

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра геофизики

**«Литолого-петрофизическая характеристика продуктивного горизонта Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>  
Уховского месторождения»**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 5 курса 531 группы  
направление 21.03.01 Нефтегазовое дело  
профиль «Геолого-геофизический сервис нефтегазовых скважин»  
геологического факультета, заочного отделения  
Ястребова Ивана Юрьевича

**Научный руководитель**

К. г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

М.В. Калининкова

**Зав. кафедрой**

К. г.- м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н. Волкова

Саратов 2023

## ВВЕДЕНИЕ

Введение геофизические исследования скважин (ГИС) — комплекс методов разведочной геофизики, используемых для изучения свойств горных пород в около скважинном и межскважинном пространствах. А также для контроля технического состояния скважин. ГИС выполняются для изучения геологического строения разреза, выделения продуктивных пластов (в первую очередь, на нефть и газ), определения коллекторских свойств пластов.

Целью написания работы является определение фильтрационно-емкостных свойств коллектора по данным ГИС.

Для достижения указанной цели в процессе написания данной работы будут решены следующие задачи:

- Литологическое расчленение разреза;
- Выделение коллектора;
- Оценка фильтрационно–емкостных свойств (ФЕС) коллекторов (пористость, глинистость, проницаемость);
- Оценка характера насыщения коллектора;

Материалом для выпускной квалификационной работы послужили обобщенные данные по всему месторождению Уховское.

**Бакалаврская работа** содержит в себе введение, заключение, список использованных источников, а также 3 раздела основного содержания работы, 6 подразделов первого раздела, 4 подраздела второго раздела и 3 подраздела 3 раздела: 1 «Геолого-геофизическая характеристика района работ», 1.1 «Состояние изученности территории», 1.2 «Краткая геолого-геофизическая изученность», 1.3 «Геологическое строение района», 1.3.1 «Литология и стратиграфия». 1.3.2 «Тектоника», 1.3.3 «Нефтегазоносность». 2 «Методика выполнения работы», 2.1 «Краткая характеристика методов ГИС», 2.2 «Методы ГИС», 2.3 «Интерпретация данных газового каротажа», 2.4 «Люминесцентно-битуминологический анализ». 3 «Результаты», 3.1 «Литолого-петрофизическая характеристика продуктивного горизонта Ю11», 3.1.1 «Результаты определения подсчетных параметров пласта Ю11», 3.1.2

«Нижние пределы «коллектор-неколлектор» по данным керна».

Основное содержание работы «Геолого-геофизическая характеристика района работ».

Уховское месторождение нефти самое южное и наиболее крупное на юго-востоке Западно-Сибирского нефтегазоносного района, территориально расположено в Северном районе Новосибирской области, как показано на рисунке 1. В 70 км от с.Северное и в 180 км от железнодорожной станции Барабинск Транссибирской железной дороги.

В гидрографическом отношении месторождение расположено в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины, 40-45% площади месторождения заболочено. Южная часть расположена на сухом, доступном для проезда месте. Климат района резко континентальный, с коротким жарким летом и холодной продолжительной зимой. Температура в течении года колеблется от  $-50^{\circ}$  до  $+30^{\circ}$  С. Гидродинамическая сеть представлена рекой Тарой, секущей месторождение в южной части. По северо-западной окраине протекает р.Малая Ича Доставка грузов на месторождение осуществляется в зимний период на санях и с помощью вездеходов типа ГАЗ-34039-12. За год по области выпадает в среднем 300-400 миллиметров атмосферных осадков. Зима самое продолжительное время года, она длится пять месяцев - с начала ноября до конца марта. Открытию многочисленных месторождений нефти и газа в Западной Сибири предшествовали многолетние геолого-геофизические исследования территории.

Сравнительно планомерное изучение геологического строения района началось в 1948 году. В этот период были выполнены следующие работы:

1. Аэромагнитная съемка масштаба 1: 1000000
2. Аэрогравиметрическая съемка масштаба 1: 1000000
3. Сейсмозондирование и колонковое бурение.

Комплексная интерпретация результатов этих работ позволила определить общие закономерности геологического строения осадочного чехла и фундамента платформы, и выделить тектонические структуры первого

порядка, в том числе и Нижневартовский свод.

На территории Нижневартовского свода планомерные поиски перспективных структур методами сейсмических исследований начали проводиться с 1957 года. Результаты работ сейсмопартии позволили уточнить тектоническое строение района, выявить и подготовить к поисково-разведочному бурению Варгаршорскую, Северо-Покурскую, Ватинскую, Мегионскую, Агинскую и другие структуры.

Глубоким разведочным бурением были открыты крупнейшие нефтяные месторождения: в 1961 году - Мегионское, в 1964 году - Ватинское, Северо-Покурское, а в 1965 году - Варгаршорское, Аганское и другие. Промышленно нефтеносные горизонты в них связаны преимущественно с нижнемеловыми отложениями.

После завершения промышленной разведки основных продуктивных горизонтов и утверждение запасов в ГКЗ (1973 г.) в 1977 году Варгаршорское месторождение передано на баланс Главтюменнефтегаза. С экономической точки зрения Нижневартовский район можно считать высоко развитым. Наличие различных путей сообщения с другими районами и странами, позволяет быстро обмениваться информацией, опытом, кадрами и новой техникой. Это позволяет с высокой степенью совершенствовать существующие методы и системы разработки нефтегазовых месторождений данного района.

В области геологической изученности район считается зрелым. Первые геологические исследования начались порядка 47 лет назад. За этот период в районе открыто более 50 месторождений различных размеров. Варгаршорское месторождение является одним из самых старых месторождений района и лидирует по размерам.

Второй раздел **«Методика выполнения работы».**

Выбор методов комплекса ГИС основывается на поставленные геологические задачи таких как:

- литологическое расчленение разреза, с последующей его корреляцией;
- выделение коллекторов;
- оценка фильтрационно-ёмкостных свойств пластов (пористости, глинистости, проницаемости);
- оценка характера насыщения коллекторов;
- определение ВНК (водонефтяного), ГНК (газонефтяного), ГВК (газоводяного контакта);

Задача литологического расчленения разреза решается при условии дифференциации пород, слагающих разрез, по физическим свойствам. К таковым можно отнести удельное электрическое сопротивление (УЭС), поляризационные свойства, плотностные свойства, акустические свойства, естественная радиоактивность пород и др [1].

В песчано-глинистом разрезе Уховского месторождения задачу расчленения и определения литологического состава разреза можно решить, применяя следующие методы геофизических исследований скважин: ПС, КС, БКЗ,  $d_c$ , ИК и др.

Основными дифференцирующими признаками для литологического расчленения разреза и выделения коллекторов являются: сужение ствола скважины против пласта коллектора вследствие образования глинистой корки, которая фиксируется на кавернограмме, наличие радиального градиента сопротивления, устанавливаемого по данным электрических методов с различной глубиной исследования (БКЗ), образование отрицательной аномалии ПС, сравнительно высокая естественная радиоактивность глин и низкая песчаников.

Дополнительным признаком коллектора будет являться расхождение показаний МБК и БК. Выше перечисленные методы могут применяться для большинства поставленных задач. В дополнении к ним для определения характера насыщения коллектора водонефтяного, газонефтяного и газоводяного контактов необходимо будет применение методов акустического

каротажа (АК), высокочастотного индукционного зондирования (ВИКИЗ), нейтронного каротажа (НКТ) [2].

Таким образом, в зоне продуктивных пластов в масштабе глубин 1:200, проектируется комплекс ГИС следующего состава:

- БКЗ+ПС для изучения радиального градиента УС вдоль диаметра зоны проникновения и расчленения литологического разреза;
- МБК для определения УС промытой зоны, толщины глинистой корки с целью уточнения местоположения границ коллектора;
- БК для изучения зоны проникновения и уточнения границ пластов;
- ИК+ВИКИЗ для определения электропроводности пластов при слабopроводящей промывочной жидкости;
- Кавернометрия (КВ) для определения кавернозности ствола скважины;
- ГК, НКТ для определения насыщенности коллектора водонефтяного контакта, пористости и др.;
- АК для выделения высокопористых участков разреза, газонасыщенных участков коллектора, газонефтяного контакта и др.

Данный комплекс составлен на основании обязательного стандартного комплекса ГИС применяемого с учетом опыта ранее проведенных работ методом ГИС в данном районе.

### Третий раздел «Результаты».

Отложения пласта Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> представлены песчаниками крупно-мелко-среднезернистыми, алеврититыми, глинистыми и карбонатными, а также алевролитами крупнозернистыми, песчаными и глинистыми с прослоями аргиллитов гидрослюдистых, карбонатных. Преобладающими являются средне-мелкозернистые песчаники.

Песчаники имеют преимущественно однородную структуру, редко микрослоистую, обусловленную ориентировкой обломков удлиненной формы. Упаковка обломков в породе средней плотности, контакты между обломками точечные, выпукло-вогнутые, реже линейные. Цементация

обломков порово-пленочного и регенерационного типов.

В песчаниках отмечается наличие сообщающихся пор. Обломки обычно хорошо окатаны, имеют изометричную и овальную форму и ровную контуры. Отсортированность обломочного материала средняя, участками хорошая.

По вещественному составу песчаники полимиктовые. Основными породообразующими минералами являются кварц (36-69%) и полевые шпаты (14-43%). Обломки пород представлены кварцитами (9-28%) и сланцами слюдистыми и слюдиисто-кварцевыми (0.4-9%). В количестве менее 1% встречаются хлорит, глауконит и циркон.

В больших количествах отмечен пирит. Его содержание в среднем составляет 1%, но во многих пробах достигает 3-5%. Следует отметить, что увеличение пирита растет вместе с глинизацией пород, что является фациальным признаком динамически неактивного бассейна седиментации.

Глинистый цемент представлен в основном гидрослюдой (2-7%), каолинитом (0.6-2%) и хлоритом (0-0.78%).

Карбонатный цемент присутствует в количестве 0-30%. Глинистые песчаники-коллекторы чаще бескарбонатные или с карбонатным цементом менее 3-5%.

Плотные карбонатные пропластки, осложняющие разрез пласта, имеют преимущественно кальцитовый цемент в количестве более 10-20%. Увеличение карбонатного цемента свыше 5-6% резко изменяет свойства породы и переводит ее в разряд неколлекторов. Для пород с  $S_{карб} < 5\%$  учет присутствия его в породе не повышает надежности определения пористости.

Для песчано-алевролитовых пород-коллекторов Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> сумма всего цемента превышает его глинистую компоненту в основном не более чем на 1-1.5%, т.е глинистый, преимущественно гидрослюдистый, цемент является ведущим.

Сопоставление гранулометрических характеристик коллекторов с глинистой фракцией и коллекторскими свойствами позволяют сделать следующие выводы:

1. Породы-коллекторы пласта Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> представляют собой отложения нормального терригенного ряда, для которых характерна высокая корреляция между гранулометрическими фракциями, а также между гранулометрическими характеристиками и коллекторскими свойствами пород: пористостью, проницаемостью и влагоемкостью, поскольку все они определяются степенью дисперсности породы.

### **Методы ГИС:**

Каротаж потенциала собственной поляризации (ПС).

**Каротаж потенциала собственной поляризации (ПС)** (англ. Spontaneous Potential log (SP)) – один из самых распространенных электрических методов геофизических исследований скважин, основанный на изучении естественных электрических полей. Показывает наличие естественных электрических полей, возникающих благодаря протеканию на границах между породой и глинистым раствором электрохимических процессов (напряжение в мВ — милливольт) [3].

Пластовая вода, залегающая в коллекторе и фильтрат бурового раствора, обладают разной минерализацией и плотностью, вследствие этого ионы Na<sup>+</sup> и Cl<sup>-</sup> мигрируют из зоны с повышенной минерализацией в пониженную. Мобильность ионов Cl<sup>-</sup> больше чем Na<sup>+</sup>, поэтому вскоре на границе с проницаемым продуктивным пластом со стороны бурового раствора появляется отрицательно заряженная область, а со стороны более минерализованной воды коллектора положительно заряженная зона. Глина из-за кажущегося отрицательного заряда своей решетки для анионов Cl<sup>-</sup> является непроницаемой мембраной и пропускает через себя только положительно заряженные ионы, т.е. катионы. Из-за этого возникает потенциал собственной поляризации напротив каждого вида пород, который измеряется при каротаже ПС [4].

Если минерализация пластовой воды выше минерализации скважинной жидкости, то отклонение влево, как показано на рисунке 6, в противном случае



наоборот. Выбор методов комплекса ГИС основывается на поставленные геологические задачи таких как:

- литологическое расчленение разреза, с последующей его корреляцией;
- выделение коллекторов;
- оценка фильтрационно-ёмкостных свойств пластов (пористости, глинистости, проницаемости);
- оценка характера насыщения коллекторов;
- определение ВНК (водонефтяного), ГНК (газонефтяного), ГВК (газоводяного контакта);

Задача литологического расчленения разреза решается при условии дифференциации пород, слагающих разрез, по физическим свойствам. К таковым можно отнести удельное электрическое сопротивление (УЭС), поляризационные свойства, плотностные свойства, акустические свойства, естественная радиоактивность пород и др [1].

В песчано-глинистом разрезе Уховского месторождения задачу расчленения и определения литологического состава разреза можно решить, применяя следующие методы геофизических исследований скважин: ПС, КС, БКЗ, КВ, ИК и др.

Основными дифференцирующими признаками для литологического расчленения разреза и выделения коллекторов являются: сужение ствола скважины против пласта коллектора вследствие образования глинистой корки, которая фиксируется на кавернограмме, наличие радиального градиента сопротивления, устанавливаемого по данным электрических методов с различной глубиной исследования (БКЗ), образование отрицательной аномалии ПС, сравнительно высокая естественная радиоактивность глин и низкая песчаников.

Дополнительным признаком коллектора будет являться расхождение показаний МБК и БК. Выше перечисленные методы могут применяться для большинства поставленных задач. В дополнении к ним для определения

характера насыщения коллектора водонефтяного, газонефтяного и газоводяного контактов необходимо будет применение методов акустического каротажа (АК), высокочастотного индукционного зондирования (ВИКИЗ), нейтронного каротажа (НКТ).

Таким образом, в зоне продуктивных пластов в масштабе глубин 1:200, проектируется комплекс ГИС следующего состава:

- БКЗ+ПС для изучения радиального градиента УС вдоль диаметра зоны проникновения и расчленения литологического разреза;
- МБК для определения УС промытой зоны, толщины глинистой корки с целью уточнения местоположения границ коллектора;
- БК для изучения зоны проникновения и уточнения границ пластов;
- ИК+ВИКИЗ для определения электропроводности пластов при слабопроводящей промывочной жидкости;
- Кавернометрия (КВ) для определения кавернозности ствола скважины;
- ГК, НКТ для определения насыщенности коллектора водонефтяного контакта, пористости и др.;
- АК для выделения высокопористых участков разреза, газонасыщенных участков коллектора, газонефтяного контакта и др.

Данный комплекс составлен на основании обязательного стандартного комплекса ГИС применяемого с учетом опыта ранее проведенных работ методом ГИС в данном районе.

**Заключение.** В соответствии с поставленными в ведении задачами в выпускной квалификационной работе дано описание геологического строения района работ, выполнен обзор комплексов геофизических исследований скважин, применяемых для выделения перспективных интервалов. Также выделен, в разрезе изучаемой скважины Уховского месторождения, пласт-коллектор и определен характер его насыщения.

По результатам выполненных исследований получены фильтрационно-

емкостные свойства коллектора, то есть пористость, глинистость, проницаемость и насыщенность. Выполнено литологическое расчленение разреза.

Используемый комплекс методов ГИС позволяет решать геологические задачи в условиях Уховского месторождения