**Приложение 3**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

**на выполнение работ по нейросетевому управлению по технологии «Управление добычей с применением комплексных решений на основе искусственных нейронных сетей и геолого-гидродинамических моделей на объектах АС9/1 и АС10 Вареягского месторождения»**

1. **Заказчик: ООО «ПИТ «СИБИНТЭК»**
2. **Цель**

Повышение эффективности разработки объектов АС91 и АС10 Вареягского месторождения с применением комплексных решений основанных на физически-содержательных геолого-гидродинамических моделях и модели искусственных нейронных сетей (прокси-модели):

- минимизация темпов падения добычи нефти;

- сокращение объемов непроизводительной закачки и попутно-добываемой воды;

- сокращение себестоимости добычи нефти.

Физически-содержательные геолого-гидродинамические модели служат основой для установления текущей структуры запасов, распределения пластового давления по площади и разрезу объектов, формирования программы работ по совершенствованию системы разработки (в том числе и системы ППД), выделения расчетных участков и обоснования модели ограничений для прокси-моделирования, расчета базовой добычи.

Модель искусственных нейронных сетей (прокси-модель) служит основой для расчета оптимальных режимов эксплуатации скважин с учетом комплексной модели ограничений, рассчитанной с применением физически-содержательной геолого-гидродинамической модели.

Сопровождение реализации оптимальных режимов осуществляется с применением индикаторов эффективности: оптимизированность элементов заводнения, устойчивость оптимизации.

1. **Сроки проведения работ:** 01.11.2024-31.12.2025гг.

Содержание и сроки выполнения этапов работ определяются Календарным планом (Приложение №1 к Техническому Заданию).

1. **Задачи**
   1. Актуализация гидродинамических моделей объектов АС9/1 и АС10 Вареягского месторождения, созданных в 2022 году в рамках работ «Научное сопровождение разработки и повышение эффективности системы ППД Вареягского нефтяного месторождения».
   2. Разработка стратегии оптимизации системы заводнения и обоснование модели ограничений для решения оптимизационной задачи с привлечением результатов геолого-гидродинамического моделирования.
   3. Установление функциональных зависимостей влияния режимов работы нагнетательных скважин на показатели эксплуатации добывающих скважин на основе алгоритмов ИНС.
   4. Расчет оптимальных режимов эксплуатации нагнетательных и добывающих скважин, обеспечивающих достижение минимальной обводненности по элементам заводнения и расчетным участкам путем решения многомерной оптимизационной задачи на основе функциональных зависимостей влияния режимов работы нагнетательных скважин на показатели эксплуатации добывающих скважин в заданной модели ограничений.
   5. Формирование дорожной карты реализации оптимальных режимов эксплуатации скважин, обоснование прогнозных профилей добычи и закачки.
   6. Формирование предложений по развитию системы ППД на основе локализации остаточных запасов нефти и текущего состояния энергетики залежей.
   7. Оперативный контроль реализации дорожной карты работ, определение цифровых индикаторов эффективности процесса, уточнение решения оптимизационной задачи и корректировка программы работ.
   8. Обучение специалистов и передача компетенций по реализации нейросетевой технологии управления заводнением.
   9. Оснащение рабочих мест специализированным ПО с актуальным банком данных, включая результаты геолого-гидродинамического моделирования (осуществляется по отдельному лицензионному договору, на период проведения работ поставляется бесплатно).
   10. Технико-экономическая оценка результатов.
2. **Состав работ** 
   1. Актуализация созданных в 2022 году в рамках работ «Научное сопровождение разработки и повышение эффективности системы ППД Вареягского нефтяного месторождения» геолого-гидродинамических моделей объектов АС9/1 и АС10 Вареягского месторождения для целей обоснования модели ограничений
      1. Актуализация базы исходных данных:

- геология и результаты исследований:

- координаты устьев скважин и пластопересечений скважин;

- инклинометрия скважин;

- интервалы перфорации скважин;

- комплекс ГИС и результаты интерпретации;

- комплекс ПГИС и результаты интерпретации;

- комплекс ГДИС и результаты интерпретации;

- замеры пластовых и забойных давлений, карты изобар;

- результаты трассерных исследований;

- результаты лабораторных исследований керна (определения пористости, проницаемости, водоудерживающей способности, плотности, карбонатности, гранулометрического состава, Квыт, остаточной нефтенасыщенности, ОФП и т.д.), результаты лабораторных определений удельного электрического сопротивления пород, результаты лабораторных определений минералогического состава пород;

- физико-химические свойства флюидов: результаты исследований физико-химических свойств пластовых флюидов (глубинные и поверхностные пробы нефти, воды и газа, информация об объемах исследований и отчеты об исследованиях);

- отчеты по обработке и комплексной интерпретации материалов сейсморазведки (текстовая часть отчета, табличные и графические приложения), результаты комплексной сейсмогеологической интерпретации 3Д данных (структурные карты кровель и подошв продуктивных пластов, границы выклинивания, замещения, ВНК, тектонических нарушений, карты атрибутов сейсмической записи);

- промысловые данные:

- технологические режимы работы скважин;

- месячные эксплуатационные рапорты;

- журналы эксплуатации скважин («шахматки»);

- данные по замерным ДНС;

- ГТМ;

- данные по состоянию промысловых объектов и скважин:

- характеристика существующей системы сбора и транспортировки продукции;

- схема нефтесборных коллекторов, водоводов высокого и низкого давления,

- схема кустования скважин (распределение скважин по кустовым площадкам);

- показатели загруженности ДНС, КНС;

- схема утилизации попутной воды;

- характеристика источников водоснабжения для нужд ППД;

- данные по работе насосного оборудования (типы насосов, межремонтный период, наработка на отказ, причины отказов);

- экономические нормативы;

- ценовые параметры;

- удельные текущие и капитальные затраты;

- документация:

- отчеты по подсчету начальных геологических запасов;

- проектная документация на разработку месторождения.

* + 1. Актуализация (адаптация) гидродинамических моделей на исторические показатели эксплуатации скважин с учетом геолого-технологических мероприятий и результатов исследований по состоянию на 01.12.2024 г.

Результат:

- актуализированные геолого-гидродинамические модели объектов АС91 и АС10 Вареягского месторождения, подготовленные для обоснования модели ограничений в целях решения оптимизационной задачи

* 1. **Оценка потенциала оптимизации системы заводнения на прокси-модели, контроль модели ограничений и стратегии совершенствования системы разработки с привлечением геолого-гидродинамической модели**
     1. Анализ выработки запасов углеводородов: обзор текущих показателей разработки, выделение расчетных участков, оценка КПД системы заводнения. Оценка эффективности реализуемых технологических решений.
     2. Обоснование базовых показателей разработки для оценки ТЭО, прогнозные расчеты базового варианта на геолого-гидродинамической модели.
     3. Обоснование дифференциальных ограничений по скважинам с целью достижения технического реализуемого варианта оптимизации системы заводнения и интегральной модели ограничений с привлечением результатов геолого-гидродинамической модели.
     4. Оценка перспектив совершенствования системы заводнения, формирование и обоснование предложений по развитию системы ППД и совершенствованию системы разработки с применением геолого-гидродинамической модели.
     5. Оценка продолжительности эффектов ГТМ (периодов возмущения) для формирования обучающей выборки.
     6. Обучение ИНС, решение оптимизационной задачи в заданной модели ограничений и расчет оптимальных режимов эксплуатации скважин в специализированном ПО.
     7. Формирование программы работ по нейросетевой оптимизации режимов закачки и совершенствования системы заводнения, прогнозного профиля закачки воды и добычи нефти.
     8. Формирование предложений на нефтяном фонде скважин для достижения расчетных отборов жидкости и доизвлечения остаточных подвижных запасов нефти в оптимизированных элементах заводнения.
     9. Подготовка рекомендаций по формированию опорной сети скважин для проведения дополнительных исследований по замерам пластового давления, газового фактора и т.д.
     10. Подготовка предложений в программу промысловых исследований по контролю за разработкой.

Результат:

* стратегия оптимизации заводнения и разработки;
* оптимальные режимы закачки воды;
* дорожная карта работ и профили закачки и добычи.
  1. **Инжиниринг и ежемесячное обновление геолого-гидродинамических моделей**
     1. Ежемесячное обновление гидродинамической модели на полученные промысловые показатели для целей уточнения модели ограничений, текущей структуры запасов и пластовых давлений по площади и разрезу.
     2. Сопровождение реализации программы работ, контроль цифровых индикаторов эффективности: оптимизированность элементов заводнения, устойчивость оптимизации.
     3. Формирование еженедельной сводки по добычи и закачке. Анализ потерь и приобретений в добычи нефти.
     4. Автоматическая верификация промысловых показателей в ПК, формирование планшетов.
     5. Оперативная корректировка программы работ по нейросетевой оптимизации режимов закачки на скважинах.
     6. Оценка продолжительности эффектов ГТМ (периодов возмущения) для формирования обучающей выборки.
     7. Актуализация оптимальных режимов эксплуатации скважин: уточнение модели ограничений с привлечением результатов геолого-гидродинамической модели, обучение ИНС, решение оптимизационной задачи в специализированном ПО.
     8. Актуализация квартальной программы работ по нейросетевой оптимизации режимов закачки и совершенствования системы заводнения.
     9. Обучение и передача компетенций специалистам по направлениям:

Общие положения, этапы работ по применению нейросетевой технологии управления заводнением.

Оценка потенциала - Обоснование границ расчетных участков, обоснование сценария оптимизации системы заводнения, определение стратегии оптимизации, формирование интегральной модели ограничений, обоснование базовых технологических показателей разработки, обоснование дифференциальной модели ограничений.

Нейросетевая оптимизация - предварительная обработка данных, кластеризация элементов заводнения, обучение нейронной сети прокси-модели, решение оптимизационной задачи.

Прогнозная аналитика - Кластеризация расчетных участков, формирование дорожной карты и программы работ, формирование профиля закачки воды и профиля добычи нефти.

Оперативный контроль - Журнал эксплуатации скважин, контроль индикаторов эффективности (оптимизированность и устойчивость элементов заводнения), формирование цифрового технологического режима, формирование среза добычи нефти, проведение анализа потерь и приобретений.

* + 1. Актуализация геолого-промысловой информации в контуре специализированного ПО.
    2. Оснащение рабочих мест специализированным ПО с актуальным банком данных, включая результаты геолого-гидродинамического моделирования (осуществляется по отдельному лицензионному договору, на период проведения работ поставляется бесплатно).
    3. Технико-экономическая оценка результатов.

Результат:

* технико-экономический эффект от реализации программы работ;
* компетенции специалистов, отработанные процедуры;
* технико-экономическая оценка результатов;
* комплекс актуальной физически-содержательной и прокси-модели на основе ИНС, применяемых для обоснования оптимальных режимов эксплуатации скважин.

**Приложение №1 к Техническому заданию**

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

**на выполнение работ по нейросетевому управлению по технологии «Управление добычей с применением комплексных решений на основе искусственных нейронных сетей и геолого-гидродинамических моделей на объектах АС9/1 и АС10 Вареягского месторождения»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Этап работ** | **Форма отчетности** | **Срок выполнения** |
| 1 | Актуализация созданных в 2022 году в рамках работ «Научное сопровождение разработки и повышение эффективности системы ППД Вареягского нефтяного месторождения» геолого-гидродинамических моделей объектов АС9/1 и АС10 Вареягского месторождения для целей обоснования модели ограничений ИНС | Информационный отчет  Актуальная ГДМ | 01.11.2024 г.-01.01.2025 г. |
| 2 | Оценка потенциала на прокси-модели, контроль модели ограничений и формирование стратегии совершенствования системы разработки с привлечением геолого-гидродинамических моделей | Информационный отчет | 01.11.2024 г.-01.01.2025 г. |
| 2.1 | Инжиниринг  (этап 1) | Информационный отчет  Актуальная ГДМ | 01.01.2025 г.-31.03.2025 г. |
| Ежемесячное обновление геолого-гидродинамических моделей (этап 1) |
| 2.2 | Инжиниринг  (этап 2) | Информационный отчет  Актуальная ГДМ | 01.04.2025 г.-  30.06.2025 г. |
| Ежемесячное обновление геолого-гидродинамических моделей (этап 2) |
| 2.3 | Инжиниринг  (этап 3) | Информационный отчет  Актуальная ГДМ | 01.07.2025 г.-30.09.2025 г. |
| Ежемесячное обновление геолого-гидродинамических моделей (этап 3) |
| 2.4 | Инжиниринг  (этап 4) | Информационный отчет  Актуальная ГДМ | 01.10.2025 г.-31.12.2025 г. |
| Ежемесячное обновление геолого-гидродинамических моделей (этап 4) |
| 3 | Согласование и защита итоговой работы на НТС заказчика | Информационный отчет, протокол НТС | 20.12.2025 г.-31.12.2025 г. |

**Заместитель генерального директора –**

**Главный геолог**

**ООО «ПИТ «СИБИНТЭК» В.Т. Киршин**

**Начальник отдела разработки**

**нефтяных и газовых месторождений**

**ООО «ПИТ «СИБИНТЭК» В.В. Тяпин**