

**Проект: Нейросетевое совершенствование
системы заводнения зрелых месторождений
Автор проекта: ООО «ТИНГ»**

Содержание	Слайд
Чек-лист ключевых пунктов проекта	3
Резюме проекта	4
Анализ рынка	5
Актуальность	6
Эффективность технологии	7-10
Определение уровня зрелости технологии	11
Вклад в решение тех. вызова	12
Ожидаемый эффект	13
Ценовое предложение для ВИНК	14
Принципиальная схема выполнения проекта	15
Дорожная карта проекта	16
КПЭ по этапам проекта	17
Результаты этапа «Поиск»	-
Карта финансирования	18
Ключевые риски проекта	19
Структура управления проектом	20
Проект решения	21
Расчёт бальной оценки	-

Чек-лист ключевых пунктов проекта



Пункт проекта	Решение	Комментарий	Критерии	Подтверждающий документ	Да/Нет	Обяз. / рекоменд.
Цель проекта	есть	Слайд 4	1. Определен потребитель (перечень потенциальных ДО)	-	да	обяз.
Вклад в решение технологического вызова	есть	Слайд 6, 12	2. Определены потенциальные системы и компоненты технологии	-	да	обяз.
Ожидаемый эффект	есть	Слайд 13	3. Обзор литературы подтверждает, что применение технологии возможно	-	да	рекоменд.
Способ реализации	-	Проект реализован	4. Теоретический или эмпирический дизайн решения. Эскизная проработка оборудования либо архитектура программных компонентов	-	да	обяз.
Схема реализации проекта	есть	Слайд 15	5. Компоненты технологии частично описаны (верхнеуровневое описание компонентов технологии)	-	да	обяз.
Дорожная карта и вехи проекта	есть	Слайд 16	6. Оценка производительности сделана для каждой системы или компонента	-	да	обяз.
Команда проекта	есть	Слайд 20	7. Первичный анализ показывает какой главный функционал должен быть сделан – приоритезация компонентов технологии	-	да	обяз.
Что уже сделано (описание текущего состояния)	есть	Слайд 11, 15	8. Моделирование и симуляция использованы для верификации физических принципов	-	да	рекоменд.
Применимость результатов проекта к активам	-	-	9. Определена схема взаимодействия систем или компонентов между собой, исходя из главного функционала	слайды 7-8	да	обяз.
Взаимодействие с другими функциями	-	-	10. Определены ключевые показатели эффективности технологии, требования и пределы отклонений от них	слайд 13	да	обяз.
КПЭ по этапам проекта	есть	Слайд 17	11. Аналитические исследования опубликованы в журналах/конференциях производственных/технических отчетах, при наличии таковых и необходимости публикации научных достижений	слайды 11	да	рекоменд.
Бюджет проекта (по этапам и годам)	-	Проект реализован	12. Индивидуальные части технологии работают по отдельности (т.е. отдельные части технологии/оборудования/установки могут представлять индивидуальную ценность)	-	да	рекоменд.
Ключевые риски проекта	есть	Слайд 19	13. Известно какие выходные параметры/интерфейсы доступны	-	да	обяз.
			14. Логика последующего развития технологии до уровня промышленного внедрения, включая область работ, график, затраты	слайды 14-17	да	обяз.
			15. Верхнеуровневые риски приведены и оценены. Разработаны мероприятия по снижению рисков	слайд 19	да	обяз.
			16. Определено какие исследования и эксперименты необходимо провести (исследовательский)	-	да	обяз.
			17. Посчитан ожидаемый экономический эффект применения технологии	слайды 9, 13	да	обяз.

Описание, цель, задачи и ожидаемые результаты

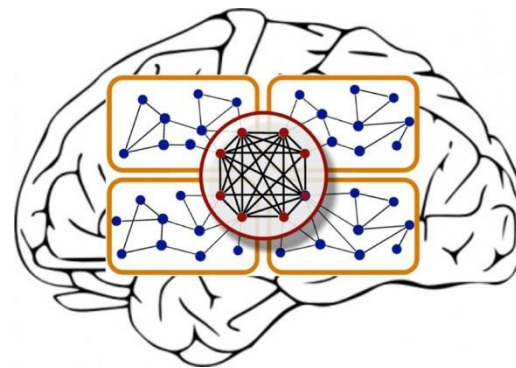
Цель: Повысить эффективность разработки зрелых месторождений, находящихся на третьей либо четвертой стадии разработки.

Задачи:

- определить пилотный участок для применения технологии нейросетевого совершенствования системы заводнения
- выполнить консолидацию исходных данных и оценить потенциал на пилотном участке
- развернуть программный комплекс «АТЛАС-Управление заводнением» в информационной среде Заказчика
- выполнить обучение специалистов Заказчика работе с ПК «АТЛАС-Управление заводнением»
- выполнить мониторинг за реализацией программы работ по нейросетевому совершенствованию системы заводнения на пилотном участке
- разработать стратегию масштабирования технологии нейросетевой оптимизации режимов нагнетания на всех месторождениях Заказчика

Ожидаемый результат:

- Цифровая модель управления режимами работы нагнетательных и добывающих скважин
- Сокращение операционной себестоимости добычи нефти
- Увеличение прибыли предприятия



Организация проекта

Ответственные за реализацию (ООО «ТИНГ»):

- **Руководитель проекта:** А.С. Завьялов, Т.М. Михальченко, К.А. Андонов
- **Техническая (рабочая) группа:** О.В. Цинкевич, А.Ю. Торопыгин.

Внешнее взаимодействие

Изготовление дистанционно-управляемых задвижек для регулирования режимов закачки
Развертывание системы передачи данных

Ожидаемый эффект от проекта

NPV = 2,7 млн. руб./скв. *

* по результатам практической реализации

Компания	Название программы	Принцип работы	Опыт внедрения	Заявленный эффект
TACHYUS	DataPhysicsTM	Моделирование нефтегазовых залежей на основе физики пласта с применением машинного обучения, искусственного интеллекта и алгоритмов оптимизации	25 000 скважин	5-15% увеличения дебита нефти на месторождении
ООО «ТЭЙКС»	ONETeics	Комбинация известного решения расчета межскважинного взаимодействия INSIM, разработанного профессором техасского университета Альбертом Рейнольдсом в 2017 году, с нейронной сетью.	1 000 скважин на семи месторождениях	63% увеличения добычи нефти за год
SOFOIL	PCT (Pulse Code Testing)	Анализ межскважинной деконволюции волн давления	3000 скважин (ориентировочно) на 12 месторождениях	-

Основные преимущества технологии «ТИНГ» над конкурентными:

- подтвержденная эффективность в ходе выполнения опытно-промышленных и промышленных работ на 13 проектах (5014 скважин);
- применение программно-аппаратного комплекса, позволяющего в реальном времени дистанционно управлять режимами работы добывающих и нагнетательных скважин на основе решения искусственного интеллекта.

Вызов Сократить непроизводительную закачку воды и избыточные отборы жидкости

Вызов Снизить темпы обводнения скважин на зрелых месторождениях

Вызов Восстановить пластовое давление в зонах отбора

Вызов Увеличить нефтеотдачу пласта за счет вовлечения в разработку слабодренлируемых запасов

Вызов Повысить полноту использования промысловых данных в задачах управления разработки

Вызов Сократить операционную себестоимость добычи нефти

Эффективность технологии (1/4)

Концепт технологии



1 Подготовка данных



Измерения $q_{ж}$, $f_{в}$, $q_{э}$
«шахматки»



Верификация
«сырых» данных

2 Анализ системы разработки



Энергетика
Компенсация
Слабодренлируемые запасы



Модель
ограничений

3 Оценка потенциала оптимизации



Модель
данных



Кластеризация
элементов заводнения



Нейронная
сеть



Многомерное
пространство решений



Выбор сценария оптимизации

- Глобальная оптимизация
- Локальная оптимизация
- Трансформация системы заводнения



Потенциал
оптимизации



Кластеризация
участков разработки

5 Прогнозная аналитика



Ранжирование участков
Ранжирование элементов заводнения



Дорожная карта работ



Профиль закачки, добычи и базовые показатели

6 Оперативный контроль

**Цифровой
технологический режим**

Контроль цифровых индикаторов
эффективности

Анализ причин изменения
добычи

Формирование компенсационных
мероприятий

Эффективность технологии (2/4)

Взаимодействие специалистов промысла



Нейросетевое моделирование

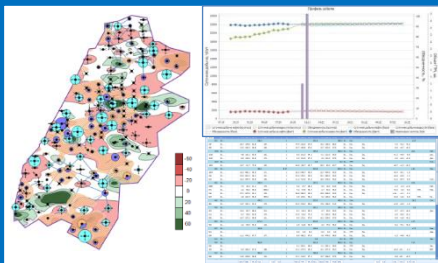


Решение
оптимизационной задачи

← Модель ограничений

Компетенции

- Предварительная обработка данных
- Кластеризация элементов заводнения
- Адаптация прокси-модели
- Решение оптимизационной задачи



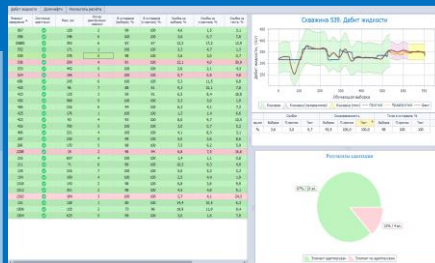
Оперативное управление



Цифровой
технологический режим

Компетенции

- Определение стратегии разработки
- Формирование модели ограничений
- Программа по трансформации системы заводнения
- Оценка базовой добычи
- Оценка эффективности ГТМ
- Профиль добычи и закачки
- Технико-экономическая оценка эффективности работ
- Формирование программы работ



Оперативный контроль



Компетенции

- Верификация промысловой информации
- Контроль ключевых индикаторов
- Контроль выполнения программы работ
- Контроль выполнения плановых показателей
- Диагностика причин отклонений
- Оперативное реагирование
- Формирование отчетов и сводок
- Цифровой технологический режим

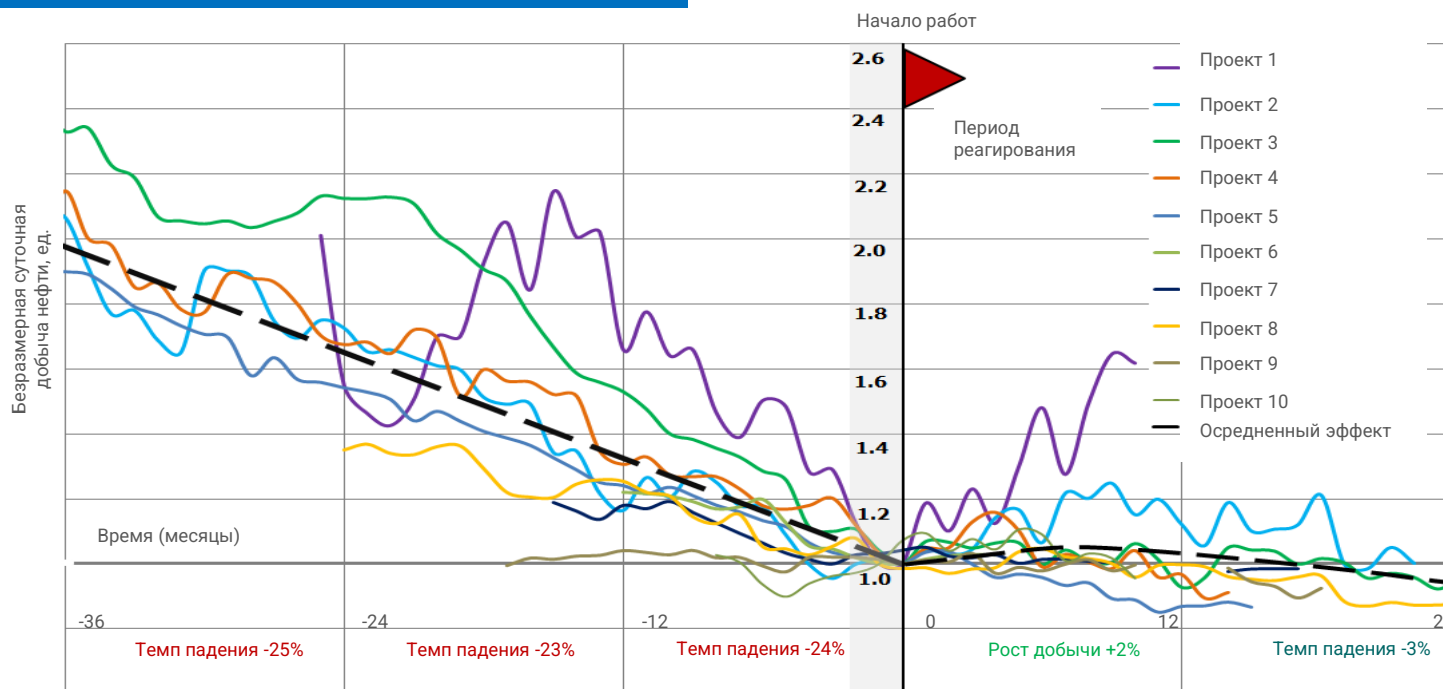


Эффективность технологии (3/4) Результаты практического применения



График эффективности работ
Репрезентативная выборка проектов

Эффективность



Увеличение
добычи нефти

6-51%

Снижение
затрат

2-26%

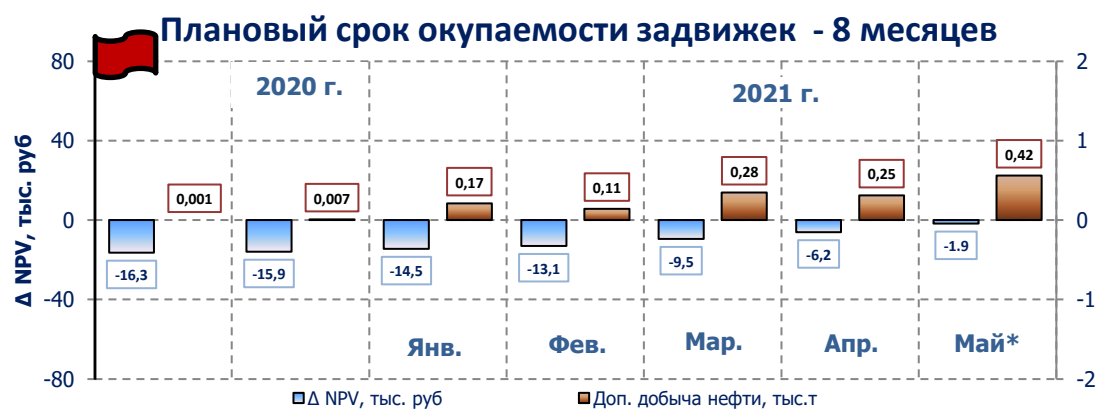
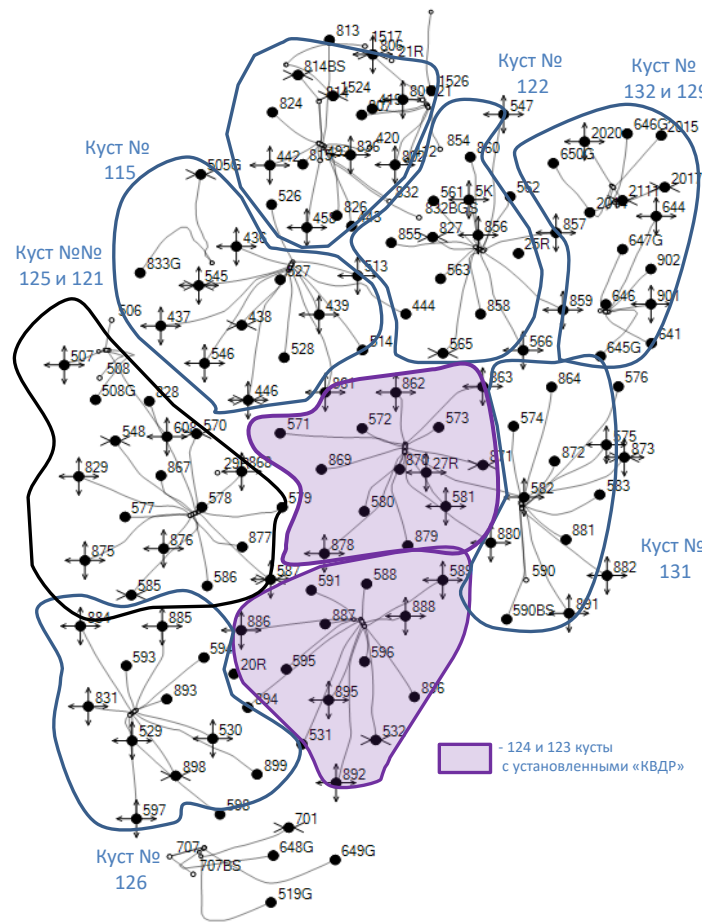
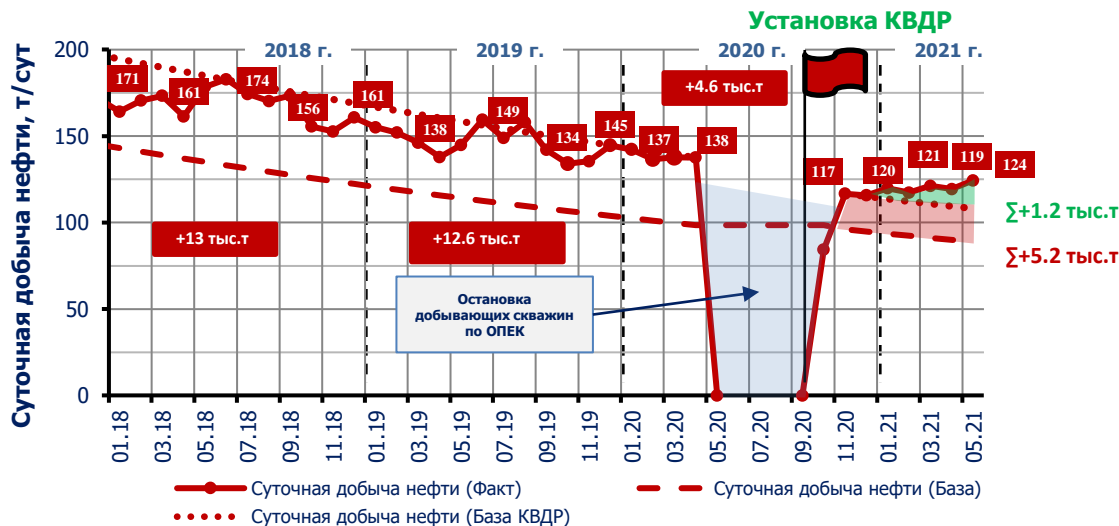
Показатели	Ед. изм.	Проект 1			Проект 2			Проект 3			Проект 4			Проект 5			Проект 6			Проект 7			Проект 8			Проект 9			Проект 10																										
		База	Факт	Δ, %	База	Факт	Δ, %	База	Факт	Δ, %	База	Факт	Δ, %	База	Факт	Δ, %	База	Факт	Δ, %	База	Факт	Δ, %	База	Факт	Δ, %	База	Факт	Δ, %																											
Суточная добыча нефти	т/сут	187	276	+48	97	146	+51	553	730	+32	2 296	2 662	+16	2 077	2 603	+25	312	352	13	1 955	2 065	6	598	747	+25	311	342	+10	2033	2151	6																								
Операционная себестоимость	руб/т	1 979	1 469	-26	495	510	-26	2 273	1 767	-22	3 428	3 146	-8	-	-	-	4 313	3 657	-13	1 234	1 105	-10	94.5	92.7	-2	4 399	4 267	-3	4795	4719	-2																								
Доп. добыча нефти	тыс.т	62			16			322			227			321			23			60			187			7			40																										
Суммарный ΔNPV	млн руб	376						1 967						1 561						1850						160						425						817						38						92					

Эффективность технологии (4/4)

Автоматизация промысла



КВДР – дистанционно управляемые краншаровые задвижки, позволяющие в онлайн режиме достигать оптимальных режимов закачки



* по состоянию на 15.05.2021 г.

Определение уровня зрелости технологии

Уровень развития технологии



УРТ	Описание
УРТ-1. Фундаментальные принципы технологии наблюдаемы и описаны	Это самый низкий уровень готовности. Научные исследования начинаются чтобы трансформироваться в НИОКР. Примеры: исследования статей, контакты с университетами и инновационными компаниями.
УРТ-2. Сформулированы технологическая концепция и/или возможные применения	Начинается изобретательская деятельность. Поскольку выявлены фундаментальные принципы, то может быть начато изучение возможных практических применений. Эти применения носят умозрительный (пока еще ненадежный) характер. Отсутствуют доказательства или детальные анализы в поддержку предположений. Но предположения (и эффект) удовлетворяют бизнес. Примеры ограничиваются аналитическими данными.
УРТ-3. Имеются аналитические и/или экспериментальные подтверждения по важнейшим возможностям технологии	Начата активная фаза R&D: аналитические исследования и лабораторные исследования* , направленные на физические подтверждения аналитических предсказаний по отдельным элементам технологии. (*) В целях оптимизации затрат допустимо использовать только лабораторные исследования (если это обусловлено условиями проекта).
УРТ-4. Основные компоненты протестированы в лабораторных условиях	Базовые технологические компоненты интегрированы для подтверждения возможности их совместной работы. УРТ имеет приблизительную достоверность системы по сравнению с конечным результатом.
УРТ-5. Основные компоненты прошли стендовые испытания	Базовые технологические компоненты интегрированы в систему в таком виде, что система функционирует как итоговый вариант по большинству показателей. Пример включают тесты высокой точности в имитирующих условиях и/или в диапазоне реальных моделируемых параметров.
УРТ-6. Прототип протестирован в условиях, близких к реальным	Промышленные модели и прототипы протестированы в реальных условиях. Главный шаг в готовности технологии.
УРТ-7. Прототип прошёл испытания в эксплуатационных условиях	Прототип полностью отражает запланированную систему. Итоговый прототип подтвердил свою работоспособность в полевых условиях.
УРТ-8. Успешное функционирование полноразмерной системы (в ограниченных условиях)	Технология подтвердила свою работоспособность в финальной форме и при ожидаемых условиях. Конец системной разработки технологии.

Теоретические основы технологии нейросетевого совершенствования системы заводнения, а также результаты практической реализации описаны в публикациях:

1. Патент RU2614338C1, ООО «ТИНГ», 2017 г.
2. Патент RU2715593C1, ООО «ТИНГ», 2020 г.
2. А.А.Потрясов, Л.С.Бриллиант, М.Ф.Печеркин, А.И. Комягин, Автоматизация процессов управления заводнением на нефтяном месторождении// Недропользование XXI век - № 6, 2016 г.
3. Л.С. Бриллиант, Цифровые решения в управлении добычей на «зрелых» нефтяных месторождениях// Журнал «Нефть. Газ. Новации» - № 4, 2018г.
4. Зарубин А.Л., Перов Д.В., Рябец Д.А., Бриллиант Л.С., Завьялов А.С., Горбунова Д.В., Симаков Е.А. Автоматизация процессов нейросетевой оптимизации режимов закачки воды на месторождениях АО «НК «Нефтиса» // Нефть. Газ. Новации – № 8 – 2020 г.
5. С.В.Арефьев, Р.Р. Юнусов, А.С. Валеев, А.Н. Корниенко, М.Р. Дулкарнаев, Д.В. Лабутин, Л.С. Бриллиант, М.Ф. Печеркин, Д.А. Кокорин, Д.В. Грандов, А.И.Комягин, Методические основы и опыт внедрения цифровых технологий оперативного планирования и управления режимами работы добывающих и нагнетательных скважин на участке ОПР пласта ЮВ1 Ватьеганского месторождения ГПП «Повхнефтегаз» (ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»). //Журнал - Недропользование XXI век – № 6 – 2017 г.
6. М.Р. Дулкарнаев, Л.С. Бриллиант, М.Ф. Данько, А.О. Елишева, О.В. Цинкевич, Архитектура цифровых решений управления режимами эксплуатации скважин в задачах эффективной разработки зрелых месторождений. // «Недропользование XXI век» - № 4 – 2020 г.
7. Рябец Д.А., Бескурский В.В., Бриллиант Л.С., Завьялов А.С., Горбунова Д.В., Симаков Е.А. Управление добычей на основе нейросетевой оптимизации режимов работы на объекте БС8 Западно-Малобалыкского месторождения. // Neftegaz.RU – № 6 [90] – 2019 г.
8. Полищук А.А., Трухин В.В., Бриллиант Л.С., Печеркин М.Ф., Блящук М.М., Цинкевич О.В., Алексеев А.С. Развитие практических решений в задачах Управления Заводнением на основе нейросетевой оптимизации режимов работы нагнетательных скважин // «Недропользование XXI век» - № 4 – 2019 г.
9. Рябец Д.А., Бескурский В.В., Бриллиант Л.С., Завьялов А.С., Горбунова Д.В., Симаков Е.А. Автоматизация процессов управления режимами работы нагнетательных скважин при нейросетевой оптимизации на объекте БС8 Западно-Малобалыкского месторождения // Neftegaz.RU – № 2 [98] - 2020 г.



Вызов Низкая эффективность системы ППД

Наименование ключевого показателя эффективности

Разработаны и запатентованы Способы оперативного управления заводнением пластов, в том числе при помощи нейронной сети - Патенты №№ 2614338, 2715593

Разработан программный продукт «АТЛАС-Управление заводнением», позволяющий осуществлять совместную работу междисциплинарной группы специалистов по нейросетевому моделированию, оперативному управлению и оперативному контролю за реализацией программы работ – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014611757.
Программа "АТЛАС-Управление заводнением" зарегистрирована в Едином реестре российских программ для ЭВМ под № 6352 от 07.04.2020 года на основании приказа Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ от 07.04.2020 года №162

Принято решение о промышленном внедрении Технологии в ПАО «ЛУКОЙЛ» - Протокол от 17.04.2017 г. (см. приложение)
С 2017 года осуществляется внедрение Технологии на месторождениях НК «Нефтиса» (см. приложение)

Разработана методика применения технологии нейросетевого совершенствования системы заводнения в различных горно-геологических условиях

Ожидаемый эффект от применения технологии связывается с

- уменьшением операционных затрат за счет сокращения непроизводительной закачки воды
- получением дополнительной добычи нефти за счет снижения обводненности продукции скважин

Результаты ТЭО на примере проекта № 3

Параметр		Ед. изм.	2016	2017	2018	2019	2020
Базовые показатели	Добыча нефти	тыс.т	296	220	189	164	140
	Добыча жидкости	тыс.т	1495	1491	1491	1491	1495
	Закачка воды	тыс.м3	2317	2310	2078	2072	1867
	Действующий фонд доб. скважин	ед.	139	135	114	107	109
	Действующий фонд нагн. скважин	ед.	77	76	77	78	87
	Затраты на проведение ГТМ	тыс. руб	70 878	76 948	28 830	77 356	62 322
	Операционные затраты	тыс. руб	485 958	484 525	438 422	675 444	627 725
	Среднемесячная операционная себестоимость добычи нефти	руб/т.н.	1 744	2 043	2 214	2 500	2 864
Фактические показатели	Добыча нефти	тыс.т	328	315	282	227	162
	Добыча жидкости	тыс.т	1504	1480	1420	1393	1471
	Закачка воды	тыс.м3	2680	2076	1761	1714	1871
	Действующий фонд доб. скважин	ед.	135	127	108	106	106
	Действующий фонд нагн. скважин	ед.	74	79	76	80	87
	Затраты на проведение ГТМ	тыс. руб	76 948	67 278	40 662	81 772	38 806
	Операционные затраты	тыс. руб	465 792	447 850	419 717	653 612	569 420
	Среднемесячная операционная себестоимость добычи нефти	руб/т.н.	1 625	1 668	1 653	1 819	2 072
Сокращение себестоимости		%	-7	-18	-25	-27	-28
NPV (факт - база) *		тыс. руб.	201 732	812 075	1 382 321	1 805 433	1 967 154

* ставка дисконтирования – 15%

Механизм внедрения	Этап «Анализ» 6 месяцев	Этап «Развертывание» 18 месяцев	Итого за 2 года	принятие решения о масштабировании	Этап «Масштабирование» 12 месяцев
	млн. руб	млн. руб	млн. руб		млн. руб
Без дистанционно-управляемых задвижек	50	105	155		стоимость зависит от объемов работ
С учетом дистанционно-управляемых задвижек	50	438	488		

* Расчет проведен на пилотном участке в 1000 скважин и соотношением добывающих и нагнетательных скважин 2 : 1

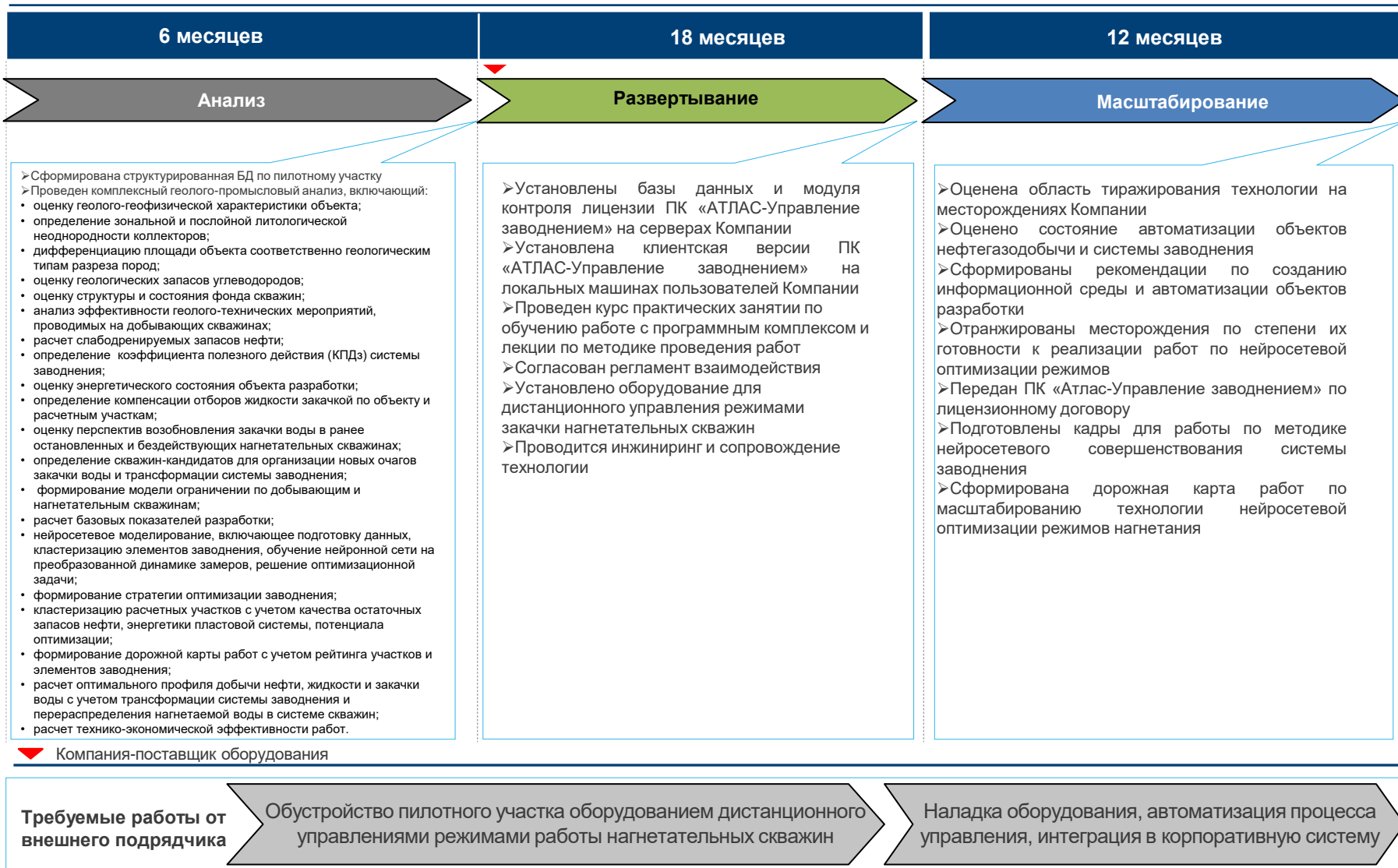
Принципиальная схема выполнения проекта



	Этап «Анализ» - 6 месяцев	Этап «Развертывание» - 18 месяцев	Этап «Масштабирование» 12 месяцев
ЦЕЛИ	<p>Определение пилотного участка и оценка потенциала</p>	<ul style="list-style-type: none"> Интегрирование ПК «АТЛАС-Управление заводнением» в информационную систему Компании Обучение специалистов Компании методике нейросетевого совершенствования системы заводнения Инжиниринг 	<p>Разработка стратегии масштабирования технологии нейросетевой оптимизации режимов нагнетания в Компании</p>
ЗАДАЧИ	<ol style="list-style-type: none"> Выбор пилотного участка для реализации технологии Сбор исходной информации и формирование банка данных Проведение комплексного геолого-промыслового анализа, включающего: <ul style="list-style-type: none"> оценку геолого-геофизической характеристики объекта; определение зональной и посплошной литологической неоднородности коллекторов; дифференциацию площади объекта соответственно геологическим типам разреза пород; оценку геологических запасов углеводородов; оценку структуры и состояния фонда скважин; анализ эффективности геолого-технических мероприятий, проводимых на добывающих скважинах; расчет слабодренлируемых запасов нефти; определение коэффициента полезного действия (КПДз) системы заводнения; оценку энергетического состояния объекта разработки; определение компенсации отборов жидкости закачкой по объекту и расчетным участкам; оценку перспектив возобновления закачки воды в ранее остановленных и бездействующих нагнетательных скважинах; определение скважин-кандидатов для организации новых очагов закачки воды и трансформации системы заводнения; формирование модели ограничения по добывающим и нагнетательным скважинам; расчет базовых показателей разработки; нейросетевое моделирование, включающее подготовку данных, кластеризацию элементов заводнения, обучение нейронной сети на преобразованной динамике замеров, решение оптимизационной задачи; формирование стратегии оптимизации заводнения; кластеризацию расчетных участков с учетом качества остаточных запасов нефти, энергетики пластовой системы, потенциала оптимизации; формирование дорожной карты работ с учетом рейтинга участков и элементов заводнения; расчет оптимального профиля добычи нефти, жидкости и закачки воды с учетом трансформации системы заводнения и перераспределения нагнетаемой воды в системе скважин; расчет технико-экономической эффективности работ. 	<ol style="list-style-type: none"> Развертывание базы данных и модуля контроля лицензии ПК «АТЛАС-Управление заводнением» на серверах Компании Установка клиентской версии ПК «АТЛАС-Управление заводнением» на локальных машинах пользователей Проведение специалистами ООО «ТИНГ» курса практических занятий по обучению работе с программным комплексом и лекции по методике проведения работ Согласование регламента взаимодействия Установка оборудования для дистанционного управления режимами закачки нагнетательных скважин Инжиниринг предполагает следующий перечень работ: <ul style="list-style-type: none"> ежедневный мониторинг за состоянием работы скважин; еженедельное формирование срезов по добыче нефти; ежемесячные научно-технические совещания по итогам работ предыдущий месяц и согласование программы геолого-технических и исследовательских работ на следующий месяц; ежеквартальная актуализация оптимальных режимов работы скважин. 	<ol style="list-style-type: none"> Оценка области применения технологии на месторождениях Компании Оценка информационной среды Заказчика Оценка состояния автоматизации объектов нефтегазодобычи и системы заводнения. Формирование рекомендации по созданию информационной среды и автоматизации объектов разработки Ранжирование месторождений по степени их готовности к реализации работ по нейросетевой оптимизации режимов Адаптация ПК «АТЛАС» для работы с корпоративными базами данных Передача ПК «Атлас-Управление заводнением» по лицензионному договору Подготовка кадров для работы по методике нейросетевого совершенствования системы заводнения Формирование дорожной карты работ по масштабированию технологии нейросетевой оптимизации режимов нагнетания
КПЭ (РЕЗУЛЬТАТЫ)	<p>Оценка потенциала применения технологии</p> <p>Стратегия эффективной разработки пилотного участка</p> <p>План мероприятий по достижению потенциала</p>	<p>Передача компетенции</p> <p>Мониторинг эффективности с помощью ПК «АТЛАС-Управление заводнением»</p> <p>Обустройство пилотного участка оборудованием ДУ</p>	<p>Адаптация ПК «АТЛАС-Управление заводнением» в корпоративную информационную систему</p> <p>Дорожная карта работ по масштабированию технологии на подготовленных участках Компании</p>

Дорожная карта проекта

План работ по этапам

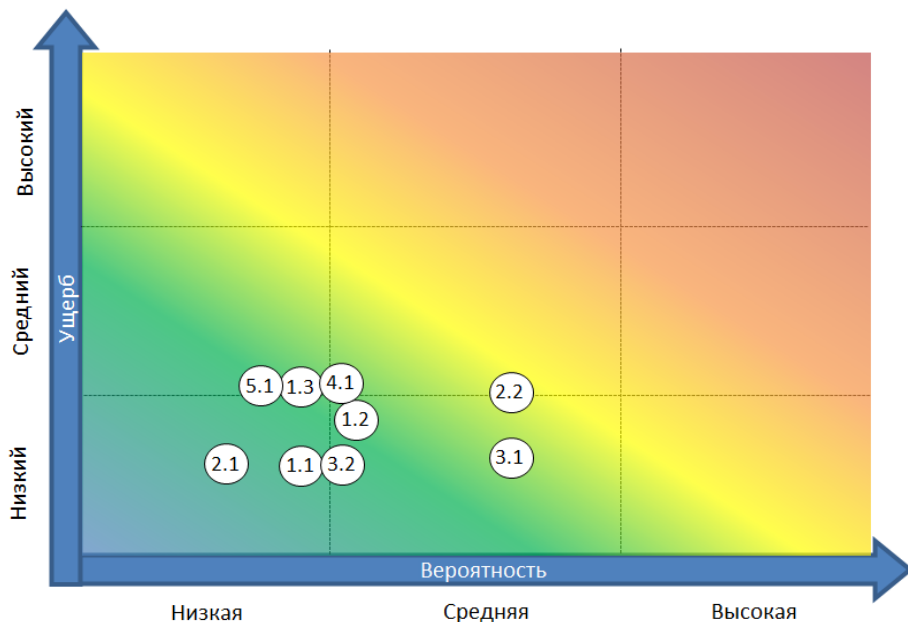


Этап	Срок	Показатели/ Критерии перехода на следующий этап		
Анализ	6 мес.	Выбран пилотный участок для реализации технологии		
		Собрана исходная информация и сформирован банк данных		
		Оценена геолого-геофизической характеристики объекта		
		Определена зональная и послойная литологическая неоднородность коллекторов		
		Площадь объекта дифференцирована соответственно геологическим типам разреза пород		
		Оценены геологические запасы углеводородов		
		Оценена структура и состояние фонда скважин		
		Проведен анализ эффективности геолого-технических мероприятий, проводимых на добывающих скважинах		
		Рассчитаны слабодренлируемые запасов нефти		
		Определен коэффициент полезного действия (КПДз) системы заводнения		
		Оценено энергетическое состояние объекта разработки		
		Определена компенсация отборов жидкости закачкой по объекту и расчетным участкам		
		Оценены перспективы возобновления закачки воды в ранее остановленных и бездействующих нагнетательных скважинах		
		Определены скважин-кандидатов для организации новых очагов закачки воды и трансформации системы заводнения		
		Сформирована модель ограничения по добывающим и нагнетательным скважинам		
		Рассчитаны базовые показатели разработки		
		Развертывание	18 мес.	Установлена базы данных и модуль контроля лицензии ПК «АТЛАС-Управление заводнением» на серверах Компании
				Установлены клиентской версии ПК «АТЛАС-Управление заводнением» на локальных машинах пользователей
Специалистами ООО «ТИНГ» проведен курс практических занятия по обучению работе с программным комплексом и лекции по методике проведения работ				
Согласован регламент взаимодействия				
Установлено оборудование для дистанционного управления режимами закачки нагнетательных скважин				
Масштабирование	12 мес.	Поведены работы по инжинирингу согласно регламенту		
		Оценена область применения технологии на месторождениях Компании		
		Выполнена оценка информационной среды Закачка		
		Оценено состояние автоматизации объектов нефтегазодобычи и системы заводнения		
		Сформированы рекомендации по созданию информационной среды и автоматизации объектов разработки		
		Месторождения отранжированы по степени их готовности к реализации работ по нейросетевой оптимизации режимов		
		ПК «АТЛАС» адаптирован для работы с корпоративными базами данных		
Осуществлена передача ПК «Атлас-Управление заводнением» по лицензионному договору				
Подготовлены кадры для работы по методике нейросетевого совершенствования системы заводнения				
Сформирована дорожная карта работ по масштабированию технологии нейросетевой оптимизации режимов нагнетания				

Разработка технологии нейросетевой оптимизации режимов нагнетания выполнена в период с 2013-2020 гг. за счет собственных средств ООО «ТИНГ» в размере 80 млн. руб.

Ключевые риски проекта

Матрица рисков



	Степень риска	Ущерб от риска	Вероятность риска	Управляемость риска
1	Низкий	<100 млн.руб.	<0,2	Есть компетенции у ГПН и у потенциальных подрядчиков
2	Средний	100 млн.руб. - 200 млн.руб.	от 0,2 до 0,6	Нет компетенций у ГПН, есть у потенциальных подрядчиков
3	Высокий	>200 млн.руб.	>0,6	Нет компетенций ни у ГПН, ни у потенциальных подрядчиков

№ п/п	Наименование риска	Способ предотвращения риска	Способ предотвращения наступившего риска	Ущерб	Вероятность	Управляемость
Технические						
1						
1.1	Не подтверждение технической возможности реализовать технологию	Технология реализована и апробирована на девяти месторождениях.	-	1	1	1
1.2	Не подтверждение заявленной эффективности технологии при реализации на пилотном участке	Предварительный анализ применимости технологии на этапе выбора пилотного участка	Рефрейминг проекта	1	1	1
1.3	Аварийность при реализации работ на пилотном участке.	Реализация технологии предполагает проведение стандартного комплекса ГТМ – смена штуцеров на нагнетательных скважинах, проведение ОПЗ/ПВР, перевод скважин в ППД и оптимизацию/деоптимизацию насосного оборудования.	Проведение ГТМ с соблюдением требований ПБ.	1	1	1
Экономические (внешние)						
2.1	Превышение прогнозной стоимости внешних услуг на проведение НИОКР.	Предварительное согласование стоимости НИОКР и заключение договора с контрагентом	Замораживание проекта, перенос на другой календарный год	1	1	1
2.2	Изменение макроэкономических параметров.	Анализ рынка	Рефрейминг проекта	1	2	1
Экономические (внутренние)						
3.1	Отсутствие выделенного финансирования.	Наличие договора на реализацию проекта	Замораживание проекта, перенос на другой календарный год	1	2	1
3.2	Низкая точность исходных данных для расчета ТЭО.	Проведение НИР, разработка Пред-ТЭО, оценка стоимости владения	Рефрейминг проекта	1	1	1
Организационные						
4.1	Сдвиг сроков реализации этапов проекта.	Регулярный мониторинг прогресса выполняемых работ	Мероприятия по оптимизации процессов, опции ускорения	1	1	1
Политические						
5.1	Инциденты, связанные с травматизмом при реализации технологии	Разработка, реализация и мониторинг мероприятий, обеспечивающих безопасность проведения работ.	Разработка детального плана мероприятий ОПР	1	1	1
				Итого	1	

В силу апробированности технологии риски ее реализации минимальны

Экспертная группа

Бриллиант Л.С.
Печеркин М.Ф.
Завьялов А.С.
Данько М.Ю.
Михальченко Т.М.

Группа по разработке программного обеспечения

Куликов А.И.
Муравьев И.А.
Вантяев С.В.
Николайчук М.Н.
Распоров Н.В.

Руководитель проекта

- Андонов К.А.

Техническая группа

Цинкевич О.В.
Кравцевич К.С.
Хазан В.Л.
Журавлева А.А.
Торопыгин А.Ю.
Пономарев Р.
Лещенко А.А.
Пацук С.В.
Акберова Э.Т.
Мизернова Е.С.
Наумова К.Э.
Гониев В.А.

Группа оперативного контроля за реализацией технологии

Сергеев Д.Е.
Мясник А.В.
Балашов Е.В.

1. Одобрить запуск проекта «Нейросетевое совершенствование системы заводнения зрелых месторождений».
2. Утвердить структуру управления проектом (слайд 20)
3. Утвердить финансирование проекта, в соответствии предполагаемым механизмом внедрения

Механизм внедрения	1 год, млн.руб	2 год, млн.руб	Итого
Без дистанционно управляемых задвижек	85	70	155
С учетом дистанционно-управляемых задвижек	196	292	488

Приложение

Утверждаю:

Генеральный директор
ТПП «Повхнефтегаз»
« _____ » А.С. Валеев
_____ 2017 г.

Акт проведения ОПР

по технологии управления заводнением на участке пласта ЮВ₁ Ватьеганского месторождения ТПП "Повхнефтегаз", выполненных компанией ЗАО «Тюменский институт нефти и газа» в рамках договоров № 15С1107 от 15.06.2015 г. и № 16С1086 от 03.06.2016 г.

17 апреля 2017 года

г. Когалым

Присутствовали:

от ТПП «Повхнефтегаз»:

Корниенко А.Н. - первый заместитель генерального директора - главный инженер
Дулкарнаев М.Р. - заместитель генерального директора по разработке месторождений – главный геолог
Мишин Д.А. - начальник ЦИТС Ватьеганской группы месторождений
Лабутин Д.В. - начальник отдела РНИГМ

от ЗАО «Тюменский институт нефти и газа»:

Бриллиант Л.С. - генеральный директор
Печеркин М.Ф. - директор по развитию

Повестка дня:

1. Предварительная оценка результатов опытно-промышленных работ по апробации технологии "Управления заводнением" на участке пласта ЮВ₁ Ватьеганского месторождения ТПП "Повхнефтегаз", выполненных компанией ЗАО "ТИНГ" по состоянию на 01.04.2017 г.
2. Достижение целей и задач программы ОПР, в соответствии с заявленными критериями эффективности.

Заслушали:

Бриллианта Л.С. о результатах опытно-промышленных работ, выполненных в рамках договоров № 15С1107 от 15.06.2015 г. по теме "Повышение эффективности системы заводнения участка ОПР пласта ЮВ Ватьеганского месторождения с применением программного комплекса "Атлас" и № 16С1086 от 03.06.2016 г. по теме "Повышение эффективности системы заводнения участка пласта ЮВ₁ Ватьеганского месторождения".

Объект ОПР: участок пласта ЮВ₁ Ватьеганского месторождения, ограниченный скважинами №№ 8894-8891Л-8735-9902-9903-8739-9330-9379-8929-9056-9161-8842-8885.

1

Цель работы - анализ эффективности сложившейся системы заводнения, определение степени вовлечения запасов в разработку, определение зон с перекompенсацией и недостаточной компенсацией отборов жидкости, выработка рекомендаций по совершенствованию системы заводнения на основе анализа промысловых данных, формирование адресной программы геолого-технических мероприятий для стабилизации добычи и рациональной разработки юрских отложений.

Задача – стабилизация добычи нефти и сокращение операционных затрат за счет воспроизведения успешных событий на скважинах, которые демонстрируют снижение обводненности и рост дебитов нефти, особой последовательности и номенклатуры работ, обеспечивающих оптимальные отборы жидкости и закачки воды.

Ожидаемый результат - повышение эффективности оперативного управления производственными задачами, формализация подходов в системе принятия решений, увеличение объемов добычи нефти, сокращение объемов попутно добываемой воды, минимизация энергозатрат и операционной себестоимости.

В основе системы принятия решений – современный автоматизированный комплекс, включающий в себя методы математической статистики, искусственные нейронные сети и прокси-модели. Апробация технологии "Управления заводнением", является начальным этапом формирования интеллектуальной системы управления промыслом.

Практическая реализация опытно-промышленных работ выполнялась в соответствии с временным регламентом по взаимодействию и разграничению ответственности между ТПП "Повхнефтегаз" и ЗАО "ТИНГ", утвержденным протоколом геолого-технического совещания от 04.12.2015 г.

Объем передачи промысловых данных от Заказчика Исполнителю, а также механизм пополнения банка промысловой документации регламентировался согласованной схемой, отраженной в приложении 1 к "Временному регламенту взаимодействия".

Анализируемый период практической реализации опытно-промышленных работ по внедрению технологии "Управления заводнением" – январь 2016 г. - март 2017 г.

В процессе геолого-промыслового анализа изучены основные закономерности распределения литологических и фильтрационных характеристик по интервалам разреза; режимы эксплуатации добывающих и нагнетательных скважин, источники обводнения и взаимовлияния скважин; результаты промыслово-геофизических исследований скважин, характеризующие распределение профиля приемистости по интервалам разреза; результаты гидродинамических исследований и фактор техногенной трещиноватости; энергетическое состояние залежи, баланс отборов жидкости и закачки воды; влияние темпов разработки на нефтеотдачу; эффективность проводимых на месторождении геолого-технологических работ (ГРП, ОПЗ, ВПП, РИР, перфорационные работы).

На основе анализа взаимовлияния скважин и решения оптимизационной задачи в элементах заводнения выполнялось ежемесячное обоснование норм отборов и закачки по эксплуатационному фонду с ранжированием скважин по величине ожидаемого технологического эффекта.

В рамках взаимодействия со специалистами технологических служб ТПП "Повхнефтегаз" ЗАО "ТИНГ" проводились работы по актуализации программы управления заводнением с представлением и утверждением плана-графика работ на следующий месяц на совместных геолого-технических совещаниях.

Эффективность работ определялась дополнительной добычей нефти относительно базовых показателей, установленных Заказчиком.

Результаты работ.

С целью эффективного взаимодействия в рамках апробации технологии "Управления заводнением" сформирован "пилотный" вариант проектной команды, включающий профильных специалистов технологических служб ЦДНГ и ЦИТС

2

ТПП "Повхнефтегаз", ответственных за планирование, исполнение и контроль производственной деятельности, а также сотрудников ЗАО "ТИНГ", обеспечивающих инженерную и информационную поддержку системы принятия решений в задачах управления заводнением.

В период 3 квартал 2016 г. - 1 квартал 2017 г. сотрудники ООО "ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь" (три специалиста), представляющие ЦДНГ-3, ЦИТС и отдел РНИГМ ТПП "Повхнефтегаз" прошли обучение по особенностям внедрения технологии управления добычей и оптимизации системы ППД в рамках модулей:

1 модуль (15-17 ноября 2016 г.) темы "Анализ добычи", "Эффективность ГТМ", "Базовая добыча";

2 модуль (21-23 декабря 2016 г.) темы "Взаимовлияние скважин", "Компенсация отборов", "Прокси-Моделирование", "Оптимизация закачки";

3 модуль (20-22 февраля 2017 г.) темы "Планирование режимов", "Прогноз добычи", "ГЭО ГТМ", "Анализ отклонений".

По завершении каждого этапа обучения выданы соответствующие сертификаты о повышении квалификации.

Предварительные итоги реализации программы ОПР по оптимизации системы заводнения на Ватьеганском месторождении за период январь 2016 г. - март 2017 г. свидетельствуют о достижении заявленных целей и подтверждают эффективность апробируемой технологии. Детализация динамики базовых и фактически достигнутых на участке ОПР показателей эксплуатации скважин представлены в Приложениях 1-2.

В целом за анализируемый период реализации ОПР (январь 2016 г. - март 2017 г.) объем дополнительной добычи нефти составил 55,2 тыс.т (в т.ч. 32,7 тыс.т за 2016 г. и 22,5 тыс.т за 1 квартал 2017 г.).

Выполненная экономическая оценка свидетельствует о приросте NPV на величину 574,4 млн.руб. (в т.ч. 360,9 млн.руб. за 2016 г. и 213,5 млн.руб. за 1 квартал 2017 г.). Снижение операционной себестоимости добычи нефти за весь период составило 3 146,0 руб./т.н. (-16 %), в т.ч. 2 323,0 руб./т.н. (-12,5 %) в 2016 г. и 7 698 руб./т.н. (-30,8 %) в 1 квартале 2017 г.

Темп падения добычи нефти по переходящему фонду скважин с внедрением технологии "Управления заводнением" снизился в 2016 году по отношению к 2015 г. более чем в три раза - с 19,0 до 5,2 %, предотвращен рост обводнения продукции скважин (Приложение 3).

Отметили:

Предварительные показатели эффективности ОПР по внедрению технологии "Управления заводнением" за анализируемый период характеризуются следующими значениями:

- Прирост добычи нефти относительного базового уровня на 15,7 %.
- Сокращение объемов попутно добываемой воды на 2,7 %.
- Более 60 % от прироста добычи нефти обусловлено снижением темпов обводнения продукции скважин.
- Сокращение операционной себестоимости добычи нефти на 12,5 %.

3

После обмена мнениями постановили:

1. Предварительные результаты оценки эффективности апробируемой на участке ОПР пласта ЮВ₁ Ватьеганского месторождения технологии "Управления заводнением" за период январь 2016 г. - март 2017 г. соответствуют заявленным целям.
2. Положительные результаты оценки технологической и экономической эффективности ОПР по апробации технологии "Управления заводнением" позволяют рекомендовать расширение области её применения, перехода от отдельного объекта разработки к управлению производственной единицей (ЦДНГ, ЦИТС) за счет развития внутрипроизводственных компетенций и формализации процессов в системе принятия решений
3. Последующее тиражирование апробированной технологии по завершению этапа ОПР, рекомендуется в формате промышленного внедрения интеллектуальной системы интегрированного планирования работ при управлении разработкой нефтяного месторождения.
4. После утверждения акта проведения ОПР, информацию разместить в корпоративной системе управлений знаний (СУЗ).

Заместитель генерального директора - главный инженер ТПП "Повхнефтегаз" Корниенко А.Н.

Заместитель генерального директора по разработке месторождений - главный геолог ТПП "Повхнефтегаз" Дулкаряев М.Р.

Начальник ЦИТС Ватьеганской группы месторождений ТПП "Повхнефтегаз" Мишин Д.А.

Начальник отдела РНИГМ ТПП "Повхнефтегаз" Лабутин Д.В.

Генеральный директор ЗАО "ТИНГ" Бриллиант Л.С.

Директор по развитию ЗАО "ТИНГ" Печеркин М.Ф.

4







Справка об эффективности работ

ООО «ТИНГ» совместно с ООО «КанБайкал» начиная с мая 2017 года проводит работы по теме «Управление добычей на основе нейросетевой оптимизации режимов работы скважин на зрелых месторождениях». Работы проводились на Западно-Малобалыкском месторождении. Общий фонд скважин, охваченный работами - 250 единиц. По состоянию на 01.11.2019 г. достигнута следующая эффективность работ:

Объект БС₈

Среднесуточная добыча нефти за период Май 2017г. – Октябрь 2019г., т/сут		
База	Факт	%
649	796	+22,7

Объект АС₄

Среднесуточная добыча нефти за период Июнь 2019г. – Октябрь 2019г., т/сут		
База	Факт	%
313	339	+8,3

Западно-Малобалыкское м/р

Среднесуточная добыча нефти за период Май 2017г. – Октябрь 2019г., т/сут		
База	Факт	%
962	1135	+18,0

Высокая эффективность работ достигнута за счет снижения показателей обводненности, интенсификация отборов жидкости не осуществлялась.

В планах ООО «КанБайкал» на 2020 год реализация пилотного проекта по оснащению двух кустовых площадок оборудованием дистанционного управления режимами работы нагнетательных скважин, что в купе с нейросетевой оптимизацией позволит вывести эффективность работ на новый уровень.

Заместитель Генерального директора
Главный геолог



Д.А. Рябец

Исп.: Грибок А.С.
Тел. 8 (3463) 234-888 (доб. № 1172)