

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

Кафедра геофизики

**«Контроль интервала перфорации комплексом ГИС**

**(на примере скважины Невского ПХГ)»**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 5 курса 531 группы  
направление 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
профиль «Геолого-геофизический сервис»  
геологического факультета  
Пучковой Екатерины Андреевны

**Научный руководитель**

К. г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н.Волкова

**Зав. кафедрой**

К. г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.Н.Волкова

Саратов 2025

**Введение.** Представленная работа написана на основе материалов, полученных в период работы в компании ПАО «Подзембургаз». Объектом исследования является скважина Невского ПХГ.

Актуальность исследований: Прострелочно-взрывные работы (ПВР) в нефтяных, газовых и других скважинах применяются на стадиях разведки, вскрытия и эксплуатации продуктивных пластов с использованием широкой номенклатуры кумулятивных перфораторов, воздействием пороховых газов и горюче окислительных систем. В процессе освоения и эксплуатации скважин используют различные виды взрывного воздействия. В рассматриваемой в работе скважине Невского ПХГ применялась кумулятивная перфорация прибором «Скорпион – 102». На объекте исследований комплекс включает: гамма каротаж (ГК), методы локатора муфт (ЛМ) и термометрии скважин (ТМ), позволяющий качественно провести операции по определению границ перфорации и контролю качества выполненных ПВР, а так же магнитно - импульсная дефектоскопия (МИД).

Цель работы: контроль проведения перфорации пластов Архей Ar (кора выветривания) в интервале 1059 м. - 1064 м., Гдовский горизонт (I пласт) PR3gd в интервале 1053,5 м. - 1056 м., Гдовский горизонт (II пласт) PR3gd в интервале 1038,9 м. - 1045,9 м., Гдовский горизонт (III пласт) PR3gd в интервале 1016 м. - 1020,3 м. и Верхнегдовские отложения 986,6 м. - 992,5 м. по материалам ГИС.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

1. Изучить краткую геологическую характеристику района работ.
2. Изучить теоретические основы методов ГИС и определения качества проведения ПВР на объекте исследований.
3. Привести результаты исследований скважины Невского ПХГ методами ГИС до и после перфорации и определить качество ПВР.

В структуру бакалаврской работы входят три основных раздела:

1. Геолого-геофизические характеристики района работ,



2. Методика исследования,
3. Обработка и интерпретация диаграмм.

**Основное содержание работы.** Первый раздел «Геолого-геофизические характеристики района работ». В геолого-геофизической характеристике района работ приводятся общие сведения о территории исследования.

В подразделе 1.1 даются общие географические сведения о районе Невского ПХГ. В административном отношении объект работ находится на территории Крестецкого района Новгородской области РФ в 70 км на юго-восток от г. Великий Новгород и в 20-30 км к северо-западу от пос. Крестцы. По характеру рельефа Новгородская область разделена на две части: западную - Приильменскую и восточную - Валдайскую возвышенность. Приильменская низменность представляет собой плоскую низину с абсолютными отметками до 50 м. Валдайская возвышенность крутым уступом поднимается над низиной с абсолютными отметками до 300 м.

В подразделе 1.2 дана литолого-стратиграфическая характеристика разреза. В геологическом строении изученной территории принимает участие архейско-протерозойские породы фундамента, отложения верхнего протерозоя и палеозоя, который в свою очередь перекрывается четвертичными отложениями. Преобладающими породами по составу в геологическом строении Невского ПХГ являются терригенные отложения палеозойской эратемы. Большая часть мощности разреза приходится на отложения палеозоя – 839 м.

В подразделе 1.3 рассмотрена тектоника данной местности. Описано, что Невская площадь расположена на Русской плите в северо-западном окончании зоны Московской синеклизы.

В подразделе 1.4 кратко дано описание нефтегазоносности изучаемой территории. Описано, что объектом хранения газа на Невском ПХГ является I песчаный пласт гдовского горизонта верхнего протерозоя толщиной 8 - 12 м, залегающий на глубине -1035 м.

Второй раздел «Методика исследования».

В разделе «Методика исследования» описаны различные методы для геофизического сопровождения вскрытия пластов перфорацией. ГИС-контроль необходим для контроля за спуском в скважину перфоратора на кабеле, привязки интервалов перфорации к геологическому разрезу, контроля за фактом и полнотой срабатывания перфоратора, определения фактического положения интервала и оценки качества прострелочно-взрывных работ. В последние годы разработаны новые методы геофизического исследования скважин (ГИС), повсеместно внедряется современная геофизическая аппаратура, позволяющая оперативно производить комплексную обработку и интерпретацию промыслово-геофизической информации с помощью ЭВМ и персональных компьютеров, использующих новейшие средства программного обеспечения.

В подразделе 2.1 описан каждый из используемых методов.

2.1.1 рассказывается о радиоактивном методе контроля, а именно о гамма-каротаже. Он показывает естественную радиоактивность, или гамма-активность, пород в скважине. Эта радиоактивность образуется за счёт радиоактивных изотопов глинистых минералов - различные глины, слюды и минералов группы фосфатов. Помимо глин, значительной радиоактивностью обладают полимиктовые песчаники, имея при этом незначительную глинистость, за счёт калийсодержащих минералов: полевого шпата, глауконита, микроклина, а также – радиоактивность самой обсадной колонны, что также может являться важной информацией в ходе ГИС. Кривая ГК характеризует разрез скважины от величины глинистости горных пород, что облегчает выделение коллекторов, которые могут содержать подвижные флюиды, такие как нефть и газ. С использованием ГК решают технологическую задачу – увязку по глубине данных всех видов ГИС в открытом и обсаженном стволе.

2.1.2 рассказывается о магнитном методе контроля, а именно о методе магнитной локации. Данный метод основан на электромагнитной индукции в проводниках электрического тока. При исследованиях регистрируются



изменения магнитной проводимости в металле обсадной колонны и насосно-компрессорных труб вследствие нарушения их сплошности, таких как утолщения, разрывы и перфорация.

2.1.3 рассказывается об электромагнитном методе контроля, а именно магнитно-импульсной дефектоскопии. Метод основан на эффекте возбуждения в колонне тока индукции путем воздействия на нее импульсным магнитным полем с последующей регистрацией приемной катушкой спада электродвижущей силы (ЭДС), наведенной в трубах. Затухание ЭДС зависит от конструкции скважины (количества исследуемых колонн), суммарной толщины стенок колонн, их диаметра, электромагнитных свойств используемого металла: проводимости и магнитной проницаемости. По характеру этого затухания определяются толщины колонн и оценивается наличие и характер дефектов

2.1.4 рассказывается о методе термометрии скважин, который основан на изучении распространения в скважинах и окружающих их горных породах естественных (геотермия) и искусственных тепловых полей. Методика термических исследований включает серию термозамеров, времени проведения которых выбирают исходя из особенностей поведения температур конкретной скважины. Количество регистрируемых термограмм по возможности увеличивают для получения наиболее полной информации об изменении температуры со временем. Иногда проводят непрерывную регистрацию температуры во времени на заданных глубинах.

#### Третий раздел «Обработка и интерпретация диаграмм».

В практике производства ГИС на скважине Невского ПХГ по результатам оперативной интерпретации составлено заключение, в котором обосновывается целесообразность испытания группы пластов в пределах продуктивного интервала. Испытание проводилось в пяти пластах:

1. Архей Аг (кора выветривания) 1059-1064м.
2. Гдовский горизонт (I пласт) PR3gd 1053,35-1056м.
3. Гдовский горизонт (II пласт) PR3gd 1038,9-1045,9 м.

4. Гдовский горизонт (III пласт) PR3gd 1016-1020,3 м.

5. Верхнегдовские отложения 986,6-992,5 м.

Далее были описаны этапы ГИС-контроля: Первым этапом является выбор объектов испытаний, только открытом стволе без учета качества крепления обсадной колонны и состояния цементного камня. Объекты, выделенные для испытаний в колонне, должны быть всесторонне геологически обоснованы и тесно увязаны с техническим состоянием обсадной колонны и качеством цементного кольца. На втором этапе средствами ГИС обеспечивается привязка интервалов перфорации к намеченным интервалам вскрытия. В скважину до искусственного забоя спускают прибор и при его подъеме проводят запись кривых с той же скоростью и в том же масштабе, что и при измерениях, полученных ранее в открытом стволе скважины. Сопоставляют кривые по глубине и над верхней границей планируемого интервала перфорации на привязочных кривых ГК, НК, ЛМ ставят метку. На третьем этапе осуществляется «отвязка» - ГИС - контроль перфорации, который включает привязку фактического интервала перфорации к разрезу и обсадной колонне, оценку совершенства вскрытия пласта перфорационными отверстиями, степень разрушения цементного камня в зоне перфорации и за ее пределами.

ГК, ЛМ и ТМ в нашем случае были проведены прибором «СКАТ-К8». Он опускается в скважину до забоя на одножильном бронированном геофизическом кабеле и за один спуско - подъем обеспечивает одновременное измерение температуры и давления, регистрацию муфтовых соединений, мощности экспозиционной дозы естественного гамма-излучения, определение фазового состава флюида, индикацию скорости потока газа механическим и термокондуктивным расходомерами, уровня акустического шума.

Магнитно – импульсная дефектоскопия была проведена прибором «МИД-К-ГК», который предназначен для проведения контроля технического состояния НКТ, обсадных колонн и скважинных фильтров комплексом методов, включающим дефектоскоп - толщиномер, высокочувствительный



термометр и модуль гамма-каротажа.

Эксплуатационная колонна перфорирована зарядами кумулятивной корпусной перфорационной системы однократного применения «Скорпион – 102» плотностью 20 отверстий на 1 погонный метр.

Далее в отдельных подразделах были описаны комплексы ГИС, которые были проведены с целью привязки и контроля ПВР в исследуемых интервалах.

Подраздел 3.1 Архей Аг (кора выветривания). Перфорация эксплуатационной колонны 168мм. в интервале 1059,0 м.-1064,0 м. Увязка глубины проводилась по ГК от 13.01.2024 г. Метка маркера отмечается на глубинах 1061,3 м, 1061,9 м, 1062,2 м. По данным термометрии резкий скачок температуры в интервале проведения ПВР, обоснован горением зарядов перфоратора. По данным локатора муфт, сопоставляя кривые ЛМ до ПВР и ЛМ после ПВР, в интервале 1064,1 м.-1059,1 м наблюдается аномалия, указывающая на нарушение целостности эксплуатационной колонны. По данным интерпретации МИД после ПВР наблюдаются слабые изменения показаний фона. По данным интерпретации толщиномера наблюдается разница значений толщины стенки эксплуатационной колонны, что говорит о повреждении ее целостности. По результатам интерпретации ГИС перфорация ЭК отмечается в интервале 1059,1 м. – 1064,1 м.

Подраздел 3.2 Гдовский горизонт (I пласт) PR3gd. Перфорация эксплуатационной колонны 168мм. в интервале 1053,5 м.-1056 м. Увязка глубины проводилась по ГК от 13.01.2024 г. Метка маркера отмечается на глубинах 1050,3 м, 1050,6 м, 1051,1 м. По данным термометрии аномалия в данном промежутке образована горением зарядов перфоратора. По данным локатора муфт наблюдается аномалия, указывающая на нарушение целостности эксплуатационной колонны. По данным интерпретации МИД после ПВР наблюдаются слабые изменения показаний фона. По данным интерпретации толщиномера наблюдается разница значений толщины стенки эксплуатационной колонны, что говорит о повреждении ее целостности. По результатам интерпретации ГИС перфорация ЭК отмечается в интервале

1053,6 м. – 1056,1 м.

Подраздел 3.3 Гдовский горизонт (II пласт) PR3gd. Перфорация эксплуатационной колонны 168мм. в интервале 1038,9 м. - 1045,9 м. Увязка глубины проводилась по ГК от 13.01.2024 г. Метка маркера отмечается на глубинах 1040,8 м, 1041,8 м, 1042,5 м. По данным термометрии аномалия в данном интервале образована горением зарядов перфоратора. По данным локатора муфт ЛМ наблюдается аномалия, указывающая на нарушение целостности эксплуатационной колонны. По данным интерпретации МИД после ПВР наблюдаются слабые изменения показаний фона. По данным интерпретации толщиномера наблюдается разница значений толщины стенки эксплуатационной колонны, что говорит о повреждении ее целостности. По результатам интерпретации ГИС перфорация ЭК отмечается в интервале 1038,9 м. - 1045,9 м.

Подраздел 3.4 Гдовский горизонт (III пласт) PR3gd. Перфорация эксплуатационной колонны 168мм. в интервале 1016,0 м.-1020,3 м. Увязка глубины проводилась по ГК от 13.01.2024 г. Метка маркера отмечается на глубинах 1017,2 м, 1017,5 м, 1017,8 м. По данным термометрии аномалия в данном интервале образована горением зарядов перфоратора. По данным локатора муфт ЛМ наблюдается аномалия, указывающая на нарушение целостности эксплуатационной колонны. По данным интерпретации МИД после ПВР наблюдаются слабые изменения показаний фона. По данным интерпретации толщиномера наблюдается разница значений толщины стенки эксплуатационной колонны, что говорит о повреждении ее целостности. По результатам интерпретации ГИС перфорация ЭК отмечается в интервале 1016,0 м.-1020,3 м.

Подраздел 3.5 Верхнегдовские отложения. Перфорация эксплуатационной колонны 168мм. в интервале 986,6 м.-992,5 м. Увязка глубины проводилась по ГК от 13.01.2024 г. Метка маркера отмечается на глубинах 987,6 м., 987,9 м., 988,1 м. По данным термометрии аномалия в данном интервале образована горением зарядов перфоратора. По данным



локатора муфт ЛМ наблюдается аномалия, указывающая на нарушение целостности эксплуатационной колонны. По данным интерпретации МИД после ПВР наблюдаются слабые изменения показаний фона. По данным интерпретации толщиномера наблюдается разница значений толщины стенки эксплуатационной колонны, что говорит о повреждении ее целостности. По результатам интерпретации ГИС перфорация ЭК отмечается в интервале 986,6 м.-992,5 м.

Подраздел 3.6 Гдовский горизонт (I пласт) PR3gd. Интервал перфорации потайной колонны 114мм. в интервале 1053,5 м.-1056 м. По результатам проведенных геофизических исследований и испытаний пяти пластов было выявлено, что гдовский горизонт (I пласт) PR3gd. в интервале 1053,5 м.-1056 м характеризуется как газо - водонасыщенный коллектор высокой проницаемостью, высокой приемистостью и фонтанирующим притоком. Скопление газа отмечается в интервале 1053,5 м.-1056,9 м. 1-го песчаного пласта гдовского горизонта. Поэтому было принято решение об установке потайной колонны 114 мм. до глубины 1057.7м., ее цементажа, и проведения повторной перфорации для дальнейшей разработки выявленного продуктивного пласта. Увязка глубины проводилась по ГК от 13.01.2024 г. Метка маркера отмечается на глубинах 1053,7 м, 1054,3 м, 1054,8 м. По данным термометрии аномалия в данном интервале образована горением зарядов перфоратора. По данным локатора муфт ЛМ наблюдается аномалия, указывающая на нарушение целостности эксплуатационной колонны. По данным интерпретации МИД после ПВР наблюдаются слабые изменения показаний фона. По данным интерпретации толщиномера наблюдается разница значений толщины стенки эксплуатационной колонны, что говорит о повреждении ее целостности. По результатам интерпретации ГИС перфорация ЭК отмечается в интервале 1053,5 м.-1056 м.

**Заключение.** В процессе написания данной работы я ознакомилась с геологическим строением исследуемой территории, используя имеющиеся фондовые материалы, с методикой проведения геофизических исследований.

Так же был выделен пласты – коллекторы. На территории Невского ПХГ коллекторами будут являться отложения гдовского горизонта.

Далее были изучены теоретические основы методов ГИС и особенности прострелочно-взрывных работ, применяемых на объекте исследований. Были приведены результаты исследований скважины Невского ПХГ методами ГИС до и после перфорации и определено качество проведенных прострелочно-взрывных работ. Комплекс исследований ГИС (ГК, ЛМ, ТМ, МИД) выполнен с целью определения точного срабатывания кумулятивной корпусной перфорационной системы в заданном интервале перфорации скважины Невского ПХГ. Использование указанного комплекса ГИС в данной скважине позволило подтвердить точность срабатывания кумулятивных зарядов в интервале заявленных глубин. Так же был выделен гдовский горизонт (I пласт) PR3gd. в интервале 1053,5 м.-1056 м. как газо - водонасыщенный коллектор. После установки цементного моста, была проведена повторная перфорация для дальнейшей разработки выявленного продуктивного пласта.