

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

Кафедра геофизики

**«Комплексная интерпретация данных ГИС при определении характера
насыщения и положения водонефтяного контакта в пласте АС9
Лянторского месторождения»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 5 курса 532 группы
направление 05.03.01 «Нефтегазовое дело»
профиль «Геолого-геофизический сервис»
геологического факультета
Силакова Максима Олеговича

Научный руководитель

ст. преподаватель

подпись, дата

В. В. Тимофеев

Зав. кафедрой

к.г.-м.н., доцент

подпись, дата

Е. Н. Волкова

Саратов 2026

Введение. Одной из наиболее важных задач промысловой геофизики является определение характера насыщения продуктивных пластов и установление положения межфлюидных контактов. От правильности решения этой задачи зависят геологическое обоснование разработки месторождения, уточнение строения залежи, выбор интервалов перфорации и оценка перспектив нефтенасыщенных пропластков. Особенно актуальна такая интерпретация для месторождений Западной Сибири, где продуктивные пласты нередко отличаются сложным строением, литологической неоднородностью, небольшой мощностью нефтенасыщенных интервалов и изменчивым характером насыщения.

Лянторское месторождение относится к числу крупных месторождений Западной Сибири и длительное время находится в разработке. В этих условиях возрастает значение геофизических методов, позволяющих уточнять строение пластов, контролировать изменение насыщения и выявлять положение межфлюидных контактов в пределах продуктивных интервалов. Для таких задач особенно важно использование не одного отдельного метода, а комплекса ГИС, в котором каждый метод дополняет другой: одни методы позволяют расчленять разрез и выделять коллекторы, другие — оценивать их электрические свойства, пористость и водородосодержание, третьи — контролировать условия измерений.

Актуальность работы определяется необходимостью комплексной интерпретации данных ГИС при изучении пласта АС9 Лянторского месторождения. В условиях терригенного разреза надежное определение характера насыщения возможно только при совместном анализе электрических, радиоактивных, плотностных и акустических методов. Такой подход позволяет не только выделить коллекторы, но и проследить переход от интервалов смешанного насыщения к водонасыщенным частям пласта, что особенно важно при определении положения водонефтяного контакта.

Цель работы — определить характер насыщения пласта АС9 Лянторского месторождения и установить положение межфлюидного контакта по данным комплекса геофизических исследований скважин.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие **задачи**:

- дать геолого-геофизическую характеристику района исследования и продуктивного пласта АС9;
- рассмотреть физические основы и интерпретационные возможности методов ГИС, использованных в работе;
- охарактеризовать комплекс методов, включающий ВИКИЗ, боковой каротаж, гамма-каротаж, нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам, гамма-гамма плотностный каротаж, акустический каротаж, а также кавернометрию и резистивиметрию;
- обосновать методику комплексной интерпретации данных ГИС при изучении терригенного пласта;
- выделить коллекторы в исследуемом интервале пласта АС9;
- оценить их фильтрационно-емкостные свойства;
- определить характер насыщения выделенных интервалов и установить рабочее положение межфлюидного контакта.

Объектом исследования является пласт АС9 Лянторского месторождения.

Предметом исследования являются особенности интерпретации комплекса данных ГИС при определении характера насыщения и положения межфлюидного контакта в пределах пласта АС9.

Исходной базой работы послужили материалы комплексной диаграммы ГИС по исследуемому интервалу скважины, включающие данные электрических, радиоактивных, плотностных, акустических и вспомогательных методов. Основное внимание уделено интервалу, в пределах которого по комплексу геофизических признаков выделяются проницаемые

прослой и прослеживается переход от смешанного нефтеводонасыщенного состояния к водонасыщенному.

Практическая значимость работы заключается в том, что выполненная интерпретация показывает возможности комплексного подхода к анализу терригенных пластов в условиях Лянторского месторождения. Полученные результаты могут быть использованы при уточнении характера насыщения выделенных интервалов, оценке положения водонефтяного контакта и обосновании дальнейшей геолого-промысловой интерпретации.

В методическом отношении работа основана на последовательном анализе комплекса геофизических данных. Литологическое расчленение разреза выполняется по гамма-каротажу с привлечением пористостных методов, электрические свойства пласта анализируются по данным ВИКИЗ и бокового каротажа, характер насыщения оценивается прежде всего по ННК-т в комплексе с другими методами, а гамма-гамма плотностный и акустический каротаж используются для уточнения фильтрационно-емкостных свойств. Кавернометрия и резистивиметрия необходимы для контроля условий измерения и корректной интерпретации полученных кривых.

Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложения. В первой главе приведена геолого-геофизическая характеристика района исследования. Во второй главе рассмотрены физические основы применяемых методов и изложена методика комплексной интерпретации данных ГИС. В третьей главе приведены результаты интерпретации пласта АС9 и определено положение межфлюидного контакта в исследуемом интервале.

Основное содержание работы.

Первый раздел «Геолого-геофизическая характеристика территории исследования». Лянторское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа — Югры и относится к числу крупных объектов Западной Сибири. Район характеризуется резко континентальным климатом, высокой

заболоченностью, широким распространением озер, пойменных понижений и слабой расчлененностью рельефа. Такие природные условия осложняют строительство и эксплуатацию промысловых объектов, поэтому при изучении месторождения важно учитывать не только геологическое строение залежей, но и инженерно-географические особенности территории.

В литолого-стратиграфическом отношении разрез Лянторского месторождения представлен породами палеозойского фундамента, промежуточного структурного этажа и мощной толщей мезозойско-кайнозойских осадочных отложений. Для данной работы наибольшее значение имеют нижнемеловые отложения вартовской свиты, в составе которых развиты продуктивные пласты АС9, АС10 и АС11. Эти пласты сложены главным образом песчаниками и алевролитами с глинистыми прослоями, что определяет неоднородность коллекторов и влияет на распределение насыщения в пределах залежи.

Тектоническое строение района связано с системой пологих локальных поднятий северо-западного склона Сургутского свода. Лянторское, Январское и Востокинское поднятия образуют единую структуру меридионального простирания, осложненную небольшими куполами и прогибами. Такое строение контролирует размещение продуктивных пластов и положение зон нефтегазонасыщения, поэтому тектонический фактор имеет прямое значение при интерпретации данных ГИС.

Основная нефтегазоносность месторождения приурочена к пластам АС9–АС11 верхней части вартовской свиты. Они образуют единую крупную газонефтяную залежь пластово-массивного типа. Наиболее широкий контур нефтеносности характерен для пласта АС9, который распространен почти по всей площади месторождения и перекрывается мощной глинистой крышкой. По керновым и геофизическим данным пласт обладает хорошими коллекторскими свойствами: средняя открытая пористость составляет около 24,3–24,6 %, а проницаемая часть представлена преимущественно мелкозернистыми песчаниками и крупнозернистыми алевролитами.

В рамках выпускной квалификационной работы пласт АС9 рассматривается как основной объект геофизической интерпретации. Его широкое распространение, сложное литологическое строение, наличие нефтенасыщенных и водонасыщенных интервалов делают данный пласт удобным объектом для определения характера насыщения и уточнения положения водонефтяного контакта по комплексу данных ГИС.

Второй раздел «Методика исследования». В разделе рассмотрен комплекс геофизических методов, использованных для определения характера насыщения и положения водонефтяного контакта в пласте АС9 Лянторского месторождения. Основу интерпретации составили данные ВИКИЗ, бокового каротажа, гамма-каротажа и нейтрон-нейтронного каротажа по тепловым нейтронам. Эти методы позволяют выделять коллекторы, оценивать электрические свойства пород, определять степень глинистости и проследивать изменение водородосодержания, что особенно важно при разделении нефтенасыщенных, водонасыщенных и переходных интервалов.

Дополнительно в работе использованы гамма-гамма плотностной и акустический каротаж. Их данные применялись для уточнения пористости и подтверждения коллекторских свойств выделенных интервалов. Кавернометрия и резистивиметрия рассматривались как вспомогательные методы, необходимые для контроля условий измерения, учета влияния ствола скважины и корректной интерпретации электрических кривых.

В результате во второй главе обосновано применение комплексного подхода к анализу данных ГИС. Совместное использование электрических, радиоактивных, акустических и контрольных методов повышает достоверность выделения проницаемых интервалов пласта АС9, позволяет оценить характер их насыщения и подготовить основу для определения положения водонефтяного контакта в результативной части работы.

Третий раздел «Результаты исследования». В разделе приведены результаты комплексной интерпретации данных геофизических исследований скважин по пласту АС9 Лянторского месторождения. Для анализа использован

фрагмент комплексной каротажной диаграммы в интервале 2254–2268 м. В пределах этого интервала рассмотрены данные ВИКИЗ, бокового каротажа, гамма-каротажа, нейтрон-нейтронного каротажа по тепловым нейтронам, гамма-гамма плотностного и акустического каротажа, а также кавернометрии и резистивиметрии. Совместное использование этих методов позволило оценить литологическое строение пласта, выделить проницаемые интервалы, определить их фильтрационно-емкостные свойства и установить характер насыщения.

По данным комплексной диаграммы кровля пласта АС9 установлена на глубине 2255,4 м, подошва — на глубине 2267,8 м. В абсолютных отметках пласт соответствует интервалу 2039,6–2051,3 м. В пределах рассматриваемого разреза выделена проницаемая часть общей мощностью 5,2 м. Она представлена песчаными и алеврито-песчаными разностями, которые по данным ГИС обладают хорошими коллекторскими свойствами.

В пласте АС9 выделены три основных проницаемых интервала: 2257,4–2258,0 м, 2258,6–2261,6 м и 2262,4–2264,0 м. Их выделение выполнено по совокупности геофизических признаков: пониженным значениям гамма-каротажа, характерному поведению кривых ВИКИЗ и бокового каротажа, а также по подтверждающим данным плотностного и акустического каротажа. При этом каждый интервал был дополнительно расчленен на отдельные пропластки, для которых определены коэффициент пористости, коэффициент проницаемости, удельное электрическое сопротивление и характер насыщения.

Из таблицы видно, что пласт АС9 в пределах изученного интервала характеризуется достаточно высокими емкостными свойствами. Коэффициент пористости изменяется от 22,7 до 24,9 %, что соответствует хорошим коллекторским свойствам пород. Проницаемость изменяется в более широких пределах — от $36,4 \cdot 10^{-3}$ до $206,4 \cdot 10^{-3}$ мкм². Это указывает на неоднородность пласта по фильтрационным свойствам, несмотря на близкие значения пористости.

Таблица 1 – Результаты комплексной интерпретации данных ГИС по пласту АС9

Интервал, м	Толщина, м	Кп, %	Кпр, 10 ⁻³ мкм ²	УЭС, Ом·м	Характер насыщения
2257,4–2258,0	0,6	24,1	117,5	7,0	Вода + нефть
2258,6–2259,2	0,6	22,7	36,4	6,6	Вода
2259,2–2261,0	1,8	23,7	80,7	5,3	Вода
2261,0–2261,6	0,6	24,3	129,1	6,2	Вода
2262,4–2263,2	0,8	24,9	206,4	3,9	Вода
2263,2–2264,0	0,8	24,9	206,4	6,9	Вода

В верхней части проницаемого разреза, в интервале 2257,4–2258,0 м, выделен тонкий пропласток мощностью 0,6 м с характером насыщения «вода + нефть». Для него характерны коэффициент пористости 24,1 %, проницаемость $117,5 \cdot 10^{-3}$ мкм² и удельное электрическое сопротивление 7,0 Ом·м. Повышенное значение сопротивления по сравнению с нижележащими интервалами при сохранении хороших коллекторских свойств указывает на наличие углеводородной составляющей. При этом данный интервал не относится к чисто нефтенасыщенным, а рассматривается как переходный нефтеводонасыщенный пропласток.

Ниже, начиная с глубины 2258,6 м, проницаемые интервалы интерпретируются как водонасыщенные. В интервале 2258,6–2261,6 м выделены три водонасыщенных пропластка суммарной мощностью 3,0 м. Коэффициент пористости здесь составляет 22,7–24,3 %, проницаемость — $36,4–129,1 \cdot 10^{-3}$ мкм², а удельное электрическое сопротивление — 5,3–6,6 Ом·м. Несмотря на сохранение коллекторских свойств, снижение сопротивления относительно верхнего нефтеводонасыщенного интервала показывает преобладание воды в поровом пространстве.

Еще ниже, в интервале 2262,4–2264,0 м, выделены водонасыщенные коллекторы суммарной мощностью 1,6 м. Для них характерны наиболее высокие значения проницаемости — до $206,4 \cdot 10^{-3}$ мкм² при коэффициенте пористости 24,9 %. Это показывает, что водонасыщенный характер нижней части пласта связан не с ухудшением коллекторских свойств, а с положением данного интервала относительно межфлюидного контакта.

Сравнение средних параметров по зонам подтверждает этот вывод. Для интервала с насыщением «вода + нефть» средний коэффициент пористости составляет 24,1 %, проницаемость — $117,5 \cdot 10^{-3}$ мкм², удельное электрическое сопротивление — 7,0 Ом·м. Для водонасыщенной части суммарной мощностью 4,6 м средний коэффициент пористости составляет около 24,0 %, средняя проницаемость — около $125,0 \cdot 10^{-3}$ мкм², а среднее удельное электрическое сопротивление — около 4,9 Ом·м. Поэтому главным диагностическим признаком смены насыщения является не изменение пористости, а изменение электрических свойств пласта при близких значениях емкостных параметров.

По данным комплексной интерпретации переход от нефтеводонасыщенного пропластка к водонасыщенной части пласта происходит между глубинами 2258,0 и 2258,6 м. В качестве рабочей глубины положения водонефтяного контакта принята отметка 2258,6 м, то есть кровля нижележащего водонасыщенного коллектора. В абсолютных отметках это соответствует примерно 2042,7 м. Более корректно этот участок можно рассматривать как зону нефтеводного перехода, поскольку выше контакта выделен не чисто нефтенасыщенный пласт, а интервал смешанного насыщения «вода + нефть».

Газонасыщенные интервалы в пределах рассматриваемого фрагмента не выделены, поэтому положение газонефтяного контакта по данным данной диаграммы не определялось. В результате выполненной интерпретации установлено, что пласт АС9 в исследуемом интервале относится преимущественно к водонасыщенной части залежи, а наличие тонкого

нефтеводонасыщенного пропластка в верхней части указывает на близость водонефтяного контакта. Комплексная интерпретация данных ГИС позволила выделить коллекторы, оценить их свойства, определить характер насыщения и обосновать положение ВНК в пределах изученного интервала.

Заключение. В данной работе выполнена интерпретация комплекса геофизических данных по пласту АС9 Лянторского месторождения с целью определения характера насыщения и положения межфлюидного контакта. Для решения поставленной задачи использовались данные ВИКИЗ, бокового каротажа, гамма-каротажа, нейтрон-нейтронного каротажа по тепловым нейтронам, гамма-гамма плотностного и акустического каротажа, а также материалы кавернометрии и резистивиметрии.

По результатам комплексной интерпретации установлено, что в исследуемом интервале пласт АС9 сохраняет хорошие коллекторские свойства. В его пределах выделены проницаемые прослои, характеризующиеся высокими значениями пористости и проницаемости. При этом анализ показал, что изменение характера насыщения связано не с ухудшением фильтрационно-емкостных свойств пород, а с положением рассматриваемой части пласта относительно межфлюидного контакта.

В верхней части проницаемого разреза выделен тонкий интервал со смешанным характером насыщения «вода + нефть». Ниже по разрезу располагаются уже водонасыщенные коллекторы. Это позволяет считать, что рассматриваемый фрагмент диаграммы соответствует нижней части продуктивного пласта АС9 и расположен в непосредственной близости к водонефтяному контакту.

Полученные результаты показывают, что комплексный подход к интерпретации данных ГИС позволяет надежно выделять коллекторы, оценивать характер их насыщения и устанавливать положение водонефтяного контакта в пласте АС9.