

**«ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК» ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ: ПРОДУКТИВНЫЕ ПЛАСТЫ – СКВАЖИНЫ –
ГАЗОСБОРНАЯ СЕТЬ – ПУНКТ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕЙ АРМАТУРЫ
ЮЖНО-РУССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ»**

СТАРТ ПРОЕКТА «ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК» ГЕОЛОГО – ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ: ПРОДУКТИВНЫЕ ПЛАСТЫ – СКВАЖИНЫ – ГАЗОСБОРНАЯ СЕТЬ – ПУНКТ ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕЙ АРМАТУРЫ ЮЖНО-РУССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Установочное совещание под председательством заместителя Председателя Правления - начальника Департамента О.Е. Аксютинна по организации создания «Цифрового двойника», формирование Рабочей группы, 21.03.2018, г. Санкт-Петербург

КООРДИНАЦИЯ

Рабочая группа:

- ПАО «Газпром»;
- Винтерсхалл Дза Раша ГмбХ;
- ОМВ Раша Апстрим ГмбХ;
- ОАО «Севернефтегазпром»;
- ООО «Газпром ВНИИГАЗ»;
- ООО «НИИГазэкономика»

Техническая группа:

- ОАО «Севернефтегазпром»;
- ООО «Промнефтегазинжиниринг»;
- ООО «НПК «Интеллектуальные технологии»



ИСПОЛНИТЕЛИ

Подрядчик: ООО «Промнефтегазинжиниринг»

Субподрядчики: ООО «НПК «Интеллектуальные технологии»,
ООО «НИИГазэкономика»





РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТА «ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК» ВЫПОЛНЕНЫ В ЧЕТЫРЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПА:

I. Научно-исследовательская работа

I кв.– III кв. 2019 года

Разработаны:

- отчёт о НИР по результатам предпроектного обследования;
- аванпроект;
- технико-экономическое обоснование;
- техническое задание на выполнение опытно - конструкторской работы

II. Опытно-конструкторская работа

I кв.– III кв. 2020 года

Разработаны 23 раздела технорабочего проекта и сметная документация общим объемом 1300 листов с учетом требований ГОСТ 34.601-90, ГОСТ 34.201-89



IV. Ввод объекта «Цифровой двойник» в постоянную эксплуатацию

I - II кв. 2022 года

Проведение опытной эксплуатации с последующим вводом в постоянную эксплуатацию

III. Создание объекта «Цифровой двойник»

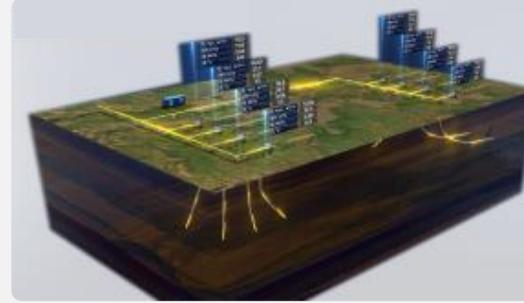
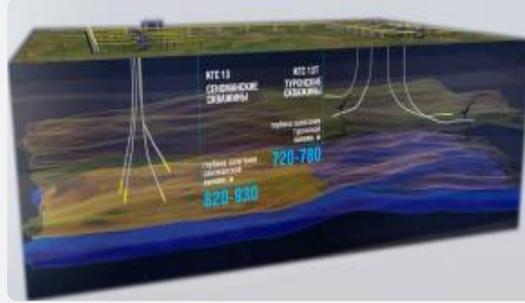
I – IV кв. 2021 года

Поставка оборудования и монтажные работы, разработка прикладного ПО «ОКО ЦД», пусконаладочные работы



ЭФФЕКТИВНАЯ СОВМЕСТНАЯ РАЗРАБОТКА СЕНОМАНСКОЙ И ТУРОНСКОЙ ЗАЛЕЖЕЙ

с учетом существенной разницы термобарических параметров работы скважин и технологических ограничений



ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ СКОПЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ГСС

за счет непрерывного моделирования и управления системой продуктивные пласты-скважины-ГСС

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ САМОЗАДАВЛИВАНИЯ СКВАЖИН

за счет рационального использования пластовой энергии



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ РАЗРУШЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ ГСС

за счет прогнозирования развития и анализа отклонений от установленных параметров

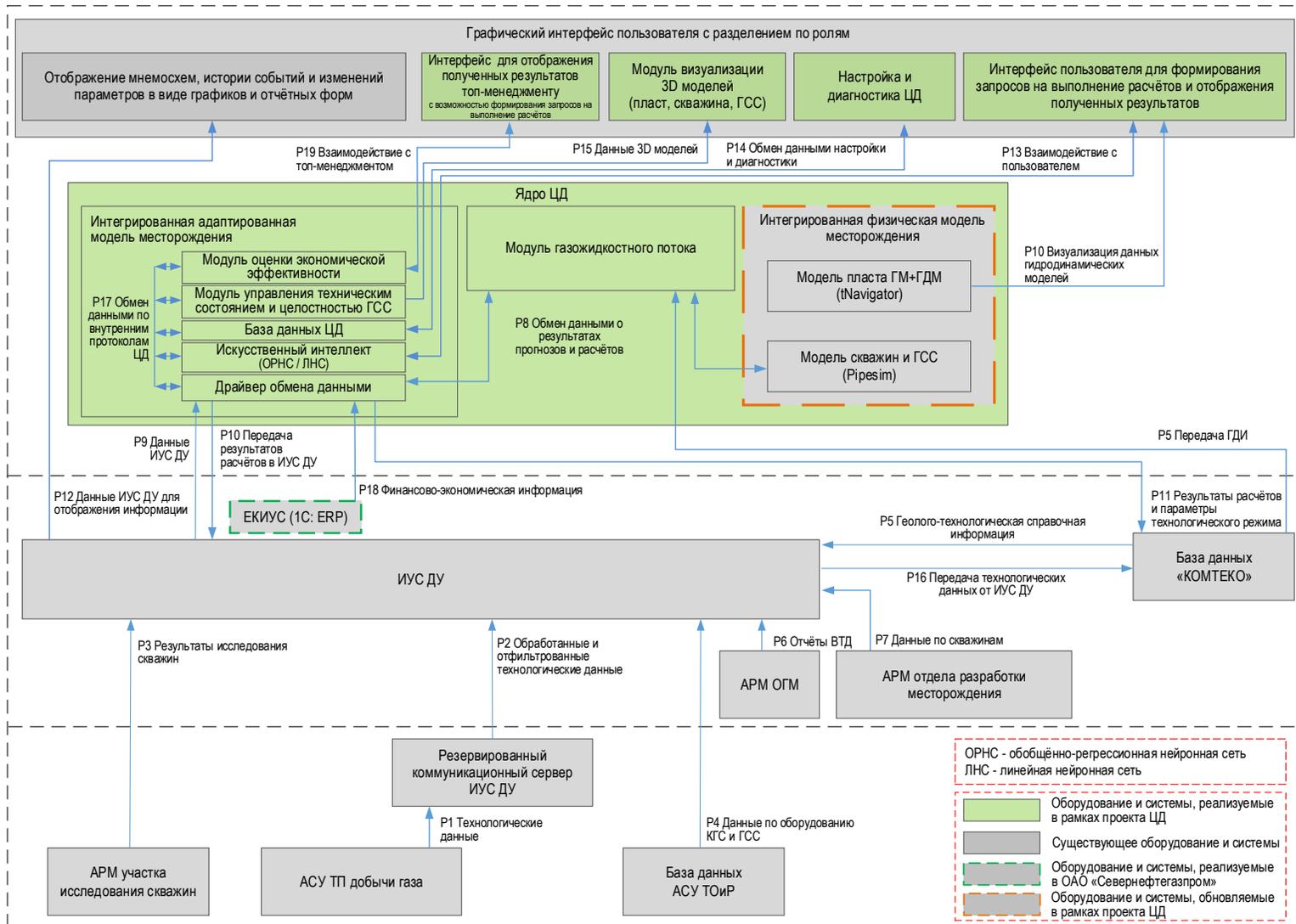
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПРОДВИЖЕНИЯ УРОВНЯ ГВК

на поздней стадии разработки месторождения



УПРАВЛЕНИЕ ДОБЫЧЕЙ ГАЗА ПРИ НЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЯХ НА СКВАЖИНАХ И ГСС

за счет комплексного моделирования всех звеньев технологической цепочки



ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК - законченная цифровая система, являющаяся программно-аппаратным комплексом, включающим в себя ИИ, средства моделирования, вычисления, планирования и прогнозирования, которая предназначена для поиска оптимального способа разработки и эксплуатации месторождения



В рамках выполнения НИОКР разработаны и регламентированы в технорабочем проекте алгоритмы моделирования, контроля, анализа и оптимизации данных, применяемых в ЦД, а также ПО «ОКО» для организации взаимодействия всех подсистем и выполнения задач ЦД с применением ИИ



| | |
|-------------------------------|--------------------|
| ЧИСТЫЙ ДЕНЕЖНЫЙ ДОХОД | 34 348 млн руб. |
| ЧИСТЫЙ ДИСКОНТИРОВАННЫЙ ДОХОД | 5 493 млн руб. |
| ВНУТРЕННЯЯ НОРМА ДОХОДНОСТИ | 32% |
| ИНДЕКС ДОХОДНОСТИ | 47 |
| СРОК ОКУПАЕМОСТИ | 10 лет |





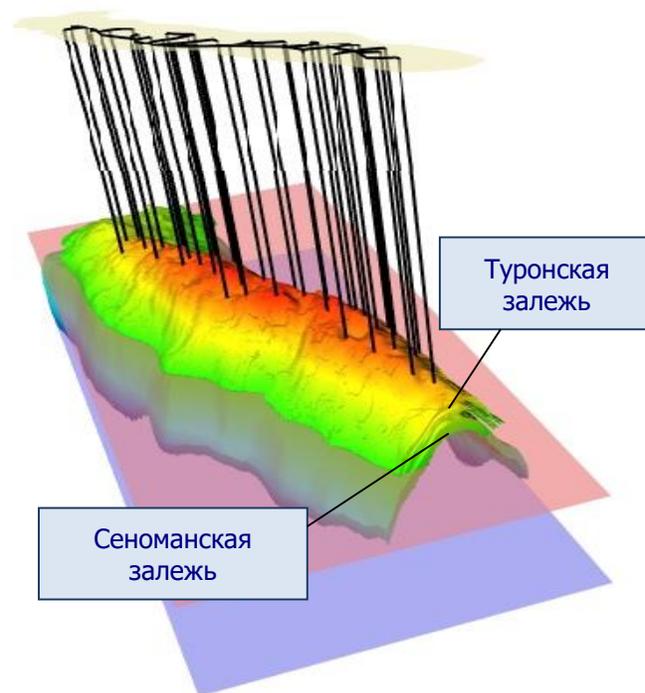
Предметом исследования являлись стратегически важные объекты Южно-Русского месторождения (продуктивные пласты, скважины, газосборная сеть, пункт переключающей арматуры), действующая автоматизированная система управления технологическими процессами и информационно-управляющая система диспетчерского управления, а также структурные подразделения ОАО «Севернефтегазпром».

При выполнении исследований применялись теоретический, качественный, эмпирический и математический методы.

Решенные задачи НИР:

- ✓ Определен перечень задач, решаемых ЦД
- ✓ Разработаны требования к структуре и функционированию ЦД
- ✓ Сформирован перечень подсистем ЦД, определены их назначение и основные характеристики
- ✓ Разработаны требования к надёжности ЦД и сохранности информации
- ✓ Разработаны требования к искусственному интеллекту ЦД
- ✓ Разработаны требования к математическому, информационному и техническому обеспечению
- ✓ Сформированы требования к обеспечению информационной безопасности
- ✓ Разработаны требования к входным данным и применяемому программному обеспечению

Южно-Русское нефтегазоконденсатное месторождение



Теоретическая значимость результатов НИР:

Определение и обоснование оптимальной программно-аппаратной архитектуры «Цифрового двойника», с учётом сформированных задач и необходимости внедрения новой информационной платформы, объединяющей искусственный интеллект, программное обеспечение для геолого-технологического моделирования, системы автоматизации и диспетчеризации

Практическая значимость результатов НИР:

Повышение эффективности совместной разработки сеноманской и туронской газовых залежей, с учётом существенной разницы значений термобарических параметров работы скважин и технологических ограничений

Предупреждение потери дебита и выбытия скважин при изменении геолого-технологических параметров на поздней стадии разработки сеноманской и туронской залежей

Повышение уровня отборов газа из сеноманской залежи за счет управления высоким энергетическим потенциалом туронской залежи

Сокращение затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования за счет предупреждения увеличения отклонений от установленных параметров и аварий на элементах технологической цепочки



Перечень документации, разработанной на этапе ОКР:

- **Общесистемные решения:**
 - Ведомость технорабочего проекта;
 - Ведомость эксплуатационной документации;
 - Паспорт;
 - Программа-методика испытаний;
 - Пояснительная записка;
 - Информационная безопасность
- **Техническое обеспечение:**
 - Инструкция по эксплуатации КТС;
 - Спецификация оборудования;
 - Таблица соединений и подключений;
 - План расположения оборудования;
 - Монтажный чертеж;
 - Чертеж общего вида;
 - Схема структурная комплекса технических средств;
 - Схема однолинейная.
- **Информационное обеспечение**
 - Перечень входных сигналов;
 - Перечень выходных сигналов;
 - Описание информационного обеспечения системы;
 - Описание организации информационной базы;
 - Описание массива информации;
 - Инструкция по формированию и ведению базы данных
- **Программное обеспечение:**
 - Описание программного обеспечения;
 - Спецификация программного обеспечения
- **Математическое обеспечение:**
 - Описание алгоритмов
- **Сметная документация**



ООО «Промнефтегазинжиниринг»
117587 Р.Ф. г. Москва, Варшавское шоссе, д.125Ж, корп.6
Телефон/Факс: +7 (495) 640-16-71

**«Цифровой двойник» геолого-технологической модели:
продуктивные пласты – скважины – газосборная сеть – пункт
переключающей арматуры Южно-Русского месторождения**

ТЕХНОРАБОЧИЙ ПРОЕКТ

23097723.425200.058

СОГЛАСОВАНО:
Генеральный директор
ООО «Промнефтегазинжиниринг»

С.П. Петрушенко
« 29 » 09 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. главного инженера – первого
заместителя генерального директора
ОАО «Севернефтегазпром»

А.А. Легай
« 29 » 09 2020 г.

2020



Профильными Департаментами ПАО «Газпром», научно-исследовательскими Центрами ООО «Газпром ВНИИГАЗ» рассмотрены результаты НИОКР, оформлены следующие заключения:



...«После завершения всего комплекса работ и получения положительного заключения конечного пользователя Системы – ОАО «Севернефтегазпром» рассмотреть возможность применения результатов Проекта на объектах ПАО «Газпром», с привлечением всех заинтересованных структурных подразделений ПАО «Газпром», и с учетом существующих ИТ-ландшафтов газодобывающих обществ ПАО «Газпром»



...«Проект является пилотным, инновационным и соответствует критериям Концепции реализации технологии «цифровых двойников» в рамках единого информационного пространства Группы Газпром. Для достижения максимального эффекта от реализации проектов по направлению цифровизации, предлагается сформировать на базе ООО «Газпром ВНИИГАЗ» центр компетенций, который будет проводить консолидацию и анализ результатов пилотных проектов по созданию цифровых двойников»



...«Винтерсхалл Дза ГмбХ работает над несколькими проектами по созданию цифровых двойников собственных морских платформ и поэтому всегда заинтересован в развитии цифровых технологий в сфере разведки и добычи. ОАО «Севернефтегазпром» предлагает инновационный и перспективный подход, который будет способствовать оптимизации производства и внесет положительный экономический вклад. Винтерсхалл Дза ГмбХ полностью поддерживает разработку цифрового двойника в ОАО «Севернефтегазпром» и с нетерпением ждет окончательной реализации проекта в конце 2021 года»



I - IV кв. 2021 года



СОЗДАНИЕ ОБЪЕКТА
«ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК»

- ① Поставка оборудования и монтажные работы
- ② Разработка прикладного программного обеспечения «ОКО ЦД»
- ③ Пусконаладочные работы



I - II кв. 2022 года



ВВОД ОБЪЕКТА В ПОСТОЯННУЮ
ЭКСПЛУАТАЦИЮ

- ④ Опытная эксплуатация:
 - устранение выявленных замечаний
 - наполнение базы данных и обучение ИИ
 - корректировка алгоритмов с учетом опыта эксплуатации
 - приемочные испытания
- ⑤ Ввод в постоянную эксплуатацию

ЗАТРАТЫ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ПРОЕКТА,
МЛН РУБ. (БЕЗ НДС)

174

- ① Изготовление и поставка оборудования, монтажные работы, I – II кв. 2021 г.

91,54

- ② Разработка прикладного ПО «ОКО ЦД», I – IV кв. 2021 г.

49,23

- ③ Пусконаладочные работы, III – IV кв. 2021 г.

33,23



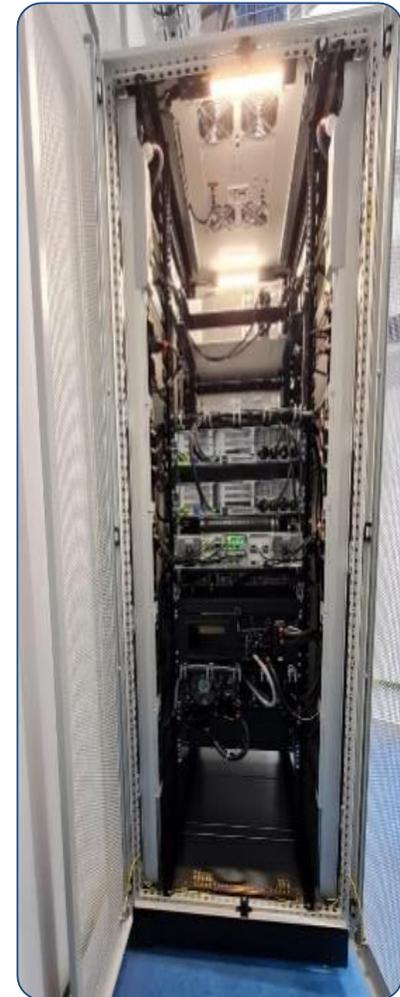
ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

| Наименование работ | Статус | Сроки | |
|--|-----------|------------|------------|
| | | Начало | Окончание |
| Изготовление оборудования для шкафа серверного ЦД | Выполнено | 11.01.2021 | 12.03.2021 |
| Оформление и изготовление лицензий на ПО для установки на оборудование шкафа серверного ЦД | Выполнено | 01.02.2021 | 31.03.2021 |
| Поставка оборудования и лицензий в соответствии со спецификациями ТРП | Выполнено | 21.04.2021 | 27.04.2021 |
| Сборка и монтаж шкафа серверного ЦД на площадке ОАО «Севернефтегазпром» | Выполнено | 23.04.2021 | 28.04.2021 |



На объекты ОАО «Севернефтегазпром» поставлено оборудование и ПО в составе:

- лицензии на ПО
- сетевое хранилище данных
- источник бесперебойного питания
- система хранения данных
- серверное оборудование
- кабельная продукция
- сетевое оборудование
- программаторы и др.



РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ "ОКО ЦД"

Наименование работ
Статус
Сроки
Начало
Окончание

Служба планирования расчетов

Выполнено

28.12.2020

30.11.2021

Служба управления техническим состоянием ГСС (модуль ВТД, модуль ЭХЗ)

Выполнено

28.12.2020

30.11.2021

Служба математического моделирования (модуль ГЖП, экономический модуль)

Выполнено

28.12.2020

31.12.2021

Служба балансировки вычислительной загрузки

Выполнено

28.12.2020

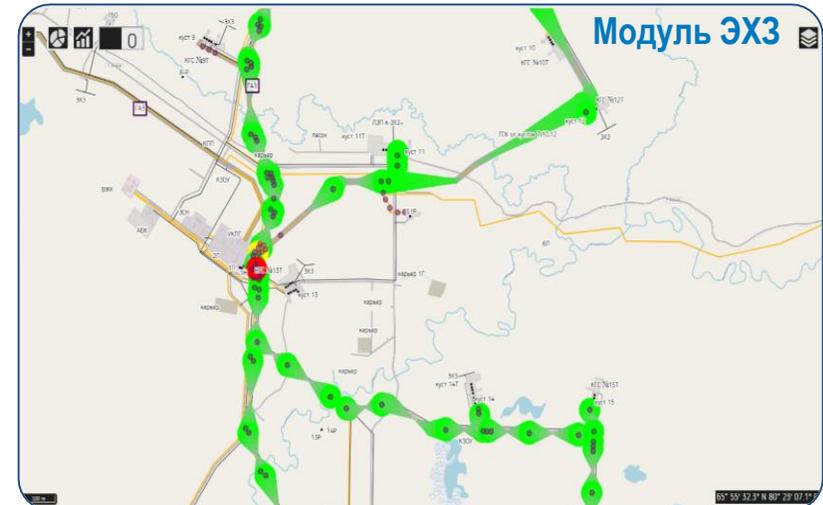
31.10.2021

Служба машинного обучения

Выполнено

28.12.2020

31.10.2021



Наименование службы/модуля

Статус

Краткий перечень работ

Модуль газожидкостного потока (ГЖП)

Выполнено

Проектные (2141 г.)

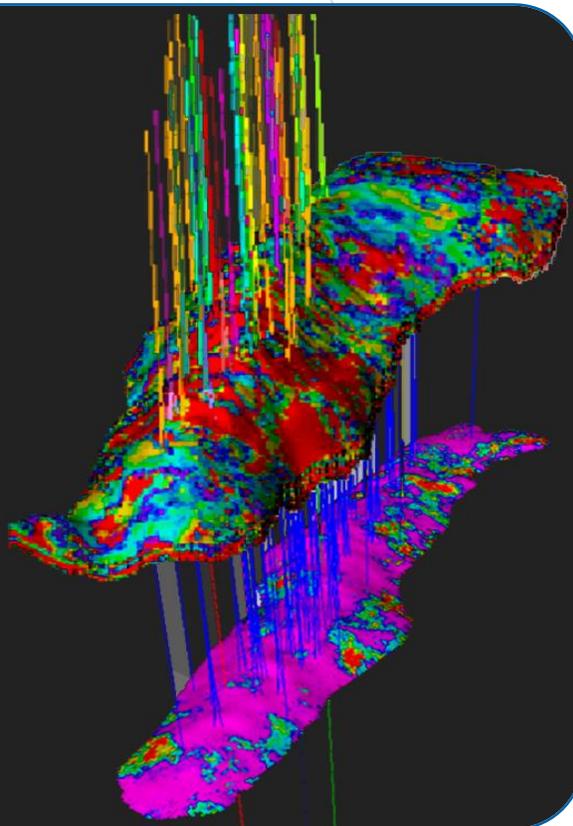
| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| КИГ по туронской залежи | 0,669 д. ед. (Категория В1) |
| КИГ по сеноманской залежи | 0,871 д. ед. (Категория А) |

Рентабельный период (2065г.)

| | |
|---------------------------|----------------------------|
| КИГ по туронской залежи | 0,53 д. ед. (Категория В1) |
| КИГ по сеноманской залежи | 0,827 д. ед. (Категория А) |

Текущие (дек. 2022 г.)

| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| КИГ по туронской залежи | 0,074 д. ед. (Категория В1) |
| КИГ по сеноманской залежи | 0,605 д. ед. (Категория А) |



- Разработан прототип микросервисной архитектуры службы математического моделирования
- Разработан адаптер для выполнения расчетов технологического режима работы скважин с использованием Pipesim через Python Toolkit
- Выполнена разработка гидродинамической модели пластов ЮРНГКМ с применением ПО tNavigator
- Разработана финальная версия модуля ГЖП

Результат:

Применение модуля ГЖП обеспечивает кратное сокращение длительности расчета технологических режимов работы скважин и выполнение их в автоматическом режиме, с использованием актуальных данных ГДИ, автоматического обмена данными между моделью, результатами ГДИ и телеметрией, а также многопоточных параллельных вычислений

РАСПОЗНАВАНИЕ АНОМАЛИЙ

Искусственный интеллект обрабатывает данные телеметрии, получаемые от ИУС ДУ, с помощью универсальной модели нейронной сети выявляет аномалии (отклонения от штатного режима работы), классифицирует аномалию по технологическому признаку. В режиме реального времени осуществляет мониторинг и предиктивный анализ производственных процессов с информированием персонала о причинах нештатной ситуации.

Служба машинного обучения по полученным результатам строит онлайн карту выявленных аномалий по всем скважинам с возможностью просмотра детальной информации по каждому событию.

В настоящее время искусственный интеллект способен осуществлять мониторинг и предиктивный анализ по аномалиям значений параметров расходомеров, датчиков давления, перепада давления, температуры и др.

Примеры аномалий, распознанных искусственным интеллектом:

Кратковременный вынос воды из скважины № 40-1



Гидратообразование в импульсной трубке датчика давления скв. № 10-3



Долговременный приток воды в скважину № 27-2



Отсутствует электропитание оборудования скважины № 28-4



Задачи, решаемые «ЦД» с применением искусственного интеллекта:

- Постоянный контроль состояния объектов геолого-технологической цепочки:
 - по данным физической модели;
 - по данным самообучающейся модели;
 - по показаниям приборов и результатам косвенных измерений.
- Обоснование решений по:
 - оптимальному режиму эксплуатации оборудования;
 - проведению регламентных и внеплановых работ

Обучение ИИ по каждой задаче выполняется на основании следующей информации:

- показания приборов и результаты косвенных измерений;
- входные данные о результатах исследований скважин и др.;
- результаты расчетов физической модели;
- решения оператора.

Для обучения ИИ используются все реализованные в системе алгоритмы (нейронные сети). По мере обучения производится верификация каждого обучаемого алгоритма, в результате чего из всех алгоритмов выбирается наиболее точно представляющий поведение системы в рамках поставленной пользователем задачи

Отчет по обучению искусственного интеллекта

| Метрика | Значения |
|---|--|
| Обнаружено аномалий | 53 |
| ИИ распознано | 47 |
| Процент обучения | 83.5 |
| Коэффициент распределения проблем | 0.783 |
| Период наблюдения | с 20:00 20.11.2022 г. по 20:00 30.11.2022 г. |
| Обнаружено аномалий с момента ввода в постоянную эксплуатацию | 5747 |
| ИИ распознано с момента ввода в постоянную эксплуатацию | 4707 |
| Процент обучения с момента ввода в постоянную эксплуатацию | 82.36 |

Наименование службы/модуля
Статус
Краткий перечень работ

Модуль электрохимзащиты (ЭХЗ)

Выполнено

- Разработаны прототипы модуля ЭХЗ
- Разработаны средства представления информации ЭХЗ
- Проведены работы по оцифровке (восстановлению числовых значений) исторических данных по ЭХЗ
- Разработана форма с предлагаемыми мероприятиями по устранению неисправностей

| Наименование | Дата события | Возможная причина неисправности | Мероприятия для устранения неисправности |
|--|--------------|--|--|
| Датчики | | | |
| УХЗ КГС20 | 21.09.2022 | Отклонение (исчезновение) значений показаний рабочих параметров СКЗ | Выезд персонала на участок ЭХЗ на КГС для устранения неисправности станции катодной защиты (СКЗ) |
| УХЗ КГС1 | 21.09.2022 | Отклонение (исчезновение) значений показаний рабочих параметров СКЗ | Выезд персонала на участок ЭХЗ на КГС для устранения неисправности станции катодной защиты (СКЗ) |
| Замеры выделить на карте | | | |
| КИП12 Шлейф КГСН5 ПК 2410 | 21.09.2022 | Уменьшение на 20% защитного потенциала на КИП по результатам сезонных замеров | Выезд бригады на данный участок для определения и устранения причин отклонения (участок ЭХЗ в ЛЭУ) |
| КИП13 Шлейф КГСН5 ПК 7450 | 21.09.2022 | Уменьшение на 15% защитного потенциала по результатам электрометрической диагностики | Выезд бригады на данный участок для определения и устранения причин отклонения (участок ЭХЗ в ЛЭУ) |
| КИП11 Шлейф КГСН5 ПК 04163.15 | 21.09.2022 | Уменьшение на 20% защитного потенциала на КИП по результатам сезонных замеров | Выезд бригады на данный участок для определения и устранения причин отклонения (участок ЭХЗ в ЛЭУ) |



Результат:

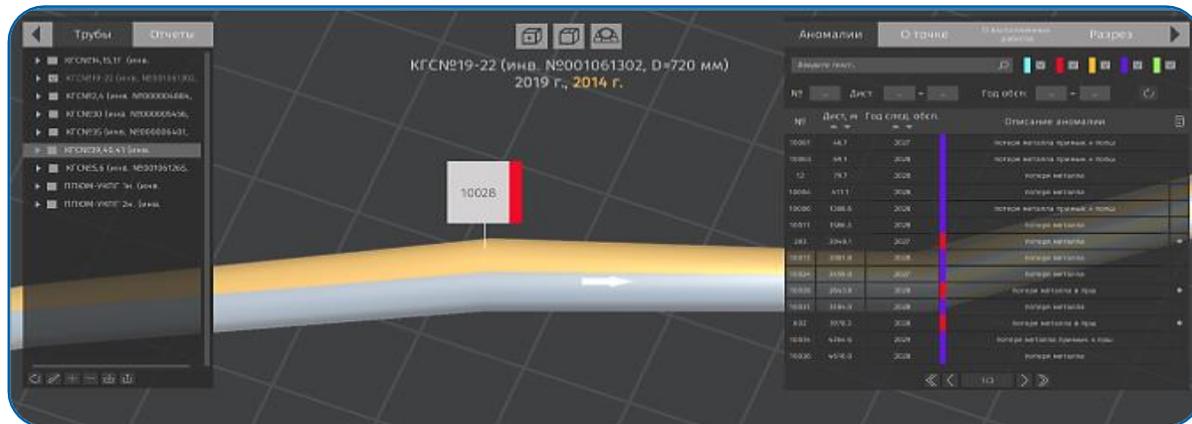
Модуль электрохимзащиты позволяет в реальном времени контролировать работу системы электрохимзащиты газопроводов и метаноопроводов ГСС и визуализировать значения их защитных потенциалов. Рекомендации, формируемые «Цифровым двойником» при отклонениях от нормального режима работы системы электрохимзащиты позволяют оперативно реагировать на возникающие изменения и организовывать оперативное устранение причин несоответствий

Наименование службы/модуля
Статус
Краткий перечень работ

Модуль внутритрубной диагностики (ВТД)

Выполнено

- Разработаны прототипы модуля ВТД
- Сформированы формы ввода, формализованы обрабатываемые данные
- Разработаны средства представления информации ВТД
- Разработан алгоритм предиктивного анализа с целью своевременного выявления отклонений состояния технологического трубопровода

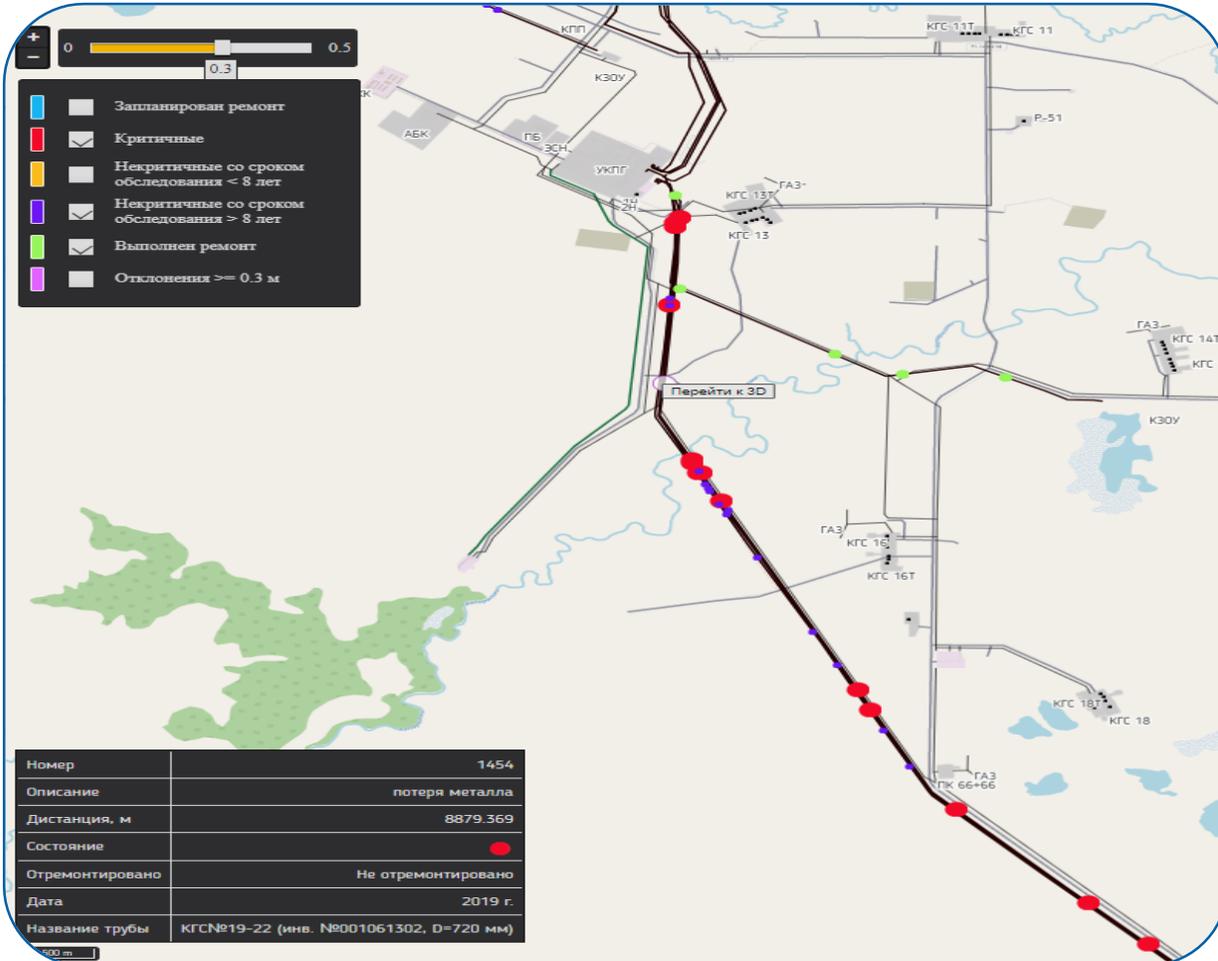


Результат:

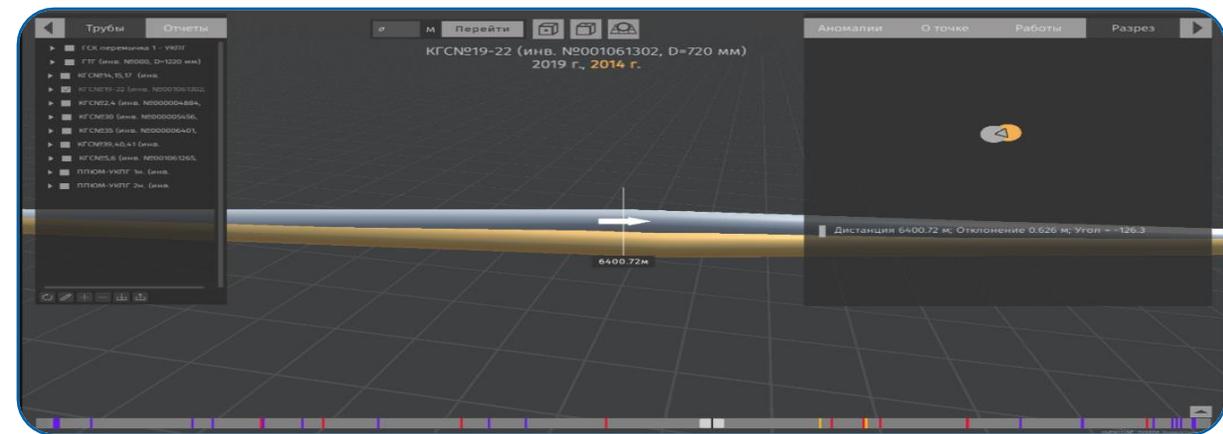
Модуль ВТД позволяет хранить и визуализировать результаты внутритрубной диагностики трубопроводов газосборной сети, а также анализировать, прогнозировать развитие выявленных основных аномалий: потерю металла, дефекты сварных соединений, изменение пространственного положения трубопроводов, для минимизации рисков нештатных ситуации и своевременного планирования работ по ремонту участков трубопроводов

ПРИМЕРЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОБНАРУЖЕННЫХ АНОМАЛИЙ ТРУБОПРОВОДОВ В МОДУЛЕ ВТД

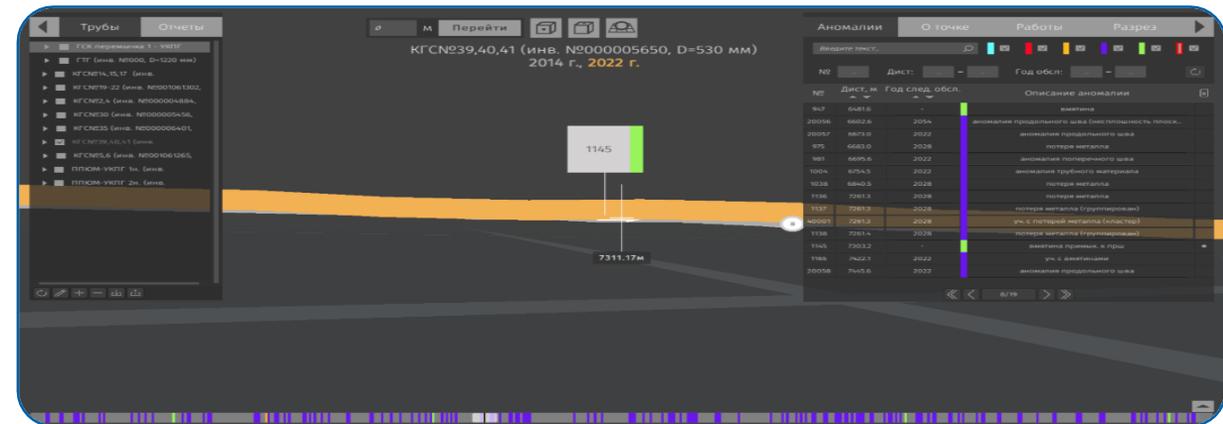
Карта ВТД



Смещение трубопровода на участке КГС №19-22



Вмятина на примыкании к продольному шву на участке КГС №30, 40, 41

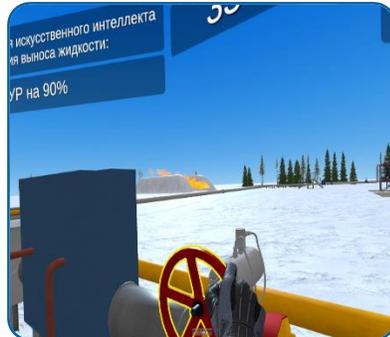
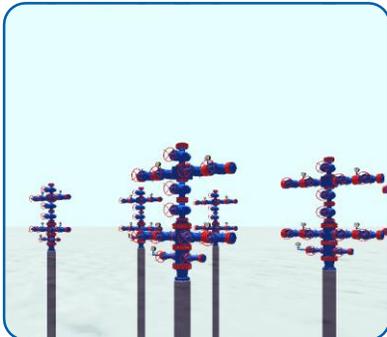
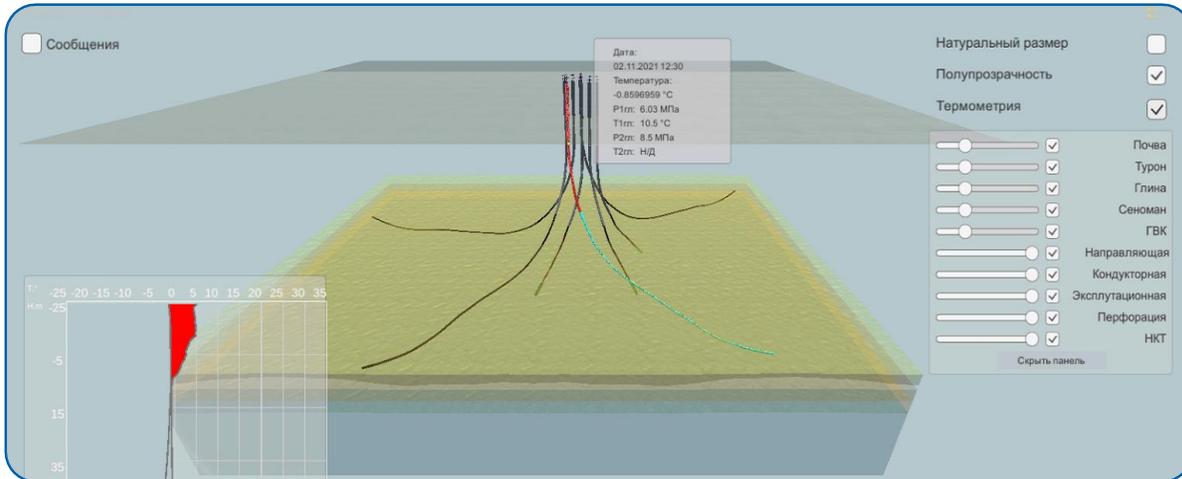


Наименование службы/модуля
Статус
Краткий перечень работ

3D модели кустов газовых скважин

Выполнено

- Разработаны прототипы 3D моделей КГС
- Разработаны средства представления информации 3D модели КГС
- Проведены работы по оцифровке инклинограмм скважин
- Разработан интерфейс для отображения 3D моделей кустов газовых скважин
- Выполнена интеграция 3D моделей КГС с моделью ПО Pipesim для отображения кривой гидратообразования

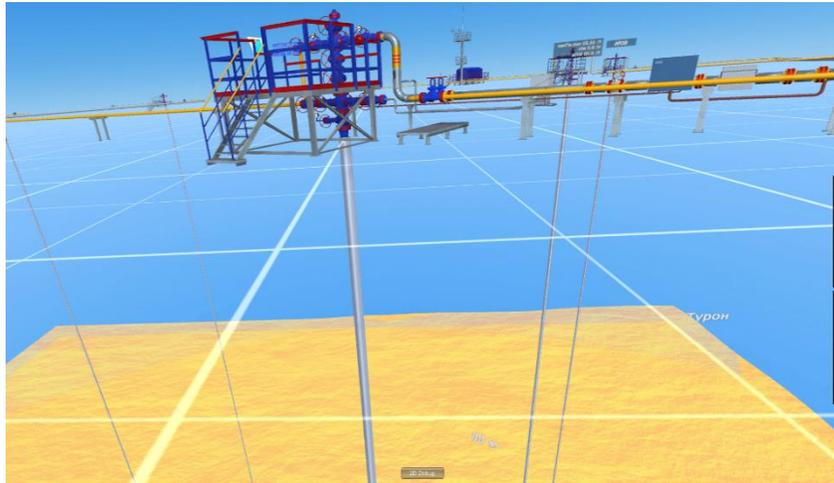


Результат:

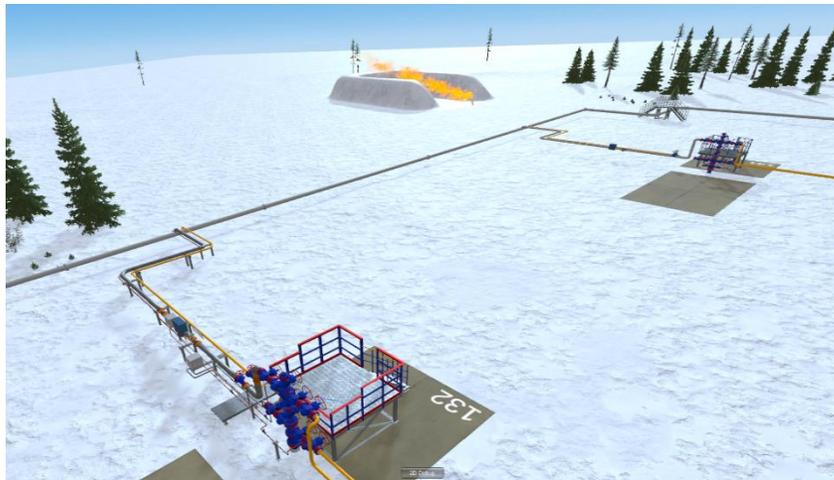
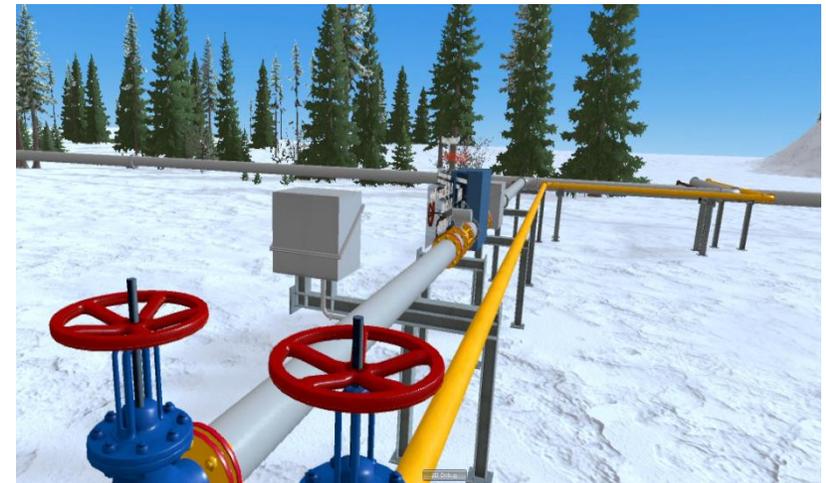
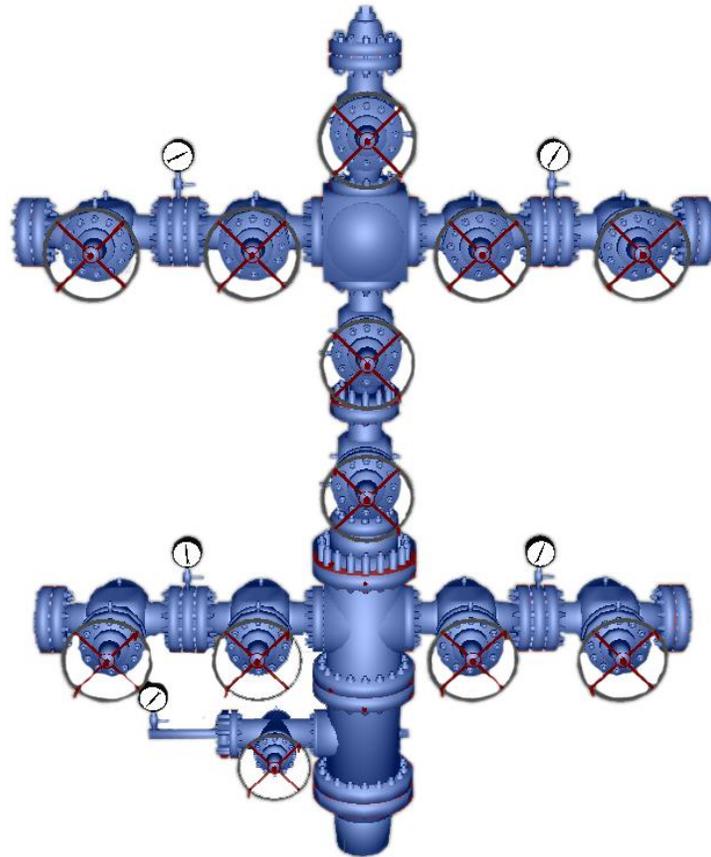
Визуализация цифровых 3D моделей сеноманских и туронских газовых скважин в масштабе с высокой точностью позволяет осуществлять предиктивный анализ приближения значения температуры газа к точке гидратообразования для оперативного, автоматического перерасчета количества подаваемого метанола

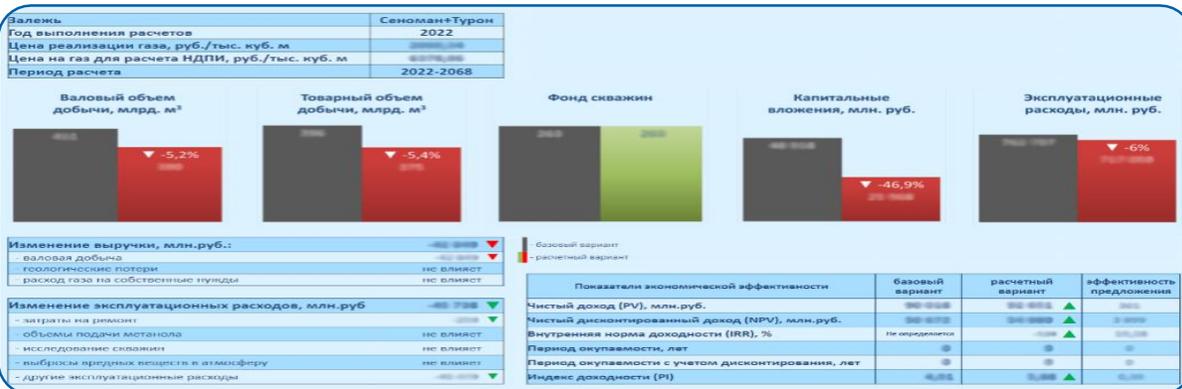
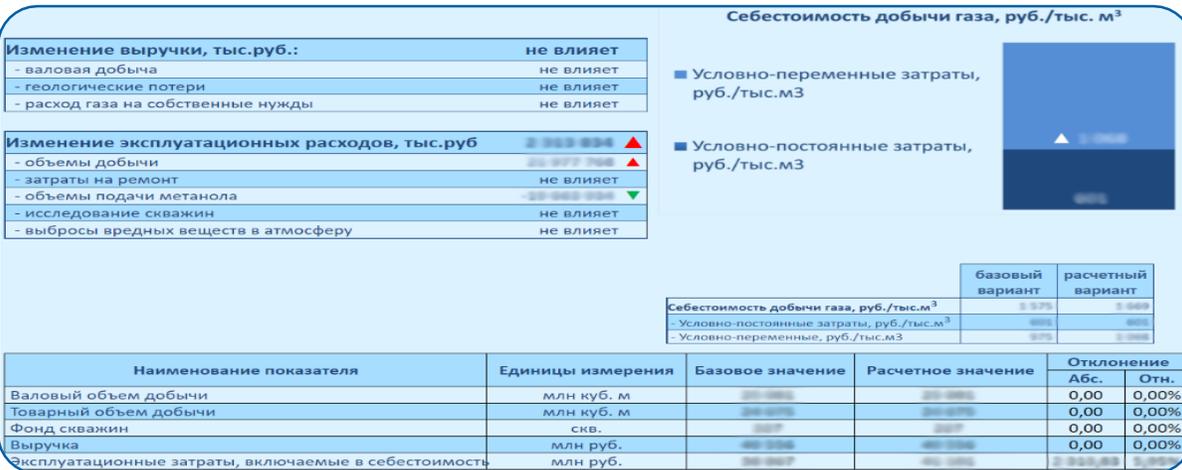
Применение 3D технологий в «Цифровом двойнике»

3D модель куста газовых скважин № 13 в VR пространстве позволяет без посещения объекта ознакомиться с оборудованием обвязки скважин и продуктивными пластами Южно-Русского месторождения



3D МОДЕЛЬ ФОНТАННОЙ АРМАТУРЫ СКВ. 132



Наименование службы/модуля
Статус
Краткий перечень работ
Экономический модуль
Выполнено


- Выполнено прототипирование микросервисной архитектуры службы экономического моделирования
- Загружено более 20 тыс. значений исходных данных для расчетов показателей себестоимости и эффективности
- Совместно с ООО «НИИгазэкономика» разработана математическая модель для расчета экономической эффективности в соответствии с требованиями СТО Газпром РД 1.12-096-2004

Результат:

Экономический модуль производит расчёты экономической эффективности и целесообразности проведения производственно-технологических мероприятий, в том числе:

- в краткосрочном периоде изменение показателей себестоимости:
 - товарного объёма добычи газа;
 - выручки;
 - эксплуатационных расходов.
- в долгосрочном периоде изменение показателей эффективности:
 - чистый доход;
 - чистый дисконтированный доход;
 - внутренняя норма доходности;
 - периоды окупаемости;
 - индекс доходности



УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

| № п/п | Факторы повышения качества управления |
|-------|---|
| 1 | <p>Ликвидация излишних бизнес-операций:</p> <ul style="list-style-type: none"> Сокращение количества проведения гидродинамических исследований скважин; Выдача тревог при отклонении режима работы скважины до срабатывания блокировок и защит, с целью исключения дополнительных ремонтных работ. |
| 2 | <p>Ускорение оперативности расчётов:</p> <ul style="list-style-type: none"> Кратное сокращение длительности расчета технологических режимов работы скважин и выполнение их в автоматическом режиме; автоматическая загрузка в ЦД результатов ГДИ скважин. |
| 3 | <p>Рост возможностей оптимизации решений за счёт многовариантности расчётов:</p> <ul style="list-style-type: none"> Возможность многократного пересчёта режима работы КГС с целью выбора оптимального варианта; Возможность качественного и своевременного планирования проведения ремонтных работ трубопроводов после анализа внутритрубной диагностики; Расчёт экономических показателей эффективности планируемых мероприятий. |



ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ЭФФЕКТ



РЕСУРСНЫЙ ЭФФЕКТ



ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ



ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ

Расчёт технологических режимов работы КГС

| ОПТИМАЛЬНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------|------------|--------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|--|
| ТР №2 НА МАЙ - 66.382 млн. м3/сут. | | | | | | | | | | | |
| Скорость газа в НКТ м/сек | Давл. труб. кг/см2 | Давл. затр. кг/см2 | Давл. забойн. кг/см2 | Депр., кг/см2 | Т уст., °С | Дебит газа, тыс.м3 | Диаметр штуцера, % | Диаметр лимитной шайбы, мм | Гидратный / Обводненный режим | Скорость газа в НКТ м/сек | |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |
| 28.67 | 26.6 | 32.2 | 34.6 | 3.13 | 6.9 | 421 | 76 | | Безгидратный | 21.1 | |
| 28.87 | 28.7 | 34.6 | 37.1 | 0.86 | 8.0 | 456 | 36 | | Безгидратный | 21.2 | |
| 30.92 | 28.7 | 34.1 | 36.7 | 1.24 | 8.1 | 449 | 35 | | Безгидратный | 20.9 | |
| 7.38 | 29.4 | 30.4 | 32.8 | 3.13 | 8.3 | 195 | 100 | | Безгидратный | 9.0 | |
| 8.00 | 29.4 | 32.7 | 35.2 | 1.27 | 7.3 | 256 | 100 | | Безгидратный | 11.8 | |
| 6.79 | 29.4 | 30.8 | 33.2 | 3.59 | 7.0 | 242 | 100 | | Безгидратный | 10.9 | |
| 24.37 | 23.8 | 28.0 | 30.2 | 6.31 | 6.3 | 342 | 100 | | Безгидратный | 19.0 | |
| 31.56 | 24.8 | 31.1 | 33.5 | 1.82 | 6.9 | 372 | 38 | | Безгидратный | 20.1 | |
| 28.00 | 26.4 | 31.5 | 33.9 | 1.84 | 7.0 | 403 | 23 | | Безгидратный | 20.3 | |
| 4.11 | 30.9 | 32.7 | 35.2 | 1.31 | 8.3 | 285 | 35 | | Безгидратный | 12.3 | |
| 8.01 | 30.7 | 32.3 | 34.8 | 1.88 | 7.1 | 286 | 48 | | Безгидратный | 12.4 | |
| 7.24 | 30.4 | 33.2 | 35.8 | 0.86 | 6.5 | 265 | 100 | | Безгидратный | 11.6 | |
| 29.78 | 24.8 | 28.9 | 31.1 | 3.81 | 6.4 | 365 | 28 | | Безгидратный | 19.6 | |
| 19.17 | 23.2 | 27.3 | 29.3 | 6.28 | 6.7 | 190 | 100 | | Безгидратный | 10.9 | |
| 26.03 | 27.0 | 31.2 | 33.4 | 0.92 | 7.5 | 389 | 68 | | Безгидратный | 19.3 | |
| 26.58 | 26.0 | 30.1 | 32.4 | 1.88 | 6.8 | 383 | 71 | | Безгидратный | 19.6 | |
| 30.11 | 26.3 | 31.3 | 33.6 | 0.45 | 6.4 | 390 | 18 | | Безгидратный | 19.6 | |
| 26.56 | 24.9 | 30.2 | 32.5 | 1.20 | 8.0 | 376 | 25 | | Безгидратный | 20.1 | |
| 26.73 | 26.1 | 30.0 | 32.3 | 1.87 | 6.9 | 382 | 24 | | Безгидратный | 20.2 | |
| 24.03 | 24.5 | 29.6 | 31.8 | 1.85 | 6.9 | 367 | 28 | | Безгидратный | 19.8 | |
| 11.25 | 28.5 | 30.2 | 32.4 | 1.58 | 8.0 | 257 | 100 | | Безгидратный | 12.0 | |
| 12.22 | 28.5 | 30.5 | 32.8 | 1.21 | 6.7 | 272 | 100 | | Безгидратный | 12.7 | |
| 14.28 | 28.6 | 30.9 | 33.1 | 1.05 | 7.8 | 297 | 100 | | Безгидратный | 13.8 | |
| 13.96 | 28.6 | 30.9 | 33.1 | 0.97 | 8.7 | 285 | 100 | | Безгидратный | 13.4 | |
| 26.53 | 26.3 | 30.2 | 32.4 | 1.29 | 7.1 | 393 | 100 | | Безгидратный | 20.5 | |
| 26.23 | 26.3 | 29.7 | 31.8 | 1.75 | 6.8 | 373 | 100 | | Безгидратный | 19.6 | |
| 26.30 | 26.4 | 30.5 | 32.7 | 0.88 | 7.0 | 403 | 83 | | Безгидратный | 21.1 | |
| 26.78 | 26.0 | 30.5 | 32.6 | 0.88 | 6.9 | 410 | 50 | | Безгидратный | 20.7 | |
| 26.39 | 26.4 | 29.6 | 31.7 | 1.81 | 6.4 | 390 | 83 | | Безгидратный | 20.3 | |
| 23.41 | 24.9 | 29.8 | 32.0 | 1.50 | 6.4 | 375 | 93 | | Безгидратный | 19.9 | |
| 26.32 | 26.2 | 29.7 | 31.9 | 1.59 | 7.4 | 385 | 84 | | Безгидратный | 20.3 | |
| 26.45 | 26.0 | 29.1 | 31.2 | 2.28 | 6.4 | 356 | 93 | | Безгидратный | 19.9 | |
| 21.85 | 24.2 | 27.9 | 30.0 | 3.47 | 6.2 | 297 | 100 | | Безгидратный | 16.4 | |
| 12.32 | 29.5 | 30.7 | 33.1 | 0.47 | 2.0 | 78 | -166 | 18 | Безгидратный | 3.5 | |
| 24.82 | 26.6 | 30.6 | 32.8 | 0.85 | 8.6 | 395 | 24 | | Безгидратный | 20.1 | |
| 24.82 | 26.7 | 30.6 | 32.8 | 0.88 | 7.9 | 398 | 32 | | Безгидратный | 20.7 | |
| 22.03 | 26.0 | 29.7 | 31.9 | 1.72 | 7.4 | 321 | 100 | | Безгидратный | 17.1 | |
| 22.03 | 25.1 | 30.1 | 32.3 | 1.24 | 7.2 | 401 | 92 | | Безгидратный | 21.2 | |
| 26.4 | 26.4 | 30.0 | 32.2 | 1.39 | 8.4 | 401 | 61 | | Безгидратный | 21.2 | |

ЦЕЛЯМИ НИР ЯВЛЯЮТСЯ:

Выполнение комплекса исследований для определения круга задач, решаемых при помощи «Цифрового двойника» установки комплексной подготовки газа и дожимной компрессорной станции Южно-Русского месторождения, на основе полученных исходных данных, оценок рентабельности и экономической эффективности

Определение оптимальной программно-аппаратной архитектуры «Цифрового двойника» с учётом выбранных задач, моделирования технологических процессов и 3 D объектно-ориентированных цифровых моделей оборудования установки комплексной подготовки газа и дожимного компрессорного цеха

| № п/п | ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ НИР |
|-------|--|
| 1 | Определение перечня задач, решаемых с использованием ЦД |
| 2 | Определение перечня применяемых в ЦД данных и параметров работы оборудования УКПГ и ДКС, полученных как прямыми измерениями, так и расчётным методом |
| 3 | Определение перечня необходимых исходных данных и ПО для функционирования ЦД |
| 4 | Определение и обоснование необходимых режимов функционирования ЦД |
| 5 | Определение оптимальной программно-аппаратной архитектуры ЦД |
| 6 | Анализ возможности работы ЦД в условиях действующей в ОАО «Севернефтегазпром» политики информационной безопасности |
| 7 | Разработка технико-экономического обоснования |
| 8 | Разработка технического задания на опытно-конструкторскую работу |

I этап. Предпроектное обследование

06.09.2022 - 31.12.2022

- изучение проектной документации;
- изучение круга задач, решаемых структурными подразделениями Общества, и определение эффективной области применения ЦД;
- изучение действующего на предприятии программного обеспечения;
- сбор исходных данных.

Результат:

Отчёт о предпроектном обследовании, согласованный с Рабочей группой



II этап. Разработка требований к ЦД

01.01.2023 – 31.03.2023

- определение целей и задач разработки ЦД;
- определение перечня необходимых для ЦД данных и программного обеспечения;
- разработка структуры базы данных необходимой для ЦД;
- определение необходимых для функционирования ЦД аппаратных ресурсов.

Результат:

Техническое задание на разработку ЦД, согласованное с Рабочей группой

III этап. Оформление результатов НИР

01.04.2023 – 31.05.2023

- технико-экономическое обоснование реализации ЦД;
- техническое задание на выполнение опытно-конструкторских работ;
- отчёт о НИР.

Результат:

Оформленная документация (ТЭО, ТЗ на ОКР, отчет о НИР)

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!
