

УТВЕРЖДЕНО

Приказом ПАО «НК «Роснефть»

от «12» декабря 2019 г. № 753

Введено в действие «01» января 2020 г.

ВВЕДЕНО В ДЕЙСТВИЕ

Приказом АО «Востсибнефтегаз»

от «30» декабря 2019 г. №1930

Вступило в силу «01» января 2020 г.

ПОЛОЖЕНИЕ КОМПАНИИ

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН И БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТЕВЛОВ

№ П2-10 Р-0218

ВЕРСИЯ 1.00

**МОСКВА
2019**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
НАЗНАЧЕНИЕ	4
ОБЛАСТЬ ДЕЙСТВИЯ.....	4
ПЕРИОД ДЕЙСТВИЯ И ПОРЯДОК ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ.....	5
1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	6
2. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	11
3. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН И БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТОЛОВ	14
3.1. МЕТОД ДВУМЕРНОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА	14
3.1.1. <i>ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ДОПУЩЕНИЯ МЕТОДА ДВУМЕРНОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА.....</i>	<i>14</i>
3.1.2. <i>ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ДВУМЕРНОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА</i>	<i>15</i>
3.1.3. <i>НАСТРОЙКА СИНТЕТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА НА ФАКТИЧЕСКИЙ КАРОТАЖ, ЗАПИСАННЫЙ ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ</i>	<i>15</i>
3.2. ОСНОВЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/ БОКОВОГО ГОИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА	17
3.2.1. <i>ВЫБОР И АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ОПОРНЫМ СКВАЖИНАМ</i>	<i>17</i>
3.2.2. <i>ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАНОВОЙ ТРАЕКТОРИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/ БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА.....</i>	<i>18</i>
3.2.3. <i>ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ БУРЕНИЯ ПИЛОТНОГО СТОЛА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЕГО ПОЛОЖЕНИЯ.....</i>	<i>18</i>
3.2.4. <i>ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СТОЛА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ СПУСКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ КОЛОННЫ</i>	<i>19</i>
3.2.5. <i>ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА.....</i>	<i>19</i>
3.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН/БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТОЛОВ.....	20
3.3.1. <i>ЗАМЕРЫ ИНКЛИНОМЕТРИИ СКВАЖИНЫ</i>	<i>20</i>
3.3.2. <i>КАРОТАЖ ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ.....</i>	<i>29</i>
3.3.3. <i>ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....</i>	<i>30</i>
3.3.4. <i>ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ КАРОТАЖА ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ</i>	<i>35</i>
3.4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/ БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА	36
4. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН И БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТОЛОВ	40
4.1. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/ БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА	40
4.1.1. <i>ПОДГОТОВКА, СОГЛАСОВАНИЕ И УТВЕРЖДЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/ БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА</i>	<i>40</i>
4.1.2. <i>БУРЕНИЕ ПИЛОТНОГО СТОЛА.....</i>	<i>41</i>
4.1.3. <i>БУРЕНИЕ ТРАНСПОРТНОГО СТОЛА</i>	<i>41</i>
4.1.4. <i>БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА</i>	<i>43</i>

Права на настоящий ЛНД принадлежат ПАО «НК «Роснефть». ЛНД не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён без разрешения ПАО «НК «Роснефть».

4.1.5. ПОДГОТОВКА ФИНАЛЬНОГО ОТЧЕТА О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ БУРЕНИЯ ГС/БГС	46
4.2. ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ЗАМЕРЫ И КАРОТАЖ ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ)	48
4.2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	48
4.2.2. ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	49
4.3. ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	51
4.3.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ИНФОРМАЦИИ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	51
4.3.2. ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	52
4.4. ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	52
4.4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	52
4.4.2. ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	52
4.5. ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРОТАЖА ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ	54
4.5.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ИНФОРМАЦИИ ПО ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРОТАЖА ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ	54
4.5.2. ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРОТАЖА ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ	54
4.6. НЕШТАТНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ БУРЕНИЯ ГС/БГС	55
4.6.1. ПОТЕРЯ КОЛЛЕКТОРА	55
4.6.2. РИСК ПОТЕРИ СТВОЛА	55
4.6.3. РИСКИ ВЫХОДА ЗА ПРЕДЕЛЫ ДОПУСТИМОГО КОРИДОРА БУРЕНИЯ	55
4.6.4. НЕВЫПОЛНЕНИЕ КОМАНД НА БУРЕНИЕ ПРИ СОВЕРШЕНИИ МАНЕВРА	56
4.6.5. НАРУШЕНИЕ КОММУНИКАЦИИ	56
5. ПОДГОТОВКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА И ПРОТОКОЛА ИЗМЕНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН И БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТВОЛОВ	57
5.1. ЦЕЛИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА	57
5.2. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА	57
5.2.1. СОДЕРЖАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА	57
5.2.2. ПРИЛОЖЕНИЯ К ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЕКТУ НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА	59
5.2.3. СОДЕРЖАНИЕ И ПРИЛОЖЕНИЯ К ПРОТОКОЛУ ИЗМЕНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА	62
6. ССЫЛКИ	64
7. РЕГИСТРАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ЛОКАЛЬНОГО НОРМАТИВНОГО ДОКУМЕНТА	65
ПРИЛОЖЕНИЯ	65

Права на настоящий ЛНД принадлежат ПАО «НК «Роснефть». ЛНД не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён без разрешения ПАО «НК «Роснефть».

ВВОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ

Настоящее Положение разработано с целью создания единых правил (требований) по организации и проведению работ по геологическому сопровождению бурения горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов, обеспечения оптимальной схемы взаимодействия структурных подразделений ПАО «НК «Роснефть», Обществ Группы и подрядных организаций при планировании, согласовании, проведении и передаче результатов выполняемых работ по геологическому сопровождению бурения горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов, минимизации геологических рисков, обеспечения единства принципов и требований к содержанию и оформлению геологических проектов, обеспечения единообразия и согласованности применяемых форматов, а также своевременность предоставления данных телеметрии, каротажа во время бурения, данных геолого-технологических исследований при геологическом сопровождении бурения горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов.

Положение описывает комплекс организационных процессов геологического обоснования, проектирования и сопровождения бурения горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов на нефтяных и газонефтяных месторождениях.

ОБЛАСТЬ ДЕЙСТВИЯ

Настоящее Положение обязательно для исполнения работниками:

- Департамента разработки месторождений ПАО «НК «Роснефть»;
- Департамента разработки и добычи на шельфе ПАО «НК «Роснефть»;
- Департамента строительства скважин ПАО «НК «Роснефть»;
- Департамента управления газовыми активами и проектами ПАО «НК «Роснефть»;
- подконтрольных ПАО «НК «Роснефть» Обществ Группы, зарегистрированных на территории Российской Федерации (за исключением Обществ Группы, в которых отсутствует списочный состав и/или по которым приняты решения о реализации процедур ликвидации), осуществляющих деятельность по добыче нефти, газа и конденсата, научно-исследовательскую деятельность и проектирование в области разработки месторождений, в отношении которых Уставами Обществ Группы, акционерными и иными соглашениями с компаниями - партнерами не определен особый порядок реализации акционерами/участниками своих прав, в том числе по управлению Обществом Группы,

задействованными в процессах геологического обоснования, проектирования и сопровождения бурения горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов на нефтяных и газонефтяных месторождениях.

Настоящее Положение носит рекомендательный характер для исполнения работниками иных Обществ Группы, не являющихся подконтрольными ПАО «НК «Роснефть» Обществами Группы.

Требования настоящего Положения становятся обязательными для исполнения в подконтрольном ПАО «НК «Роснефть» Обществе Группы, а также ином Обществе Группы, после их введения в действие в Обществе Группы в соответствии с Уставом Общества Группы с учетом специфики условий договоров или соглашений о совместной деятельности и в установленном в Обществе Группы порядке.

Распорядительные, локальные нормативные и иные внутренние документы не должны противоречить настоящему Положению.

Структурные подразделения ПАО «НК «Роснефть» и Общества Группы при оформлении договоров с подрядными (сервисными) организациями, выполняющими работы (оказывающими услуги) по строительству горизонтальных скважин и реконструкции скважин методом бурения бокового горизонтального ствола, обязаны включать в условия договора пункт о неукоснительном выполнении подрядной организацией требований, установленных настоящим Положением.

ПЕРИОД ДЕЙСТВИЯ И ПОРЯДОК ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

Настоящее Положение является локальным нормативным документом постоянного действия.

Настоящее Положение утверждается, вводится в действие, изменяется и признается утратившим силу в ПАО «НК «Роснефть» на основании приказа ПАО «НК «Роснефть».

Инициаторами внесения изменений в Положение являются: Департамент разработки месторождений ПАО «НК «Роснефть», а также иные структурные подразделения ПАО «НК «Роснефть» или Общества Группы по согласованию с Департаментом разработки месторождений ПАО «НК «Роснефть».

Изменения в Положение вносятся в случаях: изменения законодательства РФ в области недропользования, изменения организационной структуры или полномочий руководителей и т.п.

1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРПОРАТИВНОГО ГЛОССАРИЯ

АКТИВНАЯ ФАЗА ГЕОНАВИГАЦИИ – этап работ по сопровождению бурения скважины (анализ данных, поступающих в процессе бурения, подготовка и отправка команд по геонавигации), который начинается во время бурения транспортного ствола заблаговременно до плановой глубины посадки эксплуатационной колонны или кровли целевого интервала (точки T1).

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ (БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА) – координаты X, Y, Z основных точек горизонтального ствола горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов, необходимые для проектирования оптимального местоположения и размещения горизонтального ствола скважины внутри целевого продуктивного интервала с учетом текущих геологических представлений для обеспечения наиболее полной выработки извлекаемых запасов углеводородов рассматриваемого объекта разработки и достижения максимальной продуктивности скважины.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА (ГП) – документ, определяющий геологические цели и задачи на скважину и обоснование запускового дебита скважины.

ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СКВАЖИНА (СТВОЛ) – скважина (ствол), пробуренная в определенном азимутальном направлении преимущественно вдоль напластования целевого пласта (интервала) между определяющими ее по вертикали границами (кровля-подошва, флюидоразделяющие контакты либо их сочетание).

ДЛИНА (ОБЩАЯ ДЛИНА) ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА – общая длина горизонтального ствола от башмака эксплуатационной колонны, цементировочной муфты или кровли целевого пласта до забоя скважины в зависимости от конструкции скважины, без учета удлинения ствола скважины с целью доразведки района бурения.

ДОСТИЖЕНИЕ ПЛАНОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ – критерий оценки качества геологического сопровождения бурения горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов, равный отношению фактической и плановой эффективности проводки.

ЗАМЕР ИНКЛИНОМЕТРИИ СКВАЖИНЫ – прямой замер глубины по стволу, зенитного и азимутального углов, а также ряд других параметров, вычисляемых на их основе (в т.ч. глубина по вертикали, абсолютная глубина (с учетом альтитуды стола ротора) и т.д.).

Примечание: Замер инклинометрии во время бурения производится в точке текущего положения приборов телеметрии на определенном расстоянии от долота (текущего забоя скважины).

ИНКЛИНОМЕТРИЯ - пространственное положение ствола скважины.

КОЭФФИЦИЕНТ ДОСТИЖЕНИЯ ПЛАНОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ – комплексный критерий оценки качества геологического сопровождения бурения горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов, учитывающий как плановую эффективность проводки скважины,

так и остальные задачи на бурение скважины, указанные в геологическом проекте на бурение горизонтальной скважины /бокового горизонтального ствола.

МНОГОЗАБОЙНАЯ СКВАЖИНА – скважина, состоящая из основного горизонтального ствола, из которого в пределах продуктивного горизонта (пласта) пробурен один или несколько боковых стволов (ответвлений).

МНОГОСТВОЛЬНАЯ СКВАЖИНА – скважина, состоящая из основного ствола, из которого пробурен один или несколько боковых стволов (ответвлений) на различные продуктивные горизонты (пласты), при этом точка пересечения боковых стволов с основным стволом скважины находится выше вскрываемых горизонтов.

НЕПРОМЕР (МЕРТВАЯ ЗОНА) – расстояние от долота до ближайшей точки записи того или иного вида каротажа.

ОКОНЧАТЕЛЬНЫЙ (ФИНАЛЬНЫЙ) ЗАБОЙ – забой горизонтальной скважины или бокового горизонтального ствола, с учетом всех маневров по доразведки участка бурения и удлинению ствола скважины.

ОПОРНАЯ СКВАЖИНА – любая скважина или интервал скважины (пилотный, наклонно-направленный ствол либо участок/участки горизонтального ствола) с известными геофизическими данными целевого интервала.

ПИЛОТНЫЙ СТВОЛ – ствол скважины, бурение которого проводится в непосредственной близости от проектного горизонтального ствола горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов до начала его бурения с целью получения новой геолого-геофизической информации о состоянии пласта в районе предполагаемого бурения (свойства и строение пласта, текущая насыщенность). После проведения геофизических исследований, как правило, пилотный ствол подлежит ликвидации.

ПЛАНОВАЯ ЭФФЕКТИВНАЯ ДЛИНА МНОГОЗАБОЙНОЙ И МНОГООСТВОЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ – сумма плановых эффективных длин основного горизонтального и боковых горизонтальных стволов.

ПЛАНОВАЯ ЭФФЕКТИВНАЯ ДЛИНА СТВОЛА – эффективная длина ствола, обоснованная геологическим проектом на бурение горизонтальной скважины или бокового горизонтального ствола или протоколом на изменение траектории.

ПЛАНОВАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВОДКИ СТВОЛА – отношение плановой эффективной длины ствола к общей длине горизонтального ствола, выраженное в процентном соотношении, которое обосновывается в геологическом проекте или протоколе изменения траектории на бурение горизонтальной скважины или бокового горизонтального ствола.

ПОДРЯДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ (ПОДРЯДЧИК) – физическое или юридическое лицо, которое выполняет определенную работу по договору подряда, заключенному с заказчиком в соответствии с Гражданским кодексом Российской Федерации.

ПРОЕКЦИЯ НА ДОЛОТО – проекция параметров инклинометрии на долото (текущий забой скважины) на основе фактических замеров, характеристик компоновки низа бурильной колонны и настроек системы управления траекторией скважины.

РЕПЕРНЫЙ ГОРИЗОНТ (ПРОПЛАСТОК, ГРАНИЦА) – характерный пласт или характерное изменение физических свойств пород, фиксируемые на каротажных диаграммах, электро- и сейсмопрофилях и т.п., позволяющие сопоставлять геологические разрезы или проследивать какие-либо геофизические границы.

СИНТЕТИЧЕСКИЙ КАРОТАЖ – проекция кривой каротажа опорной скважины на траекторию горизонтального ствола скважины для привязки к ней аналогичного каротажа, записанного при бурении скважины (бокового ствола).

СТОХАСТИЧЕСКИЙ МЕТОД – метод определения искомых параметров путем решения системы уравнений с использованием функции минимизации невязки.

СУПЕРВАЙЗЕР – специалист, являющийся полномочным представителем заказчика и осуществляющий в его интересах супервайзинг на объекте выполнения работ.

ТРАНСПОРТНЫЙ СТВОЛ – участок ствола скважины, представляющий собой наклонно-направленную секцию набора угла для обеспечения последующего оптимального размещения горизонтального участка внутри целевого пласта (интервала).

ЦЕЛЕВОЙ ПЛАСТ (ИНТЕРВАЛ) – интервал пласта, выбранный для заложения горизонтальной скважины или бокового горизонтального ствола для обеспечения наиболее полной выработки извлекаемых запасов углеводородов рассматриваемого объекта разработки и/или достижения максимальной продуктивности скважины.

ШЛАМ - горная порода, измельченная в процессе бурения и вынесенная на поверхность промывочной жидкостью.

ЭФФЕКТИВНАЯ ДЛИНА СТВОЛА – суммарная длина продуктивных интервалов пласта, вскрытых горизонтальным стволом.

ЭФФЕКТИВНАЯ ДЛИНА СТВОЛА МНОГОЗАБОЙНОЙ ИЛИ МНОГООСТВОЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ – сумма эффективных длин продуктивных интервалов пласта, вскрытая основным горизонтальным и боковыми горизонтальными стволами.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВОДКИ БЕЗ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ – оценочная эффективность проводки горизонтального ствола по первоначальной плановой траектории (из геологического проекта или протокола изменения траектории на бурение горизонтальной скважины /бокового горизонтального ствола) с учетом геологического разреза, построенного по результатам бурения, т.е. эффективность проводки, которая могла бы быть достигнута без геологического сопровождения бурения скважин.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВОДКИ СТВОЛА – отношение эффективной длины ствола к общей длине ствола, выраженное в процентном соотношении.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА

ИНЖЕНЕР ПО ГЕОНАВИГАЦИИ – работник Управления геологического сопровождения бурения скважин Департамента разработки месторождений ПАО «НК «Роснефть»/работник Управления геологического сопровождения бурения скважин на шельфе Департамента разработки и добычи на шельфе ПАО «НК «Роснефть»/работник Департамента разработки

месторождений ПАО «АНК «Башнефть»/работник АО «ИГиРГИ»/ работник Общества Группы, осуществляющие круглосуточное сопровождение бурения скважин путем корректировки траектории скважины (при необходимости) с целью достижения плановой эффективности проводки и других геологических и технологических задач на скважину.

ИНЖЕНЕР ПО АНАЛИЗУ ДАННЫХ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ – работник Корпоративного научно-исследовательского и проектного института ПАО «НК «Роснефть», осуществляющий круглосуточный контроль за геолого-технологическими параметрами при бурении скважин.

ИНТЕРПРЕТАТОР ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИНЫ – работник ПАО «НК «Роснефть»/ Корпоративного научно-исследовательского и проектного института ПАО «НК «Роснефть», выполняющий интерпретацию данных геофизических исследований скважин в процессе бурения скважины.

КОНУС (ЭЛЛИПСОИД) НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ – расчётный объем, отображающий величину неопределенности расположения ствола скважины на любой (выбранной) глубине.

ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ШЛАМА – выделение типа вскрываемых горных пород по характерным литологическим и физико-химическим признакам.

МАРКШЕЙДЕРСКАЯ СЛУЖБА (МС ОГ) – структурное подразделение Общества Группы, ответственное за маркшейдерское обеспечение недропользования Общества Группы.

НАЧАЛЬНИК СМЕНЫ – главный работник смены (ПАО «НК «Роснефть», АО «ИГиРГИ») осуществляющий управление работниками смены (инженерами по геонавигации, инженерами по анализу данных геолого-технологического исследования, интерпретаторами геофизических исследований скважин и т.д.), координацию всех участников процесса геологического сопровождения бурения скважин.

ОПЕРАТОР ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ (ОПЕРАТОР ГТИ) – работник подрядной организации, осуществляющий геолого-технологические исследования скважин.

ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ ИЛИ БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА (ПИТ) – документ, обосновывающий плановую траекторию скважины на основе новых данных, полученных после утверждения геологического проекта на бурение горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов.

СЕРВИСНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОМУ БУРЕНИЮ (СО ННБ) – сервисная организация, оказывающая услуги по наклонно-направленному бурению скважин.

ТОЧКА Т1 – точка пересечения ствола скважины с кровлей целевого пласта (интервала).

ТОЧКА Т1(1) – точка срезки бокового ствола от основного в скважинах с многоствольной и многозабойной конструкцией.

ТОЧКА Т2 – точка траектории ствола скважины после точки Т1, в которой начинается горизонтальная секция ствола скважины (как правило, зенитный угол от 85 до 90 градусов), либо, в случае пологой траектории, реперная точка, после которой запланировано значительное уменьшение пространственной интенсивности искривления.

ТОЧКА Т3 – точка окончательного забоя горизонтальной скважины и бокового горизонтального ствола, с учетом всех маневров по доразведки участка бурения и удлинению ствола скважины.

ТОЧКА Т3 (1) – точка окончательного забоя бокового горизонтального ствола скважин с многоствольной и многозабойной конструкцией, с учетом всех маневров по доразведки участка бурения и удлинению ствола скважины.

ТОЧКА Р3 – точка окончания горизонтального участка скважины или бокового горизонтального ствола, без учета всех маневров по доразведки участка бурения и удлинению ствола скважины.

ТОЧКИ М1, М2...Мi – промежуточные точки между точками Т2 и Т3, фиксирующие дополнительные точки перегиба для описания сложной траектории ствола скважины.

ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ – определение распределения твердых частиц шлама по гранулометрическому составу.

WITS0/ML (WELLSITE INFORMATION TRANSFER SPECIFICATION/WELLSITE INFORMATION TRANSFER STANDARD MARKUP LANGUAGE) – международный протокол передачи данных со скважины, позволяющий получать данные с забоя скважины во время бурения и иные данные в режиме реального времени.

2. ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АВПД/АНПД – аномально высокое / аномально низкое пластовое давления.

АО – абсолютная отметка.

БГС – боковой горизонтальный ствол.

БЭК – башмак эксплуатационной колонны.

ВЗ – смещение забоя ствола скважины от устья в горизонтальной плоскости в направлении Восток-Запад.

ВНК – водонефтяной контакт.

ГВК - газоводяной контакт.

ГВС – газовоздушная смесь.

ГГКп – плотностной гамма-гамма каротаж.

ГДИС – гидродинамические исследования скважин.

ГИС – геофизические исследования скважин.

ГК – гамма-каротаж.

ГЛАВНЫЙ ГЕОЛОГ – главный геолог Общества Группы или иное должностное лицо Общества Группы с аналогичными функциями в должности не ниже заместителя единоличного исполнительного органа Общества Группы.

ГНК – газонефтяной контакт.

ГРП – гидроразрыв пласта.

ГС – горизонтальная скважина.

ГС с МГРП - горизонтальная скважина с многостадийным гидроразрывом пласта.

ГТИ – геолого-технологические исследования.

ДРДШ – Департамент разработки и добычи на шельфе ПАО «НК «Роснефть».

ДРМ – Департамент разработки месторождений ПАО «НК «Роснефть».

ДСС – Департамент строительства скважин ПАО «НК «Роснефть».

ДУГАиП – Департамент управления газовыми активами и проектами ПАО «НК «Роснефть».

ЗБС – зарезка бокового ствола.

Кдпэ – коэффициент достижения плановой эффективности.

КНБК – компоновка низа бурильной колонны.

КНИПИ – Корпоративный научно-исследовательский и проектный институт ПАО «НК «Роснефть».

КОМПАНИЯ – группа юридических лиц различных организационно-правовых форм, включая ПАО НК «Роснефть», в отношении которых последнее выступает в качестве основного или преобладающего (участвующего) общества.

ЛБА – люминесцентно-битуминологический анализ.

МЕТОД ДСК – метод двумерного синтетического каротажа, построенный на основе двухмерной модели пласта вдоль плановой траектории.

МЗС – многозабойная скважина.

МЛМ – магнитный локатор муфт обсадных колон.

МСС – многоствольная скважина.

ННБ – наклонно-направленное бурение.

ННКт – нейтронный каротаж по тепловым нейтронам.

ОБЩЕСТВО ГРУППЫ (ОГ) – хозяйственное общество, прямая и (или) косвенная доля владения ПАО «НК «Роснефть» акциями или долями в уставном капитале которого составляет 20 процентов и более.

ОПУС₃ – обобщенный показатель углеводородного состава.

ОСГ – отражающий сейсмический горизонт.

ПО – специализированно программное обеспечение, используемое для геологического сопровождения бурения горизонтальных скважин.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОГ – единоличный исполнительный орган Общества Группы.

СМП – Северный магнитный полюс.

СП – Северный полюс.

СПО – спускоподъемная операция.

СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ОБЩЕСТВА ГРУППЫ (СП ОГ) – структурное подразделение Общества Группы с самостоятельными функциями, задачами и ответственностью в рамках своей компетенции, определяемой Положением о структурном подразделении.

СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ПАО «НК «РОСНЕФТЬ» (СП ПАО «НК «РОСНЕФТЬ») – структурное подразделение ПАО «НК «Роснефть», осуществляющее планирование, согласование, контроль бурения скважин в зависимости от направления деятельности, а именно: Управление геологического сопровождения бурения скважин Департамента разработки месторождений ПАО «НК «Роснефть» (блок Разведка и Добыча), Управление геологического сопровождения бурения скважин на шельфе Департамента разработки и добычи на шельфе ПАО «НК «Роснефть» (блок Шельф), Управление разработки газовых и газоконденсатных месторождений Департамента управления газовыми активами и проектами ПАО «НК «Роснефть» (блок Газ).

СЮ – смещение забоя ствола скважины от устья в горизонтальной плоскости в направлении Север-Юг.

УВ – углеводородное сырье.

УГСБС – Управление геологического сопровождения бурения скважин Департамента разработки месторождений ПАО «НК «Роснефть» или Управление геологического сопровождения бурения скважин на шельфе Департамента разработки и добычи на шельфе ПАО «НК «Роснефть».

УЭС – удельные электрические сопротивления.

ФЕС – фильтрационно-емкостные свойства.

ЭК – эксплуатационная колонна.

Bx, By, Bz – измерения магнетометров по трем осям X,Y,Z.

Gx, Gy, Gz – измерения акселерометра по трем осям X, Y, Z.

LAS (Log ASCII Standart) - формат электронных файлов для передачи, хранения и обмена каротажными данными.

LWD – каротаж во время бурения.

MWD – измерения во время бурения.

UTM (Universal Transverse Mercator) - универсальная поперечная проекция Меркатора.

WGS84 (World Geodetic System) –мировая геодезическая система.

3. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН И БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТЕВЛОВ

Основная цель геологического сопровождения бурения – достижение максимальной производительности горизонтального ствола и полноты охвата запасов нефти (газа) объекта разработки путем решения геологических задач в соответствии с геологическим проектом на бурение горизонтальной скважины или бурение бокового горизонтального ствола.

Для успешной реализации указанной цели необходимо выполнение следующих условий:

- соблюдение всех аспектов методологии геологического сопровождения бурения и требований настоящего Положения;
- своевременное поступление, качество и полнота используемых данных;
- учет возможных рисков и неопределенностей.

3.1. МЕТОД ДВУМЕРНОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

3.1.1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ДОПУЩЕНИЯ МЕТОДА ДВУМЕРНОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

При бурении наклонно-направленных скважин неопределенность положения пласта не оказывает существенного влияния на результат вскрытия пласта. При бурении горизонтальных скважин, особенно в пластах небольшой эффективной толщины и в зонах повышенной неоднородности пласта, изменение положения пласта на несколько метров по вертикали может значительно повлиять на достижение целей, обозначенных геологическим проектом на бурение ГС/БГС.

При геологическом сопровождении бурения ГС/БГС использование внутрипластовой корреляции разреза по вертикали недостаточно с того момента, как только произошло первое увеличение зенитного угла более 90 градусов.

При геологическом сопровождении бурения ГС/БГС используется метод ДСК, позволяющий определить текущее местоположение забоя ГС/БГС относительно разреза пласта и уменьшить влияние следующих факторов:

- неопределенность угла залегания пласта и его изменения в межскважинном пространстве;
- точность замеров инклинометрии скважины в процессе бурения.

Принцип метода ДСК основан на расчете синтетического каротажа по стволу ГС/БГС на основе каротажа опорной скважины и его настройке на фактический каротаж, записанный при бурении ГС/БГС, за счет подбора глубины и угла залегания целевого пласта (интервала).

Основным допущением метода ДСК является выдержанность геологического разреза по латерали в направлении бурения ствола ГС/БГС.

Основная цель метода ДСК – определение положения (глубины и угла залегания) целевого пласта (интервала) относительно горизонтального ствола на основе замеров инклинометрии и каротажа ГС/БГС и опорной скважины.

Таким образом, в задачи метода ДСК не входит точное определение глубины и угла залегания целевого пласта (интервала). Метод ДСК позволяет определить относительную глубину и кажущийся угол залегания целевого пласта (интервала) в направлении бурения горизонтального ствола ГС/БГС.

3.1.2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ДВУМЕРНОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

Перечень исходных данных, необходимых для геологического сопровождения бурения ГС/БГС с применением метода ДСК:

- данные по опорной скважине:
 - ♦ инклинометрия ствола;
 - ♦ альтитуда скважины;
 - ♦ координаты устья опорных скважин (X, Y);
 - ♦ данные ГИС;
 - ♦ измеренная глубина кровли целевого интервала в опорной скважине в соответствии с интерпретацией ГИС;
 - ♦ заключение по интерпретации ГИС (минимум по целевому интервалу);
- данные по целевому пласту:
 - ♦ абсолютные отметки ГНК и ВНК;
 - ♦ стратиграфическая толщина целевого интервала;
 - ♦ структурная (геологическая) поверхность по кровле и подошве целевого интервала, в том числе в цифровом формате;
- данные по ГС/БГС:
 - ♦ альтитуда стола ротора;
 - ♦ плановая траектория;
 - ♦ фактическая траектория;
 - ♦ координаты устья фактической скважины (X, Y);
 - ♦ каротаж, регистрируемый в процессе бурения;
 - ♦ данные ГТИ, регистрируемые в процессе бурения.

3.1.3. НАСТРОЙКА СИНТЕТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА НА ФАКТИЧЕСКИЙ КАРОТАЖ, ЗАПИСАННЫЙ ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ

После анализа качества и полноты исходных данных и их загрузки в специализированное ПО производится настройка синтетического каротажа на фактический. Настройка синтетического каротажа производится путем изменения положения кровли целевого

интервала с целью достижения наилучшего соответствия синтетического и фактического каротажей.

Первый этап настройки синтетического каротажа – определение вертикального сдвига, при котором достигается наибольшее совпадение синтетического и фактического каротажа по опорным реперам, вскрытым ГС/БГС над целевым пластом (выше точки Т1). Величина сдвига будет соответствовать разнице по вертикальной глубине реперов для записей каротажа в опорной скважине и стволе ГС/БГС, который находится в бурении.

Второй этап – настройка угла залегания целевого пласта (интервала) вдоль транспортного и горизонтального ствола от начала записи каротажа (с учетом интервала перекрытия) до точки Т3, при котором достигается наилучшее совпадение синтетического и фактического каротажей. При этом пробуренный ствол ГС/БГС условно разбивается на один или несколько участков, для каждого из которых подбирается свое значение угла залегания. При настройке угла залегания пласта необходимо учитывать углы структурной поверхности в азимуте бурения ГС/БГС, углы азимутальных измерений каротажа во время бурения и другую информацию.

При выполнении настройки синтетического каротажа необходимо учитывать возможное отличие масштаба значений или единиц измерения в различных записях каротажа (например, данных LWD в ГС/БГС и ГИС в опорной скважине). В данном случае необходимо выполнить масштабирование кривых соответствующих методов каротажа. При бурении из-под БЭК или при выходе из окна в колонне (в случае с БГС) необходимо выполнять масштабирование каротажных кривых к предыдущему рейсу с учетом интервала перезаписи.

Настройка синтетического каротажа на фактический каротаж субъективна (как и обычная межскважинная корреляция). Для обеспечения наиболее адекватной настройки синтетического каротажа необходимо рассматривать несколько возможных вариантов угла залегания целевого пласта (интервала) и выбирать несколько опорных скважин.

Может возникнуть ситуация, когда синтетический и фактический каротаж одинаково хорошо совпадают для различных вариантов угла залегания целевого пласта (например, настраивается падение и рост целевого пласта (интервала) в направлении бурения ГС/БГС). В этом случае следует отдавать предпочтение вариантам настройки синтетического каротажа, соответствующим углам падения пласта, характерным для района бурения ГС/БГС, а также учитывать возможное наличие дизъюнктивных нарушений и литологическое замещение пластов. Необходимо использовать всю имеющуюся геолого-геофизическую информацию для выявления тенденций поведения целевого пласта (интервала), характерных для района бурения ГС/БГС.

В случае сильной изменчивости пласта по латерали (русловые отложения, выклинивание пласта и т.п.) и при наличии достаточного количества опорных скважин, необходимо производить настройку отдельных участков горизонтального ствола на ближайшие к нему опорные скважины. Этот прием позволяет обеспечить наилучшую настройку синтетического каротажа на каждом участке отдельно и в целом для всей ГС/БГС. Таким образом, настройка синтетического каротажа одного ствола может быть составлена из нескольких настроек на разные опорные скважины (например, участок Т1-Т2 – первая опорная скважина, Т2-М1 – вторая, М1-Т3 – третья).

С целью снижения геологических неопределенностей настройку синтетического каротажа бурящийся скважины необходимо выполнять минимум на две опорные скважины на любом этапе бурения ГС и БГС. Также можно использовать настройку скважины «саму на себя», в случае если траектория скважины прошла через всю стратиграфическую толщину целевого пласта (интервала).

3.2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/ БОКОВОГО ГОИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА

3.2.1. ВЫБОР И АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ОПОРНЫМ СКВАЖИНАМ

Проведение работ по геологическому сопровождению бурения ГС/БГС подразумевает наличие четкого представления об особенностях геологического строения района бурения, для чего проводится анализ всей имеющейся геолого-геофизической информации по скважинам, находящимся в непосредственной близости от проектного горизонтального ствола.

Перед началом работ необходимо выполнить детальную корреляцию целевого пласта (интервала), а также вышележащих и нижележащих интервалов по скважинам в районе бурения ГС/БГС (включая пилотный ствол ГС/БГС, материнский (основной) ствол БГС, пробуренные ранее аварийные стволы ГС/БГС).

Особое внимание необходимо уделить корреляции интервала 20-30 метров по вертикали выше кровли целевого пласта (интервала), т. к. это позволит четко определять положение текущего забоя ГС/БГС относительно разреза и облегчить настройку синтетического каротажа при бурении транспортного ствола («приземлении на кровлю»).

На основании анализа выполненной корреляции для дальнейшего геологического сопровождения бурения выбираются несколько опорных скважин (не менее трех).

Опорная скважина должна удовлетворять следующим критериям:

- наличие комплекса ГИС, позволяющего однозначно выделить целевой пласт (интервал);
- наличие методов ГИС, аналогичных комплексу каротажа в процессе бурения ГС/БГС (ГК, каротаж сопротивлений);
- хорошее качество записи каротажа в целевом пласте (интервале) и выше него (отсутствие разрывов в записи, большой дискретности значений, излишней сглаженности и т. п.);
- наличие и достоверность замеров инклинометрии и альтитуды.

В случае изменчивости целевого пласта (интервала) по латерали в районе бурения ГС/БГС набор опорных скважин должен отражать все имеющиеся варианты разреза целевого пласта (интервала).

3.2.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАНОВОЙ ТРАЕКТОРИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/ БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА

Плановая траектория ГС/БГС обосновывается и утверждается в геологическом проекте на бурение ГС/БГС.

Строгое следование плановой траектории при геологическом сопровождении бурения ГС/БГС (геометрическое бурение) может быть осуществлено в следующих случаях:

- геологическое строение целевого пласта (интервала) полностью соответствует геологическому проекту на бурение ГС/БГС;
- существуют технические ограничения, связанные с конструкцией, заканчиванием или освоением ГС/БГС (например, последующее применение множественных гидроразрывов пласта в горизонтальном стволе);
- бурение производится в тонких нефтяных оторочках, в которых маневры приведут к прорывам газа или воды, что приводит к неоптимальной работе скважины и влияет на неравномерную выработку запасов.

При проведении работ по геологическому сопровождению бурения ГС/БГС плановая траектория горизонтального ствола может быть скорректирована по мере получения новой геолого-геофизической информации с целью выполнения геологических задач, поставленных геологическим проектом и с учетом технических возможностей бурового оборудования, технологических ограничений оборудования заканчивания скважины и т.д.

3.2.3. ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ БУРЕНИЯ ПИЛОТНОГО СТОЛА, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЕГО ПОЛОЖЕНИЯ

Основное назначение пилотного ствола – получение новой геолого-геофизической информации о состоянии целевого пласта (интервала) в районе бурения ГС/БГС (свойства и строение пласта, текущая насыщенность). Полученная информация должна быть использована для корректировки плановой траектории горизонтального ствола с целью достижения максимальной эффективности проводки и продуктивности ГС/БГС.

На этапе геологического проектирования ГС/БГС необходимо оценить дополнительный объем геологической информации, который может быть получен с помощью бурения пилотного ствола. Если пилотный ствол позволяет получить новую информацию, которая позволит минимизировать имеющиеся геологические риски, то бурение пилотного ствола целесообразно.

Точку вскрытия целевого пласта (интервала) пилотным стволом выбирают в зависимости от изученности района бурения ГС/БГС и задач, которые необходимо решить с помощью бурения пилотного ствола.

Оптимальным с точки зрения геологического сопровождения бурения ГС/БГС является расположение пилотного ствола в районе точки Т1. В данном случае существенно облегчается принятие решений при бурении транспортного ствола, в частности секции набора угла при вскрытии кровли целевого пласта (интервала), что особенно важно при бурении ГС/БГС в изменчивых по площади пластах.

В ряде случаев возможно расположение точки пластопересечения целевого пласта (интервала) пилотным стволом в середине проектного горизонтального ствола или в районе точки ТЗ (например, для снятия неопределенностей поведения структурной поверхности целевого пласта (интервала) в краевой зоне месторождения).

3.2.4. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СТВОЛА

Основной задачей при проектировании транспортного ствола является определение оптимальной глубины спуска ЭК, которая должна обеспечивать:

- надежное крепление и изоляцию вышележащих водонасыщенных и газонасыщенных интервалов;
- перекрытие интервалов неустойчивых пород над кровлей целевого пласта;
- разобщение несовместимых для последующего бурения зон с АВПД/АНПД;
- возможность оптимального входа в пласт или целевой интервал с целью достижения максимальной эффективной проходки и выполнения геологических задач на скважину.

При геологическом сопровождении бурения ГС/БГС особое внимание должно уделяться бурению транспортного ствола в непосредственной близости от кровли целевого продуктивного интервала (секция набора зенитного угла), т.е. посадка транспортного ствола на кровлю целевого пласта (интервала).

Основная задача геологического сопровождения бурения на данном этапе – своевременная корректировка траектории скважины при приближении к кровле целевого пласта (интервала) и сохранение плановых значений углов точки Т1 с целью дальнейшего обеспечения оптимального входа в пласт и бурения горизонтальной секции ствола скважины.

Необходимо обеспечить возможность дальнейшей однозначной привязки каротажа в транспортном стволе (с учетом интервала перекрытия) к записи каротажа при спуске на бурение горизонтальной секции скважины (наличие реперных границ ниже БЭК, позволяющих однозначно определить выход КНБК из-под БЭК при записи каротажа в интервале перекрытия).

3.2.5. ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА

Основная задача геологического сопровождения на этапе бурения горизонтального ствола – оперативная корректировка траектории с целью удержания ствола в пределах целевого пласта (интервала), а также обеспечения максимальной эффективности проводки ствола.

На данном этапе должны быть решены все задачи, определенные геологическим проектом на бурение ГС/БГС (например, полное вскрытие всего целевого пласта (интервала) по вертикали, уточнение параметров пласта (структурного плана, углов залегания), проводка ствола по коллектору лучшего качества, сохранение заданного удаления ствола от ГНК/ВНК/ГВК и т.п.).

При изменении геологического строения (толщина, ФЕС, расчлененность, уровни ГНК/ВНК/ГВК и т.п.) целевого пласта (интервала) может потребоваться не только корректировка траектории ГС/БГС, но и границ целевого пласта (интервала).

Для уменьшения неопределенности в угле залегания и строении целевого пласта (интервала) при настройке синтетического каротажа необходимо использовать следующие приемы:

- выполнять настройку с учетом поведения структурной карты/поверхности пласта (построенной с учетом сейсмических данных и межскважинной корреляции пространства);
- ориентироваться на заранее выделенные четкие внутрипластовые реперы, пересечение которых позволит однозначно определить положение текущего забоя относительно геологического разреза;
- учитывать относительный уровень значений кривых каротажа в целевом интервале и за его пределами для определения местонахождения забоя относительно целевого пласта (интервала) в случае выхода за его пределы (выход в кровлю/подшиву, в т.ч. после пересечения дизъюнктивного нарушения со значительной амплитудой);
- выполнять настройку синтетического каротажа на ранее пробуренные участки транспортного и/или горизонтального ствола ГС/БГС в случае, если настройка по опорным скважинам дает неоднозначные результаты;
- выполнять настройку одним углом для всего пробуренного участка горизонтального ствола для определения общей тенденции поведения кровли пласта (интервала).

Также снижению геологических неопределенностей поведения и/или строения целевого пласта (интервала) способствует использование специальных методов каротажа во время бурения:

- азимутальные измерения различных методов каротажа (ГК, сопротивление (проводимость), ГТКп и т. д.) – определение угла залегания пласта или направления бурения относительно разреза пласта (вверх или вниз по напластованию);
- кривых многозондового индукционного каротажа разной глубины исследования – определение приближения к границе между интервалами с разными сопротивлениями;
- сфокусированного азимутального индукционного каротажа – измерение расстояния до границы между интервалами с разными сопротивлениями;
- КНБК с датчиками каротажа, максимально приближенными к долоту – снижения времени реагирования на изменяющуюся геологическую обстановку.

3.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН/БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТЕВЛОВ

3.3.1. ЗАМЕРЫ ИНКЛИНОМЕТРИИ СКВАЖИНЫ

При геологическом сопровождении бурения ГС/БГС используются следующие источники замеров инклинометрии скважины:

- данные телеметрии во время бурения ствола скважины;

- данные ГИС в открытом и обсаженном стволе.

Наиболее часто используемые данные инклинометрии скважины при геологическом сопровождении бурения ГС/БГС (например, для подгрузки в специализированное ПО) являются измеренная глубина по стволу скважины, вертикальная глубина скважины, зенитный угол и магнитный азимутальный угол.

Измеренная глубина по стволу скважины определяется как суммарная мера бурового инструмента (суммарная длина бурильных труб и КНБК).

Значения зенитного и магнитного азимутального углов получают расчетным путем из данных магнитного и гравитационного полей Земли, замеряемых приборами входящими в КНБК.

Данные о вертикальной глубине получают посредством пересчета из глубины по стволу и значений углов.

Замеры азимутального угла (как в процессе бурения, так и при проведении ГИС) снимаются относительно магнитного севера (магнитный азимут) (рисунок 1), который не используется при моделировании и картопостроении. Для этого необходимо вычислить значения картографического азимута (относительно картографического севера), учитывая поправки за следующие факторы:

- магнитное склонение;
- схождение меридианов.

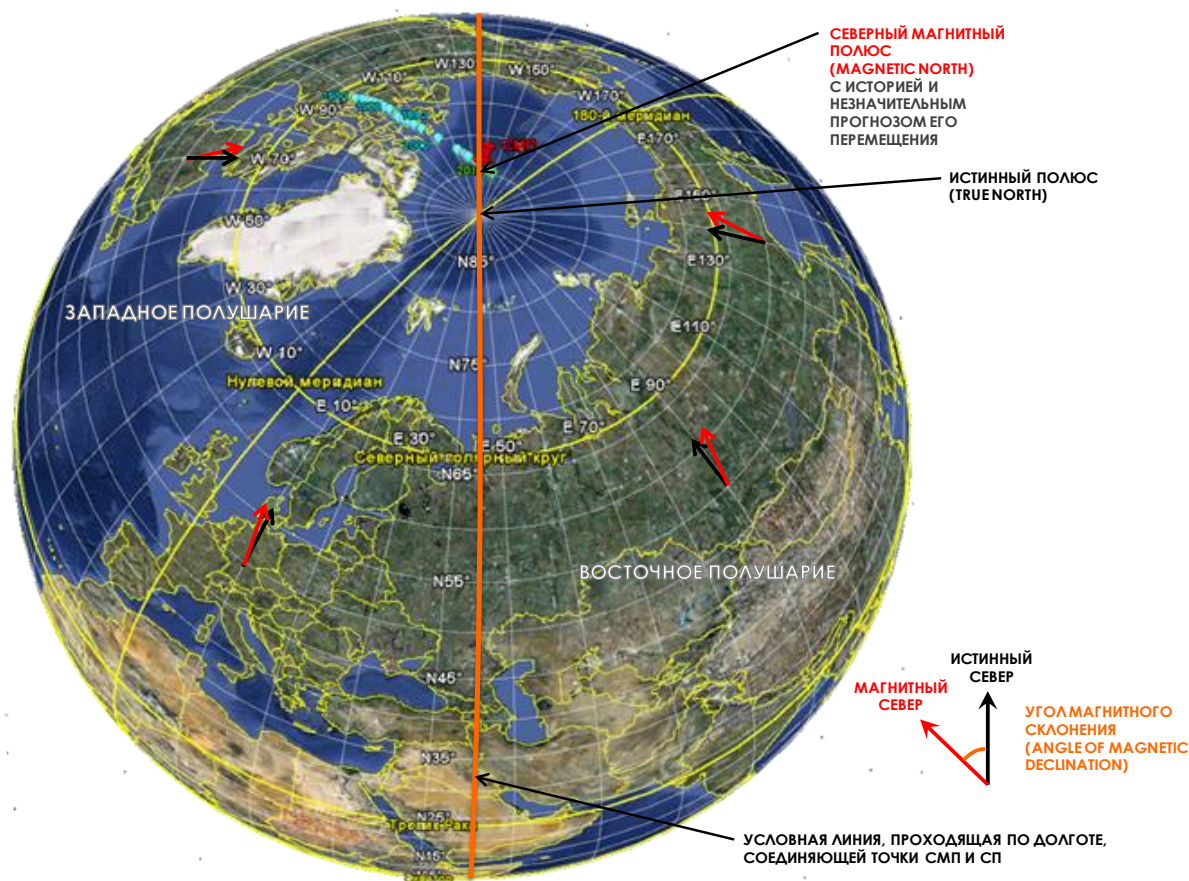


Рис. 1 Магнитный и истинный север, угол магнитного склонения

Для построения карт (моделей) используется проекция поверхности Земли как объемного (трехмерного) тела на различные поверхности. При геологическом сопровождении бурения ГС/БГС используются карты в прямоугольных системах координат. Например, в координатной системе WGS84 (World Geodetic System) поверхность Земли разбита на зоны поперечно-цилиндрической проекции (UTM, Universal Transverse Mercator, универсальная развертка Меркатора), для каждой из которых определяются величины магнитного склонения и поправки на схождение меридианов (рисунок 2, рисунок 3).

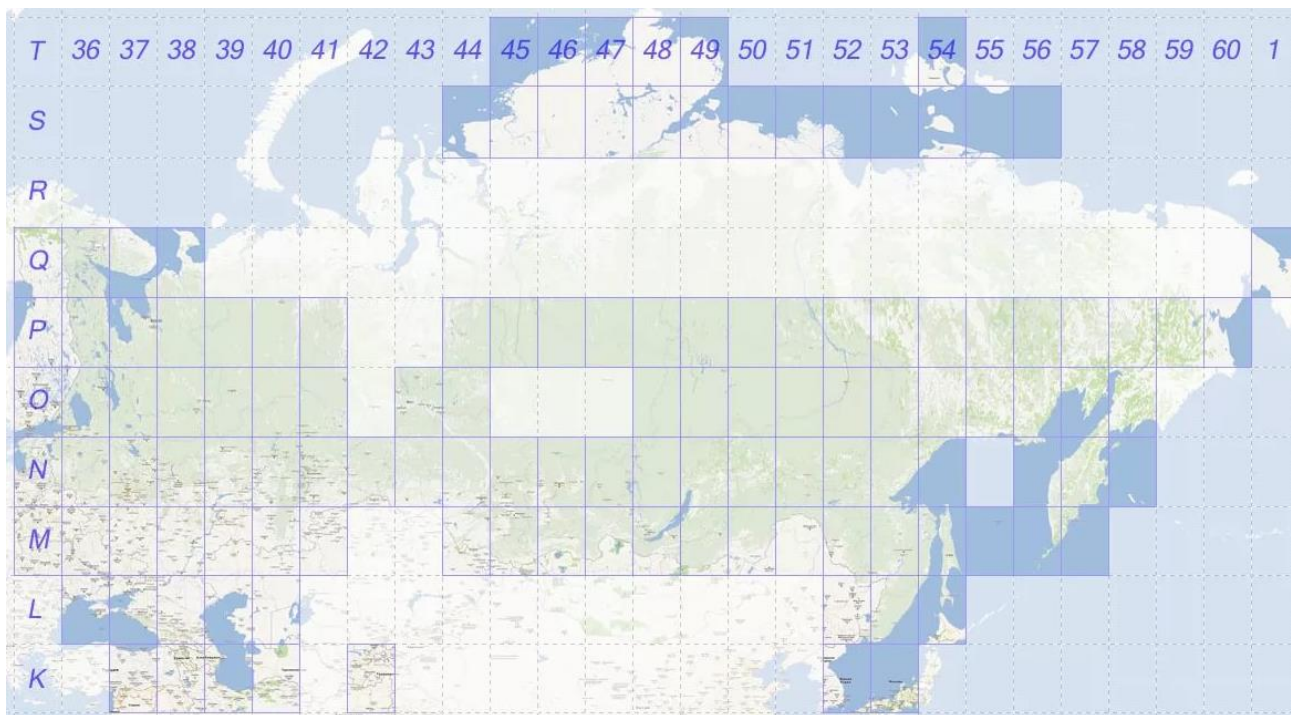


Рис. 2 Пример зон UTM

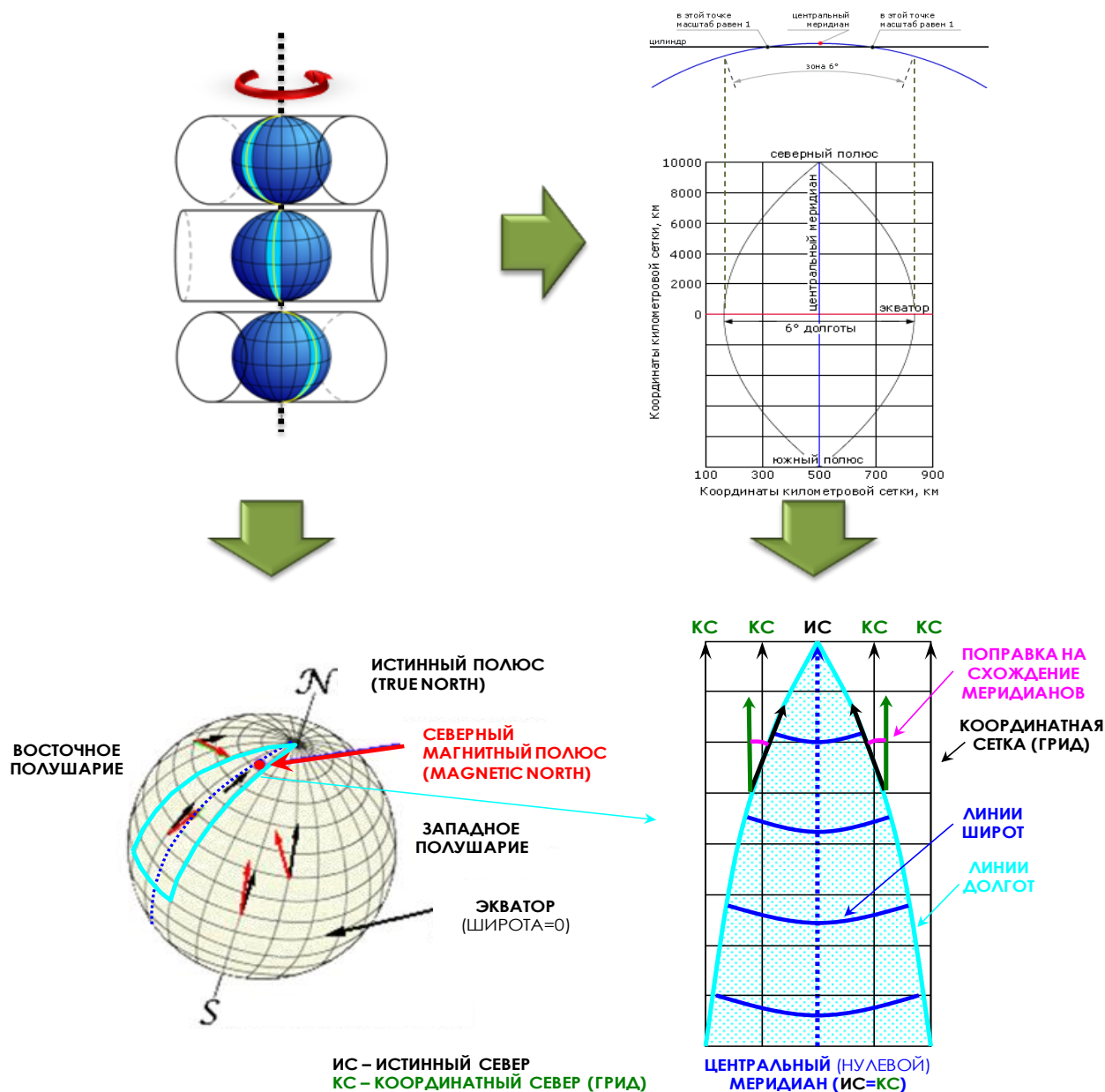


Рис. 3 Поправка на схождение меридианов

На рисунке 4 представлена схема вычислений картографического азимута для восточного полушария Земли.

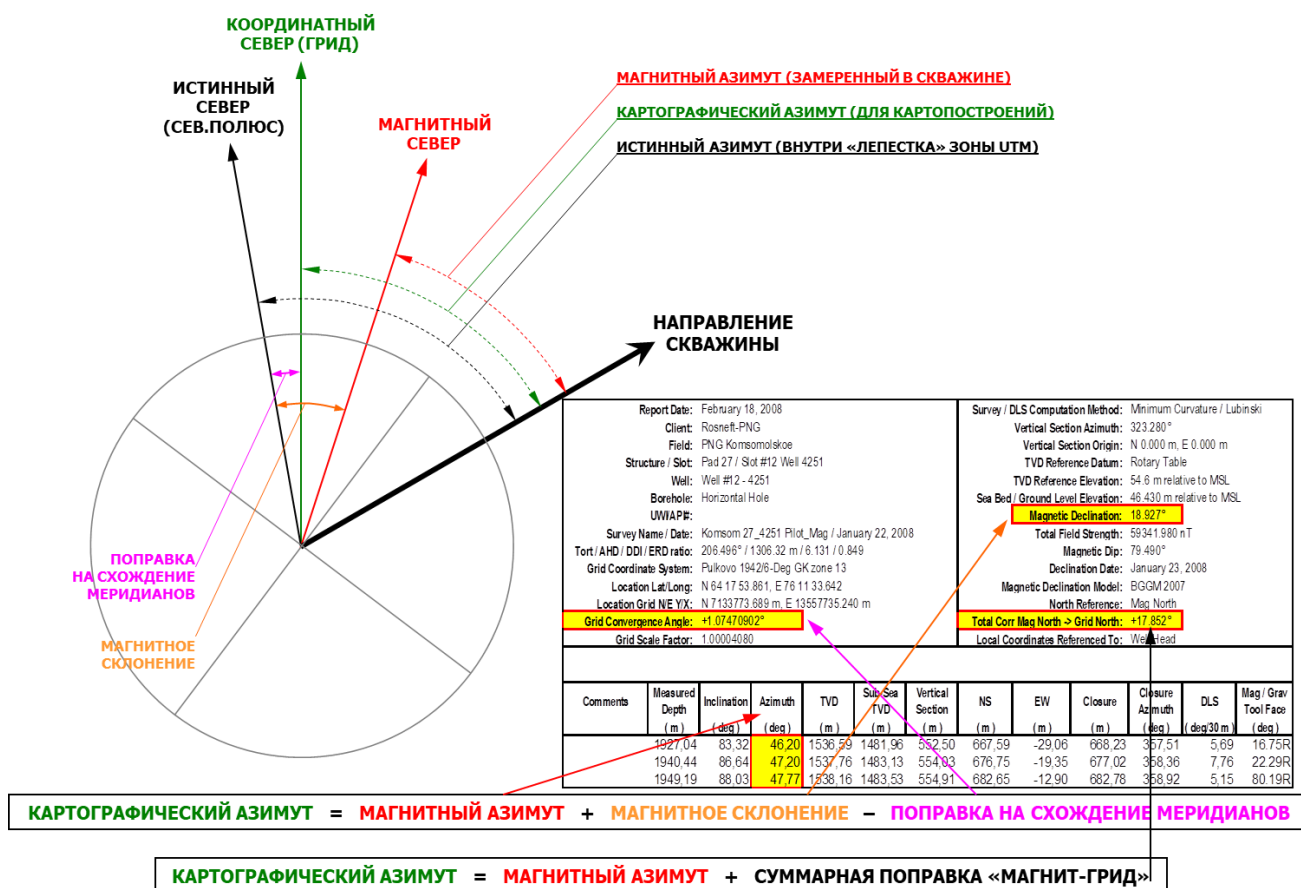


Рис. 4 Пример вычисления картографического азимута (для восточного полушария Земли с азимутальным углом направления бурения скважины более азимутального угла на северный магнитный полюс)

К примеру, для Западной Сибири магнитное склонение составляет порядка 18-19°, поправка на схождение меридианов порядка 1-2°. Таким образом, поправка для пересчета магнитного азимута в картографический азимут для Западной Сибири составляет 16-18°.

При пересчете магнитного азимута в картографический необходимо учитывать утвержденную таблицу поправок к магнитному азимуту, предоставляемой маркшейдерской службой.

Наиболее частые ошибки в данных инклинометрии при геологическом сопровождении бурения ГС/БГС:

- ошибка в определении глубины по стволу (например, следует из ошибки в мере бурового инструмента), рисунок 5;
- ошибка в определении вертикальной глубины по различным причинам (точность измерений, частота замеров, положение прибора относительно ствола скважины, неточность определения глубины по стволу (недостовверная мера инструмента), отсутствие учета высоты стола ротора и изменения его величины и т.п.), рисунок 6Рис. 6;
- ошибка в определении азимутального и зенитного углов (влияние многих факторов на магнитные замеры приборов), рисунок 7Рис. 6.

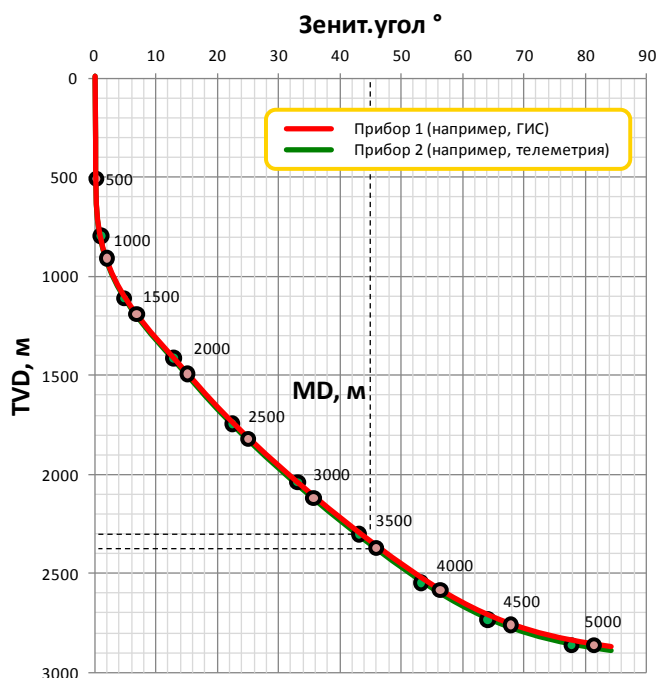


Рис. 5 Пример ошибки в определении глубины по стволу (ошибка в мере инструмента)

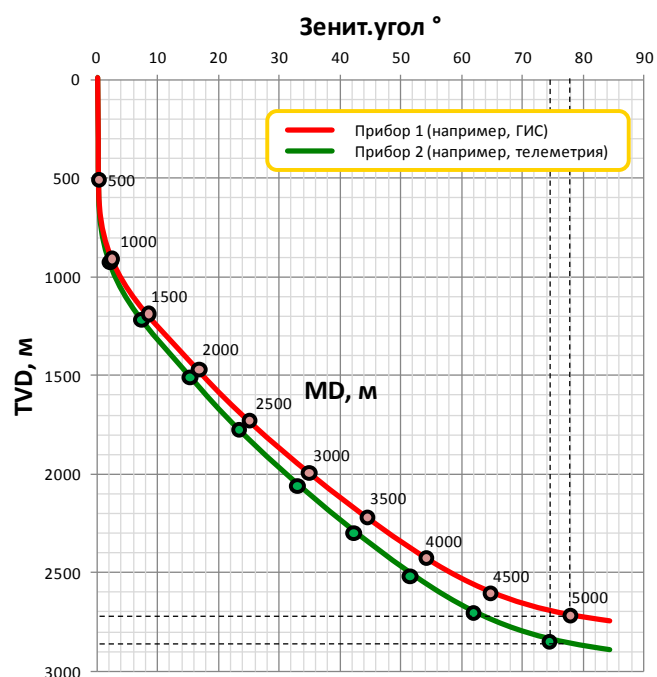


Рис. 6 Пример ошибки в определении вертикальной глубины (расхождение в мере инструмента и замера зенитного угла)

Неопределенности в замерах инклинометрии ствола скважины приводят к повышению рисков пересечения стволов скважин, нарушению проектной сетки скважин, не оптимальной выработке запасов УВ и т.д.

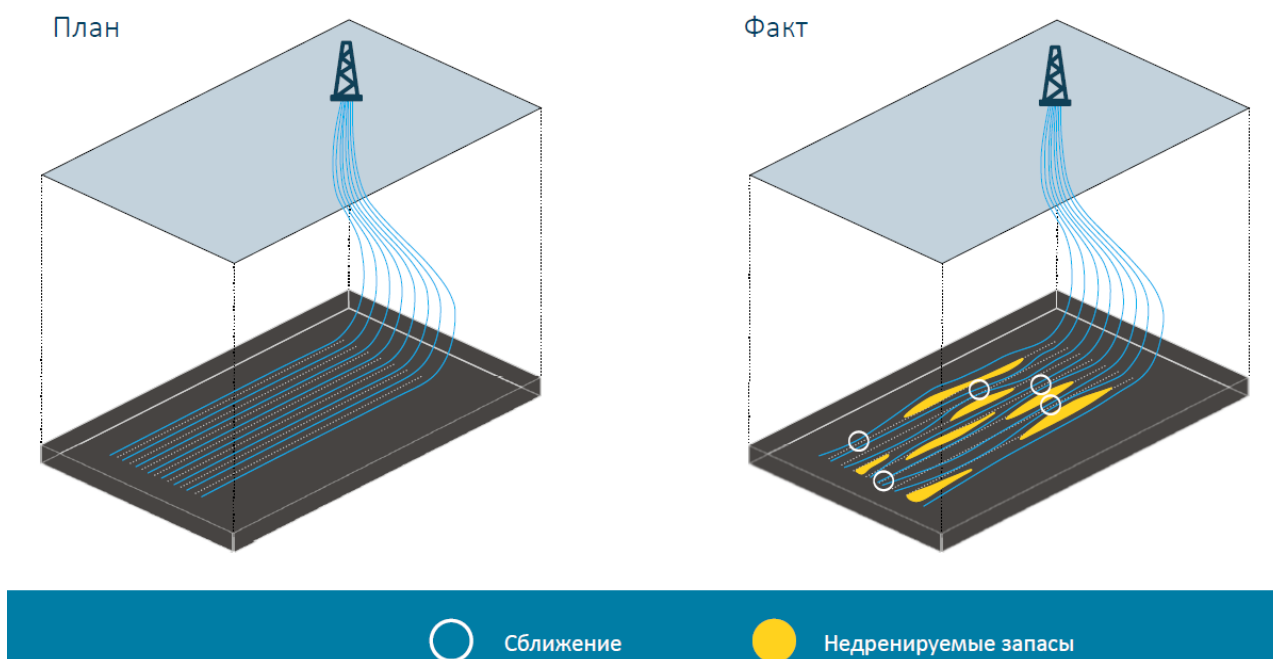


Рис. 7 Пример последствий ошибки в определении азимута

Таким образом, траектория скважины в любой заданной точке координат, с учетом погрешности измерений инклинометрии, обладает множеством вероятных точек, в которых она может быть расположена в действительности. Границы области вероятных точек представляют собой форму эллипсоида или конуса неопределенности, где обычно малая ось формируется на основе погрешности измерений зенитного угла, большая ось на основе погрешностей измерений азимута) рисунок 8.

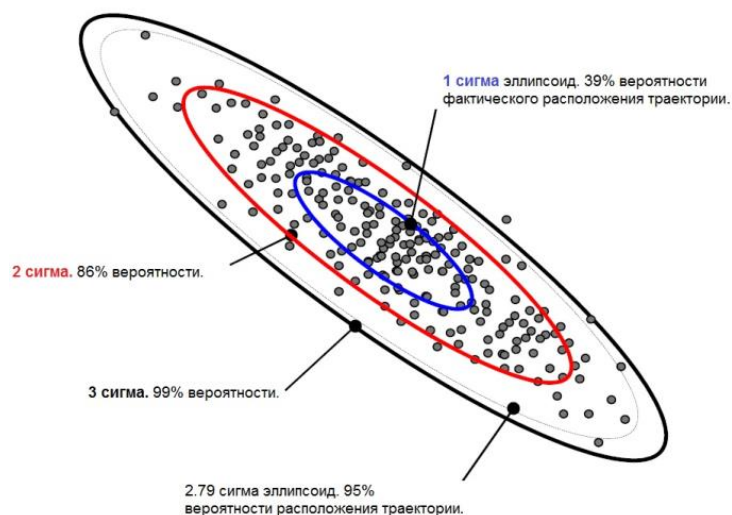


Рис. 8 Эллипсоид неопределенности расположения траектории в заданной точке

С учетом эллипсоидов неопределенности траектория скважины имеет форму конуса (см. рисунок 9), расширяющегося к забою. Размеры конуса и его положение необходимо учитывать при моделировании схемы разработки месторождений, оценке рисков пересечения соседних скважин и для контроля границ лицензионных участков.

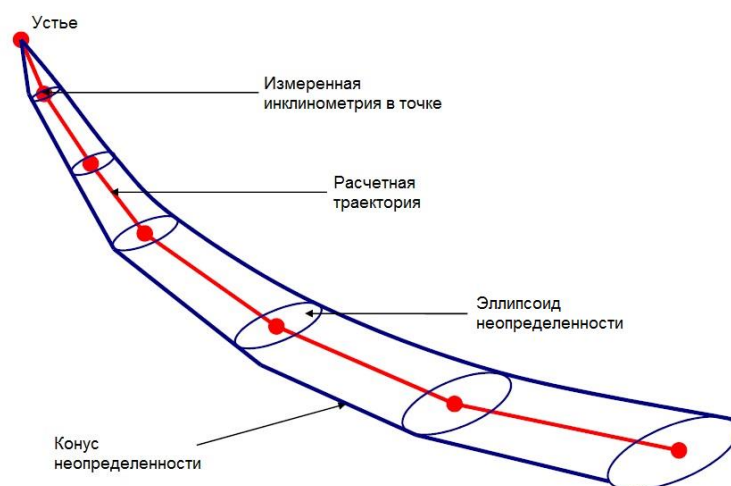


Рис. 9 Траектория скважины с конусом неопределенности

Для каждой цели должны быть точно сформулированы и определены в ГП:

- Координаты центра цели;
- Форма и размер;
- Глубины по вертикали / АО.

Ошибка в определении глубины по стволу определяется посредством перекрытия записей каротажа.

На рисунке 10 показаны допустимые расхождения глубины по стволу между различными замерами (в соответствии с РД 153-39.0-072-01).

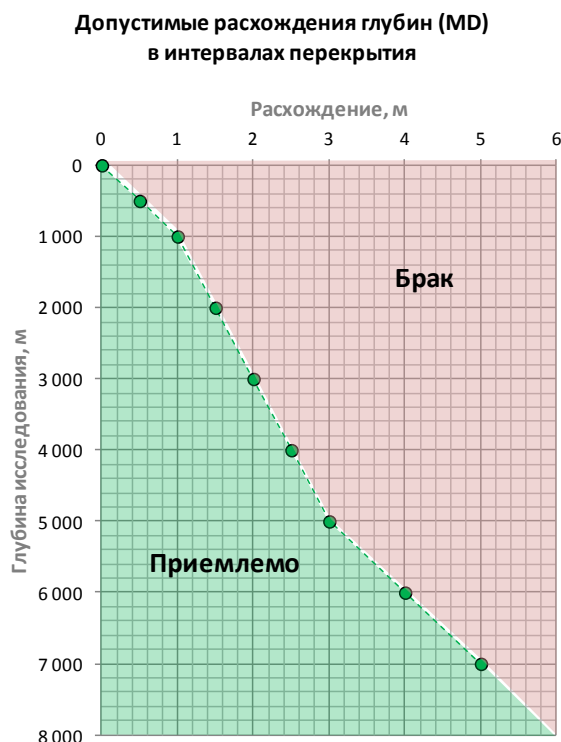


Рис. 10 Пределы допустимых расхождений замеров глубины по стволу

В случае если расхождение записей каротажа находятся в области «брак», необходимо выяснить причины и принимать меры по устранению данного серьезного расхождения, в остальных случаях ошибка считается не критичной.

Ошибка в определении вертикальной (абсолютной вертикальной) глубины определяется посредством сравнения глубин реперных горизонтов в соседних скважинах или различных замерах в ГС/БГС.

В случае расхождения вертикальной глубины в двух замерах инклинометрии ГС/БГС один из них принимается в качестве рабочего, в дальнейшем осуществляется привязка к нему всех последующих замеров инклинометрии. Исходя из практики в качестве рабочего принимается замер инклинометрии, выполненный более точными приборами.

Наиболее серьезные риски при бурении скважины несут ошибки в определении азимутального и зенитного углов, которые появляются вследствие влияния следующих факторов:

- Составляющие магнитного поля Земли в момент бурения (главное поле, локальное поле аномалий, внешнее поле);
- Внешние источники магнитной интерференции (обсадная колонна, соседние скважины, намагниченный раствор);
- Внутренние источники магнитной интерференции (намагниченные части КНБК, забойный двигатель, сбой датчика и т.д.).

В случае необходимости высокоточного позиционирования ствола скважины во время бурения (бурение на тонкую нефтяную оторочку, близость контактов, тонкий пласт и т.д.) СО ННБ, СП ОГ, отвечающими за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, должны приниматься меры по минимизации конуса неопределенности траектории ствола, например:

- проведение дополнительных исследований с целью максимальной актуализации значений локального магнитного поля, главного поля Земли в районе бурения скважин;
- минимизации и учет внешних и внутренних источников магнитной интерференции;
- проверка или коррекция замеров инклинометрии в специализированном ПО;
- расчеты для уточнения значений азимута, минимизацией магнитного воздействия бурильной колонны на измерения;
- расчеты для уточнения значений зенитного угла, минимизацией воздействия на измерения прогиба приборов инклинометрии;
- применение повторных измерений траектории приборами с более низкими значениями погрешности.

СО ННБ по первому требованию СП ОГ должен выдать исходные данные инклинометрии ствола скважины с данными измерения магнетометров и акселерометров по трем осям X,Y,Z ([Приложение 10](#)).

Кроме того, для выбора рабочего замера инклинометрии нужно использовать геолого-геофизическую информацию о районе бурения ГС/БГС (глубины ГНК, ВНК, ГВК характерные глубины и углы залегания реперных горизонтов и т. д.).

3.3.2. КАРОТАЖ ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ

В процессе бурения может передаваться существенный, но ограниченный объем информации. Для целей геологического сопровождения бурения ГС/БГС в основном требуется следующая информация:

- средняя механическая скорость бурения (скорость проходки);
- ГК;
- другие методы каротажа (индукционный (сопротивлений), ННКт, ГГКп, акустический и прочие);
- азимутальные измерения каротажа (в случае проведения).

При работе с каротажем в процессе бурения необходимо учитывать следующие аспекты:

- ГК на различных участках ствола скважины может быть записан в разных единицах измерения и разных масштабах. Факторы, влияющие на значения ГК: калибровка приборов, плотность бурового раствора, диаметр ствола, запись в колонне и т.д.
- При смене инструмента и/или КНБК может возникнуть сдвиг каротажа, определяемый при перекрытии записей каротажа. Если повторная проверка меры инструмента (например, пересчет трубок) не позволила устранить расхождение, то оно устраняется за счет привязки к предыдущей записи.
- При выходе из-под БЭК в открытый ствол с записью каротажа в процессе бурения происходит характерное изменение показаний методов каротажа («влияние колонны»), позволяющее определить глубину спуска БЭК. Обычно глубина спуска БЭК определяется по изменению масштаба значений ГК. Однако при нахождении БЭК на границе пород различной литологии определение его местоположения может быть затруднено из-за неопределенности причины изменения масштаба значений ГК (смена пород различной радиоактивности или выход из-под башмака). В этом случае необходимо ориентироваться на показания других методов, например, индукционного каротажа (Рис. 11).
- Точка записи ГК и других методов каротажа находится на расстоянии до 30м от текущего забоя (долота) в зависимости от КНБК.
- Плотность данных передаваемых данных каротажа на поверхность во время бурения зависит от скорости передачи данных и механической скорости бурения.

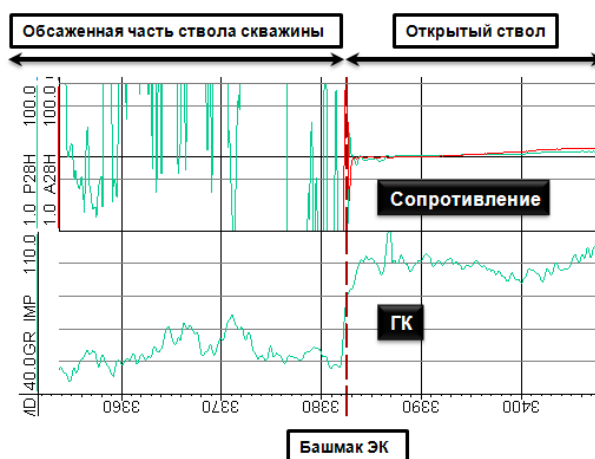


Рис. 11 Пример записи каротажей после выхода из ЭК

3.3.3. ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ГТИ позволяют получить дополнительные сведения о геологическом строении вскрываемого разреза и его насыщенности.

Использование данных ГТИ необходимо учитывать при вскрытии транспортным стволом кровли продуктивного горизонта, а также при бурении горизонтальной части ствола по продуктивному горизонту (особенно, если комплекс каротажа во время бурения ограничен).

Основные данные ГТИ, используемые при геологическом сопровождении бурения ГС/БГС:

- анализ состава ГВС (характер насыщения);
- ЛБА шлама (характер насыщения);
- фракционный анализ и литологическое описание шлама (качество коллектора).

Анализ состава газовой смеси (характер насыщения).

Существует множество методик анализа состава ГВС при проведении ГТИ. Наиболее широкое применение получили следующие методики:

- **X-log (методика Haworth&Whittaker Ratio)** – позволяет отслеживать изменение характера насыщения на основе соотношения доли тяжелых и легких УВ в ГВС.

$$W_h = \frac{(C_{2a\delta c} + C_{3a\delta c} + C_{4a\delta c} + C_{5a\delta c} + iC_{4a\delta c} + iC_{5a\delta c})}{C_{1a\delta c} + (C_{2a\delta c} + C_{3a\delta c} + C_{4a\delta c} + C_{5a\delta c} + iC_{4a\delta c} + iC_{5a\delta c})} \times 100$$

$$B_h = \frac{C_{1a\delta c} + C_{2a\delta c}}{C_{3a\delta c} + C_{4a\delta c} + C_{5a\delta c} + iC_{4a\delta c} + iC_{5a\delta c}}$$

$$C_h = \frac{C_{4a\delta c} + C_{5a\delta c} + iC_{4a\delta c} + iC_{5a\delta c}}{C_{3a\delta c}}$$

где: W_h – флюидный коэффициент, характеризующий долю тяжелых алканов (wetness ratio);

B_h – флюидный коэффициент, характеризующий количественное соотношение легких и тяжелых алканов (balance ratio);

C_h – флюидный коэффициент, характеризующий количественное соотношение тяжелых алканов (character ratio);

$C_{i\delta c}$ – абсолютное содержание i -го компонента в ГВС.

При отсутствии данных по процентному содержанию изомеров (iC_4 , iC_5) соответствующие аргументы опускаются, т.к. в случае применения хроматографов с отсутствием возможности разделения этих компонентов C_4 и C_5 отражают суммарное процентное содержание нормальных алканов и их изомеров.

Схема, представленная на рисунке 12 Рис. 12, отражает диапазоны значений флюидных коэффициентов и соответствующие им характеры насыщения вскрываемого интервала.

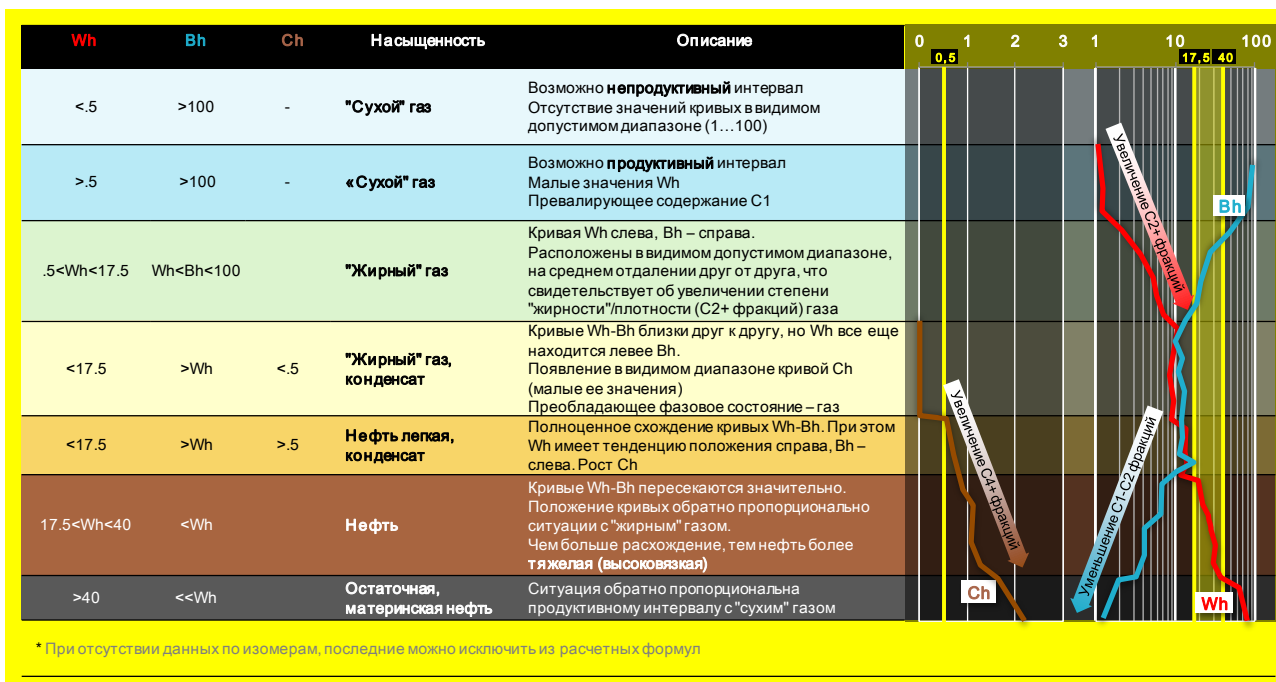


Рис. 12 Схема интерпретации по методу X-log

- **ОПУС₃** (методика Лукьянова Э.Е.) – позволяет выделять нефтенасыщенные интервалы на основе обобщенных показателей углеводородного состава для 3 компонентов газовой смеси.

$$\text{ОПУС}_3 = \frac{C_{1\text{отн}} \times C_{2\text{отн}}}{(C_{2\text{отн}} + C_{3\text{отн}})^2}$$

где: $C_{i\text{отн}}$ – относительное содержание i -го компонента в ГВС.

На рисунке 13 Рис. 13 представлены диапазоны значений ОПУС₃ и соответствующие им типы насыщенности.

ОПУС ₃	0	<.25	.250 – .625	.625 – 4	4 – 10	10 – 25	25 – 160	>160
Фазовое состояние УВ в залежи	Нет притока	Ост. нефть	Малоподвижная нефть	нефть	Нефть+газ	Газ+нефть	Газ	Не ясно
Газовая фаза		Газ попутный				Газ свободный		

Рис. 13 Диапазоны изменения показателя ОПУС₃

- **Соотношения Пикслера, C_{1abc}/C_{iabc}** – позволяет выделять нефтенасыщенные интервалы на основе соотношения отдельных компонентов ГВС. Условие применимости метода – выполнение следующих соотношений содержания компонент ГВС: $C_1 > C_2$, $C_2 > C_3$, $C_3 > C_4$, $C_4 > C_5$.

На рисунке 14 представлены диапазоны изменения соотношений Пикслера и соответствующие им типы насыщения.

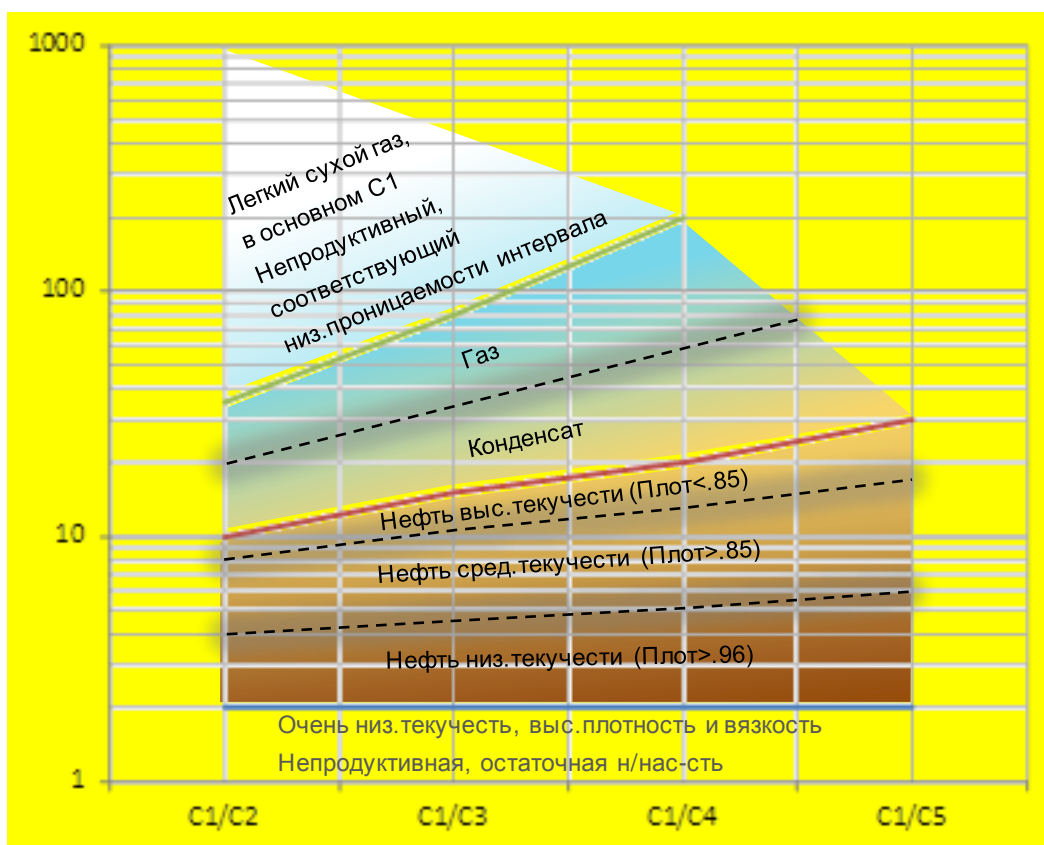


Рис. 14 Диапазоны изменения соотношений Пикслера

- **Соотношения Старосельского В.И.** – позволяет выделять нефтенасыщенные интервалы в коллекторах с низким содержанием легких фракций.

Таблица 1

Анализ нефтенасыщенности по соотношениям Старосельского В.И.

ТИП ФЛЮИДА	ГАЗ	ГАЗО-КОНДЕНСАТ	НЕФТЕГАЗО-КОНДЕНСАТ	НЕФТЬ
1	2	3	4	5
$K_{этан} = 100 \times \frac{C_{2абс}}{C_{3абс} + C_{4абс}}$	300-10500	170-400	50-200	20-80
$C_{2абс}/C_{3абс}$	4-50	2,2-6	1-3	0,5-1,3
$\sum TU_{отн} = C_{2отн} + \dots$	0,1-5	5-15	10-30	20-70

где: $K_{этан}$ – коэффициент этанизации;

$TU_{отн}$ – сумма тяжелых УВ;

$C_{i абс}$ – абсолютное содержание i -го компонента в ГВС;

$C_{i отн}$ – относительное содержание i -го компонента в ГВС.

При использовании методик анализа ГВС следует понимать, что они не гарантируют однозначное определение характера насыщения, т.к. подвержены влиянию внутрискважинных условий (тип промывочной жидкости, состояние целевого пласта (интервала), наличие АВПД/АНПД, вид работ (бурение, СПО, простой, наращивание и т.п.)).

В связи с этим данные методики необходимо использовать в комплексе с данными каротажа и замеров в процессе бурения и ГИС.

В Таблице 2 приведены рекомендации по применению методик анализа ГВС в зависимости от вскрываемого разреза.

Таблица 2

Рекомендуемые методики анализа ГВС в зависимости от вскрываемого разреза

ТИП РАЗРЕЗА	ПЛАСТ	РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА СОСТАВА ГВС
1	2	3
Терригенный	Любые пласты, в т. ч. с тонкослоистым чередованием песчаников и глин («фрябчик»)	X-log ОПУС ₃ Соотношения Пикслера Совместное использование методик расчета флюидных коэффициентов и данных исследования шлама (керн) для оценки фазового состава УВ.
Карбонатный	Терригенный пласт (песчано-алевролитовая толща)	X-log ОПУС ₃ Соотношения Старосельского В.И. Совместное использование методик расчета флюидных коэффициентов и данных исследования шлама (керн) для оценки фазового состава УВ.
Карбонатный	Карбонатный пласт	ОПУС ₃ Соотношения Старосельского В.И. Совместное использование методик расчета флюидных коэффициентов и данных исследования шлама (керн) для оценки фазового состава УВ.

Люминесцентно-битуминологический анализ шлама.

В основе ЛБА шлама лежит использование классификации битумоидов по свечению капиллярных хлороформных вытяжек в ультрафиолетовом диапазоне (рисунок 15, рисунок 16).

ГРУППА	ЦВЕТ		БИТУМ			ИНТЕРПРЕТАЦИЯ
	цвет люминесценции вытяжки (качественная оценка)		тип битумоида		состав битумоида	
I	Бледно-голубой Беловато-голубоватые тона разной интенсивности	БГ	Легкий битумоид	ЛБ (ЛБА)	Углеводородные флюиды, не содержащие смол и асфальтенов	Газ («сухой»)
II	Белый	Б	Масляный битумоид	МБ (МБД)	Нефть и битумоиды с низким содержанием смол, с незначительным содержанием или отсутствием асфальтенов	Газ с нефтью
	Голубовато-желтый	ГЖ				Нефть с выс.ГФ
	Беловато-желтый	БЖ				Конденсат
III	Желтый	Ж	Маслянисто-смолистый битум	МСБ	Нефти и битумоиды с содержанием масел >60%, асфальтенов 1–2%	Нефть «обычная»
	Оранжево-желтый	ОЖ				.81-.84 смол 1-2%
	Светло-коричневый	СК				.84-.86 смол 3-4%
IV	Оранжево-коричневый	ОК	Смолистый битумоид	СБ (СБА)	Битумоиды и нефти с повышенным (3–20%) содержанием асфальтенов	Нефть высокосмолистая (>.90)
	Светлый коричневый	СК				
	Коричневый	К				
V	Темно-коричневый	ТК	Смолисто-асфальтеновый битумоид	САБ (САБА)	Битумоиды с содержанием асфальтенов >20%	
	Зеленовато-коричневый	ЗК				
	Красно-коричневый	КК				
	Черно-коричневый	ЧК				
	Черный	Ч			Битумоид с содержанием асфальтенов >30%	

Рис. 15 Классификация битумоидов по В.Н. Флоровской

Форма люминесцирующего участка	Характеристика	Балл	Примечание	Примеры
	Ровное пятно	5	Встречается очень редко	
	Неровное пятно, толстое кольцо (внешнее интенсивно окрашенное, внутреннее – слабо окрашенное)	4	Соответствует Кнг=40-60%	 МБ-4 Б  МСБ-4 К(О)
	Тонкое кольцо	3	Соответствует Кнг=10-40% Для газа и конденсата интенсивности >3 не существует	 ЛБ-3 Г
	Тонкое (равное) кольцо	2		
	Точки отдельные (разные)	1	Встречается очень редко	

Рис. 16 Классификация битумоидов по форме хлороформных вытяжек

С целью получения максимально достоверных данных ГТИ перед началом активной фазы геонавигации или перед началом бурения транспортного ствола (после срезки с пилотного ствола в новых горизонтальных скважинах и боковых горизонтальных стволах или основного (материнского) ствола скважины в боковых горизонтальных стволах) оператору ГТИ в присутствии супервайзера необходимо обеспечить проверку геологических и технологических датчиков ГТИ, а также газоаналитического оборудования (хроматограф).

В особенности проверки и при необходимости калибровки хроматографа входит составление акта проверки или калибровки. Экран калибровки прибора выносить поверх экрана с параметрами бурения и должен отображать реальную дату-время на компьютере, показания с прибора и, в случае хроматографа, временные окна. Акт проверки составляется по установленной форме, в рамках договора на выполнение работ по ГТИ и подписывается супервайзером и оператором ГТИ, далее по средствам электронной почты высылаются инженеру по анализу данных ГТИ.

Фракционный анализ и литологическое описание шлама.

В состав задач, решаемых с помощью ГТИ (согласно РД 153-39.0-069-01), входят фракционный анализ и литологическое описание шлама.

3.3.4. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ КАРОТАЖА ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ

Интерпретация данных каротажа во время бурения необходима при проводке горизонтальных скважин с целью получения информации о наличии коллектора в интервале бурения, характере насыщения и величине ФЕС, коэффициенте нефтегазонасыщенности и объемного содержания минеральных компонентов.

Стандартный алгоритм расчета фильтрационно-емкостных свойств пород включает в себя:

1. Расчет коэффициента объемной глинистости пород по уравнению Ларионова:

$$K_{ГЛ} = 0.33 * (2^{2*\Delta J_{Г}} - 1)$$

$$\Delta J_{Г} = \frac{ГК - ГК_{СК}}{ГК_{ГЛ} - ГК_{СК}}$$

где: $ГК$ – показания гамма-каротажа,

$ГК_{СК}$ – радиоактивность чистого неглинистого коллектора,

$ГК_{ГЛ}$ – радиоактивность чистых глин.

2. Расчет коэффициента общей пористости по гамма-гамма плотностному каротажу:

$$K_{П} = \frac{\sigma_{СК} - \sigma_{ГГК}}{\sigma_{СК} - \sigma_{Ф}}$$

где: $\sigma_{ГГК}$ – объемная плотность породы по гамма-гамма плотностному каротажу,

$\sigma_{СК}$ – минеральная плотность скелета породы,

$\sigma_{Ф}$ – плотность флюида, заполняющего пустотное пространство породы, в зоне исследования прибора ГГКп.

3. Расчет коэффициента нефтегазонасыщенности по уравнению Дахнова-Арчи:

$$K_{НГ} = 1 - K_{В}$$

$$K_{В} = \left(\frac{a * \rho_{В}}{R_t * K_{П}^m} \right)^{\frac{1}{n}}$$

где: a – коэффициент извилистости,

m – показатель цементации,

n – экспонента насыщения,

$\rho_{В}$ – удельное электрическое сопротивление пластовой воды,

$K_{П}$ – коэффициент общей пористости породы,

R_t – удельное электрическое сопротивление незатронутой части пласта.

Помимо стандартного алгоритма (подхода) могут использоваться принятые алгоритмы из подсчета запасов, которые позволяют определить ФЕС. Однако они не всегда могут давать иные ГИС на кабеле опорных и разведочных скважин, в которых комплекс ГИС отличен от ГИС при бурении. В таких случаях, может быть предложена альтернативная модель, которая будет максимально решать необходимые задачи при данном комплексе ГИС.

Комплексная количественная интерпретация данных проводится при помощи системы петрофизических уравнений, связывающих показания геофизических методов с объемным

содержанием компонент модели и их петрофизическими свойствами, решение которой проводится стохастическим методом.

Результаты интерпретации ГИС предоставляются в цифровом (LAS) и графическом виде ([Приложение 6](#)). На финальный забой предоставляется табличное заключение с предварительной интерпретацией.

Основные данные, используемые при геологическом сопровождении бурения ГС:

- Литологическое расчленение породы.
- Расчетная величина текущей нефтегазонасыщенности.
- Расчетная величина проницаемости.

Указанные параметры подгружаются из LAS с результатами интерпретации на команду с проводкой горизонтальной секции и анализируются совместно со всей имеющейся геолого-геофизической информацией. Расчетный уровень проницаемости позволяет осуществить количественную оценку изменений качества коллектора по стволу.

3.4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/ БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА

Оценкой качества геологического сопровождения бурения ГС/БГС является анализ выполнения задач, утвержденных геологическим проектом на бурение ГС/БГС.

$K_{ДПЭ}$ является величиной, характеризующей качество геологического сопровождения бурения ГС/БГС, и складывается из весов геологических задач, выполненных при бурении ГС/БГС. Таким образом, величина $K_{ДПЭ}$, равная 1, означает выполнение всех геологических задач.

Основой для расчета эффективности проводки ГС/БГС является эффективная длина горизонтального или нескольких горизонтальных стволов (в случае с МЗС и МСС), представляющая собой суммарную длину вскрытых продуктивных интервалов пласта:

$$L_{ЭФФ} = \sum_{i=1}^n L_{i_coll} ,$$

где: $L_{ЭФФ}$ – эффективная длина горизонтального ствола/стволов скважины, м;

L_{i_coll} – длина i -го непрерывного участка, выделяемого как коллектор, м.

Эффективность проводки отражает соотношение эффективной и общей длин пробуренного горизонтального ствола (стволов в случае МЗС и МСС) ГС/БГС:

$$K_{ЭФФ} = \frac{L_{ЭФФ}}{L_{ОБЩ}} \cdot 100\% ,$$

где: $K_{ЭФФ}$ – эффективность проводки ГС/БГС;

$L_{ЭФФ}$ – эффективная длина ГС/БГС, м;

$L_{ОБЩ}$ – общая длина горизонтального ствола или стволов ГС/БГС, м.

Эффективность проводки не может быть использована как самостоятельный показатель оценки качества геологического сопровождения бурения ГС/БГС по причине значительной зависимости от особенностей геологического строения и свойств целевых пластов (интервалов), что затрудняет применение осредненного значения эффективности проводки ствола в качестве целевого показателя.

На этапе геологического проектирования должны быть учтены все особенности строения целевого пласта (интервала) с целью не только определить оптимальную плановую траекторию ГС/БГС, но и корректно обосновать критерий эффективности для последующего этапа геологического сопровождения бурения ГС/БГС. Для этого на основе статистических данных (эффективная и общая длина горизонтального ствола) по ранее пробуренным ГС/БГС (для отдельного пласта (группы пластов, месторождения)) или геологической модели выполняется оценка плановой эффективности проводки ствола.

Если плановая эффективность проводки ствола является единственной геологической задачей, достижение плановой эффективности рассчитывается как отношение фактической и плановой эффективности:

$$K_{ДПЭ} = \frac{K_{ЭФФ}}{K_{ЭФФ_ПЛАН}},$$

где: $K_{ДПЭ}$ – коэффициент достижения плановой эффективности ГС/БГС;

$K_{ЭФФ}$ – эффективность проводки ГС/БГС;

$K_{ЭФФ_ПЛАН}$ – плановая эффективность проводки ГС/БГС.

Плановая эффективность проводки $K_{ЭФФ_ПЛАН}$ рассчитывается как отношение плановой эффективной длины ствола к общей длине горизонтального участка.

На рисунке 17 и рисунке 18 показаны примеры расчета эффективности проводки и достижения плановой эффективности проводки ствола.

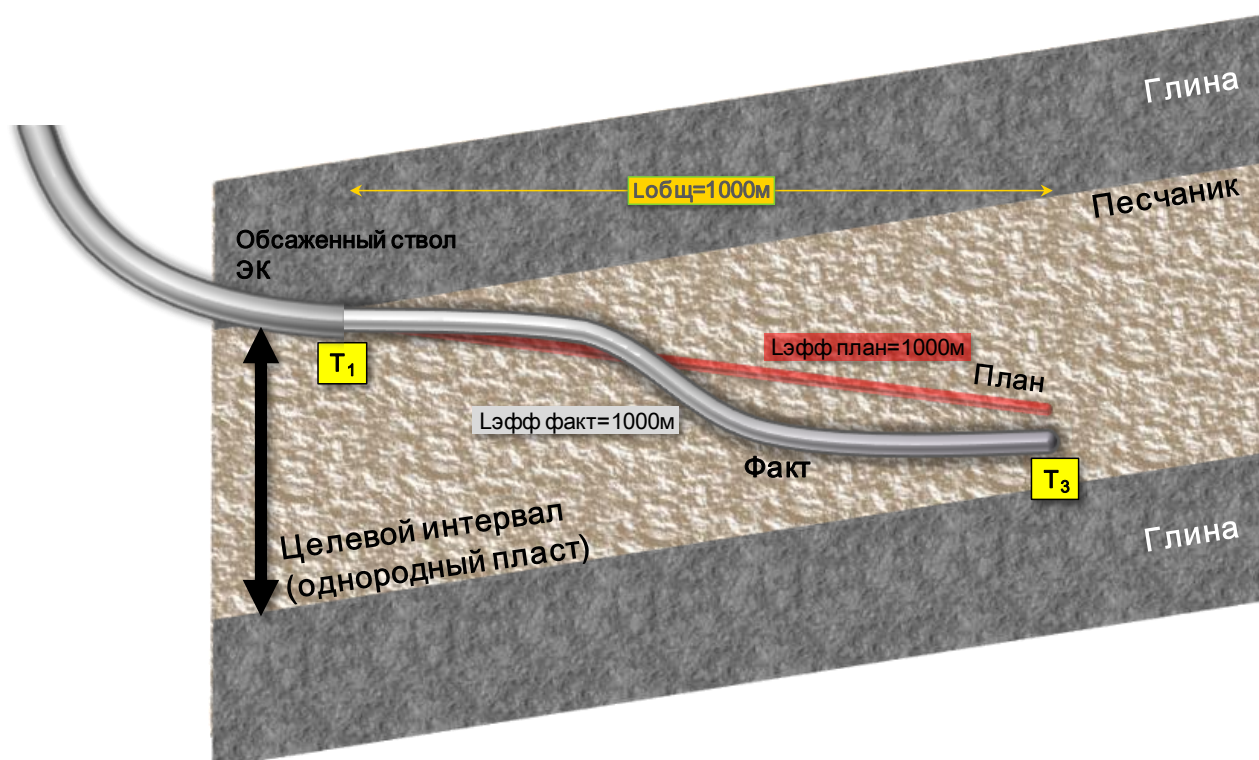


Рис. 17 Плановая и фактическая траектория горизонтального ствола (относительно однородный целевой пласт (интервал)), КЭФФ=1, КДПЭ=1.0

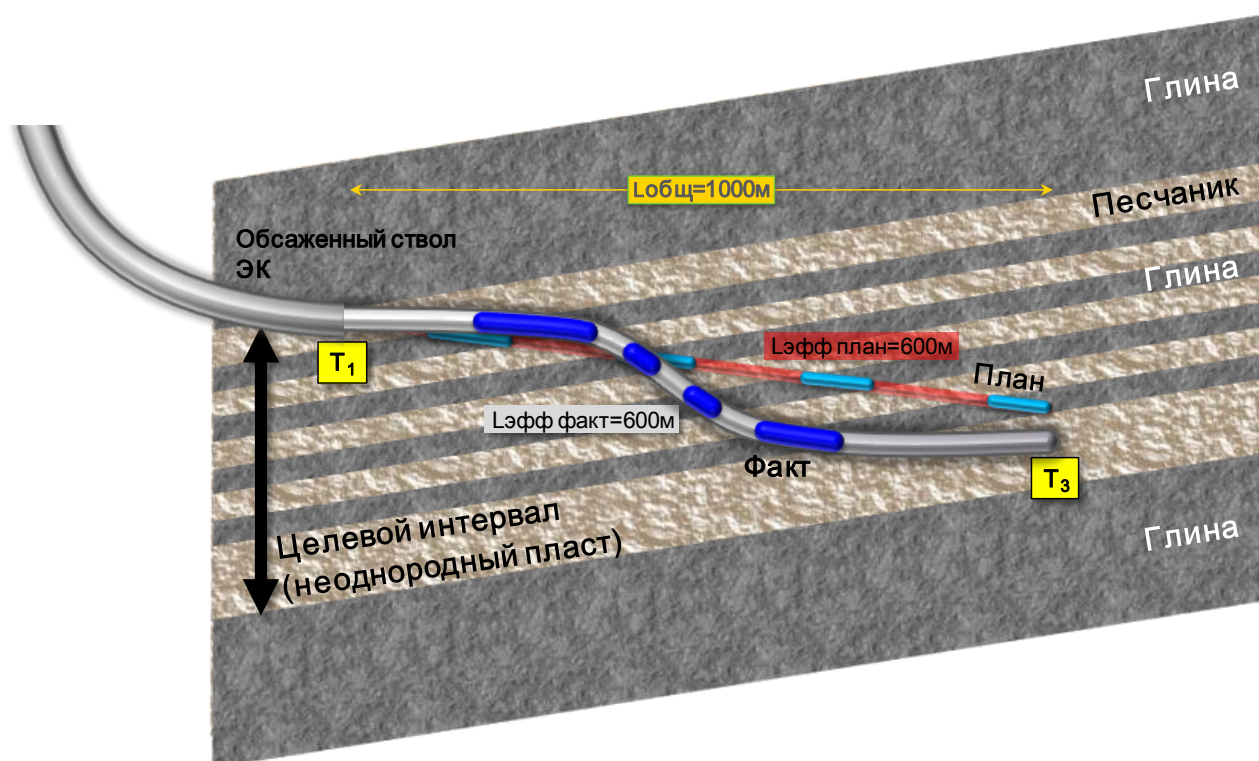


Рис. 18 Плановая и фактическая траектория горизонтального ствола (неоднородный целевой пласт (интервал)), КЭФФ=0.6, КДПЭ=1.0

Определения общей и эффективной длины ствола в зависимости от геологических условий и конструктивных особенностей скважины представлены в [Приложении 9](#).

В общем случае достижение плановой эффективности в соответствии с перечнем геологических задач рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{\text{ДПЭ}} = \left(\frac{K_{\text{ЭФФ}}}{K_{\text{ЭФФ_ПЛАН}}} \cdot b_1 + a_2 \cdot b_2 + \dots + a_n \cdot b_n \right),$$

где: $K_{\text{ДПЭ}}$ – коэффициент достижения плановой эффективности ГС/БГС;

$K_{\text{ЭФФ}}$ – эффективность проводки ГС/БГС;

$K_{\text{ЭФФ_ПЛАН}}$ – плановая эффективность проводки ГС/БГС;

a_i – признак выполнения задачи i ($i = \overline{1, n}$; $a_i=1$ – задача выполнена, $a_i=0$ – задача не выполнена);

b_i – вес выполнения задачи i ($i = \overline{1, n}$; $\sum_{i=1}^n b_i = 1$);

n – количество задач.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН И БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТОЛОВ

4.1. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/ БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА

Процесс геологического сопровождения бурения ГС/БГС включает в себя следующие этапы:

- подготовка, согласование и утверждение геологического проекта на бурение ГС/БГС;
- бурение пилотного ствола с последующим анализом полученных данных и корректировкой плановой траектории горизонтального ствола (не обязательный этап);
- бурение транспортного ствола;
- бурение горизонтального ствола;
- подготовка финального отчета о геологическом сопровождении бурения ГС/БГС.

За 14 календарных дней до начала бурения ГС или БГС СП ОГ, ответственное за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, предоставляет на согласование в соответствующее СП ПАО «НК «Роснефть» в зависимости от направления деятельности:

- Геологический проект на бурение ГС/БГС ([Приложение 1](#)).
- Данные по опорным скважинам.
- Лист контактов ответственных работников от каждой стороны, задействованной в процессе геологического сопровождения бурения ГС/БГС ([Приложение 3](#)).

Руководитель СП ОГ, ответственного за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, является ответственным за организацию взаимодействия между СП ОГ и всеми подрядными организациями, участвующими в процессе бурения скважины. Руководитель СП ОГ, ответственного за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, несет ответственность за своевременное обновление списка контактов в случае изменения порядка взаимодействия, перечня задействованных в процессе геологического сопровождения бурения ГС/БГС сторон, ответственных лиц или контактной информации.

4.1.1. ПОДГОТОВКА, СОГЛАСОВАНИЕ И УТВЕРЖДЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/ БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА

Геологический проект на бурение ГС/БГС готовится СП ОГ, ответственным за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, с привлечением КНИПИ (в случае необходимости). Геологический проект на бурение ГС/БГС за 14 календарных дней до начала бурения ГС/БГС должен быть утвержден главным геологом и заместителем руководителя ОГ по бурению и согласован с соответствующим СП ПАО «НК «Роснефть» в зависимости от направления деятельности.

Требования к содержанию и оформлению геологического проекта на бурение ГС/БГС приведены в разделе 5.2 настоящего Положения. Пример оформления геологического проекта на бурение ГС/БГС приведен в [Приложении 1](#).

4.1.2. БУРЕНИЕ ПИЛОТНОГО СТВОЛА

В зависимости от геологической изученности района бурения горизонтального ствола ГС/БГС может быть предусмотрено бурение пилотного ствола.

Бурение пилотного ствола осуществляется в соответствии с плановой траекторией, утвержденной в ГП, и не требует геологического сопровождения.

Если геологическое строение целевого пласта, описанное в геологическом проекте на бурение ГС/БГС, не подтверждается по результатам бурения пилотного ствола, СП ОГ, ответственное за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, необходимо выполнить корректировку плановой траектории горизонтального ствола ГС/БГС с учетом нового представления о геологическом строении и предоставить ПИТ на согласование в соответствующее СП ПАО «НК «Роснефть» в зависимости от направления деятельности не позднее трех календарных дней до начала бурения ГС/БГС. В случае согласования ПИТ передается СП ОГ, ответственным за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС инженерам по геонавигации и используется при бурении, в противном случае ПИТ отправляется на доработку.

Если по результатам бурения пилотного ствола бурение горизонтального ствола на целевой пласт нецелесообразно, необходимо принять решение о выборе нового целевого пласта для бурения горизонтального ствола ГС/БГС или о бесперспективности дальнейших работ по бурению ГС/БГС и ликвидации пробуренного ствола. Данное решение принимается коллегиально на совещании ДСС, СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) и СП ОГ, ответственным за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС. По результатам обсуждений СП ОГ, ответственным за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, оформляется протокол изменения траектории ГС/БГС и направляется на согласование в соответствующее СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) не позднее трех календарных дней до начала бурения транспортной секции.

В случае продолжения работ необходимо разработать и предоставить Протокол изменения траектории ГС/БГС на согласование в соответствующее СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) не позднее трех календарных дней до начала бурения транспортного ствола.

4.1.3. БУРЕНИЕ ТРАНСПОРТНОГО СТВОЛА

Бурение транспортного ствола осуществляется в соответствии с последней плановой траекторией ГС/БГС, утвержденной в геологическом проекте на бурение или Протоколе изменения траектории ГС/БГС, с учетом команд по геонавигации, направляемых инженером по геонавигации.

Плановая траектория на БГС должна быть рассчитана с учетом инклинометрии выше окна срезки и альтитуды материнского ствола.

Перед началом работ (в случае бурения БГС) по спуску клина-отклонителя необходимо осуществить привязку меры бурильного инструмента к разрезу методами ГИС (МЛМ, ГК).

В начале бурения транспортного ствола (в пилотном или материнском стволе) необходимо обеспечить запись каротажа в процессе бурения (ГК) выше точки срезки с целью перекрытия с предыдущей записью каротажа. Аналогичную операцию необходимо проводить каждый раз при последующих спусках КНБК, предназначенной для дальнейшего продолжения бурения транспортного ствола.

Интервал перекрытия должен обеспечивать однозначную привязку к предыдущей записи каротажа и может составлять от 20 до 50м (но не менее 20м). При выборе интервала перекрытия необходимо исходить из наличия в нем характерных особенностей поведения кривых ГК (геологических реперов), для этого длина интервала перекрытия может быть изменена.

При бурении БГС перезапись ГК при срезке с основного ствола скважины производится в интервале с уверенным репером выше технологического окна с учетом непромера телесистемы. При отсутствии технической возможности КНБК перезапись каротажа производится сразу после выхода долота из окна с целью недопущения вращения долота в интервале установки клина-отклонителя.

В случае бурения кармана при выходе из окна колонны перезапись каротажа может быть выполнена при следующем спуске КНБК на бурение транспортного ствола.

Необходимый интервал перекрытия указывается в команде от инженера по геонавигации, которая должна быть передана перед спуском КНБК на бурение.

Если расхождение (сдвиг по глубине) между предыдущей записью каротажа и записью каротажа в интервале перекрытия превышает максимально допустимое значение согласно рисунку 10 (раздел 3.3.1), инженер по геонавигации передает команду о необходимости устранения расхождения в мерах бурильного инструмента при текущем и предыдущем долблениях. Подрядчик, предоставляющий телеметрическую информацию, в обязательном порядке оперативно производит корректирующие действия, в противном случае дальнейшее углубление ГС/БГС приостанавливается до устранения расхождения.

При выявлении невязки каротажа более 3 метров от допустимых значений, подрядчик, отвечающий за меру бурового инструмента, должен предоставить инженеру по геонавигации и в СП ОГ, отвечающее за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, объяснение причины невязки в письменном виде (в произвольной форме).

В случае расхождения масштабов значений кривых между предыдущей записью каротажа и записью каротажа в интервале перекрытия инженер по геонавигации производит масштабирование кривых.

После начала бурения транспортного ствола и до начала активной фазы геонавигации необходимо организовать поступление данных инклинометрии, каротажа во время бурения (по электронной почте и в режиме реального времени) в соответствии с требованиями настоящего Положения (пп 4.2 - 4.4). Ответственными за организацию процесса передачи данных является СП ОГ, ответственное за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС.

Геологическое сопровождение бурения начинается во время бурения транспортного ствола с глубины, которая зависит от особенностей геологического строения целевого пласта, плановой траектории, геологических задач на скважину, и указывается в геологическом проекте на бурение ГС/БГС.

Во время активной стадии геонавигации ГС/БГС инженер по геонавигации получает данные с буровой (инклинометрию скважины, каротаж во время бурения, данные ГТИ), загружает эти данные в специализированное ПО, анализирует информацию, в случае необходимости перестраивает геонавигационную модель, после согласования с начальником смены направляет команду по геонавигации (каждый замер или согласно ГП) по списку рассылки.

При строительстве новой горизонтальной скважины после достижения плановой точки спуска ЭК (плановая глубина или интервал разреза, определенный геологическим проектом на бурение ГС/БГС как место установки БЭК) инженер по геонавигации высылает команду об окончании бурения транспортного ствола, в которой фиксируется дата, время и текущий забой скважины.

После бурения транспортного ствола и спуска ЭК при строительстве новой горизонтальной скважины СП ОГ, ответственное за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, направляет в соответствующее СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) документ (акт) (акт по форме ОГ), отражающий фактическую глубину спуска ЭК до начала бурения горизонтального ствола.

В случае различия значений зенитного (азимутального) угла в замерах инклинометрии транспортного ствола скважины по данным ГИС и телеметрии при бурении, приводящего к расхождению в вертикальных глубинах, соответствующее СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) и СП ОГ, ответственное за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, совместно принимают решение о выборе одного из указанных замеров инклинометрии в качестве основного.

Если по результатам бурения транспортного ствола последующее бурение горизонтального ствола на целевой пласт (интервал) нецелесообразно, необходимо принять решение о выборе нового целевого пласта (интервала) для бурения горизонтального ствола ГС/БГС или о бесперспективности дальнейших работ по бурению ГС/БГС и ликвидации пробуренного транспортного ствола. Данное решение принимается коллегиально ДСС, СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) и СП ОГ, ответственным за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС. По результатам обсуждений СП ОГ, ответственным за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, оформляется протокол изменения траектории на бурение ГС/БГС и направляется на согласование в соответствующее СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности).

В случае продолжения работ необходимо разработать и предоставить протокол изменения траектории ГС/БГС на согласование в соответствующее СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) не позднее трех календарных дней до начала бурения новой секции скважины.

4.1.4. БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТОЛА

Бурение горизонтального ствола осуществляется в соответствии с последней плановой траекторией ГС/БГС, утвержденной в геологическом проекте на бурение или Протоколе изменения траектории ГС/БГС, с учетом команд по геонавигации, направляемых инженером по геонавигации.

Перед началом бурения горизонтального ствола необходимо обеспечить привязку каротажа с предыдущей записью. В случае обсаженного ствола скважины необходимо обеспечить запись комплекса ГК выше БЭК или окна зарезки. При привязке в открытом стволе может использоваться более широкий комплекс каротажа.

Интервал перекрытия должен обеспечивать однозначную привязку к предыдущей записи каротажа и может составлять от 20 до 50м (но не менее 20м). При выборе интервала перекрытия необходимо исходить из наличия в нем характерных особенностей поведения кривых ГК (геологических реперов), для этого длина интервала перекрытия может быть изменена.

Кроме того, аналогичную операцию необходимо проводить при полной или частичной смене бурового инструмента или КНБК, а также при спуске КНБК на бурение после СПО.

При выявлении невязки каротажа более 3 метров от допустимых значений, подрядчик, отвечающий за меру бурового инструмента, должен предоставить инженеру по геонавигации и в СП ОГ, отвечающее за геологическое сопровождение ГС/БГС, объяснение причины невязки в письменном виде (в произвольной форме).

Если бурение ведется непосредственно в горизонтальном участке ствола, где влияние сдвигов каротажа и погрешности замеров инклинометрии на вертикальные отметки минимально, перезапись каротажа в интервале перекрытия необходимо производить только в случаях:

- отсутствия в плане работ окончательных ГИС в открытом горизонтальном стволе после бурения;
- необходимости точной привязки горизонтального ствола к разрезу для последующего планирования конструкции хвостовика (например, размещение заколонных пакеров, оборудования для проведения гидроразрыва пласта, устройств контроля притока, интервалов перфорации и т. д.).

Необходимый интервал перекрытия (не менее 10 м) указывается в команде от инженера по геонавигации, которая должна быть передана перед спуском КНБК на бурение. Глубина перезаписи указывается по датчику ГК с учетом мертвой зоны от долота.

В случае расхождения масштабов значений кривых между предыдущей записью каротажа и записью каротажа в интервале перекрытия инженер по геонавигации производит масштабирование кривых.

Ответственным за своевременную корректировку траектории ГС/БГС в процессе бурения транспортного и горизонтального стволов является инженер по геонавигации. Все решения о корректировке траектории с учетом результатов бурения и возможных геологических рисков и неопределенностей должны быть оперативно согласованы с начальником смены, с СП ОГ, ответственным за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, и затем с СП ПАО «НК «Роснефть».

Все решения о корректировке траектории в процессе бурения оформляются инженером по геонавигации в виде команд по геонавигации, содержащих:

- геонавигационный разрез текущего представления о поведении целевого интервала;
- описание геологической обстановки и указание на дальнейшие действия (например, продолжение бурения по утвержденной плановой траектории, изменение целевой глубины (зенитного угла), остановка бурения и т. д.);
- статистику по текущей проходке в пределах целевого интервала;
- схему межскважинной корреляции с текущей привязкой бурящейся скважины;
- структурную карту кровли целевого интервала (из ГП, ПИТ, или предоставленную КНИПИ);
- журнал команд на буровую.

Пример содержания и оформления команды по геонавигации приведен в [Приложении 4](#). При необходимости в команду по геонавигации могут быть включены дополнительные материалы (интерпретация ГТИ, карты сейсмических разрезов и др.)

Команда по геонавигации рассылается инженером по геонавигации по электронной почте согласно списку рассылки из листа контактов ([Приложение 3](#)). В случае необходимости решение о корректировке траектории может быть оперативно доведено до СО ННБ по телефону (или посредством любого другого средства связи), однако в обязательном порядке должно быть подтверждено рассылкой команды по электронной почте.

Команда по геонавигации отправляется после получения инженером по геонавигации очередного замера траектории. Периодичность предоставления с буровой замеров, как правило, составляет:

- 9-14 м по стволу (если замеры снимаются каждую бурильную трубу);
- 20-30 м по стволу (если замеры снимаются каждую свечу бурильных труб).

При наличии высоких геологических рисков при бурении ГС/БГС необходимость снятия промежуточных замеров может быть указана в команде по геонавигации.

С целью снижения геологических и технологических рисков начало бурения новой свечи/трубки может производиться строго по командам инженера по геонавигации. Для этого в команде указывается фраза «без команды дальнейшее бурение не производить». В случае отсутствия данной фразы углубление производится по предыдущей команде без ожидания корректировок и увеличения времени простоя буровой бригады.

Инженер по геонавигации контролирует исполнение команды по геонавигации и в случае неисполнения команд (независимо от причины) оперативно оповещает СП ОГ, ответственное за геологическое сопровождение ГС/БГС.

В случае необходимости расчета новой плановой траектории в процессе бурения транспортного или горизонтального стволов, в команде по геонавигации указываются новые геологические цели ГС/БГС. Расчет обновленной плановой траектории должен быть оперативно (не позднее 30 минут) выполнен СО ННБ, и разослан на согласование в СП ОГ и инженеру по геонавигации.

При необходимости остановки бурения во время расчёта новой плановой траектории инженер по геонавигации дополнительно указывает в команде данную потребность. Если бурение скважины не остановлено, по команде инженеров по геонавигации, то расчет плановой траектории производится в процессе бурения последующей трубки/свечи.

Контроль своевременности выполнения расчетов и предоставления обновленной плановой траектории возлагается на инженеров по геонавигации.

На всех этапах сопровождения бурения ГС/БГС все работники Компании и подрядных организаций, участвующим в процессе геологического сопровождения бурения, необходимо стремиться к исключению времени простоя буровой бригады, в т.ч. по причине ожидания принятия решения по геонавигации.

После достижения планового забоя скважины (бокового ствола), если не принято решение об удлинении горизонтального ствола, инженер по геонавигации высылает команду об окончании бурения горизонтального ствола, в которой фиксируется дата и время завершения бурения, окончательный забой скважины (бокового ствола).

Решение об удлинении горизонтального ствола ГС/БГС (при отсутствии технических ограничений) принимается коллегиально соответствующим СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) и СП ОГ, ответственным за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС. По результатам обсуждений СП ОГ, ответственным за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, оперативно направляется инженеру по геонавигации документ (в произвольной форме) по электронной почте с указанием удлинения горизонтального ствола и новой глубины окончательного забоя (ТЗ, РЗ).

Если принято решение об удлинении горизонтального ствола, инженер по геонавигации высылает команду с указанием дальнейших действий и глубины нового планового забоя скважины (бокового ствола). В команде об удлинении забоя ГС/БГС указывается работник СП ОГ, ответственного за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, (ФИО, СП ОГ, ОГ), кем согласовано данное решение.

Если в горизонтальном стволе предусмотрено проведение ГИС, инженер по геонавигации, после получения данных окончательного каротажа высылает окончательную команду с учетом данных результатов интерпретации ГИС с указанием возможных расхождений между данными, полученными в процессе бурения (каротаж и инклинометрия), и данными ГИС.

После бурения горизонтального ствола и спуска хвостовика (ЭК) СП ОГ, ответственное за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, направляет в соответствующее СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) документ (акт по форме ОГ), отражающий фактические глубины установки элементов конструкции хвостовика (ЭК) в течение 14 календарных дней после их установки.

4.1.5. ПОДГОТОВКА ФИНАЛЬНОГО ОТЧЕТА О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ И БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА

Требования к оформлению графических и табличных приложений финального отчета о геологическом сопровождении бурения ГС/ БГС идентичны требованиям к оформлению геологического проекта на бурение ГС/БГС настоящего Положения. Пример содержания и

оформления финального отчета о геологическом сопровождении бурения ГС/ БГС приведен в [Приложении 5](#).

После завершения геологического сопровождения бурения ГС/БГС формируется финальный отчет о геологическом сопровождении бурения ГС/БГС, включающий в себя табличные и графические приложения, содержащие следующую информацию:

- название месторождения, куст, номер скважины, пласт (с указанием типа коллектора), тип скважины (ГС/БГС, в т. ч. указание о гидроразрыве пласта или других методов стимуляции), дата окончания бурения, автор отчета и его контактная информация;
- общая длина горизонтального ствола;
- информация о сопоставлении плановой и фактической точки вскрытия целевого интервала (стратиграфической кровли);
- изменение (увеличение или уменьшение) общей длины горизонтального ствола относительно плановой траектории, утвержденной в геологическом проекте на бурение или протоколе изменения траектории ГС/БГС;
- наличии расхождения (сдвига) записи каротажа в процессе бурения горизонтального ствола к предыдущей записи (в ЭК горизонтальной скважины или в материнском стволе бокового горизонтального ствола), выявленного в интервале перекрытия указывает только в том случае, если величина расхождения превышает максимально допустимое значение согласно рисунку 10 (раздел 3.3.1);
- глубина спуска ЭК (в случае горизонтальной скважины) или заколонного пакера (в случае бокового горизонтального ствола и глубина кровли целевого интервала (по стволу));
- информация о выполнении геологических задач в соответствии с геологическим проектом и расчет достижения плановой эффективности ($K_{ДПЭ}$), а также указание причин отклонения от плановой эффективности (невыполнения задач);
- плановая и фактическая эффективная длина горизонтального ствола (по результатам интерпретации данных ГИС), эффективность проводки горизонтального ствола, эффективность проводки без геологического сопровождения;
- схема фактической проводки горизонтального ствола, содержащая:
 - ♦ первоначальную плановую траекторию (утвержденную на момент начала бурения горизонтального ствола в геологическом проекте на бурение или протоколе изменения траектории ГС/БГС);
 - ♦ окончательное представление о геологическом разрезе и целевом интервале в соответствии с настройкой синтетического каротажа;
 - ♦ причины выхода горизонтального ствола за пределы целевого интервала, а также перечень событий, повлиявших на результат геологического сопровождения бурения, с указанием глубины забоя на момент возникновения события (невыполнение команд, нарушение связи, отказы оборудования и т.д.);
- результаты интерпретации данных ГИС, включая литологию, пористость, проницаемость, насыщение;
- структурная карта по кровле целевого пласта (целевого интервала) с нанесением фактической траектории пилотного и горизонтального ствола (включая аварийные (ликвидированные) стволы);

- планшет интерпретации данных ГТИ.

Для МЗС и МСС (боковых стволов) финальный отчет о геологическом сопровождении бурения ГС/БГС должен содержать информацию по каждому из пробуренных горизонтальных стволов, а также осредненные показатели.

Содержание финального отчета может быть дополнено иной информацией (структурная карта, схема закачивания и т.д.).

Финальный отчет о геологическом сопровождении бурения ГС/БГС подготавливается СП ОГ, ответственным за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, и направляется на согласование в соответствующее СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) не позднее 14 рабочих дней с даты окончания бурения ГС/БГС и/или направления документа (акт), отражающего фактические глубины установки элементов конструкции хвостовика (ЭК) ГС/БГС в соответствующее СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности).

4.2. ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ (ЗАМЕРЫ И КАРОТАЖ ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ)

4.2.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Объемы телеметрической информации при строительстве и реконструкции скважин определяются техническими условиями к договору на оказание услуг по строительству и реконструкции скважин.

СО ННБ должен иметь техническую возможность отправки данных телеметрической информации и каротажа во время бурения в реальном времени по международным протоколам WITS 0/WITSML.

Предоставляемая СО ННБ телеметрическая информация в обязательном порядке должна содержать информацию по всем рейсам (даты, интервалы), схемы КНБК, информацию о серийных номерах приборов (модулей) КНБК и датах проведения калибровок всех приборов (модулей).

Данные каротажа во время бурения должны предоставляться с учетом введения всех необходимых поправок за условия измерения, полная информация о введенных поправках и их величинах.

В обязательном порядке вся указанная информация должна быть представлена в каждой рассылке во время бурения скважины в шапке полевых каротажных планшетов, а в финальных полевых данных из памяти прибора вся указанная информация должна быть представлена как в шапке полевых каротажных планшетов, так и в шапке LAS.

Во всех полевых каротажных планшетах в обязательном порядке должна отражаться плотность записи для каждого метода каротажа.

Требования к содержанию телеметрической информации:

- наименование файлов, получаемых с буровой во время бурения, должно отражать название месторождения, номер куста и скважины, интервал записи (начало и конец);
- данные замеров инклинометрии должны предоставляться от устья скважины;
- данные замеров инклинометрии в обязательном порядке должны содержать данные проекции на долото (текущий забой);
- данные фактических замеров инклинометрии не интерполируются;
- должны содержать магнитный и картографический азимуты;
- данные инклинометрии должны содержать первичные данные замеров, полученные с акселерометра и магнетометра с забоя скважины (Gx, Gy, Gz, Vx, Vy, Vz);
- данные каротажа в процессе бурения должны предоставляться целиком от начала записи до глубины окончания записи, соответствующей текущему забою (не допускается объединение данных различных записей каротажа-например, после записи каротажа в интервале перекрытия);
- минимальное количество точек данных каротажа в процессе бурения должно быть не менее 5 на метр измеренной глубины;
- расчет инклинометрии необходимо производить по методу минимальной кривизны.

При предоставлении плановой траектории точка привязки должна соответствовать последнему замеру в уже пробуренном стволе ГС/БГС.

4.2.2. ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

При строительстве новых горизонтальных скважин и реконструкции скважин методом бурения БГС необходимо строго соблюдать порядок и объем предоставления телеметрической информации (Таблица 3).

СО ННБ обязана предоставлять данные по замерам траектории и каротажу во время бурения, полученную при бурении ГС/БГС, по каналам системы передачи данных в реальном времени в соответствии с Технологическим регламентом Компании «Использование лицензионного программного обеспечения «Удаленный мониторинг бурения» № ПЗ-04 ТР-0001, а также по электронной почте в соответствии с утвержденным списком рассылки из списка контактов ([Приложение 3](#)).

Таблица 3
Объем и порядок предоставления телеметрической информации

ДАННЫЕ		СРОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ И ШАГ ЗАПИСИ ДАННЫХ (НЕ БОЛЕЕ)
СОДЕРЖАНИЕ	ФОРМАТ	
1	2	3
ЗАМЕРЫ ИНКЛИНОМЕТРИИ СКВАЖИНЫ ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ		
Заголовок файла: 1. название месторождения; 2. номер куста и скважины; 3. координаты устья географические и в прямоугольной системе;		Два раза в сутки до активной фазы геонавигации; каждый замер (или согласно требованию инженера по

ДАННЫЕ		СРОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ И ШАГ ЗАПИСИ ДАННЫХ (НЕ БОЛЕЕ)
СОДЕРЖАНИЕ	ФОРМАТ	
1	2	3
4. альтитуда стола ротора, м; 5. общее магнитное склонение, град; 6. поправка на схождение меридианов, град; 7. используемая координатная система. Данные замеров в указанной очередности столбцов: 1. глубина измеренная, м; 2. зенитный угол, град; 3. азимут, град; 4. вертикальная глубина, м; 5. вертикальная глубина абсолютная, м; 6. смещение забоя ствола от устья в направлении С-Ю, м; 7. смещение забоя ствола от устья в направлении З-В, м; 8. интенсивность набора угла, (град/10м); 9. измерения акселерометров с оси Gx; 10. измерения акселерометров с оси Gy; 11. измерения акселерометров с оси Gz; 12. измерения магнетометра с оси Vx; 13. измерения магнетометра с оси Vy; 14. измерения магнетометра с оси Vz.	*.xls	геонавигации) во время геонавигации скважины
ДАННЫЕ КАРОТАЖА ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ		
1. Данные каротажа во время бурения (LWD) в цифровом формате.	*.las/*.dlis	Два раза в сутки до активной фазы геонавигации;
2. Графические планшеты в измеренных и вертикальных абсолютных глубинах (раздельно).	*.pdf/*.bmp/*.jpeg и т.п.	каждый замер (или согласно требованию инженера по геонавигации) во время геонавигации скважины

Телеметрическая информация предоставляется:

- при бурении важного участка скважины (приземление, риск выхода из целевого интервала и т.п.) с изменением параметров (набор/сброс зенитного, азимутального угла) в случае необходимости снятие замеров производится каждую «трубку» 9-12м (по команде инженера по геонавигации);
- при бурении не критичных интервалов (со стабилизацией, геометрическое бурение) допускается снятие замеров инклинометрии не более одного замера на свечу 18-24м;
- после начала активной фазы геонавигации – в зависимости от интервалов долбления между снятиями замеров (каждую бурильную трубу, каждую свечу бурильных труб, если от инженера по геонавигации не поступало иных указаний);
- окончательные данные каротажа из памяти прибора предоставляются не позднее 48 часов с момента подъёма КНБК по окончании бурения скважины или в более короткий срок в соответствии с условиями договора на предоставление телеметрической информации.

4.3. ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

4.3.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ИНФОРМАЦИИ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объемы информации ГТИ при строительстве и реконструкции скважин определяются техническими условиями к договору на оказание услуг по строительству и реконструкции скважин.

Требования к содержанию и формату геологической и технологической составляющих данных ГТИ:

- наименование файлов должно отражать название месторождения, номер куста и скважины, интервал записи (начало и конец);
- данные должны предоставляться с нарастанием по глубине;
- данные газокаротажа и описания шлама должны предоставляться с начала активной фазы геонавигации (не допускается объединение данных различных записей газокаротажа и описания шлама, например при перебурировании);
- данные газокаротажа и описания шлама в обязательном порядке должны содержать газопоказания C1-C5, iC4, iC5, макроанализ шлама, фото ЛБА и шлама. Если изокомпоненты iC4, iC5 не регистрируются оборудованием на станции ГТИ, то должно быть составлено соответствующее примечание;
- контактный телефон партии ГТИ для оперативной связи и адрес электронной почты;
- газокаротаж должен быть увязан со шламом;
- Должны содержать описание проблем в соответствующих вкладках с данными и интервалах бурения.

Формат предоставления данных ГТИ приведён в [Приложении 8](#).

4.3.2. ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

При строительстве новых горизонтальных скважин и реконструкции скважин методом бурения ЗБС необходимо строго соблюдать порядок и объем предоставления геолого-технологической информации ([Приложение 8](#)).

Подрядчик по предоставлению ГТИ обязан предоставлять информацию по геологическим и частично технологическим данным, полученную при бурении ГС/БГС, по электронной почте в соответствии с утвержденным списком рассылки из списка контактов ([Приложение 3](#)) и по каналам систем передачи данных в реальном времени (при технической возможности) в соответствии с Технологическим регламентом Компании «Использование лицензионного программного обеспечения «Удаленный мониторинг бурения» № ПЗ-04 ТР-0001.

Подрядчик по предоставлению ГТИ обязан производить проверку и/или калибровку хроматографа при каждом монтаже станции ГТИ, до активной фазы геонавигации. Проверку и/или калибровку хроматографа рекомендуется повторно выполнять перед вскрытием целевого пласта во время отсутствия циркуляции (технологическое СПО и прочие работы) с целью избегания пропуска записи данных.

Проверка и/или калибровка хроматографа также необходима при поступлении не информативных данных ГТИ. Инженер по анализу данных ГТИ в таком случае обязан незамедлительно сообщить подрядчику по ГТИ об инциденте.

Типовые таблицы данных оперативного анализа ГВС с технологическими параметрами, описания шлама и результатов ЛБА в совокупности с фотографированием шлама и его вытяжек представлены в [Приложении 8](#).

Геолого-технологическая информация предоставляется подрядчиком по предоставлению ГТИ:

- до начала активной фазы геонавигации - два раза в сутки (если не оговорена и не зафиксирована в акте - наряде работ на скважину другая периодичность предоставления данных с СП ОГ, отвечающим за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС);
- после начала активной фазы геонавигации – в зависимости от интервалов долбления между снятиями замеров (каждую бурильную трубу или каждую свечу бурильных труб).

4.4. ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

4.4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Объемы геофизической информации при строительстве и реконструкции скважин определяются техническими условиями к договору на оказание услуг по производству ГИС.

4.4.2. ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

При строительстве новых горизонтальных скважин и реконструкции скважин необходимо строго соблюдать порядок и объем предоставления геофизической информации (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**4).

Подрядчик по ГИС обязан предоставлять информацию, полученную в результате проведения ГИС, по электронной почте в соответствии с утвержденным списком рассылки из листа контактов ([Приложение 3](#)).

Таблица 4
Объем и порядок предоставления геофизической информации

ДАННЫЕ		СРОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ И ШАГ ЗАПИСИ ДАННЫХ (НЕ БОЛЕЕ)
СОДЕРЖАНИЕ	ФОРМАТ	
1	2	3
Инклинометрия скважины		В соответствии со сроками и частотой измерений, утвержденными в договоре на оказание услуг на производство ГИС
Заголовок:	*.xls	
1. альтитуда стола ротора, м;		
2. общее магнитное склонение, град;		
3. поправка на схождение меридианов, град.		
Данные замеров в указанной очередности столбцов:		
1. глубина измеренная, м;		
2. зенитный угол, град;		
3. азимут, град;		
4. вертикальная глубина, м;		
5. вертикальная глубина абсолютная, м;		
6. смещение забоя ствола от устья в направлении СЮ, м;		
7. смещение забоя ствола от устья в направлении ЗВ, м;		
8. интенсивность набора угла, град/10м.		
Данные ГИС		
1. Предварительные и окончательные данные ГИС в цифровом формате.	*.las,dlls	
Интерпретация данных ГИС		
1. Предварительное и окончательное заключение по интерпретации данных ГИС в цифровом формате;	*.las	
2. Предварительное и окончательное заключение по интерпретации данных ГИС в табличном формате.	*.xls	
3. Графические планшеты в измеренных и вертикальных абсолютных глубинах (раздельно).	*.pdf *.bmp *.jpeg и т.п.	

4.5. ОБЪЕМ И ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРОТАЖА ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ

4.5.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ИНФОРМАЦИИ ПО ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРОТАЖА ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ

Объем информации во время бурения зависит от имеющегося комплекса каротажа во время бурения скважины и должен быть прописан в договоре на оказание услуг по интерпретации каротажа во время бурения.

4.5.2. ПОРЯДОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРОТАЖА ВО ВРЕМЯ БУРЕНИЯ

В соответствии с условиями договора на оказание услуг по интерпретации каротажа во время бурения возможно предоставление результатов интерпретации каротажа во время бурения:

- между снятиями замеров (каждую бурильную трубу или каждую свечу бурильных труб) в зависимости от интервалов долбления;
- несколько раз в сутки в установленное время (в соответствии с условиями договора);
- единоразово по завершению бурения горизонтального ствола по данным каротажа во время бурения;
- единоразово по данным каротажа из памяти прибора после предоставления СО ННБ окончательных данных каротажа из памяти прибора.

Помимо качественной и количественной оценки вскрытого интервала интерпретатор геофизических исследований скважин должен производить контроль качества данных каротажа во время бурения. При обнаружении проблем с качеством данных каротажа информация отражается в примечаниях на графическом планшете с результатами оперативной интерпретации данных каротажа во время бурения.

После получения окончательных данных каротажа из памяти прибора производится уточнение результатов интерпретации, детальный анализ качества данных каротажа. Объем, порядок и шаг предоставляемой информации по интерпретации каротажа во время бурения указан в Таблице 5.

Таблица 5
Объем и порядок предоставления информации по интерпретации каротажа во время бурения

ДАННЫЕ		СРОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ И ШАГ ЗАПИСИ ДАННЫХ (НЕ БОЛЕЕ)
СОДЕРЖАНИЕ	ФОРМАТ	
1	2	3
Интерпретация данных каротажа во время бурения:		
1. Оперативное и окончательное заключение по интерпретации данных каротажа во время бурения и из памяти прибора в цифровом формате.	*.las, dlis *.jpeg/*.pdf/*.bmp *.xls	В соответствии со сроками, утвержденными в договоре на оказание услуг по
2. Графические планшеты оперативной и окончательной интерпретации данных	*.docx	

ДАННЫЕ		СРОК ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ И ШАГ ЗАПИСИ ДАННЫХ (НЕ БОЛЕЕ)
СОДЕРЖАНИЕ	ФОРМАТ	
1	2	3
каротажа во время бурения и из памяти прибора в измеренных глубинах. 3. Оперативное и окончательное заключение по интерпретации данных каротажа из памяти прибора в табличном формате. 4. Окончательный отчет по интерпретации данных каротажа из памяти прибора.		интерпретации каротажа во время бурения

4.6. НЕШТАТНЫЕ СИТУАЦИИ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ БУРЕНИЯ ГС/БГС

Данный раздел содержит основные нештатные ситуации, возникающие во время геологического сопровождения бурения транспортного и горизонтального ствола ГС/БГС и оказывающие значительное влияние на результат геологического сопровождения бурения, а также порядок действий при их возникновении.

4.6.1. ПОТЕРЯ КОЛЛЕКТОРА

В случае отсутствия (потери) коллектора при бурении горизонтального ствола на протяжении интервала, указанного в геологическом проекте на бурение ГС/БГС, инженер по геонавигации останавливает дальнейшее углубление скважины (бокового ствола) до принятия коллегиального решения о дальнейших действиях соответствующего СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) и СП ОГ, ответственного за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС. Коллегиальное решение о дальнейших действиях по углублению скважины вносятся в команду по геонавигации и оперативно доводятся до СО ННБ.

4.6.2. РИСК ПОТЕРИ СТВОЛА

В случае возникновения риска потери всего или части горизонтального (транспортного) ствола по геологическим или технологическим причинам дальнейшее углубление скважины (бокового ствола) останавливается для проведения геолого-технического совета и выработки дальнейших действий.

4.6.3. РИСКИ ВЫХОДА ЗА ПРЕДЕЛЫ ДОПУСТИМОГО КОРИДОРА БУРЕНИЯ

Пределы допустимого коридора бурения по вертикали и горизонтали от плановой траектории скважины указываются в ГП на бурение ГС/БГС. В случае если фактическая траектория скважины выходит за данный коридор бурения по каким-либо причинам, инженер по геонавигации имеет право остановить дальнейшее углубление скважины (бокового ствола) до выяснения причин отклонения и разработки мероприятий по их устранению.

4.6.4. НЕВЫПОЛНЕНИЕ КОМАНД НА БУРЕНИЕ ПРИ СОВЕРШЕНИИ МАНЕВРА

В случаях если:

- при бурении транспортного ствола не обеспечивается выход на плановую точку Т1 с заданными параметрами траектории скважины;
- не обеспечивается возврат горизонтального ствола в целевой интервал при выходе за его пределы на протяжении 50м по стволу;
- не выполняются команды инженера по геонавигации на дальнейшее бурение скважины более трех замеров;
- значение зенитного (азимутального) угла в проекции на долото не подтверждается тремя последовательными замерами траектории,

инженер по геонавигации имеет право остановить дальнейшее углубление скважины (бокового ствола) до выяснения причин отклонения и разработки мероприятий по их устранению.

4.6.5. НАРУШЕНИЕ КОММУНИКАЦИИ

Инженер по геонавигации или работник СП ОГ, ответственного за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, имеет право остановить дальнейшее углубление скважины (бокового ствола) при бурении горизонтального (транспортного) ствола в следующих случаях:

- отсутствует прямая связь (телефонная, электронная почта, передача данных в режиме реального времени по протоколам WITS0/ML и т. п.) с буровой;
- не предоставляются данные замеров траектории скважины, каротажа в процессе бурения или ГТИ;
- предоставляются данные замеров траектории скважины, каротажа в процессе бурения или ГТИ в объеме и формате, не соответствующим требованиям подраздела 4.3. настоящего Положения;
- отсутствует согласованная плановая траектория, обеспечивающая выход горизонтального (транспортного) ствола на заданные геологические цели;
- не произведена запись каротажа в заданном интервале перекрытия при спуске КНБК на бурение в соответствии с требованиями настоящего Положения (раздел 4.1.3, 4.1.4);
- нарушена работа систем передачи данных в режиме реального времени (при наличии данного оборудования на месте проведения работ).

5. ПОДГОТОВКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА И ПРОТОКОЛА ИЗМЕНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН И БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТВОЛОВ

5.1. ЦЕЛИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА

Главная цель геологического проектирования бурения ГС/БГС – обеспечить инженерно-техническое обоснование эффективного вовлечения в разработку запасов углеводородов на месторождениях Компании, как новых, так и уже разрабатываемых, с применением современных технологий, накопленного опыта проектирования и геологического сопровождения бурения при минимизации геологических рисков.

Геологическое проектирование бурения ГС/БГС позволяет решить следующие задачи:

- создание целостного и достоверного представления о геологическом строении участка залежи, на котором планируется бурение ГС/БГС;
- выбор оптимальной траектории горизонтального участка скважины (бокового ствола) с целью обеспечения максимального дебита нефти и вовлечения в разработку остаточных извлекаемых запасов, не вырабатываемых существующим фондом скважин;
- описание возможных геологических рисков с целью уменьшения их влияния на эффективность проводки ГС/БГС.

Геологический проект на бурение ГС/БГС может являться основой для разработки проектной документации и планов работ на строительство и реконструкцию скважин.

5.2. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА И ПРОТОКОЛА НА ИЗМЕНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА

Содержание и оформление геологического проекта на бурение ГС/БГС должно полностью соответствовать требованиям настоящего Положения. Контроль качества и согласование геологических проектов на бурение ГС/БГС осуществляется работниками соответствующего СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности).

5.2.1. СОДЕРЖАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТА НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА

Геологический проект на бурение ГС/БГС должен включать в себя следующие разделы:

Титульный лист.

Титульный лист должен содержать информацию о дате подготовки геологического проекта на бурение ГС/БГС и перечень согласующих (утверждающих) лиц с указанием даты

согласования, а также основные сведения о ГС/БГС (наименование ОГ, месторождения, номер куста и скважины, тип и назначение скважины (например, добывающая горизонтальная с многостадийными гидроразрывами пласта и пилотным стволом), целевой пласт и тип его коллектора (терригенный, карбонатный)).

1. Геологические цели.

Раздел должен содержать описание (глубина по стволу, зенитный и азимутальный углы) геологических целей пилотного и горизонтального стволов в соответствии с плановой траекторией, а также при необходимости пояснение глубины пилотного ствола и глубины забоя транспортного ствола (глубины спуска ЭК).

2. Определение границ целевого интервала.

Раздел должен содержать указание границ целевого интервала в каждой опорной скважине, а также необходимые примечания, поясняющие отличия целевого интервала между опорными скважинами, а также основные геологические неопределенности.

3. Геологические задачи и стратегия бурения.

Раздел должен описывать задачи, которые необходимо решить при геологическом сопровождении бурения ГС/БГС, а также стратегию, которой необходимо придерживаться при бурении ГС/БГС.

Геологическими задачами могут являться как плановая эффективность проводки горизонтального ствола, так и выполнение других условий, влияющих на успешность бурения, заканчивания, освоения и последующей эксплуатации ГС/БГС:

- посадка БЭК с заданным зенитным/азимутальным углом и на необходимой абсолютной глубине или на определенном расстоянии от кровли пласта и т. п.;
- соблюдение заданной интенсивности кривизны ствола;
- соблюдение угла вскрытия проблемных интервалов, характер вскрытия целевого интервала;
- маневры по доразведке (при проведении доразведки в ГС, БГС необходимо указывать интервал по стволу, где запланирован маневр).

В разделе приводится перечень геологических задач и соответствующие им веса, сумма весов всех геологических задач должна быть равна 1.

Стратегия бурения ГС/БГС должна содержать четкое и однозначное описание действий при геологическом сопровождении бурения транспортного и горизонтального ствола. Стратегия бурения не должна противоречить геологическим целям, приведенным ранее, и должна включать следующие пункты:

- начало активной фазы геонавигации (глубина по стволу);
- стратегия посадки БЭК (при бурении ГС, МЗС, МЗС);
- положение БЭК относительно кровли целевого интервала/стратиграфической кровли;
- зенитный угол вскрытия кровли целевого интервала;

- несколько вариантов развития событий (при бурении в районах с высокими геологическими рисками);
- технологические риски;
- отметки флюидных контактов ВНК, ГНК;
- критические абсолютные отметки, ниже которых бурение горизонтального ствола не производить;
- допустимый интервал бурения в неколлекторе;
- допустимая интенсивность набора зенитного/азимутального угла;
- наличие маневров для изучения структуры и свойств пласта;
- граничные значения по методам каротажа (коллектор/неколлектор, «нефть-вода»).

4. Программа исследований в скважине.

Раздел должен содержать описание комплекса каротажа во время бурения с указанием методов ГИС и интервалов записи, программы ГИС в открытом стволе с указанием методов каротажа, интервалов отбора керна в пилотном, транспортном и горизонтальном стволах.

5. Обоснование проницаемости в целевом интервале.

Раздел должен содержать обоснование проницаемости в зоне бурения скважины в соответствии с данными по опорным скважинам (исследования керна, интерпретация ГИС, промысловые данные, ГДИС).

6. Прогноз технических показателей эксплуатации проектной скважины.

Раздел должен содержать обоснование запускного дебита нефти или газа скважины в сравнении с показателями, утвержденными в бизнес-плане ОГ, с указанием параметров, используемых для расчета.

5.2.2. ПРИЛОЖЕНИЯ К ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЕКТУ НА БУРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА

При формировании геологического проекта необходимо подготовить следующие приложения:

1. Структурная карта кровли пласта.

Масштаб структурной карты кровли целевого пласта должен обеспечивать наглядное отображение района бурения ГС/БГС, а шаг изолиний и цветовая заливка – четкое восприятие изменения отображаемого параметра.

Структурная карта кровли целевого пласта должна содержать следующую информацию:

- внешние и внутренние контуры ВНК, ГНК, ГВК;
- траектории пробуренных скважин, эксплуатирующих целевой пласт, с обозначением номеров скважин и указанием значений параметра, отображаемого на карте (для всех скважин, вскрывающих целевой пласт) в точках пластопересечений;

- траекторию проектной ГС/БГС с нанесением точек Т1, Т3, Р3 а также точки пластопересечения пилотного ствола;
- местоположение соседних проектных скважин (добывающих и нагнетательных);
- местоположение фактических (при необходимости проектных) кустов;
- масштаб и направление на картографический север;
- линии геологических профилей, проходящих через точки пластопересечений скважин, представленных в схеме межскважинной корреляции;
- дополнительную информацию (например, разрывные нарушения, лицензионные границы, зоны замещений и т.д.);
- информацию о скважинах, которые не участвовали в построении структурной карты кровли целевого пласта.

Траектории пробуренных скважин должны быть отмечены черным цветом, а плановая траектория ГС/БГС - красным цветом, проектный фонд – другими цветами.

2. Геологический разрез вдоль профиля проектного ствола.

Геологический разрез должен содержать следующую информацию:

- распределение литологии, проницаемости, насыщенности с указанием ГНК, ВНК, ГВК;
- проектную траекторию пилотного ствола с обозначением точки пересечения с кровлей целевого пласта, начала маневра по доразведки (при наличии), а также конечного забоя с указанием их абсолютных отметок;
- проектную траекторию горизонтального ствола с нанесением геологических целей (Т1, Т2, М1, Т3, Р3) и их абсолютных отметок;
- отображение кривых каротажа минимум для одной из опорных скважин, подтверждающих корректность геологического разреза;
- плановую точку установки БЭК с указанием глубины по стволу, зенитного угла, абсолютной отметки (для ГС);
- схематичное расположение муфт ГРП (пакеров, фильтров).

3. Схема межскважинной корреляции.

Схема межскважинной корреляции должна отображать опорные скважины и соответствовать линии геологического профиля, отображенной на картах.

Схема межскважинной корреляции должна быть представлена:

- в истинных (абсолютных) глубинах;
- с выравниванием по кровле целевого пласта (интервала);
- корреляционные схемы должны быть представлены в стандартных масштабах (например, 1:200, 1:500, 1:1000).

При необходимости количество схем межскважинной корреляции (геологических профилей) может быть увеличено до двух и более (например, вдоль и поперек направления бурения горизонтального ствола).

Схема межскважинной корреляции должна содержать следующую информацию:

- кривые ГИС, наиболее полно описывающие ФЕС и характер насыщения целевого пласта (интервала);
- кривые ГК и УЭС, нейтронного и плотностного каротажей при их наличии;
- указание абсолютных и измеренных глубин;
- распределение литологии, проницаемости и характера насыщения согласно окончательному заключению по интерпретации ГИС;
- уровни ГНК, ВНК, ГВК и, при необходимости, границы переходных зон;
- обозначение целевого пласта (интервала) по всем скважинам;
- обозначение интервала установки БЭК проектной ГС на планшете каждой из опорных скважин.

4. Карты текущих и накопленных отборов.

Карта текущих отборов по целевому пласту в районе бурения ГС/БГС должна быть наложена на карту производства эффективной проницаемости на эффективную толщину.

Пузырьковая карта накопленных отборов по целевому пласту в районе бурения ГС/БГС должна быть наложена на карту остаточных нефтенасыщенных толщин с отображением расчетного радиуса распространения фронта нагнетаемой воды от окружающих нагнетательных скважин.

5. Плановые траектории пилотного и горизонтального ствола.

Результаты расчетов плановой инклинометрии в табличном виде, начиная от устья, с указанием точки привязки/срезки по отношению к основному стволу, глубины спуска обсадных колонн всех типоразмеров, глубины спуска погружного оборудования, геологических целей. Также дополнительно к плановой траектории должна быть добавлена конструкция скважины, представленная в виде схематичного изображения с указанием глубин спуска колонн и хвостовиков, а также других основных элементов конструкции (цементировочные муфты, заколонные пакеры, порты ГРП и т.п.)

6. Определение объема дополнительной информации к геологическому проекту на бурение ГС/БГС.

Дополнительная информация, которая может быть включена в геологический проект при необходимости:

- карты пористости, проницаемости целевого пласта;
- карта пластового давления;
- отчет по риску пересечения стволов (проектной ГС/БГС с ранее пробуренными скважинами);
- данные сейсморазведки;
- вертикальные и/или горизонтальные разрезы глубинных или временных кубов, карты атрибутов;

- кроссплоты волновых сейсмических отражений "время"/ "глубина" ОСГ, по которому приводится увязка данных сейсмики со структурным планом целевого пласта;
- среднеквадратическое отклонение контрольных скважин от прогнозной сейсмической поверхности;
- карты времен, глубин и скорости горизонта.

5.2.3. СОДЕРЖАНИЕ, ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ ПРОТОКОЛА ИЗМЕНЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНЫ/БОКОВОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТВОЛА

Требования к оформлению протокола изменения траектории ГС/БГС идентичны требованиям к оформлению геологического проекта на бурение ГС/БГС настоящего Положения (раздел 5.2 настоящего Положения).

Протоколом изменения траектории ГС/БГС обосновываются и утверждаются изменения, полученные во время строительства скважины, например, по результатам бурения пилотного или транспортного ствола. ПИТ должен включать в себя следующую информацию, уточненную с учетом новых данных:

- основные сведения (дата редакции; наименование ОГ, месторождения; номер куста, скважины; тип и назначение скважины; тип коллектора);
- причина пересмотра плановой траектории;
- геологические цели;
- обоснование интервала спуска ЭК в ГС;
- определение границ целевого интервала в опорных скважинах;
- геологические задачи и стратегия бурения ГС/БГС;
- программа ГИС;
- структурная карта кровли целевого пласта;
- геологический разрез вдоль профиля проектного ствола (литология);
- схема межскважинной корреляции по опорным скважинам;
- плановая траектория горизонтального ствола в табличном виде.

Протокол изменения траектории ГС/БГС разрабатывается СП ОГ, ответственным за геологическое сопровождение бурения ГС/БГС, с привлечением КНИПИ. Протокол изменения траектории ГС/БГС должен быть согласован с соответствующим СП ПАО «НК «Роснефть» (в зависимости от направления деятельности) и утвержден главным геологом и заместителем руководителя ОГ по бурению не позднее трех календарных дней до начала бурения.

Протокол изменения траектории ГС/БГС разрабатывается в следующих случаях:

- по результатам бурения пилотного или транспортного ствола получили не подтверждение геологии, ФЕС пласта, нефтенасыщения;
- изменение целевого интервала;
- существенного изменения целей горизонтального ствола по латерали (более чем на 200м);

- изменения положения кровли целевого интервала по вертикали более чем на 10 м;
- изменения конструкции скважины, например с МЗС на ГС, или с ГС на БГС;
- другие существенные изменения начального представления о районе бурения.

Пример содержания и оформления протокола изменения траектории приведен в [Приложении 2](#).

6. ССЫЛКИ

1. РД 153-39.0-072-01 Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах.
2. РД 153-39.0-069-01 Техническая инструкция по проведению геолого-технологических исследований нефтяных и газовых скважин.
3. Технологический регламент Компании «Использование лицензионного программного обеспечения «Удаленный мониторинг бурения» № ПЗ-04 ТР-0001 версия 3.00, утвержденный приказом ПАО «НК «Роснефть» от 19.07.2019 № 368.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 6
Перечень Приложений к Положению Компании

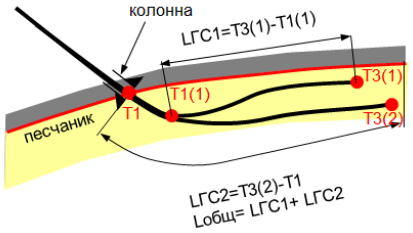
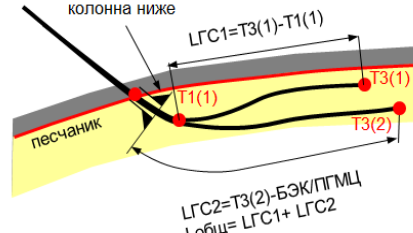
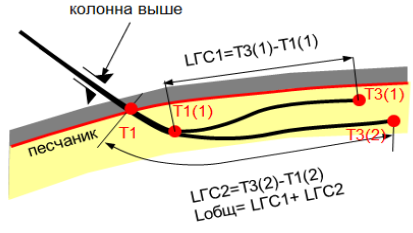
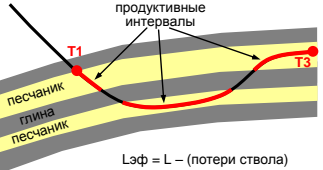
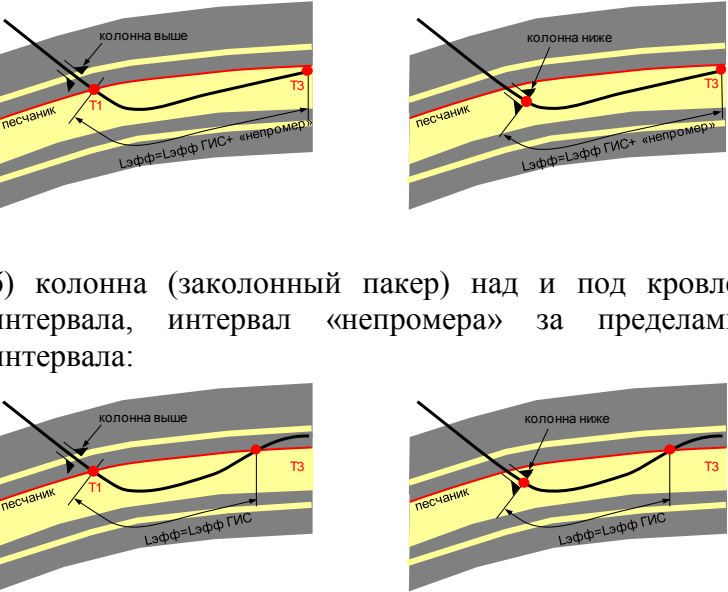
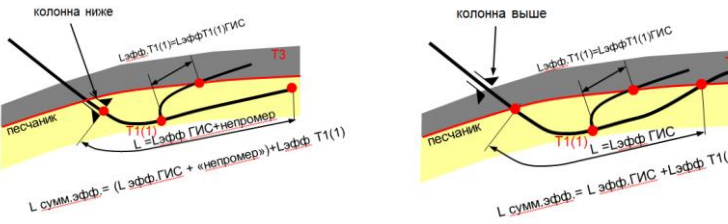
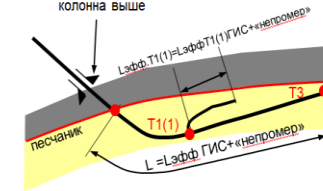
НОМЕР ПРИЛОЖЕНИЯ	НАИМЕНОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ	ПРИМЕЧАНИЕ
1	2	3
1.	Геологический проект на бурение горизонтальной скважины/бокового горизонтального ствола (Шаблон и пример оформления)	Приложено отдельным файлом в формате ZIP
2.	Протокол изменения траектории горизонтальной скважины/бокового горизонтального ствола (Шаблон и пример оформления)	Приложено отдельным файлом в формате ZIP
3.	Список контактов специалистов, участвующих в геологическом сопровождении бурения ГС/БГС. (Шаблон и пример оформления)	Приложено отдельным файлом в формате xls
4.	Команда по геонавигации (Шаблон и пример оформления)	Приложено отдельным файлом в формате ZIP
5.	Финальный отчет о геологическом сопровождении бурения ГС/БГС (Шаблон и пример оформления)	Приложено отдельным файлом в формате ZIP
6.	Петрофизический планшет (Шаблон и пример оформления)	Приложено отдельным файлом в формате JPG
7.	Инклинометрия скважины (Шаблон и пример оформления)	Приложено отдельным файлом в формате xls
8.	Данные ГТИ Шаблон оформления	Приложено отдельным файлом в формате xls
9.	Определения и графические пояснения терминов, используемых при геологическом сопровождении бурения горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов	Включено в настоящий файл
10.	Инклинометрия скважины (полный формат) (Шаблон и пример оформления)	Приложено отдельным файлом в формате xls

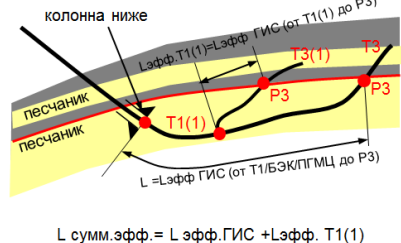
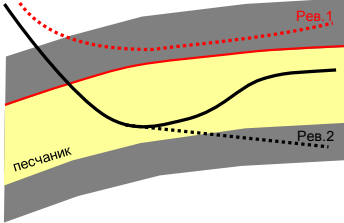
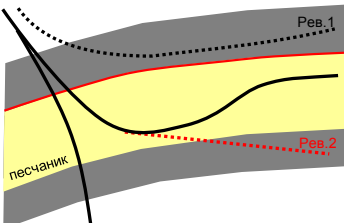
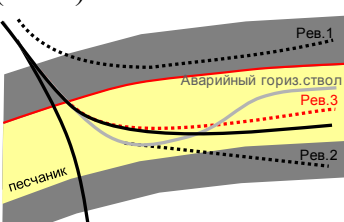
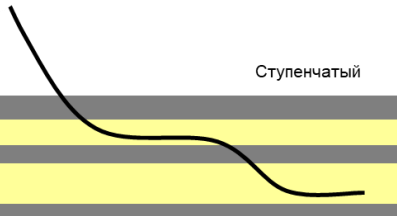
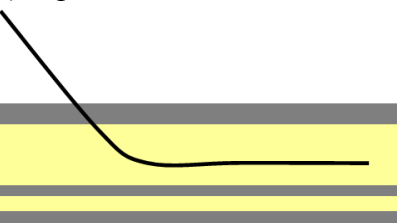
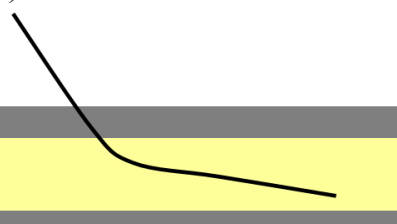
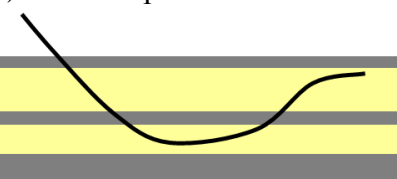
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ГРАФИЧЕСКИЕ ПОЯСНЕНИЯ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СОПРОВОЖДЕНИИ БУРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН И БОКОВЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СТОЛОВ

Определения и графические пояснения терминов, используемых при геологическом сопровождении бурения ГС/БГС Таблица 7

№	ТЕРМИН	ГРАФИЧЕСКОЕ ПОЯСНЕНИЕ	ОБЪЯСНЕНИЯ
1	2	3	4
1.	Целевой интервал		Интервал пласта, выбранный для заложения ГС/БГС для обеспечения наиболее полной выработки извлекаемых запасов нефти рассматриваемого объекта разработки и/или достижения максимальной продуктивности скважины.
2.	Цели (геологические цели)		Координаты X, Y, Z основных точек горизонтального ствола ГС/БГС, необходимые для проектирования оптимального местоположения и размещения горизонтального ствола скважины внутри целевого продуктивного интервала с учетом текущих геологических представлений для обеспечения наиболее полной выработки извлекаемых запасов нефти рассматриваемого объекта разработки и достижения максимальной продуктивности скважины.
3.	Пилотный ствол		Ствол скважины, бурение которого проводится в непосредственной близости от проектного горизонтального ствола ГС/БГС до начала его бурения с целью получения новой геолого-геофизической информации о состоянии пласта в районе предполагаемого бурения (свойства и строение пласта, текущий характер насыщенности). После проведения ГИС, как правило, пилотный ствол подлежит ликвидации.
4.	Транспортный ствол		Ствол скважины, бурение которого проводится до начала бурения горизонтального ствола скважины или после ликвидации пилотного ствола. Представляет собой наклонно-направленную секцию набора угла для обеспечения последующего оптимального размещения горизонтального участка внутри целевого пласта (интервала).
5.	Точка T1		Точка пересечения ствола скважины с кровлей целевого пласта (интервала).
6.	Точка T2		Точка траектории горизонтального участка, где происходит первое после точки T1 выполаживание по зенитному углу, либо, в случае пологой траектории, первая от T1 реперная точка, после которой запланировано значительное уменьшение пространственной интенсивности искривления.
7.	Точка T3		Точка фактического окончательного забоя горизонтального участка горизонтальной скважины и бокового горизонтального ствола, с учетом всех маневров по доразведки участка бурения и удлинению ствола скважины.
8.	Точка P3		Точка планового забоя горизонтального участка ГС/БГС в случае наличия запланированного маневра по доизучению района бурения. При отсутствии маневров по доразведки и удлинению планового забоя горизонтальной секции точки T3 и P3 приравниваются (P3=T3).

№	ТЕРМИН	ГРАФИЧЕСКОЕ ПОЯСНЕНИЕ	ОБЪЯСНЕНИЯ
1	2	3	4
9.	Точки М1, М2, М3 и т.д.		Промежуточные точки между точками Т2 и Т3, фиксирующие дополнительные точки перегиба для описания сложной траектории ствола скважины.
10.	Длина горизонтального ствола	<p>а) колонна посажена в точку Т1:</p> <p>б) колонна (заколонный пакер) посажена выше или ниже точки Т1:</p>	Общая длина горизонтального ствола от БЭК, цементировочной муфты или кровли целевого пласта до забоя скважины в зависимости от конструкции скважины.
11.	Длина горизонтального участка скважин с двухколонной конструкцией		Общая длина горизонтального ствола от точки входа в целевой интервал (Т1) и до окончательного финального забоя Т3.
12.	Длина горизонтального участка для многозабойных скважин	<p>а) колонна (заколонный пакер) посажена выше точки Т1</p> <p>б) колонна (заколонный пакер) посажена в точку Т1</p> <p>в) колонна (заколонный пакер) посажена ниже Т1</p>	<p>Общая длина основного и боковых горизонтальных стволов от БЭК, цементировочной муфты, кровли целевого пласта или точки срезки до забоя в зависимости от конструкции скважины</p> <p>На скважина с многозабойной конструкцией общая длина основного ствола горизонтального ствола рассчитывается от БЭК, цементировочной муфты или кровли целевого пласта (Т1) и до окончательного финального забоя Т3. Длина боковых стволов рассчитывается от точки срезки с основным стволом до забоя, бокового ствола Т3(1). Общая длина скважины рассчитывается, как сумма длин всех стволов.</p>

№	ТЕРМИН	ГРАФИЧЕСКОЕ ПОЯСНЕНИЕ	ОБЪЯСНЕНИЯ
1	2	3	4
13.	Длина горизонтального участка для скважин с многоствольной конструкцией	<p>а) колонна (заколонный пакер) посажена в точку Т1</p>  <p>б) колонна (заколонный пакер) посажена ниже Т1</p>  <p>в) колонна (заколонный пакер) посажена ниже Т1</p> 	Суммарная длина горизонтальных стволов от БЭК, цементировочной муфты, кровли целевого пласта, точки срезки до забоя стволов скважины.
14.	Эффективная длина ствола	<p>а) колонна (заколонный пакер) над и под кровлей целевого интервала, интервал «непромера» в пределах целевого интервала:</p>  <p>б) колонна (заколонный пакер) над и под кровлей целевого интервала, интервал «непромера» за пределами целевого интервала:</p> 	Суммарная длина продуктивных интервалов пласта, вскрытых горизонтальным стволом.
15.	Эффективная длина ствола для многозабойных скважин	<p>а) колонна (заколонный пакер) под и над кровлей целевого интервала, интервал «непромера» по основному в пределах целевого интервала и за его пределами, в боком стволе за пределами целевого интервала:</p>  <p>б) колонна (заколонный пакер) над и под кровлей целевого интервала, интервал «непромера» в основном и боков стволе в пределах целевого интервала:</p>  <p>в) колонна (заколонный пакер) под кровлей целевого интервала, маневры по доразведки целевого интервала в боковом и в</p>	Суммарная длина продуктивных интервалов пласта, вскрытая основным горизонтальным стволом и боковыми горизонтальными стволами.

№	ТЕРМИН	ГРАФИЧЕСКОЕ ПОЯСНЕНИЕ	ОБЪЯСНЕНИЯ
1	2	3	4
		<p>основном горизонтальном стволе</p>  <p>$L_{\text{сумм.эфф.}} = L_{\text{эфф. ГИС}} + L_{\text{эфф. Т1(1)}}$</p>	
16.	Эффективная длина ствола без сопровождения бурения	<p>а) в отсутствие пилотного ствола (Рев.1):</p>  <p>б) при наличии пилотного ствола (Рев.2):</p>  <p>в) при наличии аварийного предыдущего горизонтального ствола (Рев.3):</p> 	<p>Оценочная эффективная длина, рассчитанная по первоначальной (из геологического проекта на ГС/БГС) плановой траектории горизонтального ствола с учетом фактического геологического разреза, построенного по результатам бурения.</p> <p>Оценочная эффективная длина, рассчитанная по плановой траектории горизонтального ствола с учетом фактического геологического разреза, построенного по результатам бурения пилотного ствола.</p> <p>Оценочная эффективная длина, рассчитанная по плановой траектории горизонтального ствола с учетом фактического геологического разреза, построенного по результатам бурения предыдущего горизонтального ствола скважины.</p>
17.	Основные типы профиля ГС/БГС	<p>а) Ступенчатый:</p>  <p>б) горизонтальный:</p>  <p>в) Ровнонаклонный:</p>  <p>г) Волнообразный:</p> 	<p>Горизонтальный ствол скважины, с несколькими участками стабилизации зенитного угла, напоминающий лестницу.</p> <p>Профиль горизонтального ствола, который пересекает весь целевой пласт сверху вниз (или наоборот) с постоянным зенитным углом.</p> <p>Профиль горизонтального ствола, который пересекает весь целевой пласт сверху вниз (или наоборот) по синусоиде.</p>