

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

**«Обоснование комплекса оптимальных методов геофизического  
контроля за разработкой на примере Учебного месторождения»**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 5 курса 531 группы  
направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
геологического факультета  
Шадьярова Данира Владимировича

**Научный**

**руководитель**

К. г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Е.Н. Волкова

подпись, дата

**Зав. кафедрой**

К. г.- м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2023

**Введение.** Прогресс в нефтедобывающей промышленности связан с применением все более сложных систем разработки нефтяных месторождений, основанных на заводнении и других способах воздействия на пласт. Высокая эффективность таких систем, имеющих целью повышение нефтеотдачи пласта и темпов разработки месторождений, достигается регулированием процесса добычи нефти. Такое регулирование в свою очередь немислимо без соответствующего контроля за разработкой месторождений, основанного на применении различных промыслово-геофизических методов исследования скважин. Требования нефтепромысловй практики и науки стимулировали быстрое развитие промыслово-геофизического контроля.

Контроль за разработкой нефтяных месторождений промыслово-геофизическими методами в последние годы развился в крупное самостоятельное направление промысловой геофизики со своей специфической методикой исследований, комплексом методов, аппаратурой и оборудованием. Усилиями научно-исследовательских, конструкторских и производственных организаций были созданы новые методы и аппаратура, позволяющие решать ряд задач по контролю за разработкой нефтяных месторождений. Широкое применение получили методы ядерной геофизики, в том числе наиболее эффективный из них — импульсный нейтронный каротаж. Принципиально новыми являются способы изучения действующих скважин через лифтовые трубы и по межтрубному пространству малогабаритными приборами нейтронного каротажа, механическими и термоэлектрическими дебитомерами, высокочувствительными термометрами. Однако, проблема выбора оптимального сочетания этих методов, в зависимости от решаемых задач, является по-прежнему актуальной.

Под промыслово-геофизическими методами контроля за разработкой нефтяных месторождений подразумеваются все виды промыслово-

геофизических исследований скважин в пределах эксплуатируемой нефтяной залежи.

Цель работы заключается в выборе наиболее эффективных методов контроля за разработкой нефтяных скважин, с различным дебитом пробуренных на Учебном месторождении.

В соответствии с поставленной целью решаются следующие основные задачи: изучить геолого-геофизическую характеристику района работ (общие географические и административные сведения о территории, тектоническое строение, литолого-стратиграфическую характеристику, нефтегазоносность); исследовать задачи и технологии геофизического контроля за разработкой месторождений нефти и газа; рассмотреть сферу применения и решаемые задачи отдельных методов ГИС, применяемых при контроле за разработкой месторождений; проанализировать характеристику методов ГИС, применяемых при контроле за разработкой месторождений; выбрать и обосновать комплекс оптимальных методов геофизического контроля за разработкой для конкретной среднедебитовой скважины Учебного месторождения.

**Основное содержание. Геолого-геофизическая характеристика месторождения.** Административно Учебное месторождение расположено на территории Курманаевского и Бузулукского районов Оренбургской области в 35 км от г. Бузулук, являющегося крупным промышленным и железнодорожным центром в Верхнегорье. В этом городе имеется ряд производственно-технических баз, предприятия нефтегазодобывающей и строительной индустрии, железнодорожная станция (через Бузулук проходит железная дорога Самара-Верхнегор).

Месторождение согласно физико-географическому районированию Верхнегорской области расположено в Общесыртовско-Предуральской возвышенной провинции степной зоны. В орографическом отношении площадь месторождения приурочена к юго-восточному окончанию

возвышенности Общий Сырт. Месторождение Открыто разведочным бурением в 1961 г., в промышленную разработку введено в 1969 году.

Осадочный разрез месторождения вскрыт полностью.

Тунгурский ярус сложен: ангидриты, каменные соли с редкими прослоями доломитов и мергелей.

Уфимский ярус: песчаники, аргиллиты, алевролиты с прослоями известняка, доломиты, алевролиты и аргиллиты с прослоями ангидритов и известняков.

Казанский ярус: доломиты с прослоями ангидритов, глин, песчанников, мергелей, известняков, редко каменных солей. Ангидриты, каменные соли, с редкими прослоями доломитов. Доломиты пелитоморфные, мелкозернистые, пористые. Известняки плотные, крепкие с прослоями мергелей. Глины, мергели, алевролиты с прослоями песчанников.

Татарский ярус: алевролиты, глины, песчаники с прослоями мергелей, известняков и доломитов.

Частично разбурены породы кристаллического фундамента. Они представлены преимущественно гранито-гнейсами. В их верхней части присутствуют глинистые породы коры выветривания.

С размывом на них залегают осадочные отложения. В их составе преобладают карбонатные породы: известняки, доломиты и их переходные разновидности. Терригенные отложения занимают подчиненное значение. Они развиты в среднем и позднем девоне, раннем карбоне, среднем карбоне, поздней перми и полностью представляют осадки триассовой, юрской и неогенчетвертично периода. На долю терригенных пород приходится до 20 % от общего объема осадочных отложений.

Среди терригенных отложений на площади развиты эффективные песчаные породы-коллекторы (бобриковский горизонт). Наиболее широко породы-коллекторы развиты в карбонатном комплексе отложений. Они встречены в отложениях башкирского яруса окского надгоризонта и турнейского яруса среднего и раннего карбона.

Кроме того, в осадочном разрезе развит комплекс сульфато-галогенных отложений. Он развит в окском надгоризонте (ангидриты), серпуховском ярусе (ангидриты), сакмаро-артинском и кунгурском ярусе (соли, гипсы, ангидриты). Нередко они являются эффективными покрышками для продуктивных комплексов отложений (окский надгоризонт). Общая толщина осадочных отложений на месторождении достигает 3960 м.

В тектоническом отношении по поверхности кристаллического фундамента месторождение приурочено к Курманаевскому выступу, которому в осадочном чехле соответствует западная часть Учебно-Покровского вала, являющегося структурным осложнением южного борта Камско-Кинельской системы прогибов. Большинство поднятий названного вала относится к структурам, формирование которых происходило в значительной степени под воздействием седиментационных процессов, особенно рифогенеза, и поэтому их можно отнести к консидиментационным образованиям.

Широкое развитие пород-коллекторов и пород-покрышек, а также эффективных антиклинальных ловушек предопределило развитие благоприятных условий для аккумуляции залежей нефти в широком стратиграфическом диапазоне.

Учебное месторождение – это нефтяное месторождение, которое является одним из самых больших в Оренбургской области Российской Федерации. Данное месторождение является многопластовым и многокупольным.

Промышленная нефтеносность здесь обнаружена в отложениях окского надгоризонта, башкирского яруса, бобриковского, тульского горизонтов, а также турнейского яруса.

Основная доля извлекаемых запасов нефти находится в пласте А4 – в нем сосредоточено 34,3 процента всех запасов данного месторождения. Запасы в других пластах имеют уже подчиненное значение. При выборе

объектов разработки на данном месторождении учитывается и многокупольное строение пластов.

Так, объекты разработки представляют из себя отдельно взятые купола группы пластов или одного пласта, которые объединены одной сеткой скважин. Таких объектов было выделено не больше тридцати. Система заводнения на месторождении – приконтурная, которая сочетается с очаговой.

**Методы ГИС в системе геофизического контроля за разработкой месторождений нефти и газа.** Для получения информации о состоянии скважины и контроля за ее разработкой применяются методы: гидродинамические, геофизические и физико-механические. Технологии геофизических исследований действующих обеспечивают решение следующих задач:

1. выбор оптимального режима работы скважины и ее технологического оборудования (технологический контроль);
2. определение эксплуатационных характеристик вскрытого пласта (эксплуатационный контроль);
3. исследование процесса вытеснения нефти и газа в пласте и оценка эффективности применяемых методов повышения нефтеотдачи (геологопромысловый контроль).

Объектами исследования соответственно решаемым задачам являются:

скважины, находящиеся в эксплуатации;  
эксплуатируемый пласт (пласты) в исследуемой скважине;  
разрабатываемая залежь.

Выбор объекта определяет комплекс исследований, технологию проведения измерений, способы обработки и интерпретации полученных данных.

Геофизические исследования при контроле разработки месторождений существенно отличаются от геофизических работ, проводимых в бурящихся

необсаженных скважинах. Обусловлено это тем, что при контроле исследуются различные категории скважин при различных режимах их работы, используются различные технологии исследований и, наконец, часто каждая обсаженная скважина, как объект измерений, требует индивидуального подхода, как к методике, так и к интерпретации полученных данных. Тогда как при исследовании необсаженных скважин и интерпретации результатов их исследования чаще используются типовые шаблоны, стандарты.

Цель геофизического контроля за разработкой – получение информации о состоянии продуктивных пластов и изменениях, происходящих в них в процессе вытеснения из них углеводородов, для выбора научно обоснованной системы разработки залежей, оптимального регулирования темпа отбора флюидов, обеспечивающего максимальное извлечение нефти и газа из земных недр. [2]

Стандартные исследования проводят согласно типовым схемам, согласованным между недропользователем и производителем работ. Перечень операций, выполняемых в каждой технологии, определяется назначением скважины, способом и режимом ее эксплуатации и решаемыми задачами.

Работы проводятся по следующей схеме: сначала производятся фоновые замеры, затем идет компрессирование (снижение гидростатического давления, ниже пластового), затем производятся замеры при компрессировании, на максимальном притоке, затем производят замеры после сброса давления в межтрубном пространстве. При исследовании скважины под закачкой, для определения профиля приемистости, определяется тех.состояния эксплуатационной колонны сначала производят фоновые замеры затем замеры под закачкой.

Активные технологии применяют в скважинах, находящихся в эксплуатации, когда стандартные технологии оказываются неэффективными. Их выполняют по индивидуальным программам, согласованным между

недропользователем и производителем работ. Технология выполнения заключается в проведении геофизических измерений в процессе активных воздействий на пласты, к которым относят:

химические воздействия — обработки пород соляной, плавиковой и другими кислотами;

термические — прогрев пласта, либо закачка в пласт воды с другой температурой;

гидродинамические снижение и повышение уровня флюидов в скважине (методика переменных давлений);

закачку в исследуемые пласты меченых веществ, которые представляют собой жидкости, обогащенные искусственными радиоактивными изотопами либо содержащие вещества с аномальными свойствами поглощения нейтронов;

наведение искусственной гамма-активности пород.

Последовательность операций в активных технологиях включает проведение серии измерений: фоновых — до начала воздействия; в процессе воздействия; непосредственно после воздействия и в ходе расформирования эффектов, вызванных воздействием.

При разработке нефтегазовых месторождений методами ГИС решаются задачи общего характера (определение начального положения и наблюдение за перемещением ВНК и ГЖК в процессе вытеснения нефти и газа из пласта при заводнении и других способах воздействия на него; наблюдение за перемещением фронта нагнетаемых вод по пласту) и детальных исследований (уточнение геологического строения месторождения; изучение эксплуатационных характеристик пластов – выделение интервалов притока и приемистости, определение работающих мощностей, продуктивности и пластового давления; контроль за процессами интенсификации притока и приемистости пластов; оценка коэффициентов текущей и конечной нефте- и газонасыщенности и нефте- и газоотдачи пластов; оценка текущих запасов углеводородов).

**Результаты.** Было определено оптимальное сочетание методов ГИС, для решения основной задачи: определение дебита притока скважины и построение профиля притока. В зависимости от дебита скважины (малодебитная, среднедебитная или высокодебитная) для выполнения этой задачи применяются различные методы исследования, сочетание методов ГИС, с целью получения достоверной информации.

Была исследована как среднедебитовая, скважина № 2063 Учебного месторождения. Решаемыми задачами по этой скважине являются: определение общего дебита скважины, построение профиля притока, определение состава жидкости в скважине, определение герметичности забоя.

Сначала был выполнен стандартный комплекс для привязки каротажа к разрезу (ГК, МЛМ). Были произведены фоновые замеры термометра, манометра, влагомера, резистивиметра, замеры на репрессии и при компрессировании, а также замеры термокондуктивной расходомерии при компрессировании.

В процессе исследования после срабатывания последней пусковой муфты и стабилизации забойного давления была произведена запись барометрии на точке от таймера за 10 минут, которая подтвердила среднедебитность скважины.

Для эффективного определения расхода скважины была произведена запись механического расходомера на четырех скоростях (300, 900, 1200 М/Ч) и термокондуктивного расходомера на притоке.

После анализа полученных данных профиль притока был построен в % по наиболее эффективной непрерывной кривой расходомера на скоростях (300, 900, 1200м/ч). Кривая термокондуктивного расходомера подтверждает заключения, данные по расходомеру. О составе пластового флюида можно судить по кривым влагомера и резистивиметра.

Сравнивая фоновые замеры резистивиметра и влагомера с замерами после компрессирования из интервала перфорации получен приток пластовой

воды. Сравнивая данные ГК открытого ствола и ГК привязки мы видим аномально повышенное ГК привязки, что говорит об отложениях солей калия в процессе эксплуатации скважины. Это может говорить о заколонном перетоке или об обводненности пласта. Данные термометра подтверждают заколонный переток с глубины 2533м через интервал перфорации, приток виден по результатам фонового термометра и термометра во время и после компрессирования. Забой герметичен.

**Заключение.** Основными показателями, определяющими качество строительства скважины, процесса её освоения, являются гидродинамические и эксплуатационные характеристики осваиваемых пластов, а также сведения о техническом состоянии скважины. Эти сведения могут быть получены методами ГИС.

Из проанализированного материала сделан вывод о том, что к каждой скважине нужен индивидуальный подход по выборе методов ГИС и дальнейшей интерпретации результатов. Из имеющегося набора методов ГИС: термометрия, барометрия, дизелькометрическая влагометрия, индукционная резистивиметрия, механическая и термокондуктивная расходомерия, выбирается наиболее эффективный, дающий при интерпретации данных по скважине наилучшие результаты. Особенно это актуально на скважинах, находящихся в долгой эксплуатации и эксплуатирующих несколько горизонтов, имеющих различный дебит. Используя основные методы ГИС по контролю за разработкой эксплуатационных скважин, решается комплекс поставленных перед геофизиками задач. Затруднения в проведении замеров решаются подбором оптимального комплекса методов с обязательным учетом дебита скважины. В среднедебитных скважинах (притока 30-100 м<sup>3</sup>/сут.) построение профилей притока осуществляется по непрерывным кривым механического расходомера на разных скоростях.

В данной работе выбраны оптимальные методы контроля за разработкой скважин. Для определения одной из важнейших задач,

поставленных перед геофизиками — построения профиля притока - рекомендовано использование методов механического расходомера: запись непрерывных кривых, запись механического расходомера на точках и использование пакерных механических расходомеров.

Использование выбранных методов ГИС дает удовлетворительные результаты и позволяет решить поставленные задачи.