

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

Кафедра геофизики

**«Выделение нефтенасыщенных пластов коллекторов комплексом ГИС-  
ГТИ (на примере Жидонского месторождения)»**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студентки 4 курса 403 группы  
направление 05.03.01 геология  
профиль «Нефтегазовая геофизика»  
геологического ф-та  
Ершовой Кристины Александровны

**Научный руководитель**

К. г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

В.Ю. Шигаев

подпись, дата

**Зав. кафедрой**

К. г.- м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2021 год

**Введение.** Геолого – технологические исследования (ГТИ) скважин в процессе бурения — являются объединением трех самостоятельных направлений, существовавших до появления ГТИ — газового каротажа, экспрессных петрофизических исследований, информационно-измерительных систем для контроля процесса бурения.

Геофизические исследования скважин (ГИС) представляют собой совокупность методов, применяемых для изучения горных пород в околоскважинном и межскважинном пространствах. Они базируются на изучении физических свойств горных пород по стволу скважины, что позволяет определить: последовательность и глубины залегания пластов, их литолого-петрофизические свойства; наличие и количественное содержание в недрах полезных ископаемых. Результаты геофизических исследований отображаются в виде диаграмм изменения физических свойств пород в функции глубины скважины.

**Актуальность исследований:** в современных условиях эффективность геологоразведочных работ на нефть и газ во многом зависит от полноты и достоверности получаемой информации в процессе бурения скважин. На сегодняшний день такая задача решается комплексом методов ГТИ и ГИС бурящихся скважин. Например, анализ бурового раствора и шлама дает самую первую информацию о разрезе: наличии коллекторов, нефте- и газопроявлениях и т.д. Полнота и качество исследования шлама особенно важны при анализе сложных коллекторов и разведке труднодоступных и трудноизвлекаемых запасов. Получаемые в ходе ГИС материалы обеспечивают расчленение разреза скважин на пласты, определение их литологии и глубины залегания, выявление полезных ископаемых (нефти, газа, угля и др.), определение объема залежи нефти, газа, угля или рудного тела, оценку физико-механических свойств пород при строительстве различных сооружений и др.

**Целью** написания работы является выделение продуктивных пластов коллекторов по разрезу скважины 12 Жидонского месторождения в интервале глубин 1455-1529,1 м по материалам ГИС и ГТИ.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие **задачи**:

- Изучить краткую геологическую характеристику района работ.
- Изучить теоретические основы методов ГИС и ГТИ, применяемых на объекте исследований.
- Ознакомится с результатами исследований ГИС – ГТИ в скважине № 12 Жидонского месторождения и на их основе выделить продуктивные интервалы разреза.

Материалом для написания работы послужили данные геолого-геохимических и геофизических исследований, полученных при строительстве эксплуатационной скважины № 12 Жидонского месторождения, которое в тектоническом отношении расположено в Бордулино-Фокинской части Верхнекамской впадины.

В структуру выпускной квалификационной работы входят четыре основных раздела: краткая геологическая характеристика района работ, теоретические основы методов ГТИ, комплекс методов ГИС, применяемых на месторождении и результаты исследования.

**Основное содержание работы. Раздел 1 Краткая геологическая характеристика района работ.** В подразделе 1.1 указано, что геологический разрез изучаемого месторождения представлен одним структурным этажом (палеозойским).

В тектоническом отношении (подраздел 1.2) месторождение расположено в Бордулино-Фокинской части Верхнекамской впадины.

В подразделе 1.3 «Нефтегазоносность» говорится о том, что Жидонское месторождение УВ относится – визейско- терригенному и верхнедевонско-турнейскому карбонатному нефтегазоносному комплексу, в котором выделены пласты-коллекторы визейского возраста, насыщенные нефтью в

интервалах 1471,21 - 1472,62м, 1480,97 - 1482,3 м. В разрезе также выделены пласты-коллекторы турнейского возраста, насыщенные нефтью в интервалах 1516,07 - 1517,56м, 1523,67-1529,1м.

**Раздел 2 Теоретические основы методов ГТИ.** В подразделе 2.1 рассматривается аппаратура и оборудование партий геолого-технологических исследований применяемых на скважине № 12 Жидонского месторождения.

Газовый каротаж (Гк) в процессе бурения, рассматриваемый в подразделе 2.2, является прямым методом, который позволяет определить в разрезе скважины продуктивные интервалы, содержащие углеводороды (УВ). Гк основан на изучении количественного и качественного состава углеводородного газа, попавшего в промывочную жидкость. В процессе разбуривания горных пород при проводке скважин. Информативными газами для выделения продуктивных пластов являются предельные УВ от метана до гексана ( $C_1 - C_6$ ).

Данный подраздел содержит важную информацию о механизме поступления газа в буровой раствор (пункт 2.2.1.), дегазации (пункт 2.2.2.), а также методику регистрации отдельных компонентов в газовой смеси (пункт 2.2.3.).

В подразделе 2.3 «Литолого-стратиграфическое расчленение разреза и корректировка геологического строения разреза в точке бурения скважины» говорится о том, что в процессе бурения формируются шламовые смеси, состоящие из обломков непосредственно выбуриваемых (основных) пород и обвальных, которые образуются при размыве стенок скважины. Подраздел посвящен описанию механизма формирования шламовых смесей в процессе бурения (пункт 2.3.1.), литологической диагностики шламовых смесей и методы построения литологической колонки исследуемого разреза (пункт 2.3.2.), а также методике оценки характера насыщения перспективных участков по шламу (пункт 2.3.3.).

Люминесцентно-битуминологический анализ (ЛБА), описан в подразделе 2.4. ЛБА включает в себя просмотр образцов под люминоскопом

и капельный анализ (пункт 2.4.1), эталонный и капиллярный анализы (ЛБА в хлороформе) (пункт 2.4.2.), а так же люминесцентно-битуминологический анализ шлама (пункт 2.4.3.). Метод основан на зависимости, существующей между количеством и составом битуминозных веществ и цветом и интенсивностью их люминесценции.

**Раздел 3 Комплекс методов ГИС, применяемых на месторождении** включает теоретические основы: гамма каротажа - ГК, нейтронного гамма каротажа - НГК, кавернометрии - ДС и электрометрии методами бокового – БК и микро бокового – МБК каротажей, а также резистивиметрии.

Подраздел 3.1 посвящен описанию основ гамма-каротажа. Данный метод измерения естественной радиоактивности горных пород проводится во всех поисковых и разведочных скважинах, в открытом и закрытом стволе. Метод обеспечивает высокое вертикальное расчленение разреза (выделяются контрастные по естественной радиоактивности прослой мощностью 0,3-0,4 м), а показания метода ГК зависят от радиоактивности вмещающих пород, бурового раствора, колонны и от технологии замеров.

В подразделе 3.2 рассмотрен метод НГК, который основан на регистрации искусственно вызванного излучения  $\gamma$ -лучей, возникающее при поглощении тепловых нейтронов ядрами химических элементов, входящих в состав горной породы. Основным химическим элементом, влияющим на замедление и поглощение нейтронов породой, является водород. Чем больше количества водорода, тем быстрее нейтроны замедляются и поглощаются и снижается плотность нейтронов и вторичного  $\gamma$ -излучения. На результаты НГК значительное влияние оказывают элементы, обладающие аномально высокой способностью захвата нейтронов, главным образом хлор. Благодаря присутствию хлора повышается интенсивность радиационного гамма-излучения.

Метод кавернометрии (подраздел 3.3) обеспечивает непрерывное измерение диаметра и формы ствола скважины по глубине. Фактический диаметр скважины измеряется каверномером, который представлен четырьмя

рычагами, прижатыми к стенке скважины. На коллекторах обычно наблюдается уменьшение диаметра из-за глинистой корки примерно на 1-2 см. На плотных глинах регистрируемый диаметр скважины равен диаметру долота.

В подразделе 3.4 описаны теоретические основы БК (пункт 3.4.1), МБК (пункт 3.4.2) и резистивиметрии (пункт 3.4.3). БК основан на применении зондов с фокусированной системой питающих электродов. Основная цель данного метода — определение истинного удельного сопротивления пласта и зоны проникновения в Ом\*м. Существуют 3-х, 7-ми и 9-ти электродные модификации, которые часто фигурируют в литературе под названием «многозондовый боковой каротаж». Он является разновидностью каротажа по методу сопротивления с использованием зондов, в которых электрическое поле является управляемым.

МБК является микрокаротажом зондами малой длины с фокусировкой тока. На практике применяют четырехэлектродный, двухэлектродный и трехэлектродный микрозонды. Данный метод показывает сопротивление прискважинной зоны пласта и позволяет определить точные границы пластов.

Резистивиметрия базируется на вычислении удельного электрического сопротивления раствора или жидкости, которые заполняют скважину. Основным фактором, определяющим параметры сопротивления водного раствора — содержание в нем определенного количества растворимых солей. Часто резистивиметрию используют для установления скорости фильтрации различных подземных потоков. В засоленной скважине проводят измерения, изучают скорость опреснения электролита, связанную с фильтрационными свойствами водоносного горизонта.

**Раздел 4 Результаты исследования.** По материалам комплексного анализа данных геолого-геохимических исследований в интервале глубин 1455-1529,1 м оценен характер насыщения пород вскрытого разреза. При этом наибольший интерес представляет интервал 1472,6-1482,3 м (рисунок 1), в котором вскрыты продуктивные горные породы.

# Геолого-технологические исследования

Месторождение: Жидовское

Скважина: 12

масштаб 1:500

Интервал исследований: 1472, 6 - 1482, 3 м

Литоология:



Известняк



Доломит

Условные обозначения:



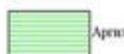
Глина



Известняк глинистый



Песчаник



Аргиллит

Характер насыщения:



Нефть

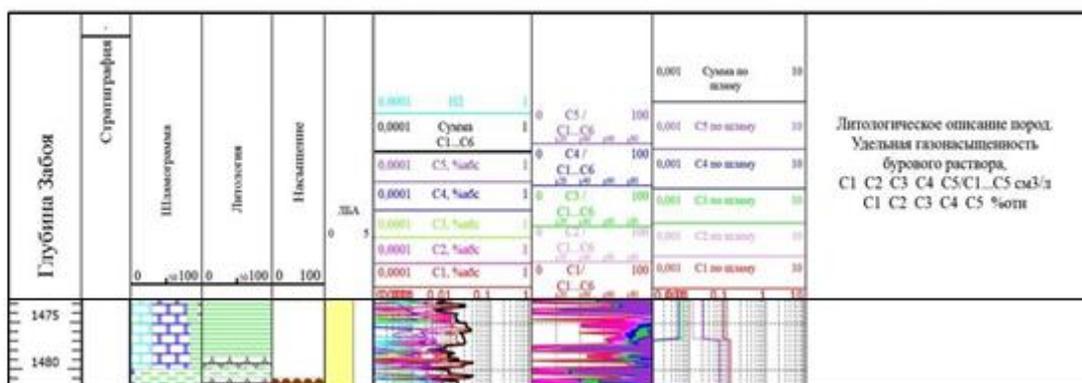


Рисунок 1- Планшет ГТИ на глубине 1472,6-1482,3 м

Интервал 1472,6-1480,9 метров, представлен глинами, аргиллитами и песчаниками, служит покрывкой для ниже лежащего нефтенасыщенного пласта с интервале 1480,97-1482,3 метров. По материалам ГТИ характеризуется следующими данными: уровень газопоказаний по материалам частичной дегазации бурового раствора в интервале от 1473-1480 метров изменяется от 0,01 до 0,05% абс; состав газа по C<sub>1</sub> возрастает от 0 до 79,5%, C<sub>2</sub> 0-37,1%, C<sub>3</sub> 0-39,84%, C<sub>4</sub> 0-26,74%, C<sub>5</sub> 25-40,6%; люминесценция хлороформных вытяжек шлама 3 балла, беловато-желтого цвета, маслянистые битумоиды, по данным карбонаметрии величина нерастворимого остатка равняется 16.

В интервале 1480,9-1482, 3 метров, который представлен песчаником от серого до бежевого цвета, мелкозернистым, плотным, вскрыт продуктивный пласт, об этом свидетельствуют следующие данные ГТИ: уровень газопоказаний по результатам частичной дегазации бурового раствора изменяется от 0,0029 до 0,0135% абс; состав газа по C<sub>1</sub> возрастает от 0 –до

81,4%, C<sub>2</sub> 0 - 41,35%, C<sub>3</sub> 0 - 44,83%, C<sub>4</sub> 0 - 31,58%, C<sub>5</sub> 10,53 – 50%; удельная газонасыщенность образцов шлама составляет 0,2355 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>; люминесценция хлороформных вытяжек шлама 3 балла, беловато-желтого цвета, маслянистые битумоиды, по материалам карбонаметрии величина нерастворимого остатка равняется 16. Аномалии приурочены к вскрытию терригенных коллекторов визейского возраста, насыщенных нефтью.

Результативность выполненных исследований повышается при использовании в совокупности с ГТИ материалов методов ГИС.

Рассмотрим результаты ГИС в данном интервале, который представлен на рисунке 2. В интервале 1472,6-1480,9 метров сложенном глинами, аргиллитами и песчаниками наблюдается чередование водонасыщенных горизонтов и флюидоупоров. Водоносные горизонты в исследуемом разрезе вскрыты на глубинах 1473,5-1474 м; 1475,5-1476 м; 1478,3-1479 м. Линия ГК отклоняется влево и изменяется от 3,8 до 7 мкр/час, показатели НГК варьируются от 1,9 до 2,0 имп/мин, а кавернометрия меняется от 0,216 до 0,23 м. Данные БК И МБК изменяются от 1-2 Ом\*м, сопротивление по резистивиметрии равно 0,035 Ом\*м. Флюидоупоры располагаются между водоносными горизонтами и характеризуются следующими показателями: линия ГК отклоняется вправо и изменяется от 13-16,2 мкр/час, показатели НГК варьируются от 1,3-1,5 имп/мин, а кавернометрия меняется от 0,23-0,261 м. Результаты БК изменяются от 1,5-3 Ом\*м, МБК от 0,5-10 Ом\*м. Показатели по данным резистивиметрии составляют 0,04 Ом\*м.

Ниже по разрезу интервал 1480,9-1482,3 метров, представленный песчаником, является коллектором насыщенным нефтью и водой.

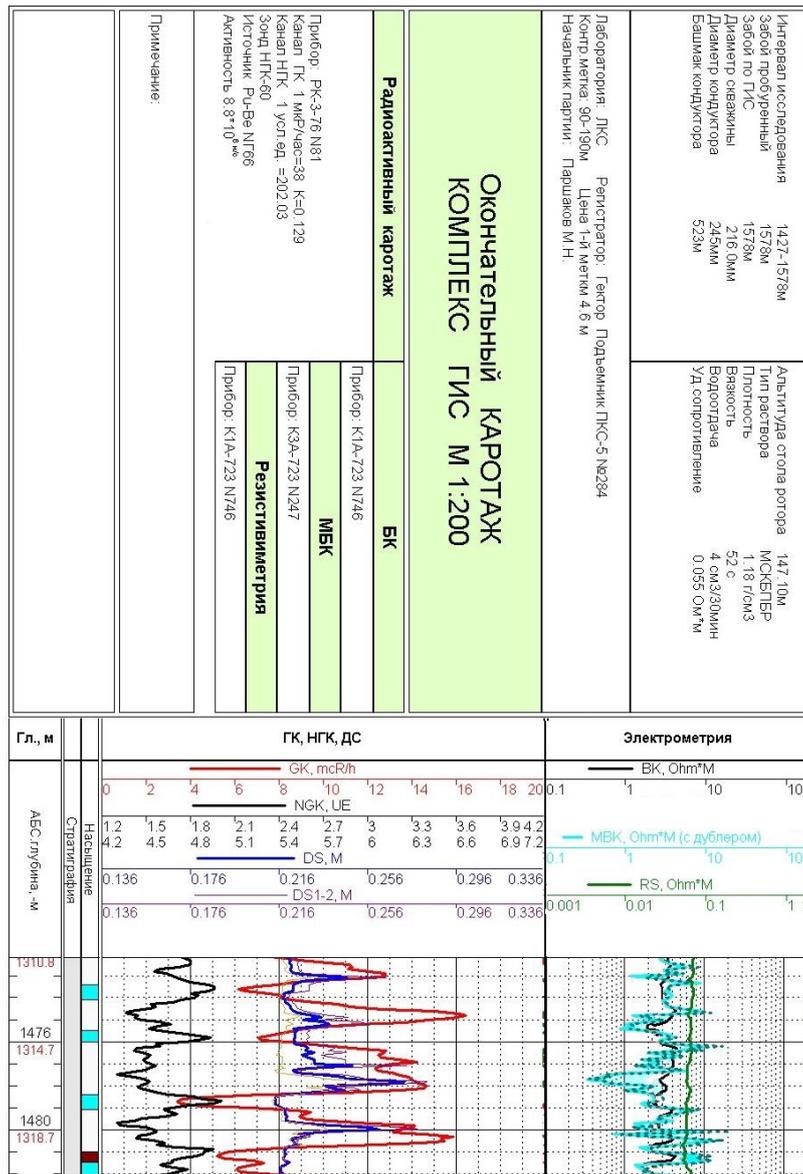


Рисунок 2 – Планшет ГИС на глубине 1472,6-1482,3 м

Линия ГК отклоняется влево и принимает значение 5 мкр/час, показатели НГК варьируются от 1,7 до 1,87 имп/мин, данные кавернометрии равны 0,219 м. Показатели БК - 3 Ом\*м, линия МБК доходит до 10 Ом\*м. Результаты по данным резистивиметрии составляют 0,05 Ом\*м.

**Заключение.** В работе проанализированы материалы, полученные автором в период прохождения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности в компании ООО

«Нефтегазсервис Саратов». Комплекс исследований ГТИ-ГИС выполнен с целью выделения продуктивных интервалов в разрезе 12 скважины Жидонского месторождения (Верхнекамская впадина). В работе дана краткая геологическая характеристика района исследований на основе имеющихся фондовых материалов, изучены теоретические основы методов ГИС и ГТИ, применяемых на изучаемом объекте. Изучена методика наблюдений и имеющаяся в учебно-методической и научной литературе информация, характеризующая методы ГИС, использование которых на изучаемой территории позволило выделить в разрезе интервалы, как насыщенные углеводородами, так и не продуктивные.

По комплексу характерных признаков исследованиями ГТИ выделены пласты-коллекторы визейского возраста, насыщенные нефтью в интервалах 1471,2 - 1472,6м, 1480,9 - 1482,3м: уровень газопоказаний по данным частичной дегазации бурового раствора до ,0202% абс; удельная газонасыщенность образцов шлама до 0,2355см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>; люминесценция хлороформных вытяжек шлама 3 балла, беловато-желтого цвета, маслянистые битумоиды.

Кроме того, определены пласты-коллекторы турнейского возраста, насыщенный нефтью в интервалах 1516,1 - 1517,5м, 1523,6-1529,1м. уровень газопоказаний по данным частичной дегазации бурового раствора до 0,0505% абс; удельная газонасыщенность образцов шлама до 0,0994см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>; люминесценция хлороформных вытяжек шлама 4 балла, желтого цвета, маслянисто-смолистые битумоиды.

По комплексу ГИС получены интересные материалы по пластам-коллекторам визейского возраста, насыщенным нефтью в интервалах 1470,5-1470,9 м, 1471,2-1472,6 м, 1480,9-1481,5 м: линия ГК отклоняется влево и принимает значения до 5 мкр/час, показатели НГК до 2,1 имп/мин, значения кавернометрии до 2,1 м, результаты БК не превышают 5 Ом\*м, МБК до 10 Ом\*м, данные резистивиметрии достигают 0,07 Ом\*м.

Пласты-коллекторы турнейского возраста, насыщенные нефтью в интервалах 1516,1-1517,5 м, 1523,6-1526 м, 1526,3-1529,1 м: линия ГК отклоняется влево и принимает значения до 2,5 мкр/час, показатели НГК до 2,7 имп/мин, значения кавернометрии до 0,22 м, результаты БК не превышают 20 Ом\*м, МБК до 100 Ом\*м, данные резистивиметрии достигают 0,08 Ом\*м.

Представленные материалы указывают на высокую эффективность применения комплекса ГИС-ГТИ для оперативного выделения в разрезе бурящейся скважины продуктивных интервалов, приуроченных к пластам коллекторам различной литологии. Подготовка и написание работы позволили автору укрепить и развить теоретические знания, полученные на аудиторных занятиях, получить практические навыки проведения комплексных исследований по данным ГИС-ГТИ с целью выделения пластов коллекторов различного флюидосодержания.