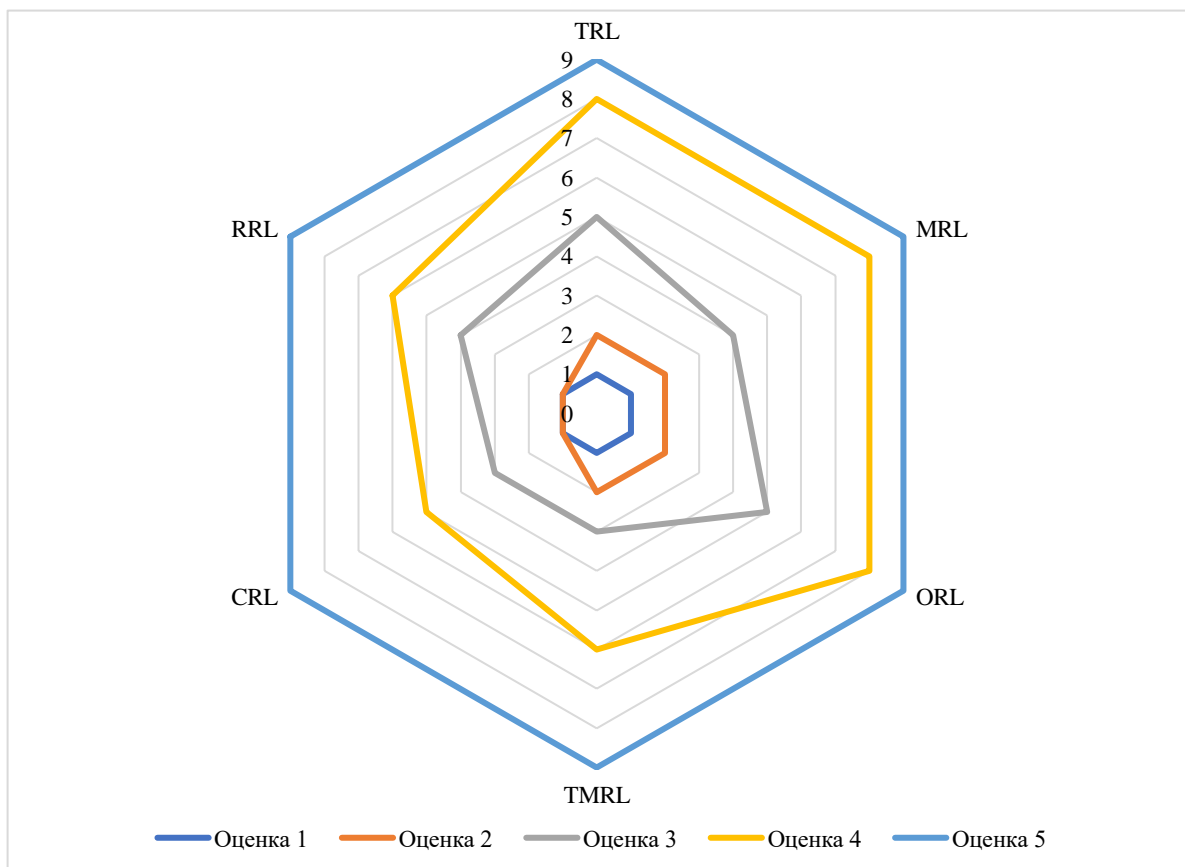


Рисунок 3.3.3 – Результаты комплексной оценки проекта на различных этапах его реализации

Расчет EMV по I был проведен с учетом уточнений по вероятностям технологического успеха и провала, приведенных в таблице 3.3.6.

Таблица 3.3.6 – Уточнения для расчета EMV по I при оценке проекта

Уровень готовности	Показатель	Значение	Ед. изм.
2	Интегральный индекс готовности (I)	1,66	доли ед.
	Вероятность технологического успеха	0,266	доли ед.
	Вероятность технологического провала	0,734	доли ед.
5	Интегральный индекс готовности (I)	4	доли ед.
	Вероятность технологического успеха	0,5	доли ед.
	Вероятность технологического провала	0,5	доли ед.
8	Интегральный индекс готовности (I)	6,83	доли ед.
	Вероятность технологического успеха	0,783	доли ед.
	Вероятность технологического провала	0,217	доли ед.
9	Интегральный индекс готовности (I)	9	доли ед.
	Вероятность технологического успеха	1	доли ед.
	Вероятность технологического провала	0	доли ед.

Результаты расчетов показателей NPV, EMV_{TRL} , EMV_I представлены в таблицах 3.3.7-3.3.10. Динамика изменения показателей экономической эффективности проекта на различных этапах его реализации представлена на рисунке 3.3.4.

Результаты проведенных расчетов проекта подтверждают необходимость учета фактора технологического риска проекта (в виде вероятности технологического успеха) при оценке его экономической эффективности, на основе того факта, что на ранних этапах реализации проекта критерии применимости технологии позволяют оценивать технологический эффект в весьма широких пределах, а в процессе реализации проекта данные критерии уточняются, сокращая, зачастую его технологический и экономический эффекты. В ходе реализации проекта технологические параметры уточнялись на каждом этапе оценки, в следствие чего первоначально оцененное значение NPV в 528,5 млн руб. к конечному этапу реализации было сокращено до 202,9 млн руб. или на 61,6%. Столь значительное сокращение NPV свидетельствует о несостоятельности данного показателя при оценке проектов с высокой долей неопределенности получения технологического и экономического эффектов.

Таблица 3.3.7 – Расчет показателей экономической эффективности проекта на уровне готовности 2

Годы	Ед. изм.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кап. затраты	млн руб.	35,0	78,0	94,0	76,0	34,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Диск. кап. затраты	млн руб.	32,6	63,2	66,3	46,6	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Амортизация	млн руб.	0,0	3,5	11,3	20,7	28,3	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	28,2	20,4	11,0	3,4	0,0
Выручка	млн руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	519,3	415,5	332,4	265,9	212,7	170,2	136,1	108,9	87,1	69,7	55,8
Экспл. затраты	млн руб.	0,0	3,5	11,3	20,7	28,3	66,7	59,7	54,1	49,6	46,0	43,2	37,4	27,7	16,9	8,1	3,8
Налог на приб.	млн руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,5	71,2	55,7	43,3	33,3	25,4	19,8	16,2	14,1	12,3	10,4
FCF	млн руб.	-35,0	-74,5	-82,7	-55,3	-5,7	425,5	348,0	286,0	236,4	196,7	165,0	135,4	105,7	78,2	56,1	41,6
DCF	млн руб.	-32,6	-60,4	-58,3	-33,9	-3,0	197,3	140,3	100,3	72,1	52,2	38,0	27,1	18,4	11,9	7,4	4,8
DCF накопл.	млн руб.	-32,6	-93,0	-151,4	-185,3	-188,3	9,0	149,3	249,5	321,6	373,8	411,8	438,9	457,4	469,2	476,6	481,4
NPV	млн руб.	481,4															
EMV_{TRL}	млн руб.	121,6															
EMV_I	млн руб.	104,1															

Таблица 3.3.8 – Расчет показателей экономической эффективности проекта на уровне готовности 5

Годы	Ед. изм.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кап. затраты	млн руб.	35,0	78,0	94,0	76,0	34,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Диск. кап. затраты	млн руб.	32,6	63,2	66,3	46,6	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Амортизация	млн руб.	0,0	3,5	11,3	20,7	28,3	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	28,2	20,4	11,0	3,4	0,0
Выручка	млн руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	429,8	343,8	275,1	220,1	176,0	140,8	112,7	90,1	72,1	57,7	46,1
Экспл. затраты	млн руб.	0,0	3,5	11,3	20,7	28,3	66,7	59,7	54,1	49,6	46,0	43,2	37,4	27,7	16,9	8,1	3,8
Налог на приб.	млн руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	72,6	56,8	44,2	34,1	26,0	19,5	15,1	12,5	11,0	9,9	8,5
FCF	млн руб.	-35,0	-74,5	-82,7	-55,3	-5,7	353,9	290,7	240,2	199,7	167,4	141,5	116,6	90,7	66,2	46,5	33,9
DCF	млн руб.	-32,6	-60,4	-58,3	-33,9	-3,0	164,1	117,2	84,2	60,9	44,4	32,6	23,4	15,8	10,0	6,1	3,9
DCF накопл.	млн руб.	-32,6	-93,0	-151,4	-185,3	-188,3	-24,2	93,0	177,1	238,0	282,4	315,0	338,4	354,2	364,3	370,4	374,3
NPV	млн руб.	374,3															
EMV_{TRL}	млн руб.	186,2															
EMV_I	млн руб.	139,2															

Таблица 3.3.9 – Расчет показателей экономической эффективности проекта на уровне готовности 8

Годы	Ед. изм.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кап. затраты	млн руб.	35,0	78,0	94,0	76,0	34,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Диск. кап. затраты	млн руб.	32,6	63,2	66,3	46,6	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Амортизация	млн руб.	0,0	3,5	11,3	20,7	28,3	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	28,2	20,4	11,0	3,4	0,0
Выручка	млн руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	343,8	275,1	220,1	176,0	140,8	112,7	90,1	72,1	57,7	46,1	36,9
Экспл. затраты	млн руб.	0,0	3,5	11,3	20,7	28,3	66,7	59,7	54,1	49,6	46,0	43,2	37,4	27,7	16,9	8,1	3,8
Налог на приб.	млн руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,4	43,1	33,2	25,3	19,0	13,9	10,6	8,9	8,2	7,6	6,6
FCF	млн руб.	-35,0	-74,5	-82,7	-55,3	-5,7	285,1	235,7	196,2	164,5	139,2	119,0	98,6	76,3	54,7	37,2	26,5
DCF	млн руб.	-32,6	-60,4	-58,3	-33,9	-3,0	132,2	95,0	68,8	50,2	36,9	27,4	19,8	13,3	8,3	4,9	3,0
DCF накопл.	млн руб.	-32,6	-93,0	-151,4	-185,3	-188,3	-56,1	38,9	107,7	157,8	194,7	222,2	241,9	255,2	263,5	268,4	271,4
NPV	млн руб.	271,4															
EMV_{TRL}	млн руб.	223,4															
EMV_I	млн руб.	167,2															

Таблица 3.3.10 – Расчет показателей экономической эффективности проекта на уровне готовности 9

Годы	Ед. изм.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Кап. затраты	млн руб.	35,0	78,0	94,0	76,0	34,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Диск. кап. затраты	млн руб.	32,6	63,2	66,3	46,6	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Амортизация	млн руб.	0,0	3,5	11,3	20,7	28,3	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	31,7	28,2	20,4	11,0	3,4	0,0
Выручка	млн руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	286,5	229,2	183,4	146,7	117,4	93,9	75,1	60,1	48,1	38,5	30,8
Экспл. затраты	млн руб.	0,0	3,5	11,3	20,7	28,3	66,7	59,7	54,1	49,6	46,0	43,2	37,4	27,7	16,9	8,1	3,8
Налог на приб.	млн руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,0	33,9	25,9	19,4	14,3	10,1	7,5	6,5	6,2	6,1	5,4
FCF	млн руб.	-35,0	-74,5	-82,7	-55,3	-5,7	239,3	199,0	166,8	141,1	120,5	104,0	86,6	66,7	47,0	31,1	21,6
DCF	млн руб.	-32,6	-60,4	-58,3	-33,9	-3,0	110,9	80,2	58,5	43,0	31,9	24,0	17,4	11,6	7,1	4,1	2,5
DCF накопл.	млн руб.	-32,6	-93,0	-151,4	-185,3	-188,3	-77,4	2,9	61,3	104,3	136,3	160,2	177,6	189,2	196,3	200,4	202,9
NPV	млн руб.	202,9															
EMV_{TRL}	млн руб.	202,9															
EMV_I	млн руб.	202,9															

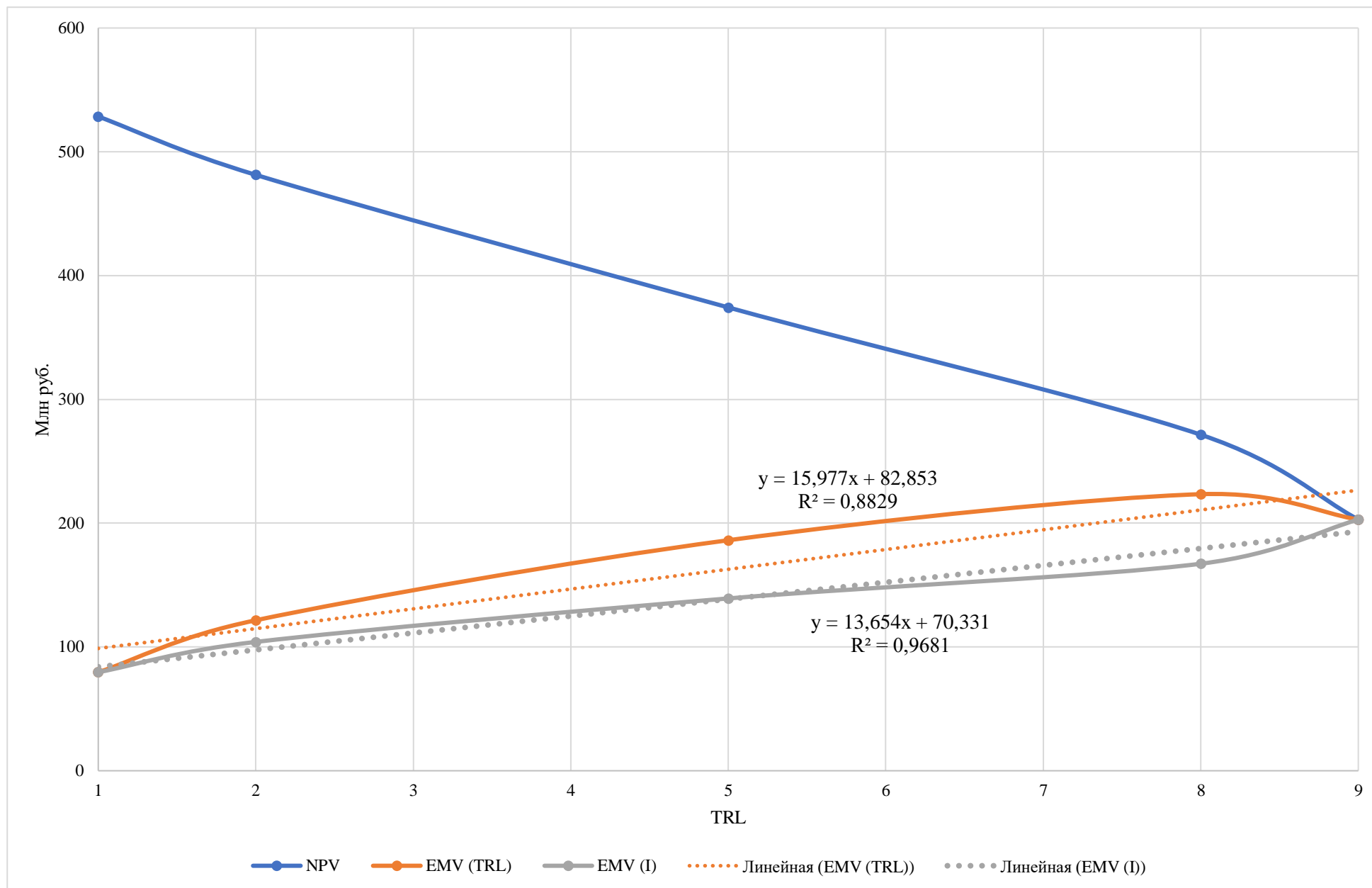


Рисунок 3.3.4 – Динамика изменения показателей экономической эффективности проекта на различных этапах реализации

Наиболее приемлемое изменение интегрального экономического эффекта проекта было отражено вероятностным показателем экономической эффективности EMV , рассчитанным на основе уровня технологической готовности (TRL) и интегрального индекса готовности проекта (I). При проведении линейных линий аппроксимации для двух указанных случаев сделан вывод, что учет лишь технологической готовности проекта при оценке его экономической эффективности также не является исчерпывающим в связи с тем, что реализация проекта может быть не однородной по всем направлениям, и несмотря на относительно приемлемый уровень технологической готовности проекта в соответствии с планом-графиком его реализации по ряду направлений могут наблюдаться отставания, определяющие в среднем более низкий уровень готовности проекта. Так, значения EMV_{TRL} распределены в более широком диапазоне значений, в связи с чем величина достоверности линейной аппроксимации кривой значений EMV_{TRL} ниже, чем для кривой значений EMV_I .

Данный аспект обладает прямым практическим эффектом для компании – в процессе управления портфелем инжиниринговых проектов перманентной задачей руководства нефтегазовой компании является подбор оптимального портфеля проектов, экономический эффект которого будет наивысшим при их реализации, в связи с чем корректная оценка потенциального экономического эффекта каждого из них является актуальной задачей [149]. Снижение погрешности при оценке экономической эффективности проекта позволяет осуществлять более точное планирование доходной и расходной частей проекта, сокращать случаи переоценки и недооценки проектов, и, как следствие, оптимизировать инвестиционный портфель компании с целью достижения максимального экономического результата [147, 168, 173]. Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее точным показателем оценки экономической эффективности рассматриваемого инжинирингового проекта является ожидаемая денежная стоимость (EMV), рассчитанная на основе интегрального индекса готовности проекта I.

3.4 Выводы по Главе 3

1. Анализ опыта реализации инжиниринговых проектов компанией ПАО «Газпромнефть» отражает комплексный системный подход по управлению проектами на всех стадиях их осуществления, который при этом обладает рядом недостатков. Выбор проектов к реализации в компании осуществляется на основе подхода по динамическому ранжированию проектов, а управление реализацией – в рамках методов TRL и Stage-Gate.

2. Выявлено, что подход к динамическому ранжированию проектов основан на балльной оценке проекта по критериям «дополнительная добыча», «снижение капитальных и операционных затрат», «прирост извлекаемых запасов», «импортозамещение», «вероятность успешного внедрения», «получение первого эффекта» и «научный PR» и позволяет разносторонне оценить проекты с точки зрения прогнозного положительного эффекта для компании, но не дает возможность детально ранжировать проекты с точки зрения их взаимной приоритетности и не учитывает динамичный характер приоритетности критериев выбора в зависимости от изменения условий оценки и актуальных требований руководства компании по ее технологическому развитию.

3. Определено, что основными ограничениями применяемого в компании подхода к управлению реализацией инжиниринговых проектов является преимущественный учет технологической готовности проектов, недостаточная формализация процесса учета результатов по проекту, отсутствие возможности отслеживать прогресс реализации проекта на небольших временных промежутках.

4. Проведена апробация предлагаемого подхода к выбору инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании для отбора проектов технологий геонавигации при бурении, который определил, что наиболее приоритетным является проект, технологические и экономические параметры которого суммарно выше, чем у остальных. Проект с исключительно наибольшим значением NPV менее интересен для компании в связи с более низкими значениями технологических параметров, которые определяют возможность создания технологического решения.

5. Осуществлено применение методического подхода к управлению реализацией нефтегазового инжинирингового проекта на примере проекта технологии химического метода увеличения нефтеотдачи (ХМУН) пластов, на основе которого выявлено, что осуществление комплексной оценки готовности проекта при его реализации позволяет детальнее оценивать прогресс разработки технологии и корректнее определять его потенциальный экономический эффект. Применение интегрального индекса готовности при оценке экономической эффективности инжинирингового проекта позволяет осуществлять более точное планирование доходной и расходной частей проектов, сокращать случаи их переоценки и недооценки, а также оптимизировать инвестиционный портфель компании с целью достижения максимального экономического результата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертация предлагается новое решение актуальной научной задачи, заключающейся в разработке концептуального подхода к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании на стадиях выбора и реализации с целью обоснования целесообразности принимаемых инвестиционных решений и повышения вероятности успешного осуществления инжиниринговых проектов.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы и рекомендации.

1. Значимость российского нефтегазового комплекса для национальной экономики, его текущее состояние и современные проблемы, носящие выраженный технологический характер, диктуют необходимость реализации инжиниринговых проектов с целью решения актуальных отраслевых вызовов и повышения эффективности функционирования нефтегазовых компаний.

2. На основе контент-анализа нормативно-правовых актов, отраслевых документов и научных исследований выделены 6 ключевых подходов к пониманию инжиниринга, а также уточнены понятия «инжиниринг» и «инжиниринговый проект» с учетом влияния инжиниринга на технологическое развитие отраслевых компаний и его способности решать их актуальные вызовы. Систематизация видов инжиниринговой деятельности позволила сформировать классификацию инжиниринга на основе 6 критериев, включающих отраслевой аспект, набор предоставляемых функций, этап полного жизненного цикла проекта, направление, масштаб, стратегическая значимость.

3. На основе анализа сущности и особенностей инжиниринговых проектов, реализуемых нефтегазовыми компаниями, сформировано определение понятия «нефтегазовый инжиниринговый проект», которое следует трактовать как проект совершенствования, создания или внедрения новых технологических решений, который направлен на преодоление актуального технологического вызова нефтегазовой компании и реализуется с учетом заданных значений ключевых показателей эффективности.

4. Реализация инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании находится под влиянием 5 групп факторов – экономических, организационных, политико-правовых, экологических и социальных, которые с учетом сущности и особенностей данных проектов обосновывают необходимость разработки концептуального подхода к управлению инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании на основе применения методического инструментария по выбору проектов и управлению их реализацией с целью повышения вероятности осуществления проектов и принятия обоснованных инвестиционных решений.

5. Выбор нефтегазовых инжиниринговых проектов предложено осуществлять на основе 2-х стадийной системы оценки, включающей стадии первоначальной и детальной оценки. Первоначальная оценка проекта должна включать оценку базовых параметров эффективности проекта – технологической реализуемости и NPV. Стадия детальной оценки проекта должна реализоваться в рамках 2-х этапной экспертной оценки, включающей оценку проектов на основе классификации нефтегазовых инжиниринговых проектов и принципа приоритетности, которые позволяют более детально оценить проекты с точки зрения их технико-экономических характеристик и провести их взаимное сравнение с целью обоснования целесообразности включения рассматриваемых проектов в портфель компании.

6. Управление реализацией инжиниринговых проектов в нефтегазовой компании должно осуществляться на основе методического подхода, основанного на комплексной оценке готовности технологического решения, идентификации проблем, возникающих в процессе реализации проекта, анализе возможностей их устранения с целью принятия обоснованных управленческих решений в рамках жизненного цикла проекта.

7. Комплексная оценка инжиниринговых проектов должна выполняться путем определения текущего уровня зрелости проекта по показателям технологической, производственной, организационной, командной, рыночной и нормативной готовности с использованием модели учета результатов по проекту и аналитической модели оценки интегрального показателя готовности.

8. Применение интегрального индекса готовности при оценке экономической эффективности инжинирингового проекта позволяет осуществлять более точное планирование доходной и расходной частей проектов, сокращать случаи их переоценки и недооценки, а также оптимизировать инвестиционный портфель компании с целью достижения максимального экономического результата.

В перспективе исследование может получить продолжение при совершенствовании подхода к выбору инжиниринговых проектов на основе учета различной природы разрабатываемых технологических решений, а также подхода к управлению их реализацией путем детализации принципа учета результатов по проекту и уточнения модели оценки его интегрального индекса готовности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бизнес, коммерция, рынок: Словарь-справочник. – М.: Информ-печать, 1993. – 320 с. – Текст: непосредственный.
2. Большой юридический словарь. – М.: «Инфра-М», 2009. – 864 с. – Текст: непосредственный.
3. Бюллетень иностранной коммерческой информации (БИКИ). – 1975. – № 8. – С. 4. – Текст: непосредственный.
4. **Василенко, Н. В.** Нефтегазовый инжиниринг: подходы к пониманию сущности / Н.В. Василенко, **П.П. Цыгляну**. – Текст: электронный // Креативная экономика. – 2021. – Т. 15. – № 4. – DOI: <https://doi.org/10.18334/ce.15.4.111927> (дата обращения: 16.07.2023).
5. **Василенко, Н. В.** Особенности развития инжиниринга в нефтегазовой отрасли / Н.В. Василенко, **П.П. Цыгляну**. – Текст: электронный // Современное общество: проблемы, противоречия, решения: сборник научных трудов II Межвузовского научного семинара с международным участием. – 30 апреля 2021 года. – Санкт-Петербург. – С. 132-136. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47133861> (дата обращения: 16.07.2023).
6. **Веденеев, Ф. В.** Проектное управление инжиниринговой деятельностью: специальность: 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность): диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Веденеев Федор Валентинович; Государственный университет управления. – Москва, 2006. – 147 с. – Текст: непосредственный.
7. **Ветрова, Е. Н.** Применение метода реальных опционов в повышении конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности судостроительных предприятий / Е.Н. Ветрова. – Текст: электронный // Менеджмент в России и за рубежом. – 2010. – №3. – С. 58-64. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15104901> (дата обращения: 16.07.2023).
8. Взрывы танкеров в Оманском заливе повышают вероятность конфликта между США и Ираном. – Текст: электронный // Ведомости. – 2019. – URL:

<https://www.vedomosti.ru/politics/articles/2019/06/13/804155-vzrivi-tankerov-omanskom> (дата обращения: 16.07.2023).

9. Вторая промышленная революция. – Текст: электронный // Официальный сайт Википедии – свободной энциклопедии. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вторая_промышленная_революция (дата обращения: 16.07.2023).

10. **Гершман, М. А.** Российские инжиниринговые организации: подходы к идентификации и оценке эффективности деятельности / М.А. Гершман. – Текст: электронный // Вопросы статистики. – 2013. – №2. – С. 53-62. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18842222> (дата обращения: 16.07.2023).

11. Госкомиссия оценила российские запасы нефти и газа. – Текст: электронный // Ведомости. – 2022. – URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2022/08/05/934801-naskolko-hvatit-nefti-gaza> (дата обращения: 16.07.2023).

12. **ГОСТ Р 15.011-96.** Государственный стандарт Российской Федерации. Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения (принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 30.01.1996 N 40). – Текст: электронный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200264> (дата обращения: 16.07.2023).

13. **ГОСТ Р 54147-2010.** Национальный стандарт Российской Федерации. Стратегический и инновационный менеджмент. Термины и определения (принят и введен в действие Приказом Росстандарта от 21.12.2010 N 901-ст). – Текст: электронный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200086161> (дата обращения: 16.07.2023).

14. **ГОСТ Р 57306-2016.** Национальный стандарт Российской Федерации. Инжиниринг. Терминология и основные понятия в области инжиниринга (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 30.11.2016 N 1907-ст). – Текст: электронный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200143273> (дата обращения: 16.07.2023).

15. **ГОСТ Р 58918-2021.** Национальный стандарт Российской Федерации. Технологический инжиниринг и проектирование. Технологическая документация. Общие требования к составу (утв. и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.09.2021 г. N 1026-ст). – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181012> (дата обращения: 16.07.2023).

16. **Дамодаран, А.** Инвестиционная оценка: Инструменты и методы оценки любых активов / А. Дамодаран; Пер. с англ. – 11-е изд., перераб. и доп. – М.: Альпина Паблишер, 2022. – 1316 с. – Текст: непосредственный.

17. **Еремин, Н. А.** Основные принципы методологии комплексной оценки запасов углеводородов в нефтегазовых инвестиционных проектах / Н.А. Еремин, Ю.Г. Богаткина, В.Н. Лындин. – Текст: электронный // Нефтяная провинция. – 2019. – №1(17). – С. 31-50. – DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2019.1.31-50> (дата обращения: 16.07.2023).

18. **Еремина, И. Ю.** Развитие инновационных форм занятости в нефтегазовых компаниях / И.Ю. Еремина, А.С. Абдулкадыров, Г.О. Эйрих. – Текст: электронный // Индустриальная экономика. – 2022. – № 1-1. – С. 54-59. – DOI: https://doi.org/10.47576/2712-7559_2022_1_1_54 (дата обращения: 16.07.2023)

19. **Жданеев, О. В.** Обеспечение технологического суверенитета отраслей ТЭК Российской Федерации / О.В. Жданеев. – Текст: электронный // Записки Горного института. – 2022. – Т. 258. – С. 1061-1078. – DOI: <https://doi.org/10.31897/PMI.2022.107> (дата обращения: 16.07.2023)

20. **Зайцев, В. А.** Маркетинг / В.А. Зайцев. — М.: МГИУ, 2005. – 108 с. – Текст: непосредственный.

21. **Завьялов, П. С.** Формула успеха: маркетинг (сто вопросов - сто ответов о том, как эффективно действовать на внешнем рынке) / П.С. Завьялов, В.Е. Демидов. – М.: Международные отношения, 1991. – 416 с. – Текст: непосредственный.

22. **Иванов, С. В.** Управление инжиниринговой деятельностью при создании горно-металлургических комплексов в районах нового освоения: специальность: 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность): диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Иванов Сергей Владимирович; Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева. – Красноярск, 2013. – 155 с.– Библиогр.: с. 125-137. – Текст: непосредственный.

23. **Иванов, С. В.** Нужен ли российский инжиниринг в горно-металлургическом комплексе Сибири и Дальнего Востока? / С.В. Иванов. – Текст: электронный // Всероссийский экономический журнал (ЭКО). – 2014. – №8. – С.137-153. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21952126> (дата обращения: 16.07.2023).

24. Импортозамещение в нефтегазовой отрасли 2018. – Текст: электронный // Дайджест «Нефтегаз». – 2018. – №4. – 23 с. – URL: http://oilandgasforum.ru/data/files/Digest%20site/Digest_4%20VEW_1_web.pdf (дата обращения: 16.07.2023).

25. Импортозамещение в нефтегазовой отрасли 2020. – Текст: электронный // Дайджест «Нефтегаз». – 2020. – №14(21). – 24 с. – URL: http://oilandgasforum.ru/data/files/web14_1.pdf (дата обращения: 16.07.2023).

26. Инжиниринг. – Текст: электронный // Официальный сайт Википедии – свободной энциклопедии. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Инжиниринг> (дата обращения: 16.07.2023).

27. Интерфакс: независимое информационное агентство: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://www.interfax.ru/> (дата обращения: 16.07.2023). – Текст: электронный.

28. **Исмагилов, Р. Р.** Современные тренды развития нефтегазового инжиниринга // Р.Р. Исмагилов. – Текст: электронный // Нефть. Газ. Новации. – 2017. – №9. – С.26-30. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30586030> (дата обращения: 16.07.2023).

29. **Ишкова, Е. В.** Система управления повышением эффективности реализации проектов освоения месторождений сверхвязкой нефти: специальность: 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность): диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Ишкова Екатерина Владимировна; Санкт-Петербургский горный университет. – Санкт-Петербург, 2017. – 179 с. – Библиогр.: с. 152-163. – Текст: непосредственный.

30. **Каверин, А. А.** Анализ мировой и российской практики инжиниринговых услуг в нефтегазовом комплексе / А.А. Каверин. – Текст: электронный // Вестник университета (Государственный университет управления). – 2015. – №11. – С. 113-118. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25378365> (дата обращения: 16.07.2023).

31. **Карпов, В. В.** Партнерство государства и предпринимательских структур в строительном бизнесе на основе современного инжиниринга. / В.В. Карпов, Н.И. Зорюкова. – Текст: электронный // Актуальные вопросы экономики и управления российскими предприятиями: юбилейный сб. науч. тр./ Под общ. ред. Л.В. Эйхлер. – Омск: СибАДИ, 2011. – Вып. 5. – С. 70-76. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24367062> (дата обращения: 16.07.2023).

32. **Кесаев, С. А.** Классификация инжиниринга / С.А. Кесаев. – Текст: электронный // Вестник университета (Государственный университет управления). – 2014. – №14. – С. 147-151. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22888158> (дата обращения: 16.07.2023).

33. **Кесаев, С. А.** Управление процессом развития инжиниринга в инновационной системе мегаполиса: специальность: 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (управление инновациями)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Кесаев Сослан Аланович; Государственный университет управления. – Москва, 2015. – 158 с. – Библиогр.: с. 144-158. – Текст: непосредственный.

34. **Комаров, А. В.** Модель комплексной оценки технологической готовности инновационных научно-технологических проектов / А.В. Комаров, А.Н. Петров, А.В. Сартори. – Текст: электронный // Экономика науки. – 2018. – Т. 4. – №1. – С. 47-57. – DOI: <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2017-4-1-47-57> (дата обращения: 16.07.2023).
35. **Кондратьев, В. В.** Даешь инжиниринг! Методология организации проектного бизнеса / В.В. Кондратьев, В.Я. Лоренц. – [2-е изд. перераб. и доп.] – М.: Эксмо, 2007. – 576 с. – Текст: непосредственный.
36. **Крук, М. Н.** Экономическая оценка проектных рисков при освоении морских газовых месторождений Обской губы: специальность: 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность): диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Крук Марина Николаевна; Санкт-Петербургский государственный горный университет. – Санкт-Петербург, 2012. – 148 с. – Библиогр.: с. 129-137. – Текст: непосредственный.
37. **Къеза, В.** Стратегия и организация НИОКР: управление технологическими изменениями в динамических условиях / В. Къеза. – Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2019. – xvi, 292 с. – Текст: непосредственный.
38. **Ларин, С. Н.** Роль инжиниринговых компаний в переносе и реализации инновационных технологий и проектов / С.Н. Ларин, С.М. Островский. – Текст: электронный // Управление инновациями: теория, методология, практика. – 2013. – №4. – С. 38-44. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20682761> (дата обращения: 16.07.2023).
39. **Литвинов, К. С.** Современный рынок инжиниринговых услуг / К.С. Литвинов. – Текст: электронный // Российский внешнеэкономический вестник. – 2010. – №5. – С. 68-73. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15289645> (дата обращения: 16.07.2023).
40. **Мазур, И. И.** Инвестиционно-строительный инжиниринг. Справочник для профессионалов. / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, А.В. Гинзбург [и др.]; под общей

редакцией проф. И.И. Мазура и проф. В.Д. Шапиро. – М.: Издательство «Омега-Л». – 2010. – 1220 с. – Текст: непосредственный.

41. **Малахов, В. И.** Инжиниринг – это не только проектирование / **В.И. Малахов.** – Текст: электронный // Интернет-журнал «Самовод». – 2010. – 13 с. – URL: <https://samovod.ru/upload/iblock/dd1/2010-12-Инжиниринг-это-не-только-проектирование.pdf> (дата обращения: 16.07.2023).

42. **Мантуров, Д. В.** Развитие инжиниринга – важнейшая составляющая формирования инновационной экономики в России / Д.В. Мантуров. – Текст: электронный // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. – 2013. – № 2(91). – С. 3-17. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=19426878> (дата обращения: 16.07.2023).

43. **Мастепанов, А. М.** Влияние нефтяных цен на приоритеты мирового развития нефтегазовой отрасли / А.М. Мастепанов. – Текст: электронный // Нефтяное хозяйство. – 2017. – №2. – С. 8-12. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28800887> (дата обращения: 16.07.2023).

44. **Мастепанов, А. М.** Будущее нефтяной отрасли в условиях энергетического перехода. Анализ взглядов и оценок зарубежных специалистов / А.М. Мастепанов. – Текст: электронный // Нефтяное хозяйство. – 2020. – №1. – С. 10-14. – DOI: <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2020-1-10-14> (дата обращения: 16.07.2023).

45. **МДС 80-8.2000.** Методические рекомендации по разработке технической части тендерной документации и оферты претендента (утв. и введен в действие Минстроем, протокол от 17.02.1995 №5). – Текст: электронный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008299> (дата обращения: 16.07.2023).

46. **Медяник, Ю. В.** Рынок инжиниринговых услуг в России: проблемы и перспективы развития / Ю.В. Медяник. – Текст: электронный // Российское предпринимательство. – 2017. – Т. 18. – № 24. – С. 4221-4234. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32535499> (дата обращения: 16.07.2023).

47. Международное инженерное движение. – Текст: электронный // Российский союз инженеров. – URL: www.российскийсоюзинженеров.рф/сообщество/международное-инженерное-движение/ (дата обращения: 16.07.2023).

48. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России): официальный сайт. – Москва. – URL: <https://minpromtorg.gov.ru/> (дата обращения: 16.07.2023). – Текст: электронный.

49. Министерство финансов Российской Федерации (Минфин России): официальный сайт. – Москва. – URL: <https://minfin.gov.ru/> (дата обращения: 16.07.2023). – Текст: электронный.

50. **Мишин, С. А.** Инжиниринг, Россия 2012. Актуальные рекомендации / С.А. Мишин. – Текст: непосредственный. – URL: <http://mishin-s.ru/library/11eng.pdf> (дата обращения: 16.07.2023).

51. **Муслимов, Р. Х.** Фундаментальные проблемы развития нефтяной отрасли / Р.Х. Муслимов. – Текст: электронный // Нефтяное хозяйство. – 2017. – №1. – С. 6-11. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28800859> (дата обращения: 16.07.2023).

52. **Муслимов, Р. Х.** О новой парадигме развития нефтегазового комплекса России / Р.Х. Муслимов. – Текст: электронный // Нефтяное хозяйство. – 2021. – №3. – С. 8-13. – DOI: <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2021-3-8-13> (дата обращения: 16.07.2023).

53. **Мухаррамова, Э. Р.** Стоимостной инжиниринг в строительстве / Э.Р. Мухаррамова. – Текст: электронный // Российское предпринимательство. – 2016. – № 10. – с. 1179-1196. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26137101> (дата обращения: 16.07.2023).

54. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 27.11.2018) (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.07.2020) – Текст: электронный. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/ (дата обращения: 16.07.2023).

55. Научно-Технический Центр «Газпром нефти»: официальный сайт. – Санкт-Петербург. – URL: <https://ntc.gazprom-neft.ru/> (дата обращения: 16.07.2023). – Текст: электронный.

56. **Осика, Л. К.** Современный инжиниринг: определение и предметная область / Л.К. Осика. – Текст: электронный // ЭнергоРынок. – 2010. – № 4 (76). –

URL: <http://www.up-pro.ru/library/modernization/engineering/sovremennij-inzhiniring.html> (дата обращения: 16.07.2023).

57. **Петров, А. Н.** Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий / А.Н. Петров, А.В. Сартори, А.В. Филимонов. – Текст: электронный // Экономика науки. – 2016. – Т. 2. – №4. – С. 244-260. – DOI: <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2016-2-4-244-260> (дата обращения: 16.07.2023).

58. **Пожарницкая, О. В.** Современные тенденции развития нефтегазового комплекса: монография / О.В. Пожарницкая, И.В. Шарф, М.Р. Цибульникова [и др.]. – Текст: электронный // Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 166 с. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/84473341.pdf> (дата обращения: 16.07.2023).

59. Постановление Росстата от 08.11.2006 N 64 (ред. от 01.04.2014) «Об утверждении Порядка заполнения и представления формы федерального государственного статистического наблюдения N 1-лицензия «Сведения о коммерческом обмене технологиями с зарубежными странами (партнерами) (утратил силу)». – Текст: электронный. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64991/ (дата обращения: 16.07.2023).

60. Постановление Правительства РФ от 01.08.2020 N 1156 (ред. от 11.02.2021) «Об утверждении Правил предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета на реализацию проектов по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций». – Текст: электронный. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_359354/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (дата обращения: 16.07.2023).

61. **Прахов, Б. Г.** Изобретательство и патентование / Б.Г. Прахов, Н.М. Зенкин. – Киев: Техника, 1981. – 208 с. – Текст: непосредственный.

62. Проект Федерального закона «О профессиональных инженерах в Российской Федерации» – Текст: электронный // Официальный сайт «Национальной

палаты инженеров». – URL: <http://npirf.ru/standart-professionalnoj-deyatelnosti-inzhenera-proektirovshhika/> (дата обращения: 16.07.2023).

63. Проект Федерального закона «Об инжиниринге и государственной поддержке инжиниринговой деятельности в Российской Федерации» – Текст: электронный // Официальный сайт «Союза машиностроителей России». – URL: <https://soyuzmash.ru/> (дата обращения: 16.07.2023).

64. Промышленная революция. – Текст: электронный // Официальный сайт Википедии – свободной энциклопедии. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Промышленная_революция (дата обращения: 16.07.2023).

65. **Разманова, С. В.** Нефтесервисные компании в рамках цифровизации экономики: оценка перспектив инновационного развития / С.В. Разманова, О.В. Андрухова. – Текст: электронный // Записки Горного института. – 2020. – Т.244. – С.482-492. – DOI: <https://doi.org/10.31897/PMI.2020.4.11> (дата обращения: 16.07.2023).

66. Распоряжение Правительства РФ от 23.07.2013 N 1300-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») в области инжиниринга и промышленного дизайна» (утратил силу). – Текст: электронный. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_149774/ (дата обращения: 16.07.2023).

67. Распоряжение Правительства РФ от 11.06.2020 N 1546-р «Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») в области инжиниринга и промышленного дизайна». – Текст: электронный. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_354952/ (дата обращения: 16.07.2023).

68. РИА Новости: государственное информационное агентство: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://ria.ru/> (дата обращения: 16.07.2023).

69. РосБизнесКонсалтинг (РБК). Инвестиции: российский медиахолдинг: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://quote.rbc.ru/> (дата обращения: 16.07.2023). – Текст: электронный.

70. **Рыбец, Д. В.** Этапы развития инжиниринговых (инженерно-консультационных услуг) на мировом рынке / Д.В. Рыбец, Е.И. Босин. – Текст: электронный // Российский внешнеэкономический вестник. – 2016. – № 1. – С. 101-111. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25417281> (дата обращения: 16.07.2023).

71. **Сергеев, И. Б.** Нефтегазовые сервисные компании и их инновационное развитие / И.Б. Сергеев, М.Ю. Шкатов, А.М. Сираев. – Текст: электронный // Записки Горного института. – 2011. – Т. 191. – С. 293-301. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20877070> (дата обращения: 16.07.2023).

72. **Силкин, В. Ю.** Инновационная политика в нефтегазовой отрасли: проблемы догоняющего развития / В.Ю. Силкин. – Текст: электронный // Энергетическая политика. – 2014. – №6. – С.46-54. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23662748> (дата обращения: 16.07.2023).

73. **Старинский, В. Н.** Инжиниринговые услуги в бизнесе: двуединый процесс развития / В.Н. Старинский, А.А. Куприн. – Текст: электронный // Экономика и управление народным хозяйством (Санкт-Петербург). – 2019. – №5(7). – С. 88-98. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38239551> (дата обращения: 16.07.2023).

74. **Стоянова, М. В.** Разработка метода и инструментария управления компетенциями инжиниринговых компаний в промышленности: специальность: 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность): диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Стоянова Маргарита Васильевна; Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет). – Москва, 2018. – 215 с. – Библиогр.: с. 154-163. – Текст: непосредственный.

75. ТАСС: государственное федеральное информационное агентство: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://tass.ru/> (дата обращения: 16.07.2023).

76. **Тихонов, С.** ТРИЗ и налоги: Стимулы и препятствия для разработки трудноизвлекаемых запасов / С. Тихонов. – Текст: электронный // Нефтегазовая

вертикаль. – 2019. – №6. – С. 10-17. – URL: <https://ngv.ru/articles/triz-i-nalogi/> (дата обращения: 16.07.2023).

77. **Тулупов, С. А.** Инжиниринг в инновационном развитии металлургии и машиностроения / С.А. Тулупов. – Текст: электронный // Информационный портал «Enginrussia.ru». – URL: <http://www.enginrussia.ru> (дата обращения: 16.07.2023).

78. Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра): официальный сайт. – Москва. – URL: <https://www.rosnedra.gov.ru/> (дата обращения: 16.07.2023). – Текст: электронный.

79. Федеральная служба государственной статистики (Росстат): официальный сайт. – Москва. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 16.07.2023). – Текст: электронный.

80. Федеральная таможенная служба (ФТС России): официальный сайт. – Москва. – URL: <https://customs.gov.ru/> (дата обращения: 16.07.2023). – Текст: электронный.

81. **Филимонова, И. В.** Российская нефтепереработка на современном этапе развития / И.В. Филимонова, И.В. Проворная, В.Ю. Немов, Ю.А. Дзюба. – Текст: электронный // Нефтегазовая вертикаль. – 2020. – №17. – С. 8-20. – URL: <https://ngv.ru/articles/rossiyskaya-neftepererabotka-na-sovremennom-etape-razvitiya/> (дата обращения: 16.07.2023).

82. **Хаертдинова, Д. З.** Управление корпоративной системой поддержки технологического развития нефтяных компаний: специальность: 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность): диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Хаертдинова Дина Зиятдиновна; Санкт-Петербургский горный университет. – Санкт-Петербургский, 2017. – 161 с. – Библиогр.: с. 149-161. – Текст: электронный – URL: <https://spmi.ru/khaertdinova-dina-ziyatdinovna> (дата обращения: 16.07.2023).

83. **Хорошавин, А. В.** Новое поколение инструментов управления устойчивым развитием бизнеса и их применение в нефтегазовых компаниях России: специальность: 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством (экономика,

организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами – промышленность): диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Хорошавин Антон Вадимович; Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербургский, 2018. – 349 с. – Библиогр.: с. 158-181, 321-342. – Текст: непосредственный.

84. Центральное диспетчерское управление топливно-энергетического комплекса (ЦДУ ТЭК): официальный сайт. – Москва. – URL: <https://www.cdu.ru/> (дата обращения: 16.07.2023). – Текст: электронный.

85. Центральный банк Российской Федерации (ЦБ РФ): официальный сайт. – Москва. – URL: <https://www.cbr.ru/> (дата обращения: 16.07.2023). – Текст: электронный.

86. **Цыгляну, П. П.** Мировой и российский рынки инжиниринговых услуг в нефтегазовом секторе: перспективы и ограничения развития / П.П. Цыгляну, Н.В. Василенко // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – Т. 11. – № 4. – С. 1921-1936. – DOI: <https://doi.org/10.18334/vines.11.4.114016> (дата обращения: 16.07.2023).

87. **Череповицын, А. Е.** Критический анализ методических подходов к оценке устойчивости арктических нефтегазовых проектов / А.Е. Череповицын, П.С. Цветков, О.В. Евсеева // Записки Горного института. – 2021. – Т. 249. – С. 463-479. – DOI: <https://doi.org/10.31897/PMI.2021.3.15> (дата обращения: 16.07.2023).

88. **Шафраник, Ю. К.** Нефтегазовый комплекс России: проблемы и задачи развития / Ю.К. Шафраник. – Текст: электронный // Горный журнал. – 2015. – №7. – С. 55-59. – DOI: <https://doi.org/10.17580/gzh.2015.07.08> (дата обращения: 16.07.2023).

89. **Шмаль, Г.И.** О новой парадигме развития нефтегазовой геологии / Г.И. Шмаль. – Текст: электронный // Георесурсы. – 2020. – Т. 22. – №5. – С. 2-4. – DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.SI.2-4> (дата обращения: 16.07.2023).

90. **Яковлева, Н. М.** Три волны системного кризиса в Латинской Америке / Н.М. Яковлева, П.П. Яковлев/ – Текст: электронный // Латинская Америка. – 2020.

– №10. – С. 6-20. – DOI: <https://doi.org/10.31857/S0044748X0011327-8> (дата обращения: 16.07.2023).

91. Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET), (former Engineers' Council for Professional Development (ECPD)): official site. – Baltimore. – URL: <https://www.abet.org/> (дата обращения: 16.07.2023).

92. **Azizian, N.** A comprehensive review and analysis of maturity assessment approaches for improved decision support to achieve efficient defense acquisition / N. Azizian, S. Sarkani, T. Mazzuchi // In Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science. – 2009. – Vol. 2. – P. 20-22. – URL: http://www.iaeng.org/publication/WCECS2009/WCECS2009_pp1150-1157.pdf (дата обращения: 16.07.2023).

93. **Bianco, I.** Digital technology risk reduction mechanisms to enhance ecological and human safety in the northern sea route for oil and gas companies / I. Bianco, I. Ilin, A. Iliinsky // E3S Web of Conferences. – 2021. – V. 258 – 06047. – DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125806047> (дата обращения: 16.07.2023).

94. **Bilbro, J.** Using the Advancement Degree of Difficulty (AD2) as an Input to Risk Management / J. Bilbro // In Proceedings of the Technology Maturity Conference, Virginia Beach, VA, USA, 8-12 September 2008. – URL: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA507591.pdf> (дата обращения: 16.07.2023).

95. **Blinova, E.** Analyzing the Concept of Corporate Sustainability in the Context of Sustainable Business Development in the Mining Sector with Elements of Circular Economy / E. Blinova, T. Ponomarenko, V. Knysh // Sustainability. – 2022. – Vol. 14. – Iss. 13. – 8163. – DOI: <https://doi.org/10.3390/su14138163> (дата обращения: 16.07.2023).

96. **Burenina, I. V.** Concept for Managing Constraints of an Oil Field Development Project / I.V. Burenina, M.V. Gerasimova, M.A. Khalikova, I.A. Soloveva, L.A. Avdeeva // SOCAR Proceedings. – 2020. – No.4. – P. 95-102. – DOI: <http://dx.doi.org/10.5510/OGP20200400470> (дата обращения: 16.07.2023).

97. British Petroleum (BP). Annual reports. – Текст: электронный. – URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/investors/results-reporting-and-presentations/annual-report.html> (дата обращения: 16.07.2023).

98. The Business Research Company: official site. – London. – URL: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/> (дата обращения: 16.07.2023).

99. **Cherepovitsyn, A.** Strategic Planning of Oil and Gas Companies: The Decarbonization Transition / A. Cherepovitsyn, E. Rutenko // *Energies*. – 2022. – Vol. 15. – Iss. 17. – 6163. – DOI: <https://doi.org/10.3390/en15176163> (дата обращения: 16.07.2023).

100. **Clarysse, B.** Analysis of the Typical Growth Path of Technology-Based Companies in Life Sciences and Information Technology, and the role of different sources of innovation financing / B. Clarysse, J.J. Degroof, A. Heirman. – Текст: непосредственный // Brussels: European Commission, Enterprise Directorate-General, 2001.

101. **Cohen, V. M.** Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation / V.M. Cohen, D.A. Levinthal // *Administrative Science Quarterly*. – 1990. – Vol. 35. – No. 1. – P. 128-152. – DOI: <https://doi.org/10.2307/2393553> (дата обращения: 16.07.2023).

102. **Cooper, R.G.** Stage-Gate® and the Critical Success Factors for New Product Development / R.G. Cooper, S.J. Edgett, // *BPTrends*. – 2006. – P. 1-6. URL: <https://www.bptrends.com/publicationfiles/07-06-ART-Stage-GateForProductDev-Cooper-Edgett1.pdf> (дата обращения: 02.03.2023).

103. **Cooper, R. G.** Perspective: The Stage-Gate® Idea-to-Launch Process – Update, What’s New, and NexGen Systems / R.G. Cooper // *Journal of Product Innovation Management*. – 2008. – Vol. 25. – Iss. 3. – P. 213-232. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00296.x> (дата обращения: 16.07.2023).

104. **Cornford, S. L.** Quantitative Methods for Maturing and Infusing Advanced Spacecraft Technology / S.L. Cornford, L. Sarsfield // *IEEE Aerospace Conference Proceedings*. – 2004. – P. 663–681. – DOI:10.1109/AERO.2004.1367652 (дата обращения: 16.07.2023).

105. Deloitte. Состояние и перспективы развития нефтесервисного рынка России 2014. – Текст: электронный. – 2014. – URL: <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/energy-and-resources/articles/2014-sostoyanie-i-perspektivy-nefteservisnogo-rynka-rossii.html> (дата обращения: 25.04.2021).

106. Deloitte. Состояние и перспективы развития нефтесервисного рынка России 2015. – Текст: электронный. – 2015. – URL: <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/energy-and-resources/articles/oil-service-market-in-Russia-2015.html> (дата обращения: 25.04.2021).

107. Deloitte. Состояние и перспективы развития нефтесервисного рынка России 2016. – Текст: электронный. – 2016. – URL: <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/energy-and-resources/articles/2016/oil-service-market-in-russia-2016.html> (дата обращения: 25.04.2021).

108. Deloitte. Обзор нефтесервисного рынка России 2018. – Текст: электронный. – 2018. – URL: <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/energy-and-resources/articles/2018/oil-gas-survey-russia-2018.html> (дата обращения: 24.03.2021).

109. Deloitte. Обзор нефтесервисного рынка России 2019. – Текст: электронный. – 2019. – URL: <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/energy-and-resources/articles/2019/oil-gas-survey-russia-2019.html> (дата обращения: 24.03.2021).

110. Deloitte. Обзор нефтесервисного рынка России 2020. – Текст: электронный. – 2020. – URL: <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/energy-and-resources/articles/2020/oil-gas-survey-russia-2020.html> (дата обращения: 24.03.2021).

111. **Dmitrieva, D.** Sustainable Development of Oil and Gas Potential of the Arctic and Its Shelf Zone: The Role of Innovations / D. Dmitrieva, N. Romasheva // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2020. – Vol. 8. – Iss. 12. – 1003. – DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse8121003> (дата обращения: 16.07.2023).

112. **Dmitrieva, D.** Strategic Sustainability of Offshore Arctic Oil and Gas Projects: Definition, Principles, and Conceptual Framework / D. Dmitrieva, A. Cherepovitsyn, G. Stroykov, V. Solovyova // *Journal of Marine Science and Engineering*. – 2022. – Vol. 10. – Iss. 1. – 23. – DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse10010023> (дата обращения: 16.07.2023).

113. **Dvoynikov, M.** New Concepts of Hydrogen Production and Storage in Arctic Region / M. Dvoynikov, G. Buslaev, A. Kunshin, D. Sidorov, A. Kraslawski, M. Budovskaya // *Resources*. – 2021. – Vol. 10. – Iss. 1. – 3. – DOI: <https://doi.org/10.3390/resources10010003> (дата обращения: 16.07.2023).

114. **Dyl, K.** U.S. net natural gas exports in first half of 2018 were more than double the 2017 average / K. Dyl // U.S. Energy Information Administration (EIA). – 2018. – URL: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=37172> (дата обращения: 16.07.2023).

115. Energy Institute (EI). Statistical Review of World Energy. – Текст: электронный. – 2023. – URL: <https://www.energyinst.org/statistical-review> (дата обращения: 16.07.2023).

116. Encyclopedia Britannica: official site. – URL: <https://www.britannica.com/> (дата обращения: 16.07.2023).

117. **Fadeev, A.M.** Staffing for the Development of the Arctic Offshore Hydrocarbon Fields / A.M. Fadeev, S.A. Lipina, K.S. Zaikov // Polar Geography. – 2022. – Vol. 45. – Iss. 2. – P. 101-118. – DOI: <https://doi.org/10.1080/1088937X.2022.2032448> (дата обращения: 16.07.2023).

118. **Faulkner, T. W.** Applying ‘Options Thinking’ To R&D Valuation / T.W. Faulkner // Research-Technology Management. – 1996. – Vol. 39. – Iss. 3. – P. 50-56. – DOI: <https://doi.org/10.1080/08956308.1996.11671064> (дата обращения: 16.07.2023).

119. **Filimonova, I.V.** The dependence of sustainable economic growth on the complex of factors in hydrocarbons-exporting countries / I.V. Filimonova, D.M. Cherepanova, I.V. Provornaya, V.D. Kozhevin, V.Y. Nemov // Energy Reports. – 2020. – V. 6. – P. 68-73. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.10.051> (дата обращения: 16.07.2023).

120. **Filimonova, I. V.** Hard-to-recover oil reserves as a factor of socio-economic growth of resource regions / I.V. Filimonova, I.V. Provornaya, A.V. Komarova, V.Y. Nemov, A.V. Chebotareva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – V. 823. – 012009. – DOI: <https://doi.org/10.1051/10.1088/1755-1315/823/1/012009> (дата обращения: 16.07.2023).

121. Fitch Ratings: official site. – New York. – URL: <https://www.fitchratings.com/> (дата обращения: 16.07.2023).

122. The Future of Oil Production in Russia: Life under Sanctions / T. Mitrova, E. Grushevenko, A. Malov // Skolkovo Energy Centre (SEneC). – Moscow. – 2018. – 43

р. – URL: <https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/research04-en.pdf>
(дата обращения: 16.07.2023).

123. **Gendler, S.** Risk-Based Methodology for Determining Priority Directions for Improving Occupational Safety in the Mining Industry of the Arctic Zone / S. Gendler, E. Prokhorova // Resources. – 2021. – Vol. 10. – Iss. 3. – 20. – DOI <https://doi.org/10.3390/resources10030020> (дата обращения: 16.07.2023).

124. **Gizatullin, R.** Drilling in Gas Hydrates: Managing Gas Appearance Risks / R. Gizatullin, M. Dvoynikov, N. Romanova, V. Nikitin // Energies. – 2023. – Vol. 16. – Iss. 5. – 2387. – DOI: <https://doi.org/10.3390/en1605238> (дата обращения: 16.07.2023).

125. **Glukhikh, I. N.** Evaluating the Cost Efficiency of Systems Engineering in Oil and Gas Projects / I.N. Glukhikh, A.F. Mozhchil, M.O. Pisarev, O.A. Arzykulov, K.Z. Nonieva // Applied System Innovation. – 2020. – Vol. 3. – № 3. – 39. – DOI: <https://doi.org/10.3390/asi3030039> (дата обращения: 16.07.2023).

126. **Greig, C.** Energy security and prosperity in Australia: a roadmap for carbon capture and storage / C. Greig, G. Bongers, C. Stott, S. Byrom // The University of Queensland, Australia. – 2017. – URL: https://energy.uq.edu.au/files/2274/UQE003_CCS_report_HR.pdf (дата обращения: 16.07.2023).

127. **Gove, R.** Development of an Integration Ontology for Systems Operational Effectiveness. Masters of Science Thesis, 2007, School of Systems and Enterprises, Stevens Institute of Technology, Hoboken, NJ. – Текст: непосредственный.

128. Guide for Drawing Up International Contracts on Consulting Engineering Including Some Related Aspects of Technical Assistance / UNECE. Group of Experts on International Contract Practices in Industry (21st sess.: 1982: Geneva). – Geneva: UNECE, 1983. – 36 p. – Текст: непосредственный.

129. Guideline on the Briefing & Engagement for Consulting Engineering Services / Association of Consulting Engineers New Zealand, Association of Consulting Engineers New Zealand Staff, Institution of Professional Engineers New Zealand, Institution of Professional Engineers New Zealand Staff. – [1st edition]. – Association of Consulting Engineers New Zealand, 2004. – 40 p. – Текст: электронный. – URL:

https://www.acenz.org.nz/briefing_and_engagement_for_engineering_services_guidelines (дата обращения: 16.07.2023).

130. **Hjorth, S.S.** How to assess market readiness for an innovative solution: The case of heat recovery technologies for SMEs / S.S. Hjorth, A.M. Brem // Sustainability. – 2016. – Vol. 8. – Iss. 11. – 1152. – DOI: <https://doi.org/10.3390/su8111152> (дата обращения: 16.07.2023).

131. **Holt, L. K.** A tool for technology transfer evaluation: Technology Transfer Readiness Levels (TTRLs) / L.K. Holt // International Astronautical Federation - 58th International Astronautical Congress. – 2007. – P. 8700-8704. – ISBN: 978-160560150-2. – Текст: непосредственный.

132. IBISWorld. Global Engineering Services Industry – Market Research Report. – Текст: электронный. – 2023. – URL: <https://www.ibisworld.com/global/market-size/global-engineering-services/> (дата обращения: 16.07.2023).

133. International Renewable Energy Agency (IRENA). Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050. – 2019. – URL: <https://www.irena.org/publications/2019/Apr/Global-energy-transformation-A-roadmap-to-2050-2019Edition> (дата обращения: 16.07.2023).

134. **Kapustin, N. O.** Global Prospects of Unconventional Oil in the Turbulent Market: A Long Term Outlook to 2040 / N.O. Kapustin, D.A. Grushevenko // Oil & Gas Science and Technology – Revue d'IFP Energies Nouvelles. – 2018. – Vol. 73. – 67. – DOI: <https://doi.org/10.2516/ogst/2018063> (дата обращения: 16.07.2023).

135. **Kapustin, N. O.** A Long-Term Outlook on Russian Oil Industry Facing Internal and External Challenges / N.O. Kapustin, D.A. Grushevenko // Oil & Gas Science and Technology - Revue d'IFP Energies Nouvelles. – 2019. – Vol. 74. – 72. – DOI: <https://doi.org/10.2516/ogst/2019044> (дата обращения: 16.07.2023).

136. **Kimbleton, S.** Cognitive Computing: Augmenting Human Intelligence To Improve Oil and Gas Outcomes / S. Kimbleton, J. Matson. – Текст: электронный // JPT. – 2018. – Vol. 70. – Iss. 14. – 14-15 pp. – URL: <https://pubs.spe.org/en/jpt/jpt-article-detail/?art=4003> (дата обращения: 16.07.2023).

137. **Kobos, P.H.** Timing is everything: A technology transition framework for regulatory and market readiness levels / P.H. Kobos, L.A. Malczynski, La T.N. Walker; D.J. Borns; G.T. Klise // *Technological Forecasting and Social Change*. – 2018. – Vol. 137. – P. 211-225. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.052> (дата обращения: 16.07.2023).

138. **Kontorovich, A.E.** Main Directions of Development of the Oil Complex of Russia in the First Half of the Twenty-First Century / A.E. Kontorovich, L.M. Burshtein, V.R. Livshits, S.V. Ryzhkova // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. – 2019. – Vol. 89. – P. 558-566. – DOI: <https://doi.org/10.1134/S101933161906008X> (дата обращения: 16.07.2023).

139. **Kotov, D.V.** Improving the Efficiency of Organizational Design in the Oil and Gas Business / D.V. Kotov, I.V. Burenina, S.F. Sayfullina // *SOCAR Proceedings*. – 2021. – Special Issue No.2. – P. 18-32. – DOI: <http://dx.doi.org/10.5510/OGP2021SI200596> (дата обращения: 16.07.2023).

140. Lenta.ru: новостное интернет-издание: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://lenta.ru/> (дата обращения: 16.07.2023).

141. **Levina, A.** Application of Digital Twins for Digital Transformation of Oil and Gas Enterprises / A. Levina, S. Kalyazina, D. Levaniuk, A. Zaitsev // *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. – 2023. – V. 157. – P. 129-137. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-24434-6_13 (дата обращения: 16.07.2023).

142. **Mallany, S.** Ingenious Innovations – New Technologies in Onshore and Offshore Drilling / S. Mallany. – Текст: электронный // *The OGM*. – 2013. – Vol. 22. – Iss. 1. – 56-64 pp. – URL: <https://theogm.com/theogm-magazine/2013-spring/> (дата обращения: 16.07.2023).

143. **Mankins, J.** Research and development degree of difficulty. A White Paper, NASA, Washington, DC, 1998. – URL: <https://www.economicswebinstitute.org/essays/nasadiff.pdf> (дата обращения: 16.07.2023).

144. **Mankins, J. C.** Approaches to strategic research and technology (R&T) analysis and road mapping / J.C. Mankins // *Acta Astronautica*. – 2002. – Vol. 51. – Iss.

1-9. – P. 3-21. – DOI: [https://doi.org/10.1016/S0094-5765\(02\)00083-8](https://doi.org/10.1016/S0094-5765(02)00083-8) (дата обращения: 16.07.2023).

145. **Mankins, J. C.** Technology Readiness Assessments: A Retrospective / J.C. Mankins // *Acta Astronaut.* – 2009. – Vol. 65. – Iss. 9-10. – P. 1216-1223. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.03.058> (дата обращения: 16.07.2023).

146. **Mankins, J. C.** Technology readiness and risk assessments: A new approach / J.C. Mankins // *Acta Astronautica.* – 2009. – Vol. 65. – Iss. 9-10. – P. 1208-1215. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.03.059> (дата обращения: 16.07.2023).

147. **Matrokhina, K. V.** Development of Methodology for Scenario Analysis of Investment Projects of Enterprises of the Mineral Resource Complex / K.V. Matrokhina, V.Y. Trofimets, E.B. Mazakov, A.B. Makhovikov, M.M. Khaikin // *Journal of Mining Institute.* – 2023. – Vol. 259. – P. 112-124. – DOI: <https://doi.org/10.31897/PMI.2023.3> (дата обращения: 16.07.2023).

148. **Medlock, K.** The Prospects for US Oil and Gas Exports / K. Medlock, J. Baker, G. Baker // Rice University's Baker Institute. – 2018. – URL: https://www.ief.org/_resources/files/events/ief-lecture-series—ken-medlock-iii-18-july-2018/us-oil-and-gas-exports—ief-medlock-july-18-2018.pdf (дата обращения: 16.07.2023).

149. **Molchanov, K.** Conceptual approaches for building a balanced portfolio of projects in oil and gas companies in exploration and production sector / K. Molchanov, N. Romasheva // *E3S Web of Conferences.* – 2019. – V. 140 – 03004. – DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201914003004> (дата обращения: 16.07.2023).

150. **Moorhouse, D. J.** Detailed definitions and guidance for application of technology readiness levels / D.J. Moorhouse // *Journal of Aircraft.* – 2002. – Vol. 39. – Iss. 1. – P. 190-192. – DOI: 10.2514/2.2916 (дата обращения: 16.07.2023).

151. Neftegaz.RU: Новостной портал о ТЭК России и Мира: официальный сайт. – Москва. – URL: <https://neftegaz.ru/> (дата обращения: 16.07.2023).

152. **Nephew, R.** Understanding and Assessing the New U.S. Sanctions Legislation Against Russia / R. Nephew // Center on Global Energy Policy. – 2019. – URL:

<https://www.energypolicy.columbia.edu/publications/understanding-and-assessing-new-us-sanctions-legislation-against-russia> (дата обращения: 16.07.2023).

153. **North, D. W.** Public and Stakeholder Participation for Managing and Reducing the Risks of Shale Gas Development / D.W. North, P.C. Stern, T. Webler, P. Field // *Environmental Science & Technology*. – 2014 – Vol. 48. – Iss. 15. – P. 8388–8396. – DOI: <https://doi.org/10.1021/es405170k> (дата обращения: 16.07.2023).

154. ОПЕК: official site. – Vienna. – URL: https://www.opec.org/opec_web/en/ (дата обращения: 16.07.2023).

155. **Ponomarenko, T.** Economic Evaluation of Oil and Gas Projects: Justification of Engineering Solutions in the Implementation of Field Development Projects / T. Ponomarenko, E. Marin, S. Galevskiy // *Energies*. – 2022. – Vol. 15. – Iss. 9. – 3103. – DOI: <https://doi.org/10.3390/en15093103> (дата обращения: 16.07.2023).

156. **Romasheva, N.** CCS Projects: How Regulatory Framework Influences Their Deployment / N. Romasheva, A. Ilina // *Resources*. – 2019. – Vol. 8. – Iss. 4. – 181. – DOI: <https://doi.org/10.3390/resources8040181> (дата обращения: 16.07.2023).

157. **Romasheva, N.** Energy Resources Exploitation in the Russian Arctic: Challenges and Prospects for the Sustainable Development of the Ecosystem / N. Romasheva, D. Dmitrieva // *Energies*. – 2021. – Vol. 14. – Iss. 24. – 8300. – DOI: <https://doi.org/10.3390/en14248300> (дата обращения: 16.07.2023).

158. **Russell, A. D.** Analytical approach for economic risk quantification of large engineering projects / A.D. Russell, M. Ranasinghe // *Construction Management and Economics*. – 1992. – Vol. 10. – Iss. 4. – P. 277-301. – DOI: <https://doi.org/10.1080/01446199200000027> (дата обращения: 16.07.2023).

159. Russian oil production outlook to 2020 / J. Henderson, E. Grushevenko // The Oxford Institute for Energy Studies. – 2017. – 19 p. – URL: <https://www.oxfordenergy.org/publications/russian-oil-production-outlook-to-2020/> (дата обращения: 16.07.2023).

160. **Saaty, T. L.** How to make a decision: The analytic hierarchy process / T.L. Saaty // *European Journal of Operational Research*. – 1990. – Vol. 48. – Iss. 1. – P. 9-26. – DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-I](https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I) (дата обращения: 16.07.2023).

161. **Saaty, T. L.** Decision making with the Analytic Hierarchy Process / T.L. Saaty // International Journal of Services Sciences. – 2008. – Vol. 1. – No. 1. – P. 83-98. – DOI: <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590> (дата обращения: 16.07.2023).

162. **Saitova, A.A.** Scenarios for the Development of Oil and Gas Companies in Russia in the Context of International Economic Sanctions and the Decarbonization of the Energy Sector / A.A. Saitova, A.A. Ilyinsky, A.M. Fadeev // Sever i Rynok: Formirovanie Ekonomicheskogo Poradka. – 2022. – Т. 25. – №3. – P. 134-143. – DOI: <https://doi.org/10.37614/2220-802X.3.2022.77.009> (дата обращения: 16.07.2023).

163. **Sartas, M.** Scaling Readiness: Science and practice of an approach to enhance impact of research for development / M. Sartas, M. Schut, C. Proietti, G. Thiele, C. Leeuwis // Agricultural Systems – 2020. – Vol. 183 – 102874. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102874> (дата обращения: 16.07.2023).

164. **Sauser, B.** From TRL to SRL: The Concept of System Readiness Levels / B. Sauser, D. Verma, J. Ramirez-Marquez, R. Gove // Proceedings of the Conference on Systems Engineering Research (CSER). – 2006. – Los Angeles, CA USA. – URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.562.3338&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 16.07.2023).

165. **Sauser, B.** System Maturity indices for Decision Support in the Defense Acquisition Process / B. Sauser, J. Ramirez-Marquez, R. Magnaye, W. Tan // 5th Annual Acquisition Research Symposium of the Naval Postgraduate School, 2008. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/36725967.pdf> (дата обращения: 16.07.2023).

166. **Sauser, B. J.** A system maturity index for the systems engineering life cycle / B.J. Sauser, J.E. Ramirez-Marquez, D. Henry, D. DiMarzio // International Journal of Industrial and Systems Engineering. – 2008. – Vol. 3. – Iss. 6. – P. 673-691. – URL: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJISE.2008.02068> (дата обращения: 16.07.2023).

167. **Sauser, B.** Integration maturity metrics: Development of an integration readiness level / B. Sauser, R. Gove, E. Forbes and J. E. Ramirez-Marquez // Information Knowledge Systems Management. – 2010. – Vol. 9. – No. 1. – P. 17-46. – DOI: <https://doi.org/10.3233/IKS-2010-0133> (дата обращения: 16.07.2023).

168. **Stroykov, G.A.** System of comprehensive assessment of project risks in energy industry / G.A. Stroykov, N.V. Babyr, I.V. Ilin, R.S. Marchenko // International Journal of Engineering, Transactions A: Basics. – 2021. – V. 34. – №7. – P. 1778–1784. – DOI: <https://doi.org/10.5829/IJE.2021.34.07A.22> (дата обращения: 16.07.2023).

169. **Tang, B.-J.** Investment opportunity in China's overseas oil project: An empirical analysis based on real option approach / B.-J. Tang, H.-L. Zhou, H. Chen, K. Wang, H. Cao // Energy Policy. – 2017. – Vol. 105. – P. 17-26. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.02.023> (дата обращения: 16.07.2023).

170. **Teece, D. J.** Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy / D.J. Teece // Research Policy. – 1986. – Vol. 15. – Iss. 6. – P. 285-305. – DOI: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(86\)90027-2](https://doi.org/10.1016/0048-7333(86)90027-2) (дата обращения: 16.07.2023).

171. **Tretyakov, N. A.** Digital transformation of the arctic oil and gas industrial complex: new challenges and opportunities / N.A. Tretyakov, A.E. Cherepovitsyn // Sever i Rynok: Formirovanie Ekonomiceskogo Poradka. – 2022. – Т. 25. – № 1. – P. 17-32. – DOI: <https://doi.org/10.37614/2220-802X.1.2022.75.002> (дата обращения: 16.07.2023).

172. **Tsiglianu, P. P.** Engineering projects in the Russian fuel and energy complex: actual problems, factors and recommendations for development / P.P. Tsiglianu, N.V. Romasheva, M.L. Fadeeva, I.V. Petrov // Ugol. – 2023. – №3. – С. 45-51. – DOI: <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2023-3-45-51> (дата обращения: 16.07.2023).

173. **Tsiglianu, P.** Conceptual Management Framework for Oil and Gas Engineering Project Implementation / P. Tsiglianu, N. Romasheva, A. Nenko // Resources. – 2023. – Vol. 12. – Iss.6 – 64. – DOI: <https://doi.org/10.3390/resources12060064> (дата обращения: 16.07.2023).

174. **Twiss, B.** Managing Technological Innovation // Philadelphia: Trans-Atlantic Publications Online. – 1992. – 4th ed. – 338 p. – Текст: непосредственный.

175. United Nations Economic Commission for Europe: official site. – Geneva. – URL: <https://unece.org/> (дата обращения: 16.07.2023). – Текст: электронный.

176. U.S. Department of Defense. Manufacturing Readiness Level (MRL) Deskbook. U.S. Department of Defense (DoD): Arlington County, VA, USA, 2020. – URL: <https://www.dodmrl.com/MRL%20Deskbook%20V2020.pdf> (дата обращения: 16.07.2023).

177. U.S. Department of Defense. Technology Readiness Assessment (TRA) Deskbook; Department of Defense (DoD): Arlington County, VA, USA, 2009. – URL: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA524200> (дата обращения: 16.07.2023).

178. U.S. Government Accountability Office (GAO). Technology Readiness Assessment Guide: Best Practices for Evaluating the Readiness of Technology for Use in Acquisition Programs and Projects; U.S. Government Accountability Office (GAO): Washington, DC, USA, 2020. – URL: <https://www.gao.gov/products/gao-20-48g> (дата обращения: 16.07.2023).

179. **Vik, J.** Balanced readiness level assessment (BRLa): A tool for exploring new and emerging technologies / J. Vik, A.M. Melås, E.P. Stræte, R.A. Søråa // *Technological Forecasting and Social Change*. – 2021. – Vol. 169. – 120854. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120854> (дата обращения: 16.07.2023).

180. Vygon Consulting. Налоговая нагрузка в отраслях: Операция «Балансировка». – 2019. – 28 с. – URL: https://vygon.consulting/upload/iblock/269/vygon_consulting_tax_rent.pdf (дата обращения: 16.07.2023).

181. The World Bank: official site. – Washington, DC. – URL: <https://www.worldbank.org/en/home> (дата обращения: 16.07.2023).

182. The World Bank. Consulting Services Manual: A Comprehensive Guide to Selection of Consultants. – Washington, DC, 2006. – 180 p. – URL: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/7047/364610Consulti101OFFICIAL0USE0ONLY1.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 16.07.2023).

183. **Wu, C.** Bioprinting: an assessment based on manufacturing readiness levels / C. Wu, B. Wang, C. Zhang, R.A. Wusk, Y.-W. Chen // *Critical Reviews in Biotechnology*. – 2017. – Vol. 37. – Iss. 3. – P. 333-354. – DOI: 10.3109/07388551.2016.1163321 (дата обращения: 16.07.2023).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Анкета по вопросам реализации нефтегазовых инжиниринговых проектов

Уважаемые коллеги!

Просим Вас принять участие в анкетировании, направленном на определение показателей, необходимых для учета в модели комплексной оценки готовности нефтегазовых инжиниринговых проектов. Выберите необходимые показатели из предложенного списка или предложите свои, кратко описав их функциональную роль (таблица А1).

Полное имя
Возраст
Должность
Место работы

Таблица А1. Показатели готовности инжиниринговых проектов⁶

Показатель	Обозн.	Краткое описание	Необходимость учета (+/-)
Уровень технологической готовности	TRL	Готовность (зрелость) технологии	
Уровень производственной готовности	MRL	Готовность производственного процесса к тиражированию технологии	
Уровень готовности к интеграции	IRL	Готовность технологии для интеграции в рамках технологической системы	
Уровень инженерной готовности	ERL	Степень инженерной поддержки процесса разработки технологии	
Уровень организационной готовности	ORL	Организационная готовность производственного процесса	
Преимущества и риски	BRL	Наличие преимуществ и рисков создания технологий	
Уровень рыночной готовности и коммерциализации	CRL	Готовность технологии к выходу на рынок в виде продукта	
Готовность к масштабированию	SR	Готовность технологии к тиражированию и получению эффекта в масштабе	
Уровень нормативной готовности	RRL	Надежность нормативной поддержки процесса разработки технологии	
Уровень готовности к трансферу технологии	TTRL	Готовность технологии к трансферу из одной системы в систему с иным механизмом функционирования (кросс-функциональная технология)	
TRL для программных продуктов	TRL (S)	Технологическая готовность программных продуктов	
Показатель Мурхауса	MRM	Показатель регрессии технологического риска при прогрессе технологической готовности	
Степень сложности НИОКР	RD ³	Сложность перехода от текущего уровня готовности технологии к следующему. RD ³ —5 стадий сложности, AD ² —9 стадий	
«Продвинутая» степень сложности НИОКР	AD ²		
Другой (укажите)			

Спасибо за участие!

⁶ При проведении анкетирования респондентам было предоставлено более подробное описание показателей готовности, которое не приводится отдельно в данном приложении во избежание дублирования

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Результаты, определяющие уровень готовности проекта

Таблица Б.1 – Описание результатов, определяющих уровень готовности проекта

Уровень готовности	Допустимые значения индекса готовности	Технологическая готовность, <u>TRL</u>	<u>Производственная готовность, MRL</u>	<u>Организационная готовность, ORL</u>	<u>Командная готовность, competence readiness level, CRL/ team readiness level, TRL</u>	<u>Рыночная готовность и коммерциализация, CRL</u>	<u>Нормативная готовность, RRL</u>
1	(0,1]	Фундаментальные принципы технологии наблюдаемы и описаны	Базовые требования к производству компонентов технологии определены	Разработана схема базовых бизнес-процессов производства технологии	Наличие базовых компетенций и практических навыков членов команды в целевой области подтверждено	Выявлены потенциальные бизнес-возможности	Проведен патентный анализ по существующим технологиям
2	(1,2]	Сформулированы концепция технологии и ее возможное применение	Основные концепции производства технологии определены	Оценена доступность материалов и производственных процессов	Умения членов команды работать с технологической документацией и проводить ТЭО подтверждены	Оценено конкурентное окружение	Выявлены конкретные патентоспособные изобретения или другие патентоспособные РИДы
3	(2,3]	Получено подтверждение о возможности создания технологии	Подтверждение производственной концепции получено	Уточнены технические требования к продукту	Умения членов команды проводить теоретические исследования и определять возможность создания технологии подтверждены	Сформировано ценностное предложение	Составлено подробное описание возможных патентоспособных изобретений

Продолжение таблицы Б.1

Уровень готовности па-	Допустимые значения индекса готовности	Технологическая готовность, <u>TRL</u>	<u>Производственная готовность, MRL</u>	<u>Организационная готовность, ORL</u>	<u>Командная готовность, competence readiness level, CRL/ team readiness level, TRL</u>	<u>Рыночная готовность и коммерциализация, CRL</u>	<u>Нормативная готовность, RRL</u>
4	(3,4]	Основные компоненты технологии протестированы в лабораторных условиях	Возможность производить компоненты прототипа в лабораторных условиях подтверждена	Одобрена концепция применения технологии	Умение членов команды проводить исследования в лабораторных условиях подтверждено	Определены поставщики и партнеры, ценовая политика	Подтверждена новизна и патентоспособность изобретения
5	(4,5]	Основные компоненты технологии прошли стендовые испытания	Возможность производить компоненты прототипа в условиях, близких к реальным подтверждена	Описаны требования к сервисной поддержке технологии	Наличие компетенций и навыков членов команды в проведении стендовых испытаний подтверждено	Определены точные спецификации продукта	Подана первая полная заявка на патент. Готов проект стратегии защиты прав интеллектуальной собственности
6	(5,6]	Прототип технологии протестирован в условиях, близких к реальным	Возможность производить прототип в реальных производственных условиях подтверждена	Завершены стадии изменений и корректировок проекта	Умение членов команды проводить испытания в условиях, близких к реальным, подтверждено	Уточнена модель ценообразования	Получен положительный ответ на заявку на патент
7	(6,7]	Прототип технологии протестирован и прошел испытания в эксплуатационных условиях	Возможности пилотной производственной линии подтверждены. Готовность к начальному мелкосерийному производству	Обучен персонал заказчика	Умение членов команды осуществлять разработку прототипа технологии и его тестирование в реальных условиях подтверждено	Осуществлен предварительный вывод технологии на рынок	Патент зарегистрирован на национальном уровне; зарегистрированы другие формальные ПИС

Продолжение таблицы Б.1

Уровень готовности па-	Допустимые значения индекса готовности	Технологическая готовность, TRL	<u>Производственная готовность, MRL</u>	<u>Организационная готовность, ORL</u>	<u>Командная готовность, competence readiness level, CRL/ team readiness level, TRL</u>	<u>Рыночная готовность и коммерциализация, CRL</u>	<u>Нормативная готовность, RRL</u>
8	(7,8]	Успешность функционирования полноразмерной технологии	Начальное мелкосерийное производство продемонстрировано. Готовность к полномасштабному производству	Заключены соглашения с заинтересованными сторонами	Наличие компетенций и навыков членов команды по созданию полноразмерной версии технологии и тестирования ее функциональных возможностей подтверждено	Отработаны замечания заказчиков	Выдан первый патент, полностью реализована стратегия защиты ПИС
9	(8,9]	Технология готова к полномасштабному внедрению	Полномасштабное производство продемонстрировано	Организационная подготовка производства и сервиса осуществлена	Наличие компетенций и навыков членов команды по осуществлению полномасштабного внедрения технологии подтверждено	Осуществлен полномасштабный вывод технологии на рынок	Патент выдан в целевых странах, высокий уровень поддержки ПИС для бизнеса

Источник: составлено авторами на основании [57, 145]

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблицы попарного сравнения проектов

Таблица В.1 – Таблица попарного сравнения проектов по параметру ТП1

	ПР1	ПР2	ПР3	ПР4	ПР5	Вектор	Вес, %
ПР1	1,00	0,20	0,33	1,00	0,14	0,05	5,42
ПР2	5,00	1,00	0,33	4,00	0,25	0,15	15,21
ПР3	3,00	3,00	1,00	3,00	0,20	0,19	19,25
ПР4	1,00	0,25	0,33	1,00	0,14	0,06	5,66
ПР5	7,00	4,00	5,00	7,00	1,00	0,54	54,46

Таблица В.2 – Таблица попарного сравнения проектов по параметру ТП2

	ПР1	ПР2	ПР3	ПР4	ПР5	Вектор	Вес, %
ПР1	1,00	5,00	3,00	1,00	7,00	0,37	36,57
ПР2	0,20	1,00	0,33	0,20	3,00	0,08	7,57
ПР3	0,33	3,00	1,00	0,33	4,00	0,15	15,27
ПР4	1,00	5,00	3,00	1,00	7,00	0,37	36,57
ПР5	0,14	0,33	0,25	0,14	1,00	0,04	4,03

Таблица В.3 – Таблица попарного сравнения проектов по параметру ТП3

	ПР1	ПР2	ПР3	ПР4	ПР5	Вектор	Вес, %
ПР1	1,00	0,20	0,33	1,00	0,14	0,05	5,25
ПР2	5,00	1,00	3,00	6,00	0,25	0,25	24,83
ПР3	3,00	0,33	1,00	3,00	0,20	0,12	12,03
ПР4	1,00	0,17	0,33	1,00	0,14	0,05	5,06
ПР5	7,00	4,00	5,00	7,00	1,00	0,53	52,82

Таблица В.4 – Таблица попарного сравнения проектов по параметру ТП4

	ПР1	ПР2	ПР3	ПР4	ПР5	Вектор	Вес, %
ПР1	1,00	2,00	1,33	0,67	4,00	0,25	25,00
ПР2	0,50	1,00	0,67	0,33	2,00	0,13	12,50
ПР3	0,75	1,50	1,00	0,50	3,00	0,19	18,75
ПР4	1,50	3,00	2,00	1,00	6,00	0,38	37,50
ПР5	0,25	0,50	0,33	0,17	1,00	0,06	6,25

Таблица В.5 – Таблица попарного сравнения проектов по параметру ЭП1

	ПР1	ПР2	ПР3	ПР4	ПР5	Вектор	Вес, %
ПР1	1,00	2,00	0,67	0,80	0,77	0,18	18,02
ПР2	0,50	1,00	0,33	0,40	0,38	0,09	9,01
ПР3	1,50	3,00	1,00	1,20	1,15	0,27	27,03
ПР4	1,25	2,50	0,83	1,00	0,96	0,23	22,52
ПР5	1,30	2,60	0,87	1,04	1,00	0,23	23,42

Таблица В.6 – Таблица попарного сравнения проектов по параметру ЭП2

	ПР1	ПР2	ПР3	ПР4	ПР5	Вектор	Вес, %
ПР1	1,00	1,00	0,80	0,86	0,92	0,19	18,64
ПР2	1,00	1,00	0,80	0,86	0,92	0,19	18,64
ПР3	1,25	1,25	1,00	0,93	0,87	0,21	21,41
ПР4	1,17	1,17	0,93	1,00	0,93	0,21	21,11
ПР5	1,08	1,08	0,87	0,93	1,00	0,20	20,20

ПРИЛОЖЕНИЕ Г**Акт о внедрении результатов диссертационного исследования**

Утверждаю

Генеральный директор
АО «Морская арктическая геологоразведочная
экспедиция»
Казанин Алексей Геннадьевич

Дата «06» июня 2023 г.

**АКТ**

о практическом использовании результатов
кандидатской диссертации
Цыгляну Павла Павловича
по научной специальности 5.2.6 Менеджмент

Специальная комиссия в составе:

Председатель:

Директор филиала АО «МАГЭ»

Саркисян Михаил Валерьевич,

Члены комиссии:Начальник отдела морской сейсморазведки
АО «МАГЭ»

Базилевич Сергей Олегович,

Заместитель начальника отдела морской
сейсморазведки
АО «МАГЭ»

Кашик Михаил Алексеевич,

составила настоящий акт о том, что результаты диссертации на тему «Развитие инструментария управления инжиниринговыми проектами в нефтегазовой компании», представленной на соискание ученой степени кандидата экономических наук по научной специальности 5.2.6 «Менеджмент», использованы в 2023 году в деятельности АО «Морская арктическая геологоразведочная экспедиция», в том числе в рамках выполнения научно-исследовательской работы в виде рекомендаций по выбору и управлению реализацией нефтегазовых инжиниринговых проектов.

Предложенный в работе Цыгляну П.П. концептуальный подход по управлению нефтегазовыми инжиниринговыми проектами позволяет повысить вероятность успешной реализации проектов и эффективность последующей коммерциализации их результатов путем применения алгоритма выбора проектов, включающего стадии предварительной и детальной оценки, а также методического подхода по управлению реализацией проектов, основанного на комплексной оценке готовности разрабатываемой технологии.

Результаты внедрялись при выполнении научно-исследовательской работы по темам:

1. «Участие в проведении предварительных и приемочных испытаний опытных образцов» (Шифр «Коммуникация-МАГЭ2» (СЧ ОКР)), Договор с АО «АКИН» № 21411.1820190019.09.001-4369/ПР/03-23 (Гос. Контракт № 21411.1820190019.09.001 между АО «АКИН» и Минпромторгом РФ);

2. Выполнение составной части опытно-конструкторской работы СЧ ОКР «Проведение приемочных испытаний комплекса спуско-подъемных устройств для работ с донными станциями (морских) в части технического обеспечения», Договор с ООО «МТЦ» № 17705596339200003920/МАГЭ-001 от 14.10.2022 (Гос. Контракт 17705596339200003920 между ООО «МТЦ и Минпромторгом РФ)

Председатель комиссии

Директор филиала
АО «МАГЭ»



Саркисян М.В.

Члены комиссии:

Начальник отдела морской
сейсморазведки
АО «МАГЭ»



Базилевич С.О.

Заместитель начальника
отдела морской
сейсморазведки
АО «МАГЭ»



Кашик М.А.