

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Кафедра геофизики

**«Выделение пластов - коллекторов и определение их эффективных
толщин на примере Производственного месторождения по данным
комплекса методов ГИС»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 531 группы
направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
геологического факультета
Сухобруса Евгения Николаевича

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 2022

Введение. В нефтяной и газовой промышленности материалы ГИС, получаемые в процессе бурения и эксплуатации скважин, являются важнейшим источником информации при решении большого спектра геологических задач. Результаты комплексной интерпретации данных ГИС вместе с материалами изучения образцов горных пород и скважинных испытаний пластов могут быть использованы для описания литолого-стратиграфических, литолого-фациальных и геофильтрационных разрезов скважин терригенных, карбонатных и галогенных отложений, характеристики каждого из вскрытых скважиной пластов горных пород, построения схем корреляции и т.п. Выделение коллекторов и определение их эффективных толщин - одна из главных задач при подсчете запасов нефти и газа методом. Она решается установлением прямых признаков проникновения фильтрата промывочной жидкости (ПЖ) в пласты по материалам ГИС, выполненных по стандартным или специальным методикам.

В настоящей работе целью стало изучить выделение и определение эффективных толщин пластов - коллекторов по данным комплекса методов ГИС на примере Производственного месторождения. В соответствии с этой целью были решены задачи:

- Изучить географические особенности, тектоническое строение, нефтегазоносность и литологические характеристики исследуемого месторождения.
- Изучить ГИС методы исследования и методику обработки полевых данных.
- Выделить пласты-коллекторы и определить значения абсолютных отметок кровли и подошвы исследуемых пластов-коллекторов.

Работа состоит из введения, 3 частей, заключения и списка литературы.

Основное содержание работы. Геолого-геофизическая характеристика района работ. Общие сведения. Производственное месторождение открыто в 1964 году, находится вблизи разрабатываемых

Аганского, Мегионского, Самотлорского, Мыхпайского месторождений. В геологическом отношении оно достаточно хорошо изучено. Район работ находится в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области. Месторождение в физико-географическом отношении приурочено к пойме и надпойменным террасам р. Оби и её притоков. Рельеф местности равнинный, абсолютные отметки поверхности земли колеблются от плюс 40 в пойменных частях рек до плюс 60 в пределах надпойменных частей. Площадь месторождения сильно заболочена с многочисленными мелкими озерами. Климат района резко континентальный, с холодной продолжительной зимой и теплым коротким летом. Лето короткое, максимальная температура в июле достигает +30°C. Зимний период продолжается с ноября по апрель. Зима суровая, с метелями и снегопадами. Минимальная температура в декабре-январе достигает минус 50°C, при среднесуточной температуре в январе минус 25°C. Наибольшее количество осадков наблюдается в июле-августе и декабре-январе. Общее количество осадков в год составляет 400 мм. Толщина снежного покрова на открытых участках - до 1,0 м, на залесенных - 1,6 м и более. Ледяной покров на реках и больших озёрах достигает 40_80 см, на лесных озёрах всего 10-40 см. Реки вскрываются в конце мая, в конце октября наступает ледостав. Ближайшими населёнными пунктами являются города Нижневартовск и Мегион, посёлки Покур и Вата.

Литолого-стратиграфическая характеристика. Геологический разрез сложен толщей мезозойско-кайнозойских пород, залегающих на гетерогенном складчатом доюрском основании. **Нефтегазоносность.** Производственное месторождение характеризуется большим этажом нефтеносности. Практически по всем пластам площадь месторождения разделяется на западное и восточное поднятия. Более того, по некоторым пластам на одном и том же поднятии выделяется несколько залежей. Наряду с пластово-сводовыми достаточно много залежей структурно-литологического типа. Это в основном залежи пластов ЮВ₁ и АВ₃₋₇. Все

перечисленные пласты представлены песчаниками и алевролитами, характеризуются сложной зональной литологической изменчивостью, которая обусловлена разной гранулометрической характеристикой пород.

В пластах ЮВ₁₍₂₎, БВ₈₍₁₊₂₎, БВ₇, БВ₆, БВ₁₍₂₎ преобладают в основном песчаные коллектора, в остальных пластах алевролиты. Породы пласта ЮВ₁₍₂₎ отличаются высоким содержанием железисто – титанистого цемента, в то время как в остальных горизонтах его количество не превышает 1%. В отложениях группы БВ наблюдается железисто – хлоритовый цемент пленочного типа, а в группе пластов АВ заметно возрастает доля каолинита и гидрослюды порового типа. Литологическая изменчивость отражается и на изменении коллекторских свойств пород.

Методика исследований. В нефтяной и газовой промышленности бурение скважин производят как для поиска и разведки месторождений углеводородного сырья, так и для их эксплуатации. Исследование скважин геофизическими методами проводится в четырех основных направлениях: 1) изучение геологических разрезов скважин; 2) изучение технического состояния скважин; 3) контроль и регулирование процесса разработки месторождений нефти и газа; 4) проведение прострелочно-взрывных и других работ.

Комплекс исследовательских работ в скважинах определяется с учетом целевого назначения скважин (поисковые, разведочные, эксплуатационные и др.), особенностей геологического разреза (карбонатные или терригенные отложения, высокопористые породы или тонкослоистый разрез и др.) и специфических условий бурения (на высокоминерализованных и непроводящих промысловых жидкостях). Такие комплексы утверждаются в виде типовых и обязательных и действуют как отраслевой стандарт.

Возможности методов ГИС при решении геологических задач зависят от геолого-технологических условий эксплуатации залежи в целом и каждой скважины отдельно; от радиуса исследования и технологической характеристики используемой аппаратуры; от конструкции скважины; от

применяемой системы разработки залежей и эксплуатационных характеристик коллекторов. Оптимальный комплекс промыслово-геофизических исследований определяется геологическими особенностями залежи, выбранной технологией эксплуатации скважин, особенностями технического состояния скважин, физическими свойствами флюидов в стволе скважины и эксплуатационных характеристик продуктивных пластов.

Инклинометрия. С помощью инклинометрии возможно решать задачу контроля положения ствола скважины в пространстве. Используя показания инклинометра, маркшейдер контролирует соответствие профиля скважины ее плану по проектному заданию и, при необходимости, корректирует процесс бурения. Очевидно, что точность проводимых измерений и оперативность с которой они предоставляются в значительной степени влияют на стоимость затрат при построении скважины.

Изучение технического состояния скважин проводится на всех этапах их действия: в ходе бурения, перед вводом в эксплуатацию и в процессе эксплуатации. Инклинометрия позволяет:

- определить текущее положение забоя скважины;
- графически отобразить траекторию скважины до текущего момента;
- планировать направление скважины;
- обеспечивать ориентационную информацию для спуска др. скважинных инструментов.

Необходим постоянный контроль за профилем скважины. Для его осуществления необходимо определить ЗУ и азимутальное направление скважины (АНС). Для проведения подобных измерений необходимо использовать специальные приборы, называемые инклинометрами.

Исследования проводились инклинометром ИН-М. Инклинометр ИН-М предназначен для технологических измерений азимута и зенитного угла в открытом стволе нефтяных и газовых скважин. Обеспечивает определение пространственного положения ствола скважины и параметры искривления в любой точке.

Стандартный каротаж.

Метод самопроизвольной поляризации. Естественное поле, возникающее в скважине и около нее, называют самопроизвольной поляризацией, а измеряемую величину поля самопроизвольным потенциалом и сокращенно обозначают ПС. Зондом для измерения собственных потенциалов служат свинцовые приемные электроды. Работы в методе ПС чаще выполняются способом потенциала, то есть установкой, состоящей из одного неподвижного приемного электрода, заземленного вблизи устья скважины, и второго электрода, перемещаемого по скважине.

В результате электрохимической активности горных пород, находящихся в условиях естественного залегания, возникает естественное электрическое поле, возникновение которого зависит от нескольких взаимосвязанных физико-химических реакций. Изменение возникающего потенциала ПС будет наибольшим против интервалов с более плотными токовыми линиями (границы пластов).

Боковой каротаж (БК) является одной из разновидностей электрического каротажа по методу сопротивлений. Боковой каротаж применяется для исследования скважин, разрез которых представлен породами высокого сопротивления, с частым чередованием тонких пластов низкого и высокого сопротивления, а также скважин заполненных минерализованной промывочной жидкостью.

Границы пластов на диаграммах БК находятся по точкам, соответствующим началу крутого подъема кривой по отношению к оси глубин. При определении границ пластов по диаграммам семи- и девяти электродных зондов верхняя граница проводится выше, а нижняя - ниже середины нисходящей (восходящей) линии кривой сопротивления на величину равную половине длины зонда. При анализе диаграмм бокового каротажа коллекторы на диаграммах обоих методов характеризуются повышенными значениями сопротивлений относительно вмещающих

глинистых пород. Мощность пласта определяется как разность между значениями глубин кровли и подошвы выделенного пласта.

Измерение удельного электрического сопротивления горных пород зондами малой длины называется **микрокаротажем (МК)**. Цель проведения микрокаротажа состоит в изучении промытой зоны, детальном расчленении разреза скважин, более точном определении границ пластов, определении литологии пластов, выделение пластов-коллекторов.

Исследования проводятся одновременно двумя зондами. Это необходимо для того, чтобы установить в разрезе интервал, где система двух зондов контактирует с породой через ГК. При анализе диаграмм метода МЗ коллекторы характеризуются положительным приращением кажущегося сопротивления микропотенциал-зонда по сравнению с сопротивлением микроградиент-зонда.

Резистивиметрия — измерение удельного электрического сопротивления бурового раствора и других жидкостей, заполняющих скважину. Применяется для определения мест притока пластовой жидкости в скважину, уровня бурового раствора и флюидов, минерализации жидкости, состава флюидов при разработке нефтяных месторождений, гидрогеологических исследованиях, контроле технического состояния скважин, а также для интерпретации данных электрического каротажа (Бокового каротажа и др.).

При проведении резистивиметрии через питающие электроды, один из которых расположен на поверхности, другой — в скважине, пропускается ток, а между измерительными электродами, расположенными в скважине, измеряется разность потенциалов. Для определения используется скважинный резистивиметр, представляющий собой 3-электродный каротажный градиент-зонд. Зонд размещается внутри экранирующего цилиндра, исключая влияние пород, окружающих скважину. Определяется удельное электрическое сопротивление жидкости, заполняющей скважину. Иногда измерения проводятся на поверхности

лабораторным резистивиметром, измеряющим удельное электрическое сопротивление проб жидкости, отобранных из скважины. При анализе данных метода коллекторы выделяются по наличию радиального градиента сопротивления.

Радиоактивный каротаж. Геофизические методы изучения геологического разреза скважин, основанные на измерении характеристик полей ионизирующих излучений (естественных и искусственно вызванных), происходящих в ядрах атомов элементов, называют радиоактивным каротажем (РК). Наиболее широкое распространение получили следующие виды радиоактивного каротажа: гамма-каротаж, предназначенный для изучения естественного γ -излучения горных пород и нейтронный каротаж, основанный на эффекте взаимодействия с горной породой источников γ -излучения и нейтронов.

Гамма-каротаж. Гамма-каротаж (ГК) заключается в измерении γ -излучения естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ), содержащихся в горных породах, пересеченных скважиной. Влияние скважины сказывается главным образом в поглощении γ -лучей горных пород. Это приводит к тому, что при выходе глубинного скважинного прибора из жидкости наблюдается увеличение γ -излучения. При переходе его из необсаженной части скважины в обсаженную отмечается снижение интенсивности естественных γ -излучений, что вызывает смещение кривых и уменьшение дифференцированности диаграммы.

Современные каротажные радиометры обеспечивают возможность не только определения интегральной интенсивности I_γ , но и возможность спектрометрии, т.е. определения энергии поступающих на детектор γ -квантов, что позволяет определить, с каким ЕРЭ связана радиоактивность горной породы. Качественная интерпретация диаграмм ГК заключается в литологическом расчленении разреза, которое основано на различии горных пород по их радиоактивности. В общем случае однозначное определение пород по одним лишь диаграммам ГК невозможно и решать эту задачу

следует при комплексном использовании диаграмм всех видов каротажа (КС, ПС, НГК, АК и др.).

Нейтронный каротаж. При нейтронном каротаже изучаются характеристики нейтронного и γ -излучений, возникающих при облучении горных пород источником нейтронов. В промышленности применяются стационарные и импульсные нейтронные методы исследования скважин. К стационарным относятся: нейтронный гамма-каротаж (НГК), нейтрон – нейтронный каротаж по тепловым (НК-Т) и надтепловым (НК-Н) нейтронам.

Определение эффективных толщин коллекторов. Выделение пластов-коллекторов осуществляют при литологическом расчленении разреза. Признаки, по которым выделяют коллекторы, определяются характером разреза, типом коллектора, условиями бурения скважины. Рассмотрим наиболее типичные для практики подсчета запасов случаи выделения коллекторов.

Породой-коллектором называют породу, способную вмещать нефть, газ или воду и отдавать их при разработке. Выделение коллекторов реализуется по прямым и качественным признакам или с использованием количественных критериев.

Терригенный разрез может содержать коллекторы межзерновые, трещинные и смешанные — трещинно-межзерновые. Основная часть открытых залежей нефти и газа связана с межзерновыми коллекторами.

Коллекторы отличаются от вмещающих пород проницаемостью, пористостью и глинистостью, что и является предпосылкой для выделения их геофизическими методами.

Признаки выделения межзернового коллектора по геофизическим материалам можно разделить на две группы:

- прямые качественные — основаны на более высокой проницаемости коллектора по сравнению с вмещающими породами и на проникновении в коллектор фильтрата глинистого раствора

- косвенные количественные - основанные на отличии коллектора от вмещающих пород по пористости и глинистости, это позволяет выделить пласты-коллекторы в интервалах с повышенной пористостью и пониженной глинистостью по диаграммам соответствующих геофизических методов.

Результаты. Контроль за техническим состоянием скважин методом инклинометрии позволил планировать направление скважины, обеспечивать ориентационную информацию для спуска скважинных инструментов, определяя текущее положение забоя скважины. По итогам инклинометрических расчётов, были получены координаты точек оси ствола скважины и абсолютные глубины этих точек. Обработка данных инклинометрии была проведена методом расчёта радиуса кривизны.

Выделение в разрезах исследуемых скважин коллекторов производилось методами каротажа радиоактивного и стандартного. Продуктивный разрез пластов группы АВ Производственного месторождения относится к терригенному типу и включает следующие литологические разности – песчаники и алевролиты глинистые и слабоглинистые, с переслаиванием прослоев коллекторов и неколлекторов, аргиллиты и глины, плотные прослои, представленные песчаниками и алевролитами с высоким содержанием карбонатного вещества. Коллекторами в изучаемом разрезе являются песчаники и алевролиты. По итогам исследования комплексом методов были выделены коллекторы. Аргиллиты и глины выделялись по максимальным показаниям методов СП, ГК, минимальным показаниям бокового и нейтронного методов. Плотные прослои – по максимальным показаниям БК и НК. На диаграммах ПС коллекторы выделяются по наличию отрицательных аномалий относительно вмещающих пород. Выделены пласты коллекторы АВ1, АВ2, АВ3 по всем исследуемым скважинам. Для каждого пласта были определены значения абсолютных отметок кровли и подошвы коллекторов.

Заключение. Изучена территория исследования Производственного месторождения, дана физико-географическая, литологическая, тектоническая

характеристика, исследована нефтегазоносность. Охарактеризованы примененные в работе две группы методов геофизических исследований в скважинах: направленные на изучение геологических разрезов скважин (радиоактивный и стандартный каротаж) и направленные на изучение технического состояния скважин (инклинометрия).

По итогам исследования комплексом методов каротажа были выделены коллекторы.