

РЕФЕРАТ

Дипломный проект студентки группы НР-51 Никитиной Анастасии Григорьевны «Подбор геофизических методов для исследования технического состояния колонны на примере скважин Речицкого месторождения нефти».

Дипломный проект представлен в виде пояснительной записки объемом 107 листов и содержит:

- 21 таблиц;
- 33 рисунков;
- 21 литературных источника;

Графическая часть состоит из 6 листов формата А1.

Ключевые слова: геофизические исследования скважин (ГИС), оптоволоконные технологии, распределённая термометрия (DTS), распределённая акустика (DAS), гибридный оптоволоконный кабель, дискретность во времени, дискретность в пространстве, техническое состояние колонны, заколонные перетоки, негерметичность, искусственный интеллект, предиктивная аналитика, экономическая эффективность, срок окупаемости, Речицкое месторождение.

Целью данного дипломного проекта является обоснование эффективности внедрения оптоволоконных систем распределённого мониторинга (DTS/DAS) для контроля разработки и технического состояния скважин на Речицком месторождении.

В процессе составления дипломного проекта были выполнены следующие разделы:

1. Геологическое строение Речицкого месторождения нефти. В разделе приведены общие сведения о месторождении, характеристика стратиграфии и литологии осадочного разреза, тектоника, нефтегазоносность. Объектом исследования являются отложения I–III пачек петриковско-елецкого горизонта Речицкого месторождения – нетрадиционные ультранизкопроницаемые карбонатные коллекторы с пористостью 6–12 %, разработка которых ведётся горизонтальными скважинами с многостадийным гидроразрывом пласта (МГРП). По состоянию на 01.01.2026 г. в эксплуатации находится 47 скважин со средним дебитом по нефти 12,29 т/сут и средней обводнённостью 71,17 %. Высокая обводнённость продукции, быстрое падение пластового давления (с 25–30 МПа до 7–10 МПа за 1–2 года эксплуатации) и риск прорыва трещин ГРП в нижележащие обводнённые отложения IV пачки задонского горизонта обуславливают необходимость постоянного и детального контроля за разработкой и техническим состоянием эксплуатационных колонн.

2. Подбор геофизических методов для исследования технического состояния колонны на примере скважин Речицкого месторождения нефти. Проведён детальный анализ традиционных геофизических методов, применяемых в РУП «Белоруснефть»: термометрии, расходомерии, влагомерии, резистивиметрии, шумомерии, АКЦ, ГГК-Ц и ЛМ. Выявлены их фундаментальные ограничения: дискретность во времени (1–2 раза в год,

пропуск кратковременных событий) и дискретность в пространстве (разрешение 0,5–5,0 м, недостаточное для локации мелких дефектов). Для преодоления указанных ограничений обосновано применение распределённых волоконно-оптических систем DTS и DAS. Изучены физические принципы их работы: DTS основана на рамановском рассеянии света (отношение стоксовской и антистоксовской компонент – мера температуры), DAS – на релеевском рассеянии и интерферометрии. Рассмотрены конструкции гибридных оптоволоконных кабелей. Проведён сравнительный анализ, показавший преимущества DTS/DAS: непрерывный мониторинг 24/7/365, разрешение 0,25–1,0 м, чувствительность до 0,1 °С, отсутствие движущихся частей и радиационных источников. Разработана концепция интеграции оптоволоконного мониторинга с ГДИС и ГРП. Обоснована необходимость применения искусственного интеллекта для обработки больших объёмов данных и выделения новых специалистов (Data Engineer, ML Engineer). Рассмотрены отечественные разработки Белорусской государственной академии связи и перспективы внедрения в Республике Беларусь.

3. Определение эффективности внедрения оптоволоконных технологий (DTS/DAS) для контроля технического состояния скважин и разработки на Речицком месторождении. Произведён технико-экономический расчёт эффективности внедрения оптоволоконной системы. Годовые затраты на традиционные ГИС для одной скважины (2 рейда) определены в 36 731,20 бел. руб. Капитальные затраты на оптоволоконную систему (кабель, доля интеррогатора на 5 скважин, обучение двух специалистов) – 96 480 бел. руб. Годовые эксплуатационные затраты при оптоволоконном мониторинге – 11 648 бел. руб. Годовой экономический эффект на одну скважину – 25 083,20 бел. руб., срок окупаемости – 3,85 года (с учётом предотвращения аварийных ремонтов – до 3 лет). При масштабировании на 47 скважин годовая экономия достигает 1 178 910 бел. руб. Доказано, что внедрение DTS/DAS позволяет перейти от реактивной стратегии контроля к предиктивной, что является основой для создания цифровых месторождений.

4. Охрана труда и окружающей среды. Освещены вопросы организации охраны труда на предприятиях РУП «ПО «Белоруснефть», рассмотрены требования к микроклимату, освещению, шуму, вибрации, электробезопасности и пожарной безопасности при работе с ПЭВМ. Выполнен расчёт искусственного освещения офисного помещения площадью 96 м² (20 светильников, мощность 1,37 кВт). Освещены вопросы охраны окружающей среды и радиационной безопасности для офисного персонала УПГР «Беларусьнефть» (категория Б, предел дозы 1 мЗв/год), разработаны соответствующие мероприятия и алгоритм действий при аварийных ситуациях.

В графической части дипломного проекта разработаны следующие чертежи:

1. Схематическая карта Речицкого месторождения.
2. Разрез через проектные точки скважины.
3. Традиционные методы ГИС.

4. Оптоволоконные технологии.
5. Сравнение традиционных приборов для проведения ГИС и оптоволоконных систем.
6. Экономическая эффективность внедрения оптоволоконных технологий.

Студент-дипломник подтверждает, что приведённый в дипломном проекте расчётно-аналитический материал объективно отражает состояние исследуемого процесса, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

Студент гр. НР-51

Никитина А.Г.

Руководитель ДП

Шепелева И.С.