МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Волгоградский государственный университет»

Институт экономики и управления
Кафедра экономики и управления

ОБРАЗЕЦ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ РЕФЕРАТ

на тему:

Цифровые двойники в нефтегазовой отрасли: архитектура, экономические эффекты и ограничения внедрения

Выполнил(а): студент(ка) направления 38.03.01 «Экономика»
Иванова Анна Сергеевна, группа ДЕМО-01

Руководитель: кандидат экономических наук, доцент Петров Игорь Владимирович

Волгоград · 2026

Демонстрационный образец. Данные условны. Не является выполненной работой конкретного студента.

АННОТАЦИЯ

Реферат посвящён анализу технологии цифровых двойников в нефтегазовой отрасли. Рассмотрены архитектура цифрового двойника месторождения, ключевые компоненты и принципы интеграции с производственными системами. Особое внимание уделено оценке экономических эффектов: снижению эксплуатационных затрат, сокращению простоев и оптимизации добычи. Систематизированы ограничения и риски внедрения, включая высокие начальные инвестиции, кибербезопасность и качество исходных данных. Приведены практические кейсы и сформулированы рекомендации по поэтапному внедрению. Материал полезен специалистам отрасли и студентам профильных направлений.

Ключевые слова: цифровые двойники, нефтегазовая отрасль, цифровизация, экономический эффект, риски внедрения, архитектура.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1 Теоретические основы цифровых двойников в нефтегазовой отрасли 5

2 Архитектура и компоненты цифрового двойника месторождения 5

3 Экономические эффекты внедрения цифровых двойников 6

4 Ограничения и риски внедрения цифровых двойников 7

5 Практические кейсы внедрения цифровых двойников в российской нефтегазовой отрасли 7

6 Рекомендации по внедрению цифровых двойников 8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 10

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 11

ПРИЛОЖЕНИЕ А 12

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли требует новых инструментов управления сложными производственными активами. Цифровые двойники позволяют объединить данные телеметрии, геологические и экономические модели в единую систему поддержки решений. Однако в отраслевой литературе недостаточно систематизированы архитектурные решения, количественные эффекты и ограничения внедрения. Это определяет актуальность настоящего реферата.

Работа опирается на анализ научных публикаций, отраслевых стандартов и практических кейсов. Рассматриваются как технологические, так и организационно-экономические аспекты применения цифровых двойников на нефтегазовых активах.

Цель работы — провести комплексный анализ технологии цифровых двойников в нефтегазовой отрасли, выявить экономические эффекты и ограничения внедрения, а также разработать рекомендации по практической реализации.

Задачи работы:

1. Определить понятие и архитектуру цифрового двойника месторождения.
2. Оценить экономические эффекты внедрения цифровых двойников.
3. Систематизировать ограничения и риски внедрения.
4. Проанализировать практические кейсы российских нефтегазовых компаний.
5. Сформулировать рекомендации по поэтапному внедрению.

Объект исследования — процессы цифровизации в нефтегазовой отрасли.

Предмет исследования — технология цифровых двойников и её применение на объектах нефтегазодобычи.

Методы исследования: анализ научной литературы, систематизация, сравнительный анализ, кейс-метод, экспертная оценка.

Практическая значимость. Результаты могут быть использованы при планировании проектов цифровизации нефтегазовых активов, а также в учебном процессе по направлениям «Нефтегазовое дело» и «Цифровая экономика».

1 Теоретические основы цифровых двойников в нефтегазовой отрасли

Цифровой двойник представляет собой виртуальную модель физического объекта, которая синхронизируется с ним данными в режиме реального времени и используется для мониторинга, анализа и оптимизации. В отличие от традиционного моделирования, цифровой двойник непрерывно обновляется и отражает текущее состояние актива. В нефтегазовой отрасли технология прошла путь от единичных экспериментов до системных проектов, охватывающих месторождения, скважины и трубопроводы. Ключевым отличием является интеграция с источниками оперативных данных и возможность прогнозной аналитики.

Специфика нефтегазовой отрасли определяется распределённостью активов, сложными физико-химическими процессами и высокими рисками. Цифровой двойник месторождения объединяет геологическую, гидродинамическую и экономическую модели, что позволяет оценивать последствия управленческих решений до их реализации. Технология используется на всех этапах жизненного цикла: от разведки и бурения до эксплуатации и ликвидации. При этом важна совместимость с существующими системами телеметрии и АСУ ТП.

Таблица 1 – Сравнение традиционного моделирования и цифрового двойника

Критерий	Традиционное моделирование	Цифровой двойник
Частота обновления	Периодическая	Непрерывная
Связь с объектом	Отсутствует	Двусторонняя
Использование данных	Исторические	Оперативные
Прогнозная аналитика	Ограниченная	Расширенная

Источник: Составлено автором по [3; 7].

2 Архитектура и компоненты цифрового двойника месторождения

Архитектура цифрового двойника месторождения включает несколько взаимосвязанных уровней. Физический уровень представлен датчиками, скважинными приборами и системами телеметрии. Уровень данных отвечает за сбор, очистку и хранение информации. Модельный уровень содержит гидродинамические, геомеханические и экономические модели. Аналитический уровень обеспечивает прогнозирование и оптимизацию. Интеграционный уровень связывает цифровой двойник с корпоративными системами и АСУ ТП.

Ключевым компонентом является платформа интеграции данных, которая обеспечивает единое информационное пространство. Для месторождений характерна неоднородность источников: данные геофизики, бурения, добычи и экономики различаются по частоте и форматам. Поэтому важны механизмы валидации и обогащения данных. Кроме того, цифровой двойник должен поддерживать сценарное моделирование, позволяя оценивать альтернативные стратегии разработки. Всё это предъявляет повышенные требования к вычислительной инфраструктуре.

Таблица 2 – Компоненты цифрового двойника месторождения

Уровень	Компоненты	Функции
Физический	Датчики, телеметрия	Сбор данных
Данные	Хранилище, ETL	Очистка, интеграция
Модели	Гидродинамическая, геомеханическая	Расчёт показателей
Аналитика	ML-модели, оптимизация	Прогноз, рекомендации

Источник: Составлено автором по [5; 9].

3 Экономические эффекты внедрения цифровых двойников

Экономические эффекты внедрения цифровых двойников в нефтегазовой отрасли проявляются в нескольких направлениях. Во-первых, снижаются эксплуатационные затраты за счёт перехода от планово-предупредительных к прогнозным ремонтам. Во-вторых, сокращаются простои оборудования благодаря раннему выявлению отклонений. В-третьих, оптимизируются режимы работы скважин и трубопроводов, что даёт прирост добычи. Кроме того, снижается энергопотребление за счёт более точного управления процессами.

Оценка эффектов требует учёта не только прямых выгод, но и затрат на внедрение и сопровождение. К ним относятся стоимость платформы, датчиков, интеграции и обучения персонала. По данным отраслевых исследований, срок окупаемости проектов составляет от 12 до 24 месяцев. При этом эффекты накапливаются по мере накопления данных и уточнения моделей. Важно, чтобы экономическая оценка проводилась на всех этапах жизненного цикла цифрового двойника.

Таблица 3 – Оценка экономических эффектов внедрения цифрового двойника

Направление эффекта	Показатель	Ожидаемое изменение, %
Снижение эксплуатационных затрат	Затраты на ТОиР	10–15
Сокращение простоев	Время простоев	20–30
Оптимизация добычи	Дебит скважин	3–5
Снижение энергопотребления	Расход электроэнергии	7–10

Источник: Составлено автором по данным [11; 13].

4 Ограничения и риски внедрения цифровых двойников

Несмотря на потенциал, внедрение цифровых двойников сопряжено с существенными ограничениями. Высокие начальные инвестиции в инфраструктуру и программное обеспечение доступны не всем компаниям. Качество исходных данных часто недостаточно для построения достоверных моделей. Кроме того, требуется перестройка бизнес-процессов и обучение персонала. Организационное сопротивление может замедлить проект.

Риски включают киберугрозы, поскольку цифровой двойник агрегирует чувствительную информацию. Ошибки в моделях могут привести к неверным управленческим решениям. Также существует риск зависимости от поставщика платформы. Для снижения рисков рекомендуется поэтапное внедрение, пилотные проекты и формирование центров компетенций. Важно обеспечить совместимость с корпоративными стандартами информационной безопасности.

Таблица 4 – Ключевые риски внедрения цифровых двойников и меры их снижения

Риск	Вероятность	Влияние	Меры снижения
Высокие начальные инвестиции	Высокая	Среднее	Поэтапное внедрение, господдержка
Низкое качество данных	Средняя	Высокое	Аудит данных, валидация
Киберугрозы	Средняя	Высокое	Стандарты ИБ, аудит
Организационное сопротивление	Высокая	Среднее	Обучение, управление изменениями

Источник: Составлено автором по [6; 12].

5 Практические кейсы внедрения цифровых двойников в российской нефтегазовой отрасли

В российской нефтегазовой отрасли уже реализованы проекты цифровых двойников. В ПАО «Нефтегаз-1» цифровой двойник был внедрён на месторождении с трудноизвлекаемыми запасами. Система объединила данные

телеметрии и гидродинамическую модель. Это позволило оптимизировать режимы работы скважин, снизить простои на 30% и уменьшить эксплуатационные затраты на 15%. Прирост добычи составил 5%. Проект окупился за 18 месяцев.

В ПАО «Нефтегаз-2» цифровой двойник использовался для управления разработкой газоконденсатного месторождения. Интеграция с АСУ ТП обеспечила онлайн-мониторинг. В результате удалось сократить эксплуатационные затраты на 12%, простои на 25% и повысить дебит на 4%. Срок окупаемости составил 20 месяцев. Опыт обеих компаний показывает, что ключевым фактором успеха является качество данных и вовлечённость персонала.

Таблица 5 – Сравнение кейсов внедрения цифровых двойников

Параметр	Кейс 1 (ПАО «Нефтегаз-1»)	Кейс 2 (ПАО «Нефтегаз-2»)
Тип актива	Нефтяное месторождение	Газоконденсатное месторождение
Срок окупаемости, мес.	18	20
Снижение затрат, %	15	12
Прирост добычи, %	5	4

Источник: Составлено автором по [14; 15].

6 Рекомендации по внедрению цифровых двойников

Для успешного внедрения цифровых двойников рекомендуется поэтапный подход. На первом этапе проводится аудит данных и инфраструктуры, определяются приоритетные активы. На втором — создаётся пилотный цифровой двойник с ограниченным функционалом. На третьем — масштабирование на другие объекты. Важно закрепить ответственность за данные на уровне бизнес-подразделений.

Особое внимание следует уделить управлению изменениями и обучению персонала. Необходимо сформировать центр компетенций, который будет сопровождать цифровой двойник. Также рекомендуется использовать модульную архитектуру, чтобы избежать зависимости от одного поставщика. Регулярная оценка эффектов позволяет корректировать проект. Государственная поддержка цифровой трансформации может снизить финансовую нагрузку.

Таблица 6 – Этапы внедрения цифрового двойника

Этап	Содержание	Результат
1. Аудит	Оценка данных и инфраструктуры	Выбор пилотного актива
2. Пилот	Создание прототипа	Подтверждение эффектов
3. Масштабирование	Тиражирование на другие объекты	Расширение охвата
4. Сопровождение	Мониторинг и обновление	Устойчивое развитие

Источник: Составлено автором.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый анализ показал, что цифровые двойники являются перспективной технологией для нефтегазовой отрасли. Они обеспечивают снижение эксплуатационных затрат, сокращение простоев и оптимизацию добычи. В то же время внедрение сопряжено с высокими инвестициями, рисками качества данных и кибербезопасности. Практические кейсы подтверждают достижимость заявленных эффектов при условии поэтапного подхода.

Для успешной реализации проектов рекомендуется начинать с пилотных участков, инвестировать в качество данных и формировать внутренние компетенции. Важно учитывать отраслевую специфику и обеспечивать интеграцию с существующими системами. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оценку долгосрочных эффектов и разработку отраслевых стандартов цифровых двойников.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. – Москва: Стандартинформ, 2021.
2. Абрамов, А. В. Цифровые двойники в промышленности / А. В. Абрамов // Автоматизация и IT в нефтегазовой области. – 2022. – № 2. – С. 14–21.
3. Борисов, С. Н. Цифровые двойники месторождений: от модели к управлению / С. Н. Борисов, И. К. Ефимов. – Санкт-Петербург: Наука, 2021. – 180 с.
4. Виноградов, Д. С. Экономическая эффективность цифровых двойников в добыче нефти / Д. С. Виноградов // Нефтяное хозяйство. – 2023. – № 5. – С. 45–52.
5. Гаврилов, А. Ю. Архитектура цифровых двойников для нефтегазовых активов / А. Ю. Гаврилов, Т. В. Лебедева // Информационные технологии в нефтегазовой отрасли. – 2022. – Т. 8, № 3. – С. 22–30.
6. Дмитриев, О. Н. Риски внедрения цифровых двойников на промышленных предприятиях / О. Н. Дмитриев // Управление рисками. – 2023. – № 1. – С. 33–40.
7. Егоров, В. А. Цифровое моделирование нефтегазовых объектов / В. А. Егоров. – Москва: Недра, 2020. – 250 с.
8. Жуков, П. Р. Интеграция цифровых двойников с АСУ ТП / П. Р. Жуков // Автоматизация в промышленности. – 2021. – № 9. – С. 18–25.
9. Зайцев, М. И. Цифровые двойники в нефтегазовой отрасли: практическое руководство / М. И. Зайцев. – Москва: Энергия, 2022. – 320 с.
10. Иванов, С. Л. Оценка эффектов цифровизации нефтегазовых компаний / С. Л. Иванов // Вопросы экономики. – 2023. – № 4. – С. 77–85.
11. Козлов, А. Н. Экономические аспекты внедрения цифровых двойников / А. Н. Козлов, Е. В. Смирнова // Нефть и газ. – 2022. – № 6. – С. 60–67.
12. Лебедев, И. В. Кибербезопасность цифровых двойников в промышленности / И. В. Лебедев // Безопасность информационных технологий. – 2023. – Т. 10, № 2. – С. 41–49.
13. Максимов, Д. А. Цифровые двойники: ожидания и реальность / Д. А. Максимов // Oil & Gas Journal Russia. – 2021. – № 11. – С. 28–35.
14. Николаев, П. С. Кейсы внедрения цифровых двойников в российских нефтегазовых компаниях / П. С. Николаев // Нефтегазовая вертикаль. – 2023. – № 3. – С. 52–59.
15. Орлов, В. Г. Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли: стратегии и технологии / В. Г. Орлов. – Москва: ИНФРА-М, 2024. – 280 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Сводная таблица экономических эффектов по кейсам

В таблице приведены обобщённые данные по двум кейсам внедрения цифровых двойников, подтверждающие диапазоны эффектов, представленные в разделе 3.

Таблица А.1 – Сводная таблица экономических эффектов по кейсам

Показатель	Кейс 1 (ПАО «Нефтегаз-1»)	Кейс 2 (ПАО «Нефтегаз-2»)
Снижение эксплуатационных затрат, %	15	12
Сокращение простоев, %	30	25
Прирост добычи, %	5	4
Срок окупаемости, мес.	18	20