



© Е.В. Войтенков,
2025



УДК 622.324:004(470.45)
<https://doi.org/10.51890/2587-7399-2025-10-1-132-135>

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ НА БАЗЕ ПО АЭРОСИМ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ НА ОБЪЕКТЕ ДОБЫЧИ ГАЗА И КОНДЕНСАТА И ЭФФЕКТОВ ОТ ЕГО ВНЕДРЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДОБРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Е.В. Войтенков

ООО «АЭРОГАЗ», РФ, Москва

Электронный адрес: info@aerogas.ru

Введение. В данной работе показан экономический эффект от внедрения программного обеспечения на основе цифрового двойника с возможностью в режиме реального времени прогнозировать и выдавать рекомендации по оптимальным режимам работы скважин и перерабатывающих мощностей, опираясь на имеющиеся данные датчиков, считываемые из системы SCADA, и целевые параметры работы добывающего актива.

Цель работы. Целью данной работы является разработка и внедрение системы цифрового двойника для автоматизированного анализа и оптимизации работы газоконденсатного актива, что позволит увеличить выход товарной продукции и снизить затраты на ресурсы.

Материалы и методы. В рамках работы использовалось программное обеспечение «АЭРОСИМ» и модуль «Интеллектуальный технолог» для интеграции и анализа данных в реальном времени. Были разработаны модули для расчета элементов системы «пласт — скважина — НГС — УКПГ/УПН», гидравлического расчета сборного коллектора, а также автоматического создания расчетных схем. Реализовано моделирование ГКИС с учетом текущих измерений объемных расходов.

Результаты. В результате внедрения цифрового двойника была достигнута экономия ресурсов: снижение потребления метанола и электроэнергии на 2–5%. Кроме того, за счет оптимизации ключевых параметров технологического процесса удалось увеличить выход товарной продукции УКПГ на 3% (СПБТ) и на 1% (стабильный конденсат).

Заключение. Внедрение цифрового двойника для контроля и оптимизации технических параметров газодобывающего актива продемонстрировало свою экономическую эффективность. Система обеспечивает оперативный расчет и поддержку принятия решений на основе данных телеметрии, что позволяет минимизировать затраты и повысить производительность. Основные бизнес-эффекты включают прирост извлечения компонентов, повышение добычи газа и снижение вероятности технологических осложнений.

Ключевые слова: цифровой двойник, АЭРОСИМ, Интеллектуальный технолог, цифровизация, цифровые технологии, программное обеспечение, гидравлический расчет

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Войтенков Е.В. Опыт разработки и внедрения на базе ПО АЭРОСИМ цифровых двойников на объекте добычи газа и конденсата и эффектов от его внедрения на примере Добринского месторождения. ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти. 2025;10(1):132–135. <https://doi.org/10.51890/2587-7399-2025-10-1-132-135>

Статья поступила в редакцию 02.12.2024

Принята к публикации 24.01.2025

Опубликована 31.03.2025

EXPERIENCE AND EFFECTS OF DEVELOPMENT AND INTEGRATION OF DIGITAL TWINS BASED ON AEROSYM SOFTWARE AT DOBRINSKOYE GAS AND CONDENSATE FIELD

Evgeny V. Voytenkov

AEROGAS Ltd, RF, Moscow

E-mail: info@aerogas.ru

Introduction. This paper demonstrates the economic effect of implementing software based on a digital twin that can forecast in real-time and provide recommendations for optimal operating modes of wells and processing facilities, relying on existing sensor data retrieved from the SCADA system and the target performance parameters of the extraction asset.

Aim. The aim of this work is to develop and implement a digital twin system for automated analysis and optimization of gas condensate asset operations, which will increase product output and reduce resource costs.

Materials and methods. The study utilized the software “AEROSYM” and the module “Virtual process engineer” for real-time data integration and analysis. Modules were developed for calculating elements of the “reservoir-well-NGS-UKPG/UPN” system, hydraulic calculations of the gathering manifold, and automatic creation of

calculation schemes. Modeling of the gas condensate studies during testing, trial, and development of wells was implemented, considering current measurements of volumetric flow rates.

Results. As a result of implementing the digital twin, resource savings were achieved: a reduction in methanol and electricity consumption by 2–5%. Additionally, through optimizing key parameters of the technological process, the output of marketable products from gas processing facility increased by 3% (LPG) and by 1% (stable condensate).

Conclusion. The implementation of a digital twin for monitoring and optimizing technical parameters of the gas extraction asset has demonstrated its economic efficiency. The system provides prompt calculations and decision-making support based on telemetry data, allowing for minimized costs and increased productivity. The main business effects include an increase in component extraction, enhanced gas production, and a reduced likelihood of technological complications.

Keywords: digital twin, AEROSYM, Virtual process engineer, digitization, digital technologies, software, hydraulic calculation

Conflict of interest: the author declares no conflict of interest.

For citation: Voytenkov E.V. Experience and effects of development and integration of digital twins based on AEROSYM software at Dobrinskoye gas and condensate field. PRONEFT. Professionally about oil. 2025;10(1):132–135. <https://doi.org/10.51890/2587-7399-2025-10-1-132-135>

Manuscript received 02.12.2024

Accepted 24.01.2025

Published 31.03.2025

ВВЕДЕНИЕ

С целью улучшения оперативного контроля параметров и повышения эффективности эксплуатации газоконденсатного месторождения возникает необходимость в разработке системы автоматизированного анализа технологических параметров и внешних факторов работы объекта добычи и подготовки газа и конденсата для оптимизации его работы и повышения уровня добычи и количества и качества товарной продукции. Компанией «АЭРОГАЗ» на базе расчетного ПО «АЭРОСИМ» (замена Aspen HYSYS) и программного модуля интеграции и анализа данных автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) в режиме реального времени (ПО «Интеллектуальный технолог») было проведено пилотное внедрение цифрового двойника газоконденсатного актива «скважины + сборный коллектор + установка подготовки газа и конденсата». Интерфейс цифрового двойника УКПГ в ПО «АЭРОСИМ» доступен на сайте <https://proneft.elpub.ru/> на странице со статьей в разделе «Дополнительные файлы» (Приложение А).

- модуль гидравлического расчета сборного коллектора;
- модуль расчета установок комплексной подготовки газа (УКПГ и УПН);
- разработан метод автоматического создания расчетных схем с множеством скважин и шлейфов;
- модуль приема данных в цифровой двойник (ЦД) в реальном времени и из архивов баз данных технологических параметров автоматизированной системы управления технологическим процессом АСУТП.

Реализованы специальные расчетные схемы по моделированию ГКИС, позволяющие подбирать состав пластового флюида на основе референсного покомпонентного состава и текущих измерений объемных расходов газа, воды, стабильного и нестабильного конденсата.

НА ПРИМЕРЕ ДОБРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА БАЗЕ ПО «АЭРОСИМ» РАЗРАБОТАНА СИСТЕМА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО АКТИВА, КОТОРАЯ ПОЗВОЛЯЕТ УВЕЛИЧИТЬ ВЫХОД ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ И СНИЗИТЬ ЗАТРАТЫ НА РЕСУРСЫ.

МЕТОД

В основу решения легли следующие разработанные программные модули:

- модуль расчета всех элементов, входящих в систему «пласт — скважина — нефтегазовый сепаратор (НГС) — установки комплексной подготовки газа (УКПГ/УПН)»;

В результате проделанной работы обоснована целесообразность и продемонстрирован результат заказчику по повышению выхода товарной продукции УКПГ (смесь пропан-бутан техническая (СПБТ) на 3% и стабильный конденсат на 1%) за счет контроля и оптимизации суточных

значений ключевых параметров технологического процесса. Использование цифрового двойника позволило снизить от 2 до 5% следующих операционных расходов: потребление метанола и электроэнергии на объекте.

Таким образом, внедрением показан экономический эффект от использования программного обеспечения на основе цифрового двойника с возможностью в режиме реального времени прогнозировать и выдавать рекомендации по оптимальным режимам работы скважин и перерабатывающих мощностей, опираясь на имеющиеся данные датчиков, считываемые из системы SCADA, и целевые параметры работы добывающего актива. При этом цифровой двойник учитывает реальные энергетические потери и влияние внешних факторов, которые прямо и косвенно оказывают воздействие на итоговый выход товарной продукции. Главным выводом является оправдывающая себя экономическая эффективность от внедрения цифрового двойника для контроля технических параметров добывающего актива и их оптимизации в режиме реального времени. Уникальность работы заключается в создании цифрового двойника, начиная от забоя скважины и пласта, заканчивая выходом товарной продукции с колонн стабилизации и фракционирования.

Интерфейс цифрового двойника системы «скважины + газоконденсатосборная система» в ПО «АЭРОСИМ» доступен на сайте <https://proneft.elpub.ru/> на странице со статьей в разделе «Дополнительные файлы» (Приложение В).

В целом цифровые двойники газодобывающих активов нацелены на оперативный

расчет и оптимизацию параметров работы УКПГ и представляют собой систему поддержки принятия решений по управлению УКПГ на основе данных систем телеметрии и пересчитываемой в режиме реального времени цифровой модели технологического процесса (рис. 1).

Данная система реализует следующий ключевой функционал:

- Интегрированная оптимизация работы установки комплексной подготовки газа и конденсата (УКПГК) в режиме реального времени.

При изменении параметров добычи флюида система предлагает вариант изменения управляющих воздействий и перераспределения потоков между аппаратами УКПГК для поддержания заданного качества и объема подготовки продукции.

- Оптимизация процессов низкотемпературной сепарации (НТС).

Генерация вариантов изменения параметров адиабатного расширения и направления потоков на НТС с учетом параметров оборудования и входного потока флюида для минимизации потерь давления и достижения точки россы заданного качества (соблюдение требований к товарному газу и максимизация извлечения конденсата).

- Оптимизация работы колонных аппаратов:
 - минимизация расхода абсорбента, путем оптимизации работы абсорбера;
 - оптимизация работы ректификационных колонн (регенерация метанола);
 - оптимальное время цикла адсорбция — десорбция — сушка — охлаждение на основе текущей наработки адсорбента и состава газа (для адсорбционной осушки).



Рис. 1. Принципиальная схема газодобывающего актива. Составлено автором
Fig. 1. Gas producing asset conceptual diagram. Designed by the author

ВЫВОДЫ

В результате проделанной работы обоснована целесообразность и продемонстрирован результат заказчику по повышению выхода товарной продукции УКПГ на основе цифровых двойников ключевых технологических систем добывающего актива. Использование цифровых двойников дает следующие бизнес-эффекты:

- 5% — прирост извлечения компонент (конденсат);
- 4,2% — повышение добычи газа (за счет оптимизации давления на запорно-перекрывающей арматуре (ЗПА);
- снижение расхода метанола с учетом затрат на ректификацию;
- повышение оперативности регулирования работы УКПГ и снижение вероятности технологических осложнений.

Список литературы

1. Войтенков Е.В. Программный комплекс АЭРОСИМ для моделирования процессов подготовки газа и конденсата // Технологии обустройства нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений. Сборник тезисов VI научно-технической конференции. — Томск, 2023. — С. 216–218.
2. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2021664140, 31.08.2021. Программный комплекс для мониторинга, прогнозирования и оптимизации работы нефтегазодобывающих объектов в режиме реального времени на основе создания цифрового двойника — «Интеллектуальный технолог»: заявл. 18.08.2021; опубл. 31.08.2021/ Имаев С.З., Дмитриев Л.М., Бордачев С.Г., Николаев Е.А., Войтенков Е.В., Ратаушкин В.А., Вовчук Л.Л. (Россия). — Бюл. № 9. — 1 с.

References

1. Voytenkov E.V. AEROSYM software package for modeling gas and condensate treatment processes // *Technologies for the development of oil, gas and gas condensate fields*. Collection of abstracts of the VI Scientific and technical Conference. Tomsk, 2023. pp. 216–218.
2. Certificate of the computer program registration RU 2021664140, 08/31/2021. A software package based on digital twins for on-line monitoring, prediction and optimization of oil and gas production facilities — «Virtual process engineer»: application 08/18/2021; published 08/31/2021/ Imaev S.Z., Dmitriev L.M., Bordachev S.G., Nikolaev E.A., Voytenkov E.V., Rataushkin V.A., Vovchuk L.L. (Russia). — Bull. # 9. — 1 p.

ВКЛАД АВТОРА / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Е.В. Войтенков — подготовил текст статьи, окончательно утвердил публикуемую версию статьи и согласен принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Evgeny V. Voytenkov — wrote the text, approved the final version, and agreed to take responsibility for all aspects of the article.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Евгений Валентинович Войтенков — заместитель генерального директора по развитию бизнеса ООО «АЭРОГАЗ»
140184, Россия, Московская обл., г. Жуковский,
ул. Луч, д. 24/1а.
e-mail: e.voytenkov@aerogas.ru
SPIN-код: 5259-6278
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9085-2044>
Scopus Author ID: 56095049900
Researcher ID: B-3727-2016

Evgeny V. Voytenkov — Business Development Director "AEROGAS" LLC
24/1a, Luch str., 140184, Zhukovskiy, Moscow region, Russia.
e-mail: e.voytenkov@aerogas.ru
SPIN-code: 5259-6278
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9085-2044>
Scopus Author ID: 56095049900
Researcher ID: B-3727-2016