

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра геофизики

**«Геофизические исследования горизонтально направленных скважин в  
процессе бурения  
(на примере Козловского месторождения Самарской области)»**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 4 курса 431 группы очной формы обучения

геологического факультета

направление 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

профиль «Геолого-геофизический сервис

нефтегазовых скважин»

Урмонжонова Махаммаджона

Зоиржона угли

Научный руководитель

кандидат геол.-мин.наук, доцент

\_\_\_\_\_

Б.А. Головин

подпись, дата

Зав. кафедрой

кандидат геол.-мин.наук, доцент

\_\_\_\_\_

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2020

**Введение.** Значительная выработанность запасов традиционных нефтегазовых месторождений, необходимость повышения коэффициента нефтеизвлечения, тенденция к освоению трудноизвлекаемых запасов, наращивание объемов морского бурения, все это неразрывно ведет к увеличению количества скважин, строящихся с горизонтальным окончанием. Эффективная проводка горизонтальной скважины, невозможна без информации о ее расположении в пространстве и геологической структуре, основным источником такой информации являются геофизические исследования в процессе бурения, что определяет актуальность данной работы.

**Целью** выпускной квалификационной работы являлось ознакомление с информационно-измерительной системой каротажа в процессе бурения, позволяющей в реальном масштабе времени получать геолого-геофизическую информацию о проводке ствола скважины.

Достижение цели работы предполагает решение следующих **задач**:

- изучение геолого-геофизической характеристики района работ;
- ознакомление с каналами и способами передачи информации;
- анализ забойных телеметрических систем.

В работе используются данные геофизических и геолого-технологических данных сформированных по результатам строительства эксплуатационной скважины с горизонтальным окончанием, в своих геологических условиях относящейся к Козловскому месторождению Самарской области.

Работа состоит из :

- Введение
- Геолого-геофизическая характеристика района
- Методика работ
- Заключение

**Основное содержание работы.** Раздел 1 посвящён Геолого-геофизическая характеристика района. Включает в себя 4 подраздела.

Подраздел 1.1 Общие сведения о территории исследования. Козловское месторождение находится на территории Сергиевского района в 96 км к северо-востоку от г. Самары, в 25 км к юго-востоку от районного центра Сергиевск. Основной водной артерией является р. Сургут, протекающая вдоль южной границы площади в широтном направлении. Основной водной артерией является р. Сургут, протекающая вдоль южной границы площади в широтном направлении. Территория месторождения приурочена к холмистой равнине. Минимальные абсолютные отметки рельефа относятся к долине р. Сургут- + 70 м. К северу и югу происходит повышение рельефа до отметки + 210 м, как показано на рисунке 1.

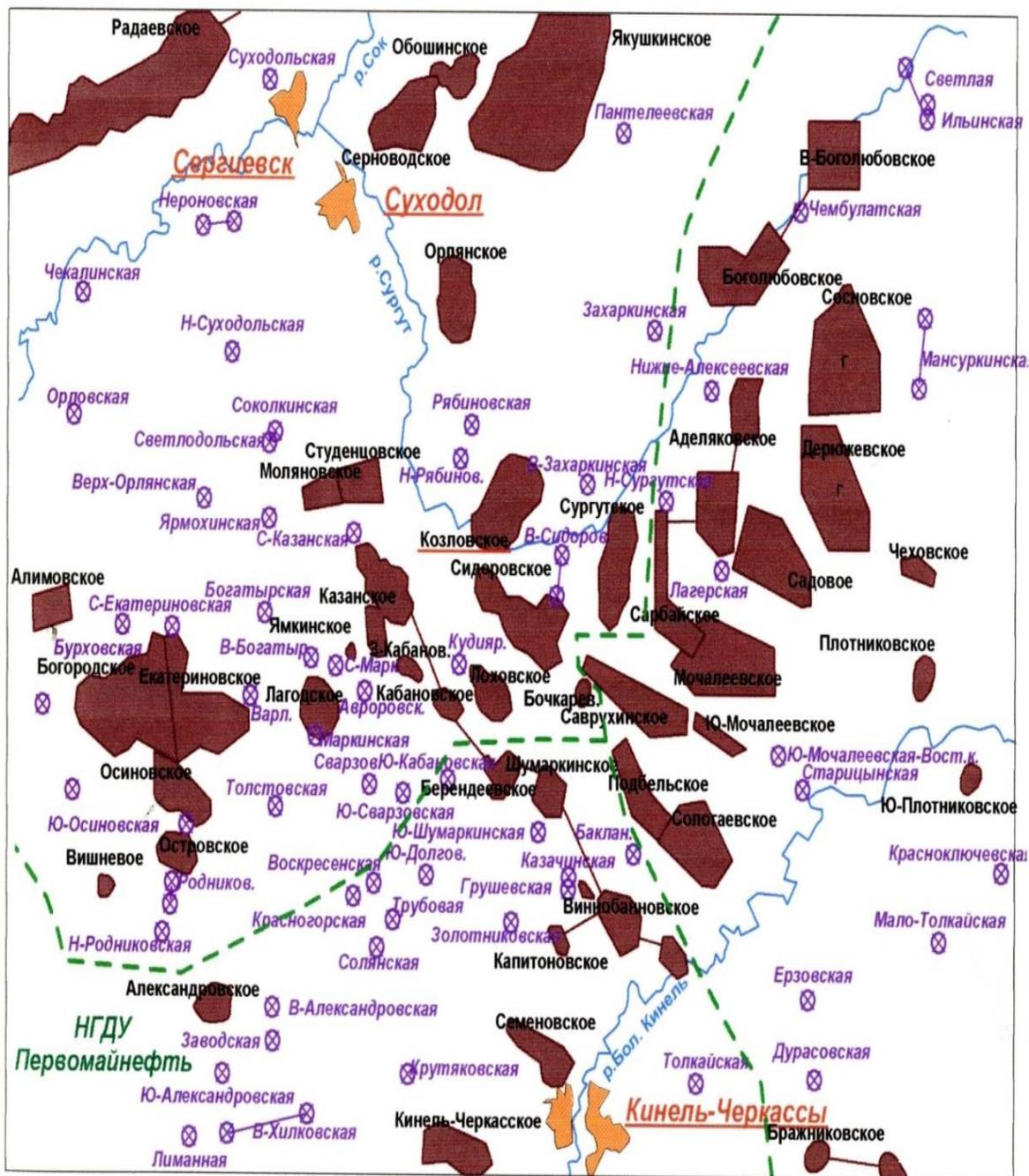


Рисунок 1- Обзорная карта месторождения и структур углеводородного сырья Самарской области (нефть, газ конденсат). По состоянию на 01.01.1999 года Масштаба 1:400 000

**Условные обозначения:**

- |                       |     |   |
|-----------------------|-----|---|
| <b>Месторождения:</b> | ⊗   | структуры, на которых разведкой не установлено залежей нефти и газа |
| ● нефтяные            | —   | граница области   |
| ⊕ газонефтяные        | ■   | города, райцентры и поселки   |
| ⊙ газоконденсатные    | --- | граница НГДУ  |
|                       | —   | реки, водохранилища   |

Подраздел 1.2 посвящён изучению Литолого – стратиграфическую характеристику.

Осадочный чехол на Козловском месторождении вскрыт до кристаллического фундамента на глубину 2690 м. Разрез месторождения представлен породами позднего девона, каменноугольной и пермской систем, а также четвертичными отложениями. Из коренных отложений на поверхность выходят породы малокинельской свиты верхне-татарского яруса поздней перми. В разрезе отложений встречаются пористые и проницаемые разности, образующие продуктивные пласты. На Козловском месторождении они приурочены к среднему (пласт А3, А4) и раннему карбону (пласт В2, В1). Непосредственно на коре выветривания залегают, в основном, терригенные породы среднего девона, это эйфельские и живетские отложения. Осадочный разрез, представленный карбонатными породами фактически начинается с саргаевского и доманикового горизонтов средне-франского подъяруса. Карбонатные породы преобладают в целом по разрезу и кроме средне и верхне франских отложений они слагают разрез фаменского яруса позднего девона, турнейского яруса, окского надгоризонта, и серпуховского яруса раннего карбона, башкирского яруса, каширского, подольского и мячковского горизонтов среднего карбона, позднего карбона, а также выделяются в составе ранней и частично поздней перми. На долю карбонатного комплекса пород приходится порядка 85% от общего объема осадочных отложений. В разрезе встречаются также терригенные осадки. Они развиты в составе бобриковского и частичного тульского горизонтов раннего карбона, верейского горизонта среднего карбона и полностью слагают верхи поздней перми и четвертичные образования.

Подраздел 1.3 посвящён изучению Тектонику. В региональном тектоническом плане Козловское месторождение приурочено к северо- восточному борту Бузулукской впадины, осложненному Сидоровским выступом кристаллического фундамента. По отложениям нижнего карбона месторождение приурочено к северо-восточной бортовой части Муханово-Ероховского прогиб. К настоящему времени месторождение детально изучено по материалам структурного бурения, сейсморазведки и по данным 176 глубоких скважин Козловская структура представляет собой асимметричную антиклинальную складку северо-восточного простирания с пологим юго-восточным крылом и более крутым северо- западным. В границах Козловского месторождения кристаллический фундамент вскрыт только тремя разведочными скважинами. Структура девонских отложений изучена недостаточно из-за незначительного количества фактического материала. По основным продуктивным горизонтам нижнего и среднего карбона по материалам сейсморазведки и глубокого бурения отмечается унаследованность структурных форм. По этой причине сформировался продуктивный комплекс, включающий в себя пласты В2 и В1 нижнего карбона и А3, А4 среднего карбона.

В тектоническом отношении Воздвиженский лицензионный участок по поверхности фундамента расположен на юго-восточном борту Мелекесской впадины,

структуре первого порядка. Мелекесская впадина расположена на западе от района работ, Южно-Татарский свод – на востоке и Волго-Сокская седловина – на юге.

Подраздел 1.4. Нефтегазоносность. Продуктивность разреза Козловского месторождения детально изучена по материалам бурения 19 разведочных и 157 эксплуатационных скважин. К настоящему времени выявлены все основные залежи нефти, которые, практически, находятся в завершающей стадии разработки. В границах Козловского месторождения промышленные залежи нефти установлены в следующих продуктивных пластах (сверху вниз):

А3 - верейский горизонт, средний карбон

А4 - башкирский ярус, средний карбон

Б2+Б2 - бобриковский горизонт, нижний карбон

В1 - турнейский ярус, нижний карбон

Геолого-промысловый материал, полученный по 7 новым скважинам (200, 201, 202, 204, 205, 208), пробуренным на отложения башкирского яруса, позволил уточнить геологического строения пластов А3 и А4.

#### **Пласт А3 верейского горизонта**

Продуктивный пласт А3 залегает в средней части верейского горизонта на глубине 1280 м. Покрышками служат глины и алевролиты верейского горизонта. Сам пласт представлен нефтенасыщенными и слаборасчлененными песчаниками общей толщиной до 23,8 м. По состоянию геологической изученности на 1.01.2004 г. залежь пласта А3 вскрыта 176 скважинами. Положение водонефтяного контакта было принято на абс. отм. минус 1222 м. Определение производилось по данным интерпретации ГИС и опробования 169 скважин. Новые скважины не вносят коррективы в начальное положение ВНК, и он остается без изменения, т.е. ранее утвержденным ГКЗ на абс. отм. минус 1222 м. На долю пласта А3 приходится 20 % от запасов всего месторождения.

#### **Пласт А4 башкирского яруса**

Пласт А4 входит в число основных объектов разработки. На его долю приходится до 55 % запасов всего месторождения. Залежь пласта А4 приурочена к кровельной части башкирского яруса и залегает на глубине 1310 м. Коллекторами служат известняки серые, буровато - и коричневато-серые, органогенные, перекристаллизованные, доломитизированные с прослоями глин в кровле пласта. Залежь массивного типа и по всей плоскости ВНК подстилается водонасыщенными известняками. Покрышкой залежи служит мощная пачка глин в подошвенной части верейского горизонта и частично плотные известняки в кровле башкирского яруса. По состоянию геологической изученности на 1.01.2004 г. залежь пласта А4 вскрыта 176 скважинами. Общая толщина пласта изменяется от 15 м до 24,5 м. Нефтенасыщенные толщины изменяются от 1,8 до 24,0 м. На дату предыдущего подсчета запасов ВНК по залежи был определен по данным опробования и промысловой геофизики 169 скважин на абс. отм. минус 1154 мм В новых скважинах 200-205 и 208 определяется по ГИС только текущее положение ВНК. Коллектор

пласта А4 расчленен плотными прослоями: от 1 до 5.

### **Пласт Б2 бобриковского горизонта**

Пласт Б2 залегает на глубине 1730 м и представлен нефтенасыщенными песчаниками слюдисто-кварцевыми, мелкозернистыми, реже разномыслистыми неравномерно глинистыми и алевролитистыми, трещиноватыми с прослоями алевролита. Залежь нефти неполно - пластового типа, с очень незначительной нефтяной зоной. Покрышками являются глины бобриковского и заглинизированные известняки тульского горизонта. Общая толщина пласта изменяется от 9,6 м до 34,6 м. В пределах Козловского месторождения коллектор пласта характеризуется высокой неоднородностью: он расчленен на серию проницаемых прослоев, количество которых может достигать 5-7. Нефтенасыщенные толщины колеблются в пределах 1,0-24 м.

### **Пласт В1 турнейского яруса**

Пласт выделяется в кровле турнейского яруса и представлен, в основном, известняками, реже доломитами, образующими массивную залежь. Покрышкой залежи служат глины, залегающие в подошвенной части бобриковского горизонта. Представлены скважины Козловского месторождения (новая – скв. № 208 (пласт Б2) и старая – скв. № 90 (пласт Б2)).

**Раздел 2. Методика работ.** Включает в себя 7 подраздела.

Подраздел 2.1 Проблемы бурения и исследования горизонтальных скважин. Горизонтальными скважинами (ГС) называются скважины, в которых интервал вскрытия продуктивного пласта стволом скважины более чем в 2 раза превышает толщину пласта. Способы проводки ГС по признаку размещения бурового оборудования делятся на бурящийся с поверхности земли, из шахтных камер и из скважин большого диаметра. По типу профиля выделяются две группы ГС: трех- и пятиинтервальные. Наиболее рациональным является трехинтервальный профиль который имеет три участка: вертикальный, набора зенитного угла и горизонтальный. Наибольшее распространение нашел способ бурения ГС с поверхности как продолжение вертикальных и наклонно-направленных скважин (ННС). В отечественной практике обычно используются забойные двигатели (турбобур, винтовой двигатель). Для бурения из скважин большого диаметра применяется метод бурения гибкими (полужесткими) трубами, известный как метод Зублина. Для бурения ГС из шахтных камер специальная буровая установка вместе с обслуживающим персоналом опускается в шахту. За рубежом этот метод использовал Ренни. В отечественной практике бурение ГС из шахтных камер реализовано на Ярегском месторождении (Коми) с дополнением теплового воздействия на пласт – термощахтный способ разработки метод Байбакова.

Подраздел 2.2 Каналы связи и забойные телеметрические системы. Группу приборов и систем, встроенных в компоновку низа бурильной колонны (КНБК) над отклонителем, не требующих для получения информации остановки бурения (исключая кратковременные остановки в пределах нескольких минут), принято называть забойными телеметрическими системами (ЗТС). Кабельный канал связи с ретранслирующим устройством отличаем, что в верхней части бурильной колонны размещается ретранслятор, позволяющий осуществлять бесконтактный съем информации (без пропуска кабеля в ведущую квадратную штангу), как показано на рисунке 2.

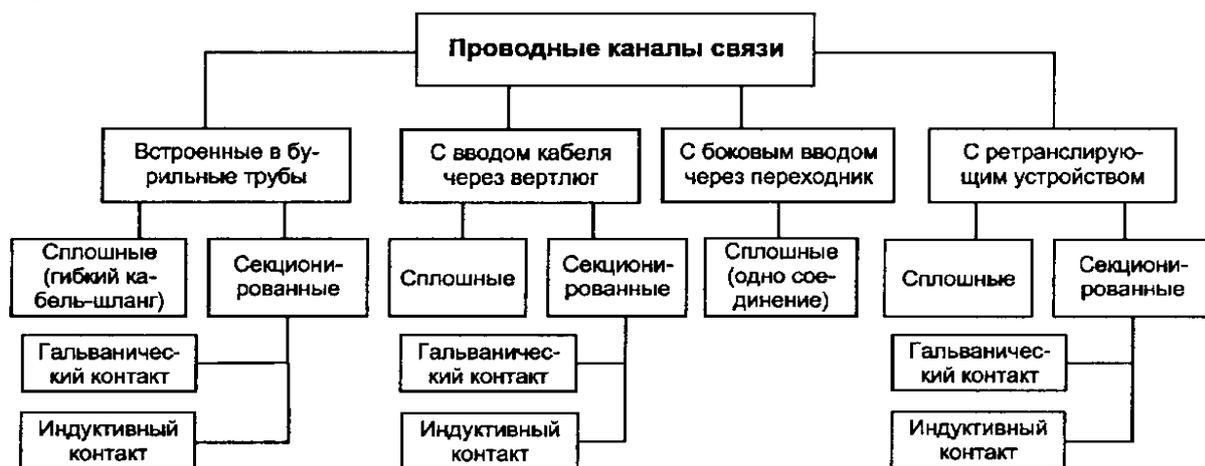


Рисунок 2- Проводные каналы

Беспроводные каналы связи подразделяются на: электромагнитный (гальванический) - с передачей сигнала по горной породе (пеленгация) или по трубе и горной породе; акустический - с передачей сигнала по телу трубы, по горной породе (пеленгация) и по столбу промывочной жидкости (гидроакустический); гидравлический - с пульсацией давления, как показано на рисунке 3.



Рисунок 3 - Беспроводные каналы связи

Изначально MWD-системы создавались для получения в процессе бурения траекторных (навигационных) параметров. У сложение MWD-систем шло как по линии развития технологических параметров (момент, нагрузка на долото, обороты

долота). В то же время LWD-системы развиваются и как самостоятельная линия (каротаж в процессе бурения КПБ), в ряде случаев выполняя и функции навигационных MWD систем. LWD – ГИС (он же – каротаж) в процессе бурения – это именно каротаж, т.е. замеры параметров пласта: пористости, насыщенности флюидом и т.д. Это отдельная (от MWD) компоновка, весьма недешевая, от того применяется необязательно, но лишь по желанию заказчика и лишь при острой необходимости. Для обеспечения требуемой траектории ствола скважины при ее проходке необходимо решить две задачи, свойственные теории и практике слежения за движущимися объектами. 1. Определить координаты любой точки скважины в пространстве путем измерения угла наклона, азимута и расстояния до этой точки от устья скважины. 2. Определить угол положения отклонителя относительно плоскости и установить отклонитель в направлении, обеспечивающем заданную проектом траекторию скважины. Первая задача решается при бурении всех скважин, вторая при бурении скважин по заданной проектом траектории. Гео-управление траекторией ствола скважины. Гео-управление траекторией ствола скважины представляет собой управление направлением в близких пределах границ продуктивной зоны. Корректировки направления ствола скважины производятся на основании полученных в режиме реального времени геологических данных и данных о коллекторе в дополнение к результатам наблюдений за процессом бурения. Целью является сохранение положения долота на оптимальной глубине вблизи кровли продуктивного пласта. Кабель с лебедки, расположенной на каротажном подъемнике, соединяется с глубинным прибором, который доставляется в интервал исследований путем проталкивания. С помощью такого кабеля, используя спуско-подъемное оборудование, установленное на геофизических подъемниках ПКС-5, ПКС-7 возможно исследование скважин глубиной до 2600 - 3000 м. Особенностью данной технологии является необходимость синхронизации спуска и подъема бурового инструмента и кабеля (от переводника до лебедки).

Подраздел 2.3 Инклинометрические измерения. Инклинометрические измерения обычными кабельными инклинометрами применяются как для визирования неуправляемых(жестких) компоновок на забое скважины, так и для измерения зенитного угла и азимута в отдельных точках ствола скважины (как в открытом стволе, так и в диамагнитном буровом инструменте), как правило, обычные технологии кабельной инклинометрии применяются в ННС и ГС до углов искривления 50-600.

Подраздел 2.4 Технические характеристики ЗТС. Технические характеристики забойные телеметрические системы (ЗТС). Ключевым драйвером развития телеметрических систем (MWD) и каротажа во время бурения (LWD) является развитие горизонтального бурения и усложнение условий бурения. Протяженные горизонтальные участки, особенно при плотной сетке скважин, на менее мощных пластах или в регионах со сложной геологией требуют участия качественных высокоточных телеметрических систем с целью

быстрой и точной корректировки в процессе бурения.

Подраздел 2.5 Анализ забойных телеметрических систем с электромагнитным каналом связи. Электромагнитный канал связи имеет большую скорость передачи информации, чем ГКС, предъявляет менее жесткие требования к качеству бурового раствора и неравномерной работе буровых насосов, передает информацию независимо от степени аэрации бурового раствора. Однако на величину и качество электромагнитного сигнала отрицательно влияют электрические помехи, создаваемые нефтепромысловым оборудованием и низкоомными горными породами. Электромагнитный канал связи имеет большую скорость передачи информации, чем ГКС, предъявляет менее жесткие требования к качеству бурового раствора и неравномерной работе буровых насосов, передает информацию независимо от степени аэрации бурового раствора. Однако на величину и качество электромагнитного сигнала отрицательно влияют электрические помехи, создаваемые нефтепромысловым оборудованием и низкоомными горными породами. К специальным автономным измерительным системам относятся забойные автономные системы с памятью, направленные на решение специальных задач, возникающих в процессе строительства скважин, помимо навигационных MWD-систем и систем КПБ.

Подраздел 2.6 Проблемы корректировки траектории ГС. Проектный профиль ГС выбирается на основании исходной геолого-геофизической информации, накопленной при бурении вертикальных, наклонно-направленных и ранее пробуренных горизонтальных скважин. При этом в большинстве случаев при малых углах падения пластов их границы предполагаются горизонтальными, что часто не соответствует действительности и приводит к тому, что очень многие ГС не обеспечивают планируемого увеличения дебитов, так как их стволы оказываются в значительной мере расположенными в непродуктивных глинистых или уплотненных пропластках. Поэтому исследователи различных фирм озадачены проблемой создания навигационных MWD и LWD-систем, способных непосредственно в процессе бурения выделять границы продуктивных пластов с целью оперативной корректировки траектории ГС.

Подраздел 2.7 Геолого-технологические исследования в процессе бурения горизонтальных и разветвленно-горизонтальных скважин. Основными особенностями проведения ПИ горизонтальных скважин являются следующие : 1. Изменение приоритетов решения задач ПИ в сторону тех методов и приемов, которые позволяют оперативно корректировать траекторию ствола горизонтальной скважины; 2. В связи с необходимостью решения группы задач по пункту 1 в оперативном режиме для их успешного решения необходимо применение современных бортовых вычислительных средств и соответствующего программно-методического обеспечения; 3. Среди методов и приемов ПИ ГС предпочтение должно быть отдано методам и приемам, информация от которых достигает

наземных приемников информации в кратчайшее время, что позволяет поднять оперативность принимаемых решений.

Наиболее информативными из стандартных методов ПИ являются методы анализа шлама и газовый каротаж. При отборе и анализе шлама квалифицированными специалистами гарантировано получение ценной оперативной геологической информации. Интервал отбора проб шлама не должен превышать 3-5 м, а при вскрытии продуктивного пласта 1-2 м.

**Заключение.** Геофизические исследования горизонтально направленных скважин в процессе бурения совместно с данными ГТИ, являются неотъемлемой частью процесса строительства горизонтальных скважин. В работе, посредством анализа результатов проводки эксплуатационной скважины показана необходимость таких исследований.

В результате проведенной работы решены следующие задачи:

- изучение геолого-геофизической характеристики района работ;
- ознакомление с каналами и способами передачи информации;
- анализ забойных телеметрических систем;
- анализ результатов проведения ГИС в процессе бурения;
- сопоставление данных геофизических исследований в процессе бурения и исследований на трубах.

Необходимо отметить, что роль ГИС в горизонтальных скважинах смещается от оценки ФЕС и выделения продуктивной части, к обеспечению данными процесса геонавигации и к реальновременной оценке изменения коллекторских свойств. Развитием работы может быть количественное сравнение ФЕС рассчитанных в процессе и после бурения, оценка формирования зоны проникновения и ее влияния на коллектор.