

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

Кафедра геофизики

**«Информационно-измерительные системы инклинометрии скважин»**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 5 курса 531 группы  
направление 21.03.01 нефтегазовое дело  
профиль «Геолого-геофизический сервис»  
геологического факультета  
Сотниченко Евгения Евгеньевича

**Научный руководитель**

К. г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_

В.В. Тимофеев

подпись, дата

**Зав. кафедрой**

К. г.- м.н., доцент

\_\_\_\_\_

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2024

**Введение.** В настоящее время при помощи современных компьютерных технологий создаются приборы с цифровым каналом связи, позволяющие получать информацию непосредственно с забоя, не останавливая процесса бурения и интерпретировать данные в момент их поступления, что существенно облегчает процесс построения скважин.

Актуальность данной работы заключается в том, что наклонное бурение на территории Западной Сибири выгодно как по времени, так и с экономической стороны.

Целью данной работы является изучение навигационных характеристик горизонтальных стволов скважин, позволяющих многократно повысить нефтеотдачу исследуемых пластов на примере скважин Западной Сибири.

Для достижения поставленной цели в работе были поставлены следующие задачи:

- изучить геолого-геофизическую характеристику района работ;
- изучить приемы наклонно-направленного бурения и строительства скважин;
- провести поиск способов усовершенствования наклонно-направленного бурения и строительства скважин;
- рассмотреть методику работ по наклонно-направленному бурению, приведена подробная информация о применяемых при этом технологиях и приборах,
- проанализировать результаты испытания скважинного прибора ЗИС 4М и проводки наклонно - направленных скважин Сургутская № 634 и Сургутская № 1423 Западной Сибири.

Значение использования наклонно - направленного бурения и строительства скважин кустами показывается в работе на примере освоения месторождений нефти и газа Западной Сибири и становится очевидным в результате анализа проводимых там работ. В интенсификации добычи нефти важным резервом является повышение поверхности вскрытия продуктивного

пласта и расширение зоны дренирования скважины.

Этого можно достичь путем создания дополнительных каналов в пласте для значительного увеличения поверхности фильтрации и зоны дренирования. С этой целью производится разветвление скважины и создание дополнительных резко искривлённых пологих или горизонтальных стволов, которые расходятся на сотни метров в разные стороны по пласту. Такое вскрытие продуктивного пласта позволяет в десятки раз увеличить полезную протяжённость стволов в пласте, многократно повысить производительность скважин и нефтеотдачу пластов.

Одним из важнейших факторов повышения качества работ является проведение бурения наклонно - направленных скважин строго по проектному направлению.

В настоящее время, в связи с увеличением глубин при бурении скважин, по тем или иным причинам возникают отклонения от проектного направления, в результате чего серьезно нарушается сетка разведки и разработки месторождений. Забои вертикально забуренных скважин оказываются смещенными относительно своих проектных положений на десятки и сотни метров. Интенсивность зенитного и азимутального искривления иногда совершенно не соответствует проектным заданиям.

Данная выпускная квалификационная работа состоит из трёх разделов. Первый раздел «Геолого-геофизическая характеристика района работ». В нём содержится четыре подраздела со следующими названиями: «Физико-географический очерк», «Литолого-стратиграфическая характеристика разреза», «Тектоника» и «Нефтегазоносность». Вторая глава «Методика работ» состоит из пяти подразделов со следующими названиями: «Основные понятия об искривлении скважин», «Назначение и область применения наклонно-направленных скважин», «Управление отклонением скважин посредством применения различных компоновок бурильного инструмента», «Основные типы каналов связи с забойными системами» и «Забойная инклинометрическая система ЗИС-4М». Также имеется заключающая глава

под названием «Результаты работ».

**Основное содержание работы. Раздел 1 «Геолого-геофизическая характеристика района работ»** содержит четыре подраздела.

Подраздел 1.1 «Физико-географический очерк». Территория исследования относится к Сургутскому месторождению, как показано на рисунке 1.

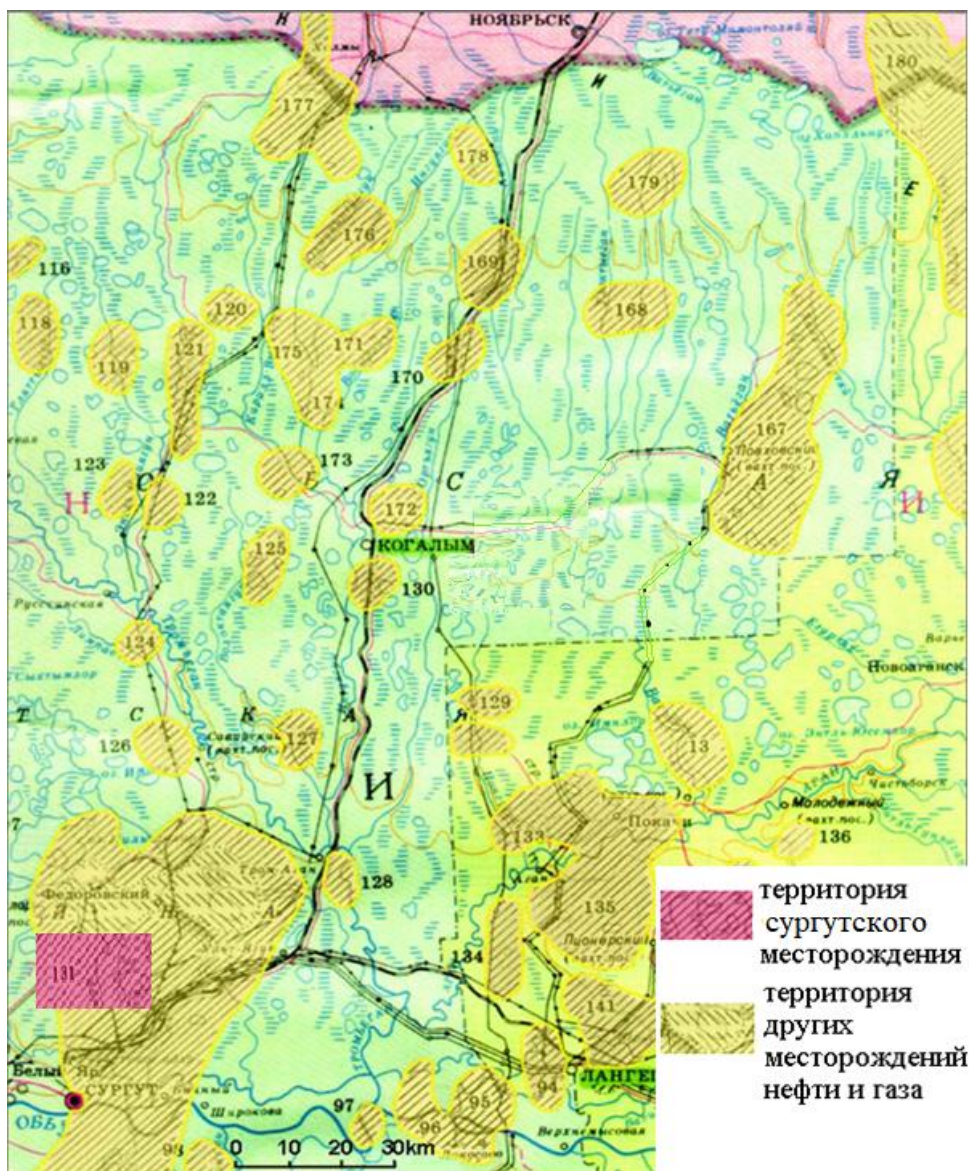


Рисунок 1 – Обзорная карта района (фрагмент карты «Тюменская область» область «ГУГК» СССР, 1990 г.).

Месторождение находится в пределах Сургутского района Ханты–Мансийского автономного округа, в 30 км к юго–западу от Повховского месторождения.

Подраздел 1.2 «Литолого-стратиграфическая характеристика разреза». Геологический разрез Сургутского месторождения типичен для Западной Сибири и включает два основных структурных комплекса: доюрский (отвечающий геосинклинальному этапу развития территории) и мезокайнозойский (отвечающий платформенному этапу развития территории) Сводный разрез Сургутского месторождения, в котором приведены геофизическая и фаунистическая характеристики, стратиграфическое расчленение и продуктивные пласты.

Подраздел 1.3 «Тектоника». В строении Западно-Сибирской плиты выделяются три структурных этажа. Нижний этаж датирован рифей–палеозойским возрастом и принадлежит к геосинклинальному этапу развития территории; слагающие его эффузивные изверженные и метаморфические породы дислоцированы и прорваны различными по составу и возрасту интрузиями. Поверхность этажа имеет блоковое строение и осложнена многочисленными тектоническими нарушениями различной амплитуды, имеющими субмеридиональное и северо-восточное простирание. Установлена сопоставимость большинства крупных поднятий, выделенных в осадочном чехле, с выступами фундамента. Промежуточный структурный этаж, соответствующий пермо-триасу и характеризующий параплатформенный этап в развитии плиты, присутствует не повсеместно и развит главным образом во внутриплатформенных впадинах.

Подраздел 1.4 «Нефтегазоносность». В пределах территорий Западной Сибири открыты уникальные месторождения нефти и газа. Неблагоприятный климат и заболоченность значительной части этих территорий обусловили необходимость разбуривания и разработки месторождений с намытых оснований (островов). Удаленность разбуриваемых площадей от жилых благоустроенных поселков и городов. недостаток квалифицированных кадров стали причинами для применения вахтового способа работы на территориях месторождений, что повлекло за собой сезонную доставку бурового оборудования и аппаратуры. В связи с подобной практикой

использования оборудования и рабочей силы возникает необходимость соблюдения высоких требований к технологии бурения, ее оптимизации и геофизических исследований скважин при их проводке, опробовании и эксплуатации.

**Раздел 2 «Методика работ»** содержит пять подразделов.

Подраздел 2.1 «Основные понятия об искривлении скважин». Ось любой скважины, будь вертикально или наклонно заданной процессе бурения, отклоняется от своего проектного направления, то есть скважина искривляется. Искривлением буровой скважины в данной точке называется отклонение ее от вертикали и направление этого отклонения, относительно сторон света. Искривление скважин в данной точке  $O$ . характеризуется двумя углами.

а) углом искривления или зенитным углом  $\Theta$ . Это угол между касательной, к оси ствола скважины в точке замера и проекцией этой касательной на вертикальную плоскость. Угол, равный  $90$  градусам –  $\Theta$ , называется углом наклона скважины. Угол наклона - это отклонение оси скважины от горизонтали.

б) азимутальным углом (азимутом скважины)  $\alpha$  (альфа). Это угол, измеряемый в горизонтальной плоскости между принятым направлением начала отсчёта и проекцией на горизонтальную плоскость, касательной к оси ствола в точке замера. В зависимости от принятого начала отсчета азимут может быть истинным, магнитным или условным. Если азимутальное направление постоянно, то наблюдается плоскостное искривление ствола скважины. Если же постоянно изменяется как зенитный угол и азимут направления, то наблюдается пространственное искривление ствола скважины.

Подраздел 2.2 «Назначение и область применения наклонно-направленных скважин». В процессе бурения скважины, которые подвержены естественному искривлению, могут не вскрыть нефтегазоносные слои и поэтому могут не выполнить проектных заданий. Но несмотря на это,

накопленный фактический материал по естественному искривлению, позволил установить ряд общих закономерностей, и учтя это, буровики научились проходить скважины в строго заданном направлении. Такие скважины получили название наклонно-направленных. Искусственное отклонение скважин подразделяется на наклонное многозабойное или разветвлённо-направленное и кустовое или многоствольное бурение. Бурение этих скважин ускоряет освоение новых нефтяных и газовых месторождений, разведку полезных ископаемых, а также снижает капиталовложения и уменьшает затраты дефицитных материалов.

Подраздел 2.3 «Управление отклонением скважин посредством применения различных компоновок бурильного инструмента». Данный способ позволяет проходить скважины в заданном направлении, не прибегая к специальным отклонителям, но также это значительно ограничивает возможности форсированных режимов бурения. Направленное отклонение скважин, основанное на применении отклонителей: кривых переводников, эксцентричных нипелей, отклоняющих клиньев и специальных устройств. Перечисленные отклоняющие устройства используются в зависимости от конкретных условий месторождений и технико-технологических условий. Скважины, для которых проектом предусматривается определенное отклонение оси ствола от вертикали, по определённой кривой называются наклонными. В настоящее время наклонное бурение широко применяется при бурении скважин на нефть, газ и твёрдые полезные ископаемые. К наклонным скважинам при турбинном и роторном бурении скважин на нефть и газ относятся в основном скважины, забуриваемые с поверхности вертикально с последующим отклонением в требуемом направлении. Получив широкое распространение одноствольное наклонное бурение не исчерпало своих резервов.

Подраздел 2.4 «Основные типы каналов связи с забойными системами». При бурении скважин в качестве канала связи с могут использоваться:

- 1) Проводной канал связи;
- 2) Гидравлический канал связи;
- 3) Электромагнитный канал связи;
- 4) Акустический и гидроакустический канал связи.

Проводной канал связи способен передавать большие объемы информации и с очень высокой скоростью до 5-8 Кбит/сек. Питание таким системам подается по кабелю. К удобству этих систем можно отнести и то, что прибор можно поднять на кабеле для замены, не поднимая полностью буровой инструмент. Однако кабель является и основным недостатком - он часто перетирается, его нужно постоянно крепить к инструменту, следить, чтобы его не перебили на роторе и мостках и т.д. Поэтому эти системы постепенно отходят на второй план, хотя при бурении электробурами у них есть преимущества

Подраздел 2.5 «Забойная инклинометрическая система ЗИС-4М». Бескабельная забойная инклинометрическая телесистема с электромагнитным каналом связи обеспечивает контроль зенитного угла, азимута и угла установки отклонителя непосредственно в процессе бурения, что позволяет оперативно управлять направлением движения забоя скважины. В состав телесистемы входят скважинный прибор и наземный приемник. Корпус скважинного прибора включается в компоновку нижней части бурового инструмента и представляет собой немагнитную трубу с электрическим разделителем в виде изолятора. Таким образом, буровой инструмент электрически разделен на две части, образуя диполь. В корпус скважинного прибора с помощью охранный кожух смонтирован измерительный блок, включающий датчик положения и микропроцессорный блок преобразования сигнала, в котором сигнал датчика преобразуется в низкочастотный электрический сигнал, подаваемый на диполь. Для питания измерительного блока используется генератор, приводимый во вращение потоком бурового раствора, который крепится к корпусу скважинного прибора и защищен кожухом.



**Раздел 3 «Результаты работ».** В соответствии с задачами работы испытание прибора проводилось на Сургутском месторождении.

С глубины 1750м производился набор параметров кривизны при помощи забойной инклинометрической системы ЗИС-4М, в которой находился новый измерительный блок малого диаметра IC 8 ТНМ 003, созданный ЗАО «ГЕОТЕК», как показано в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты работы ЗИС-4М на Сургутском месторождении, куст 2, скважина 634.

<b>Скважинный прибор IC5 ТНМ 003 №1</b>				<b>Скважинный прибор ИОН-1М</b>		
Номер рейса	Глубина м	Зенит град	Азимут град	Глубина м	Зенит град	Азимут град
1	1580	0.37	272.37	1580	0.39	272.37
1	1590	4.03	71.44	1590	4.05	71.44
1	1600	60.23	74.29	1600	6.25	74.29
1	1620	9.27	70.34	1620	9.23	70.34
1	1640	11.30	75.11	1640	11.28	75.11
1	1660	14.14	78.44	1660	14.14	78.44
1	1680	15.31	85.25	1680	15.31	85.25
1	1700	15.00	90.17	1700	15.00	90.17
1	1720	13.43	92.32	1720	13.43	92.32
1	1740	13.54	93.58	1740	13.54	93.58
1	1760	14.35	93.19	1760	14.35	93.19
1	1780	14.50	94.34	1780	14.50	94.34
1	1800	14.59	95.07	1800	14.59	95.07
1	1960	13.56	93.63	1960	13.56	93.63
1	1980	13.20	93.00	1980	13.20	93.00
1	2000	13.40	93.23	2000	13.40	93.23
1	2020	13.60	93.32	2020	13.60	93.32
1	2040	13.63	93.07	2040	13.63	93.07
1	2060	13.47	92.38	2060	13.47	92.38
1	2080	13.39	91.58	2080	13.39	91.58
1	2100	13.15	91.85	2100	13.15	91.85
1	2120	12.60	91.37	2120	12.60	91.37
1	2140	12.08	91.28	2140	12.08	91.28
1	2160	11.43	90.62	2160	11.43	90.62
1	2180	10.99	91.04	2180	10.99	91.04
1	2200	10.51	91.25	2200	10.51	91.25

1	2220	10.30	91.11	2220	10.30	91.11
1	2240	9.72	92.36	2240	9.72	92.36
1	2250	9.50	92.45	2250	9.50	92.45
1	2260	9.33	93.60	2260	9.33	93.60
1	2280	8.45	94.30	2280	8.45	94.30
1	2300	7.95	93.38	2300	7.95	93.38
1	2320	7.37	94.54	2320	7.37	94.54
1	2340	6.83	93.38	2340	6.83	93.38
1	2360	6.23	94.03	2360	6.23	94.03
1	2380	5.57	94.45	2380	5.50	94.45
1	2400	4.90	94.25	2400	4.90	94.2
1	2420	4.48	94.44	2420	4.48	94.44
1	2440	4.30	93.20	2440	4.30	93.20
1	2460	3.60	96.40	2460	3.60	96.40
1	2480	3.40	97.45	2480	3.40	97.45
1	2500	2.95	98.45	2500	2.95	98.45
1	2520	3.30	96.35	2520	3.30	96.35
1	2540	2.45	99.00	2540	2.45	99.00
1	2560	2.60	97.00	2560	2.60	97.00
1	2580	2.20	97.00	2580	2.2	97.00
1	2600	1.90	97.00	2600	1.90	97.00
1	2620	1.80	97.00	2620	1.80	97.00
1	2640	1.70	97.00	2640	1.70	97.00
1	2660	1.47	97.00	2660	1.47	97.00
1	2680	1.74	97.00	2680	1.74	97.00
1	2700	1.27	97.00	2700	1.27	97.00
1	2720	1.37	97.00	2720	1.37	97.00
1	2940	0.28	97.00	2940	0.28	97.00

Данный блок имеет наружный диаметр 45 мм. Может использоваться в скважинных приборах малого (108 мм) и большого (172 мм) диаметра. Состоит из датчика положения 1С8 ТН8 004, блока измерения гамма излучения 1С8 ТИС 003 и блока преобразования сигнала 1С8 ТНМ 003.02. который помимо выполнения всех функций блока преобразования сигнала 1С8 ТНМ 001.02 обеспечивает передачу и запись в энергонезависимую память информации блока измерения гамма-излучения. Имеет встроенный модуль беспроводного обмена данными с ПЭВМ. При использовании в скважинных приборах большого диаметра применяется в охранном кожухе со стенками повышенной толщины

**Заключение.** Таким образом, в настоящее время при помощи современных компьютерных технологий создаются приборы с цифровым каналом связи, позволяющие получать информацию непосредственно с забоя, не останавливая процесса бурения и интерпретировать данные в момент их поступления, что существенно облегчает процесс построения скважин. Также позволяет повысить поверхность вскрытия продуктивных пластов и в разы повысить нефтеотдачу исследуемых пластов.

В результате бакалаврской работы была показана эффективность применения современной информационно-измерительной системы инклинометрии скважин при наклонно - направленном бурении на территории Западной Сибири.

Представлены данные, полученные в результате испытания скважинного прибора ЗИС 4М в скважинах Сургутская №634 и №1423 доказали целесообразность применения данного прибора для повышения поверхности вскрытия продуктивных пластов.

Кроме того, были рассмотрены основы наклонно-направленного бурения скважин. Обоснована техническая целесообразность и экономическая эффективность проводки наклонно-направленных скважин в условиях Западносибирского региона.

Проанализированы причины естественного искривления ствола скважин, показана возможность проводки наклонно-направленных скважин с учетом тенденций их естественного искривления и обоснована необходимость искусственного управления движением забоя скважины в пространстве.

Рассмотрены основные каналы передачи информации забойных инклинометрических телесистем, описаны различные модификации забойных инклинометрических телесистем с электромагнитным каналом передачи информации ЗИС-4М.