

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

Кафедра геофизики

**«Геонавигация скважин по данным ГИС на примере Ван-Еганского
месторождения»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 531 группы
направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
профиль «Геолого-геофизический сервис»
Несветаева А.В.

Научный руководитель
кандидат геол.-мин.наук, доцент _____ К.Б.Головин

Зав. кафедрой
кандидат геол.-мин.наук, доцент _____ Е.Н. Волкова

Саратов, 2025

Введение. Применение горизонтальных скважин является одним из перспективных направлений разработки нефтяных месторождений. Горизонтальные скважины эффективно применяются как для освоения новых месторождений, так и для доработки тех, которые эксплуатируются уже длительное время. Это связано с рядом преимуществ горизонтальных скважин. Прежде всего, стоит отметить, что площадь дренирования горизонтальной скважины значительно превышает площадь традиционной вертикальной скважины, что может привести к увеличению дебита в 2-7 раз.

Повышенное к горизонтальным скважинам внимание обусловлено также следующими их характеристиками:

1) горизонтальные скважины, проходя по залежи десятки и сотни метров, соединяют друг с другом участки повышенной и пониженной проницаемости;

2) более длительный период эксплуатации в безводном режиме при разработке залежей с активной подошвенной водой;

3) стягивание контура нефтеносности происходит более равномерно, что повышает конечную нефтеотдачу;

4) уменьшение градиента давления в призабойной зоне пласта и, следовательно, уменьшение вероятности возможных осложнений при эксплуатации скважин.

При бурении горизонтальных скважин важнейшими факторами становятся не только пространственные цели, куда должен попасть забой скважины, но и само направление ствола. Даже с использованием высокоточных навигационных систем (MWD), которые контролируют зенитный угол и азимут, этого недостаточно для успешного бурения горизонтальной скважины.

Траекторию горизонтального ствола необходимо корректировать с учетом характеристик продуктивного пласта, таких как проницаемость, пористость и насыщенность нефтью, газом или водой, используя системы

LWD. Мониторинг траектории долота при бурении горизонтального ствола необходимо проводить постоянно и в режиме реального времени.

Таким образом, телеметрические системы (MWD) в процессе бурения горизонтальных, наклонно-направленных скважин обеспечивают получение текущих измерений по зенитному углу, азимуту и положению отклонителя относительно ствола скважины в реальном времени на поверхности. Программное обеспечение позволяет строить фактическую траекторию и прогнозировать дальнейшее направление бурения. Кроме инклинометрии, также регистрируется ряд других параметров, включая данные геофизических исследований (LWD).

Цель бакалаврской работы заключается в геонавигации в процессе бурения горизонтального ствола на примере скважины Ван-Еганского месторождения. Данная цель предполагала решение следующих задач:

- 1) Изучение геологического строения Ван-Еганского месторождения;
- 2) Изучение методов исследования скважин;
- 3) Изучение геофизического исследования скважин на примере горизонтальной скважины.

Объектом исследования являются продуктивные отложения, приуроченных к мегнионской свиты месторождения. Предметом исследования является телеметрического сопровождения бурения горизонтального участка.

Практическая ценность заключается в повышении качества промыслово-геофизического обеспечения геологоразведочных работ при бурении горизонтальных стволов на Ван-Еганского месторождении.

Работа состоит из следующих разделов:

1. Геолого – геофизическая характеристика территории исследования;
2. Методика исследований скважин;
3. Результаты работы.

Основное содержание работы. Ван-Еганское нефтегазоконденсатное месторождение высоковязкой нефти расположено в

Нижневартовском р-не ХМАО, в 75 км северо-восточнее г. Нижневартовска, в 35 км юго-западнее г. Радужный, в 40 км восточнее г. Варьеган. В орографическом отношении площадь работ представляет собой пологохолмистую равнину, наиболее высокие отметки которой приурочены к холмисто-моренной возвышенности урочища Аганская Гора. Это урочище представляет собой наиболее возвышенную часть Обь-Аганского междуречья, круто обрывающуюся в сторону долины р. Оби и полого опускающуюся на север к р. Аган. Абсолютные отметки рельефа изменяются от 70 до 105 м.

Согласно данным бурения и сейсморазведочных работ геологический разрез Ван-Еганского месторождения представлен породами двух структурных комплексов: песчано-глинистыми отложениями мезозойско-кайнозойского осадочного чехла и метаморфизованными породами фундамента. Разрез осадочного чехла включает отложения триасового, юрского, мелового, палеогенового и четвертичного возрастов и представлен терригенными породами (песками, песчаниками, глинами, глинистыми песчаниками и алевролитами, реже - глинистыми сланцами, и аргиллитами). На изучаемой территории в юрское и меловое время сложились благоприятные условия для формирования природных резервуаров.

В тектоническом отношении Ван-Еганское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в пределах Варьеганского вала, который является частью системы Варьеганско-Пурпейской антиклинальной зоны. Тектоническая структура региона формировалась под воздействием различных геологических процессов, включая орогенез и рифтовую активность. Эти процессы привели к образованию антиклиналей и синклиналей, которые создают условия для накопления углеводородов. В районе месторождения наблюдаются разломы и сбросы, оказывающие влияние на распределение нефтегазоносных коллекторов и формирующие ловушки для углеводородов.

С точки зрения нефтегазоносного районирования Ван-Еганское месторождение расположено в Варьеганском нефтегазоносном районе,

входящим в состав Надым-Пурской нефтегазоносной области, которая, в свою очередь, приурочена к Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Месторождение по объему запасов углеводородов классифицируется как крупное, а по сложности геологического строения — как сложное. Эта сложность проявляется как в широком диапазоне нефтегазоносности по разрезу, так и в разнообразии фазовых состояний углеводородов. Выделяется классификация продуктивных пластов Ван-Еганского месторождения, представленная в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация продуктивных пластов Ван-Еганского месторождения

Характер насыщения продуктивных пластов	Выделенные продуктивные пласты
Нефтяные	<ul style="list-style-type: none"> ● пласты ПК3, ПК4, ПК6-7, ПК10, ПК111, ПК112, ПК121, ПК122, ПК13, ПК14, ПК17, ПК172, ПК18, ПК19 покурской свиты; ● пласты А11, А12 алымской свиты; ● пласты А5, А6, А7, Б11, Б31, Б32, Б4, Б6-7 вартовской свиты; ● пласты Б80, Б82, Б91-2, Б102, Б11, Б13 мегионской свиты; ● пласт Ю2 васюганской свиты.
Нефтегазовые	<ul style="list-style-type: none"> ● пласт ПК1-2 покурской свиты; ● пласты А12 алымской свиты; ● пласты А3, А4, А61, А62, А70, А80, А81, Б12, Б21, Б22, Б5 вартовской свиты; ● пласты Б81, Б16-17, Б18-19, Б20-21 мегионской свиты; ● пласты Ю11-2 васюганской свиты.
Газовые (включая газоконденсатные)	<ul style="list-style-type: none"> ● пласты ПК8, ПК9, ПК20, ПК21 покурской свиты; ● пласты А2 алымской свиты;

Характер насыщения продуктивных пластов	Выделенные продуктивные пласты
Газовые (включая газоконденсатные)	<ul style="list-style-type: none"> пласты А6, А70, А82-3 и Б22 вартовской свиты.

На Ван-Еганском месторождении пробурена горизонтальная скважина №144, направленная на мегнионскую свиту, в пласт Б102. Проектная глубина забоя составила 3185 м, фактическая глубина достигла при забое 3187 м.

Бурение горизонтального участка произведено одним рейсом, компоновкой: долото PDC Ø 215,9мм; РУС; модуль связи РУС; нижний переводник; резистивиметр; верхний предохранитель; нижний предохранитель; телеметрия; верхний переводник; немагнитный калибратор; прибор нейтронный; верхний переводник; немагнитный калибратор; обратный клапан; забойный фильтр; ТБТ 127мм; СБТ 127мм G-105; ТБТ 127мм; ясс 172мм; ТБТ 127мм; СБТ 127мм G-105; СБТ 127мм S-135 – остальное.

Перед началом работ была разработана траектория скважины, которая предполагает вход в пласт Б102 с горизонтальным окончанием, как показано на рисунке 1.

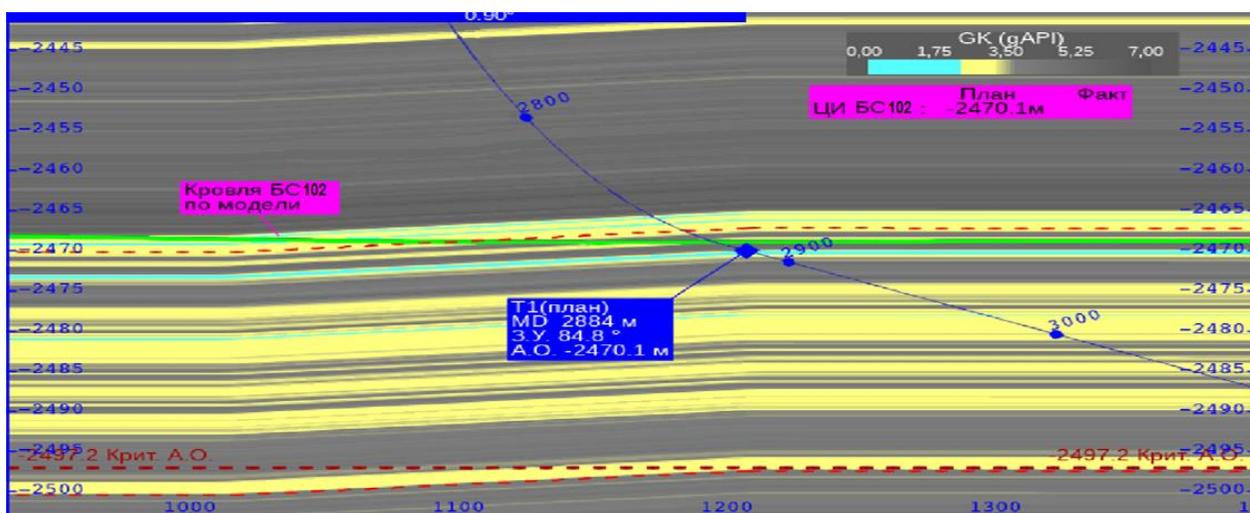


Рисунок 1 – Плановая траектория ствола скважины 144

Фактическая траектория ствола скважины была определена в процессе бурения. На начальном этапе бурения ствол имел субвертикальное направление, однако по мере углубления было осуществлено плановое отклонение.

В ходе проведения работ особое внимание уделяется регистрации данных гамма-каротажа, который является важным инструментом для изучения геологических условий. В процессе бурения скважины 144 Ван-Еганского месторождения регистрировали данные GR. В процессе бурения интервала 980-2870м по вертикале были зафиксированы высокие значения гамма-радиации (GR), варьирующиеся от 14 до 18 мкР/ч, что свидетельствует о наличии аргиллитов, как проиллюстрировано на рисунке 2.

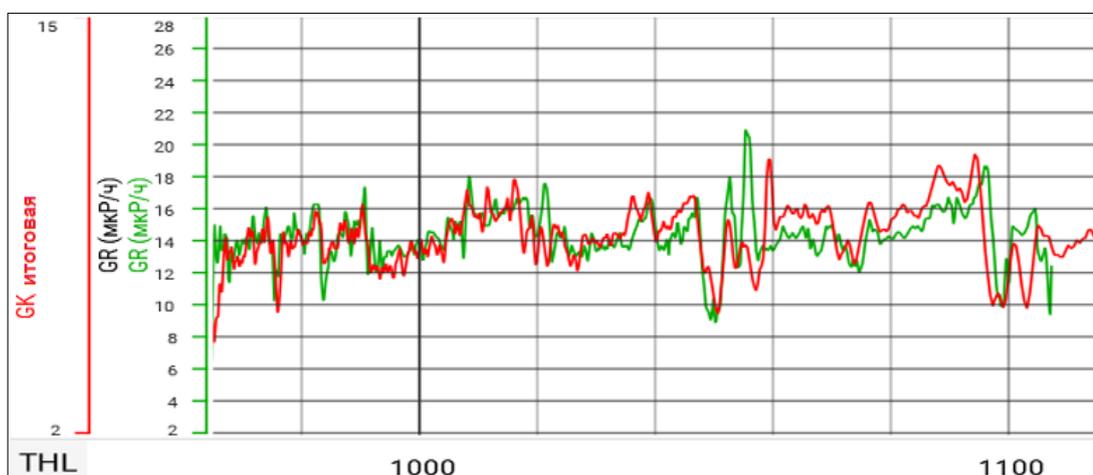


Рисунок 2 – Данные GR по скважине 144 в интервале 980-1120м (TVD) Ван-Еганского месторождения

Далее скважина №144 Ван-Еганского месторождения была пробурена до глубины 2870 м (TVD 1200 м). В процессе бурения зафиксированы высокие значения гамма-каротажа, что свидетельствует о наличии глинистых пород и подтверждает отсутствие вскрытия пласта-коллектора. Поскольку целевой пласт Б102 ранее не был вскрыт, работы продолжились до глубины 3060 м. В результате было установлено, что пласт вскрыт на глубине 2873 м, что на 11 м выше запланированного уровня, как показано на рисунках 3, 4. Предполагается, что это обусловлено наличием разрывных нарушений и литологической изменчивостью пород в данном районе.

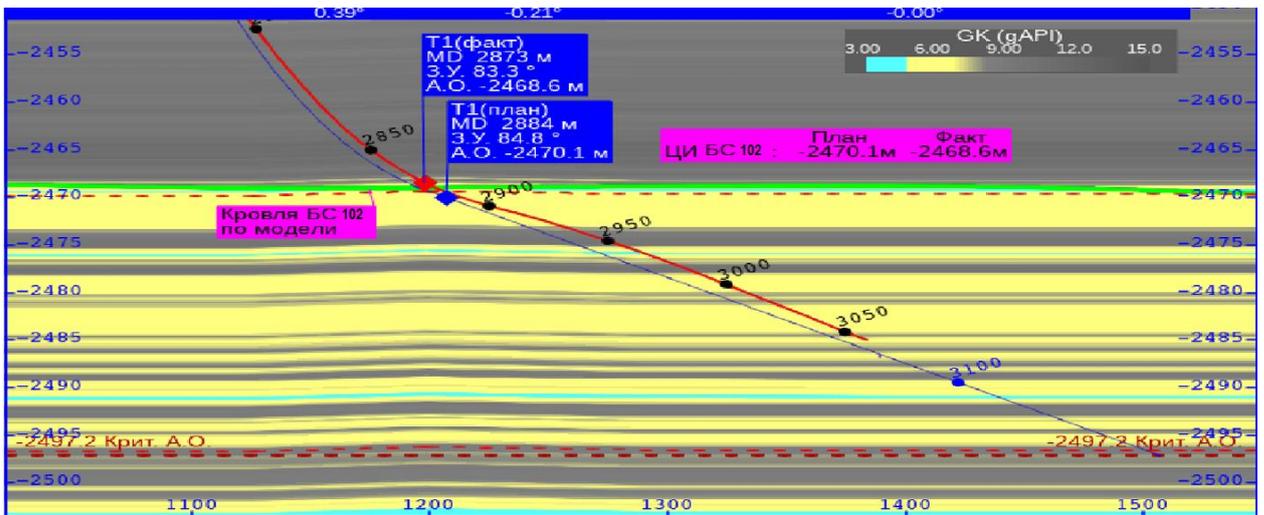


Рисунок 3 – Сравнение плановой и фактической траектории скважины 144

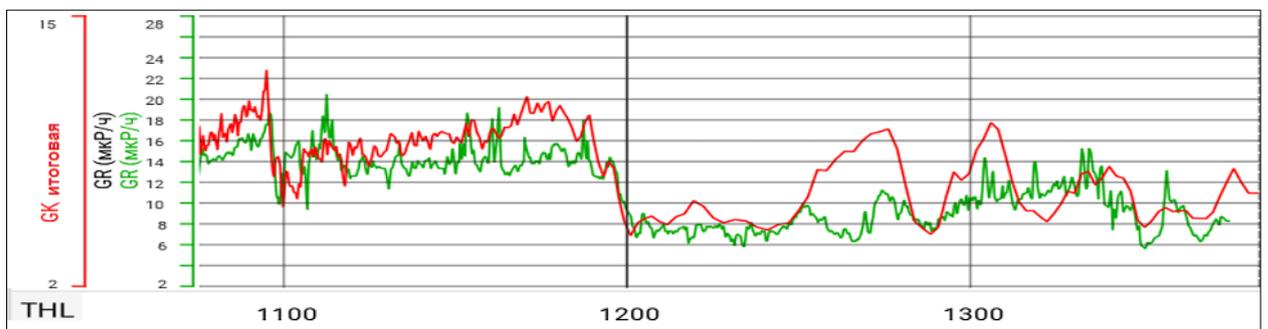


Рисунок 4 – Данные GR по скважине 144 в интервале 980-1400м (TVD) Ван-Еганского месторождения.

Забой был успешно достигнут, и траектория бурения была выполнена в соответствии с установленным планом, как показано на рисунке 4. Это подтверждает точность проведенных работ и позволяет оценить кондиционность полученных данных.

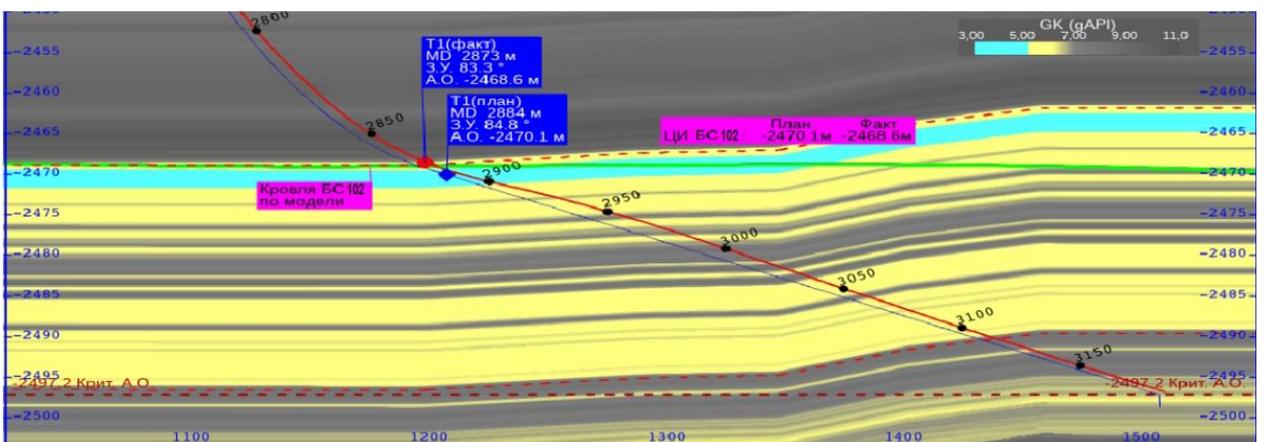


Рисунок 4 – Сопоставление фактической и плановой траектории скважины 144 Ван-Еганского месторождения

Траектория скважины 144 Ван-Еганского месторождения представлена на структурной карте пласта БС 102, на основе которой была проведена корреляция данных геофизических исследований, полученных в процессе бурения. Анализ информации по скважинам 144, 150, 155, 147 и 151 Ван-Еганского месторождения показал, что кровля пласта обладает однородной структурой с незначительными изменениями в глубине залегания. Кроме того, совпадение конфигураций кривых ГИС свидетельствует о схожих геологических условиях и неоднородности продуктивной части пласта БС 102, вызванной глинизацией.

Таким образом, можно заключить, что использование телеметрической системы для замеров при бурении горизонтального участка скважины №144 на Ван-Еганском месторождении позволило контролировать положение ствола в режиме реального времени и оперативно корректировать траекторию в соответствии с проектными данными. Единственным недостатком примененной телеметрии является наличие непромера длиной 16 метров. Это ограничение может влиять на точность определения положения ствола в некоторых случаях, особенно при необходимости высокой точности навигации. В будущем рекомендуется рассмотреть возможность использования систем с меньшей длиной непромера или внедрения дополнительных методов контроля для повышения точности. Также важно учитывать, что наличие непромера может усложнить работу в условиях сложных геологических структур или при необходимости быстрого реагирования на отклонения траектории. В целом, применение телеметрии значительно повышает эффективность и безопасность процесса бурения, позволяя своевременно выявлять и устранять возможные отклонения.

Заключение. Бурение горизонтального ствола представляет собой сложный и ответственный процесс, так как требует поддержания заданной траектории в узком коридоре продуктивного пласта и связано с повышенными рисками осложнений, такими как неустойчивость стенок скважины и трудности с полной очисткой ствола от разбуриваемой породы (шлама). Эти

факторы взаимосвязаны, поскольку бурение горизонтальных стволов требует использования забойных телеметрических систем, стоимость которых может достигать сотен миллионов рублей. Использование телеметрических систем позволяет своевременно выявлять отклонения от проектной траектории и оперативно принимать меры по их коррекции, что значительно снижает риск аварийных ситуаций и увеличивает вероятность успешного завершения бурения. Кроме того, такие системы способствуют оптимизации технологического процесса, сокращая время и затраты на проведение работ. В условиях сложных геологических условий применение современных телеметрических технологий становится необходимым условием для обеспечения безопасности и эффективности горизонтального бурения.

Проведение замеров телеметрической системы при бурении горизонтального участка скважины №144 на Ван-Еганском месторождении позволило контролировать положение ствола в режиме реального времени и оперативно корректировать траекторию в соответствии с проектными данными. Единственным недостатком примененной телеметрии является наличие непромера длиной 16 метров.

Тем не менее, ствол был пробурен в пределах проектного коридора допуска, и задачу телеметрического сопровождения бурения горизонтального участка скважины №144 на Ван-Еганском месторождении можно считать успешно выполненной. Это позволило обеспечить точное управление траекторией и своевременное реагирование на отклонения. Использование телеметрии значительно повысило безопасность и эффективность процесса бурения. В дальнейшем рекомендуется продолжать применять подобные системы для повышения точности и контроля при выполнении сложных геологических условий.