

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

Кафедра геофизики

**«Применение инклинометрии при бурении скважин на примере Средне-
Назымского месторождения»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 531 группы
направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело»
профиль «Геолого-геофизический сервис»
геологического факультета
Валеева Дамира Фяритовича

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

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

Саратов, 2025

Введение. Инклинометрия состоит из комплекса геофизических и инженерных методов, направленных на изменение и анализ геометрических характеристик скважин, таких как наклон, направление в пространстве. Эти параметры являются важными для определения физических свойств пластов, планирования горизонтального и направленного бурения, а также оптимизация эксплуатационных работ на месторождениях.

Применение инклинометрии позволяет получить информацию о направлении и глубине скважин, а также об их отклонении от вертикали. Для этого используются специальные инклинометры — приборы, которые устанавливаются в скважинах или монтируются на буровых колоннах. Они измеряют угол наклона и ориентацию скважины в пространстве.

Основной принцип работы инклинометрии заключается в записи данных о движении инклинометра по скважине и последующей их обработке. Современные инклинометры обладают высокой точностью и надежностью измерений, что позволяет получить детальную картину о геометрии скважин.

Целью данной бакалаврской работы является применение инклинометрии в процессе бурения для достижения проектного забоя и вскрытия запланированных продуктивных горизонтов.

Для достижения поставленной цели будут рассмотрены ключевые задачи, такие как:

- Изучение геолого-геофизической информации о Средне-Назымском месторождении;
- Изучение методов и задач, связанных с использованием телесистем;
- Освоение методов обработки и интерпретации результатов, полученных с помощью телесистем.

Объектом исследования являются продуктивные отложения, приуроченных к пласту ЮК0-1 баженовской свиты. Предметом исследования является телеметрического сопровождения бурения скважин.

Практическая ценность заключается в повышении качества вскрытия продуктивного пласта и увеличении протяжённости горизонтального участка

внутри пласта при сохранении траектории в кровельной части. Эти меры способствуют улучшению эксплуатационных характеристик скважины.

Работа состоит из следующих разделов:

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

Основное содержание работы. Средне-Назымское нефтяное месторождение открыто в 1978 г. В административном отношении месторождение расположено в Ханты-Мансийском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области в 111 км северо-западнее г. Ханты-Мансийска и в 162 км юго-восточнее г. Нягань. Средне-Назымское месторождение расположено в пределах заболоченной равнины на левом берегу реки Назым. Средне-Назымское месторождение принадлежит к правобережному бассейну р. Обь. Гидрографическая сеть в пределах района относится к бассейну р. Назым и его левым притокам и в основном к р. Обь. Климат резко-континентальный, характеризуется частыми вторжениями арктического воздуха и отличается высокой влажностью, суровой продолжительной зимой (до восьми месяцев) и сравнительно коротким, тёплым, а в отдельные годы даже жарким летом. Геологическое строение исследуемой территории включает породы доюрского периода, кору выветривания, а также породы юрского, мелового, палеогенового и четвертичного возрастов. Средне-Назымское месторождение располагается в бортовой части Елизаровского прогиба, вблизи области его сочленения с Красноленинским сводом. В строении месторождения принимают участие палеозойско-триасовые образования фундамента и юрско-кайнозойские отложения осадочного (платформенного) чехла. Фундамент состоит из двух этажей: нижний — из геосинклинально-складчатых палеозойских толщ пород, и верхний — из базальтов, переслаивающихся с осадочными породами триасового возраста, образующих крупные грабены и залегающих на корях выветривания палеозойских пород. Промышленная

нефтеносность Средне-Назымского месторождения установлена в отложениях фроловской свиты аптского яруса нижнего мела (пласт АС1), баженовской свиты (ЮК0-1) титон-валанжинского яруса, тюменской свиты (пласты ЮК2-6) байос-батского яруса средней юры и в образованиях фундамента доюрского возраста (КВ+ДЮК). Этаж нефтеносности достигает 935 метров. Средне-Назымский участок занимает промежуточное положение между Красноленинской и Фроловской нефтегазоносными областями. По характеру нефтегазоносности (продуктивным горизонтам, этажу нефтегазоносности) он ближе к Красноленинскому нефтегазоносному району.

На Средне-Назымском месторождении была пробурена скважина с горизонтальным окончанием №213, направленная на баженовскую свиту, в пласт ЮК0-1. Основной целью бурения этой скважины является добыча нефти с последующей возможностью её эксплуатации. Проектная глубина забоя составила 4632 метров, однако фактическая глубина достигла 4630 метров.

Бурение продуктивного пласта Баженовской свиты было выполнено в два рейса с использованием одинаковой компоновкой: долото PDC; РУС PD 475 X6 AA 6" Stabilized CC; переводник; антенна РУС SRX; предохранитель переводник; телесистема DigiScore 25k Medium Flow (Slick); предохранитель переводник; НУБТ; забойный фильтр; переводник; ТБТ; ТБ 101,6x8,38 "S-135"; ТБТ; переводник; ясс гидравлический; переводник; ТБТ; ТБ 101,6x8,38 "S-135"; ТБТ; ТБ 101,6x8,38 "S-135"-остальное.

Прибор телеметрии и инклинометрии DigiScore позволяет передавать на поверхность в процессе бурения данные для оценки свойств пласта и для геологической проводки скважин, расположенных на суше, в скважинах с большим отходом от вертикали и глубоководных скважинах. Данный прибор высокоскоростной телеметрии также обеспечивает электроэнергией широкий спектр приборов каротажа во время бурения и служит источником уверенного сигнала даже в самых глубоких скважинах. В ходе исследований с использованием телесистемы DigiScore были произведены замеры. В ходе исследований с использованием телесистемы DigiScore были произведены

замеры. Для удобства анализа все данные были автоматически занесены в таблицу и сформированы las файлы с шагом дискретизации 0,1м.

Геонавигация проводилась на основе данных траектории ствола, сопровождаемых гамма-каротажем.

В горизонтальном стволе скважины в интервале 3228-3800м были вскрыты различные стратиграфические подразделения Баженовской свиты, описание которых представлено в порядке их вскрытия.

В интервале 3228-3238м, согласно данным, гамма-каротажа и результатов геохимического анализа проб шлама скважиной вскрыты на полную мощность отложения пачки 3. Значения гамма-каротажа составляют 458-820 gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения оценивается в 0.5 град восстания.

Пачка 2b вскрыта на полную мощность в диапазоне глубин 3238-3382м. Значения гамма-каротажа в ее верхней и средней части составляют 198-325 gAPI, в нижней части увеличиваются до 590-925 gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения оценивается в 1.5 град восстания.

Пачка 2a вскрыта в верхней части в диапазоне глубин 3382-3409м. Значения гамма-каротажа изменяются от 68 до 239 gAPI. Угол восстания пластов на данном отрезке бурения увеличивается до 2 град.

Пачка 2b вскрыта в нижней и средней частях, в диапазоне глубин 3409-3649м. Значения гамма-каротажа составляют 183-433 gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения оценивается близким к горизонтальному.

Пачка 2a вскрыта на полную мощность в диапазоне глубин 3649-3800м. Значения гамма-каротажа изменяются от 53 до 240 gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения оценивается в 2 градуса восстания.

В процессе бурения инженер телеметрии следовал плановой инклинометрии, продолжая бурение с углом кривизны 85 градусов до глубины 3262 метров. Затем был запланирован постепенный переход к углу 90 градусов в интервале от 3262 до 3311 метров. После этого кривизна должна была стабилизироваться в диапазоне 90-91 градус на глубинах от 3311 до 3800

метров. После достигнутого забоя (3800м) был произведен подъем КНБК для ревизии.

Далее приступили к бурению интервала 3800-4630м, при этом также были выделены пачки для мониторинга реперных горизонтов на основе данных гамма-каротажа.

Пачка 1 была вскрыта в прикровельной части в диапазоне глубин 3800-3855м. Значения гамма-каротажа изменяются от 74 до 160 gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения оценивается в 3.5 град восстания.

Пачка 2а вскрыта на полную мощность в диапазоне глубин 3855-4154м. Значения гамма-каротажа изменяются от 94 до 238 gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения изменяется от 2 град восстания до горизонтального.

Пачка 2b вскрыта на полную мощность в диапазоне глубин 4154-4186м. Значения гамма-каротажа составляют 342-545 gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения оценивается в 4.5 град падения.

Пачка 3 вскрыта на полную мощность в диапазоне глубин 4186-4204м. Значения гамма-каротажа изменяются от 266 до 903 gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения оценивается в 3 град падения.

При глубине 4212м произошел неконтролируемый набор зенитного угла до 91.5 град (рекомендация– 88.5 град), что привело к вскрытию кровли целевого интервала. С учетом угла залегания структуры (3-4 град падения), Заказчиком было принято решение о продолжении бурения скважины в новом целевом интервале (пачка 5а– нижняя часть пачки 5b).

Пачка 4а вскрыта на полную мощность в диапазоне глубин 4204-4220м. Значения гамма-каротажа составляют 852-902 gAPI, в средней и верхней части уменьшаются до 736-792 gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения увеличивается до 5-6 град падения.

Пачка 4b вскрыта в диапазоне глубин 4220-4229м. Значения гамма-каротажа составляют 727-868 gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения оценивается в 7-8 град падения.

Пачка 5а вскрыта в диапазоне глубин 4229-4527м. Значения гамма-каротажа составляют 140-1045gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения оценивается в 3-5град падения.

Пачка 4b вскрыта в верхней части в диапазоне глубин 4527-4547м. Значения гамма-каротажа составляют 170-880gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения оценивается в 3-3.5 град падения.

Пачка 5а вскрыта в диапазоне глубин 4547-4630м. Значения гамма-каротажа составляют 157-780gAPI. Угол залегания пластов на данном отрезке бурения оценивается в 2,5-3 градуса падения.

Для визуализации траектории скважины был построен график, на котором представлена траектория ствола, наложенная на геологические пропласты пород. Пачки Баженовской свиты были выделены на основе данных гамма-каротажа и скоррелированы с результатами разведочной скважины 229Р, как показано на рисунке 1.

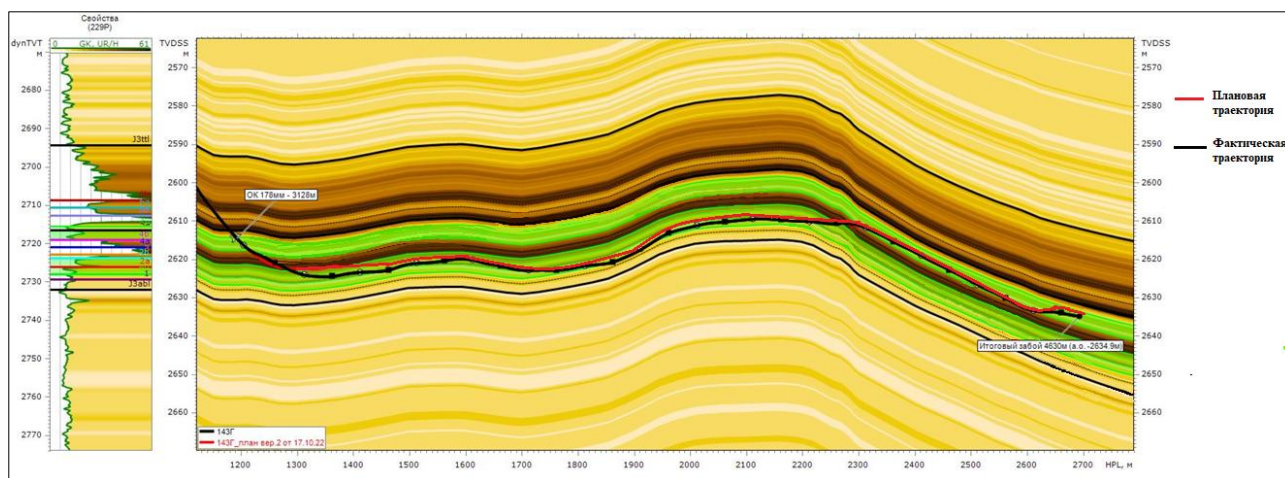


Рисунок 1 - Сопоставление фактической и проектной траектории скважины 213 Средне-Назымского месторождения.

Следует отметить, что забой был успешно достигнут, а траектория бурения выполнена в соответствии с утвержденным планом, что наглядно демонстрируется на рисунках 1, 2. Данный факт подтверждает высокую точность проведенных работ и позволяет объективно оценить качество полученных данных.

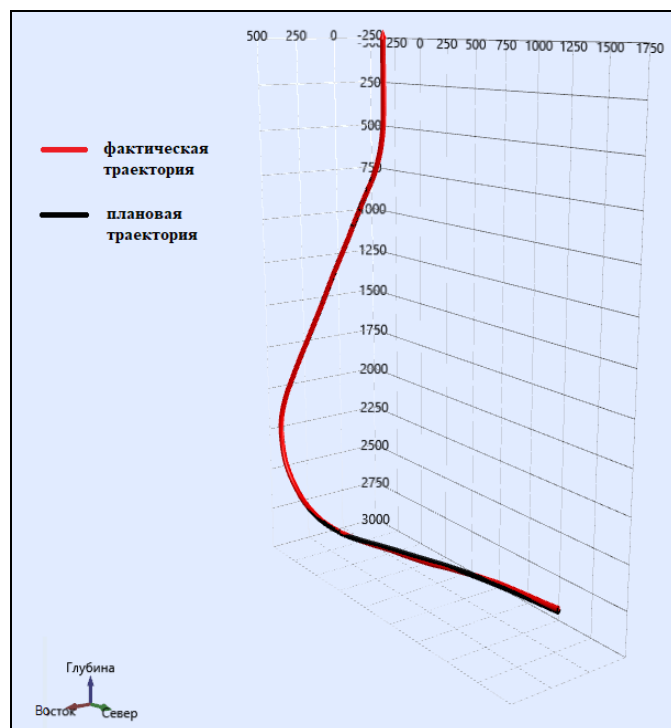


Рисунок 2 – Сравнение траекторий по скв. 213 Средне-Назымского месторождения.

Длина горизонтального участка скважины достигла 1502 метра, начиная от глубины башмака ОК Ø178 мм, который установлен на глубине 3128 м. Проходка по целевому пласту ЮК0-1 Баженовской свиты составила 1331 м.

Согласно запланированной траектории, необходимо было вскрыть следующие пачки: 5а, 4b, 4а, 3, 2b, 2а и 1. На основе пробуренного интервала было рассчитано процентное соотношение попадания в траекторию и построена гистограмма, показанная на рисунке 3.



Рисунок 3 – Статистика результатов проходки, основанная на вскрытых пачках Баженовской свиты.

На основе статистических данных, можно сделать вывод о минимальной погрешности сходимости между плановой и фактической траекториями скважины 213 Средне-Назымского месторождения. Это стало возможным благодаря контролю положения ствола в режиме реального времени и оперативной корректировке траектории в соответствии с проектными данными. Таким образом, бурение с использованием телеметрии можно считать успешным.

Еще одним фактором, подтверждающим успешную проводку скважины, является сравнение результатов гамма-каротажа с данными соседних скважин, на которых указаны траектории стволов на структурной карте.

На основе структурной схемы кровли пласта 2b была проведена корреляция данных геофизических исследований (ГИС), полученных в процессе бурения скважин 229Р, 215, 213, 220. Анализ информации из скважин Средне Назымского месторождения показал, что кровля пласта обладает однородной структурой с минимальными изменениями в глубине залегания.

Совпадение конфигураций кривых ГИС свидетельствует о схожих геологических условиях и неоднородности продуктивной части пласта, что связано с процессами глинизации.

Таким образом, использование телеметрической системы DigiScore для проведения замеров при бурении скважин с горизонтальным окончанием на Средне-Назымском месторождении обеспечило контроль положения ствола в режиме реального времени и возможность оперативной корректировки траектории в соответствии с проектными данными, а также проводить оперативную интерпретацию данных гамма-каротажа для подтверждения вскрытого разреза.

Заключение. Инклинометрия — это комплекс геофизических и инженерных методов, предназначенных для анализа геометрических характеристик скважин, таких как наклон и направление. Эти параметры играют важную роль в определении физических свойств пластов, планировании горизонтального и направленного бурения, а также в оптимизации

эксплуатационных работ на месторождениях. Благодаря инклинометрии можно получать точные данные о изменениях геометрии скважин в реальном времени, что способствует своевременному выявлению возможных отклонений и предотвращению аварийных ситуаций. Использование этих методов повышает эффективность добычи, снижает риск повреждения оборудования и обеспечивает более точное моделирование геологических условий, что в целом способствует успешной реализации проектов и повышению рентабельности добычи на месторождениях.

Применение инклинометрии позволяет получать данные о направлении и глубине скважин, а также об их отклонении от вертикали с помощью специальных инклинометров, устанавливаемых в скважинах или монтируемых на буровых колоннах. Основной принцип работы заключается в записи данных о движении инклинометра и их последующей обработке. Современные инклинометры обеспечивают высокую точность и надежность измерений, что позволяет получить детальную информацию о геометрии скважин.

Следует отметить, что замеры телеметрической системы DigiScore, проводимые при бурении скважины 213 с горизонтальным окончанием на Средне-Назымском месторождении, обеспечили возможность контроля положения ствола в режиме реального времени и оперативной корректировки траектории в соответствии с проектными данными, а также проводить оперативную интерпретацию данных гамма-каротажа для подтверждения вскрытого разреза.

Таким образом, бурение с использованием телеметрии DigiScore можно считать успешным.