

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 21.05.03 Технология геологической разведки
 (Геофизические методы исследования скважин)
 Отделение геологии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
Комплекс геофизических исследований скважин для доразведки месторождения Кожасай (Республика Казахстан)

УДК 550.83:553.98(574)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2281	Слоквенко Владимир Валерьевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ростовцев В.В.	Кандидат. г.- М.Н.,		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т. Г.	Канд. э. н.,		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева И. И.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Геофизические методы исследования скважин	Соколов С. В.	К.Г-М.Н.		

2023 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в профессиональной деятельности
P2	Анализировать основные тенденции правовых, социальных и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности, демонстрировать компетентность в вопросах здоровья и безопасности жизнедеятельности и понимание экологических последствий профессиональной деятельности
P3	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P4	Идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи с использованием современных образовательных и информационных технологий
P5	Разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, внедрять и эксплуатировать высокотехнологическое оборудование
P6	Ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте
P7	Применять знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации на проведение геологической разведки и осуществления этих проектов
P8	Определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике
P9	Планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов на основе современных методов моделирования и компьютерных технологий
P10	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности
P11	Проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых

	8. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Условное положение месторождений Кожасай, Жанажол и Алибекмола на карте Казахстана 2. Обзорная карта района работ 3. Структурные карты по кровле Коллектора 4. Разрез по скважинам на соседствующих друг с другом месторождениях Кожасай и Жанажол 5. Структурная карта по горизонту КТ-2 6. Условные обозначения 7. Натурная ФГМ 8. ФГМ детальных методов в типовом разрезе карбонатной толщи КТ-2 9. Каротажная сборка для общих исследований 10. Наземный регистрирующий комплекс «КАСКАД-1». 11. Палетка для литологического расчленения продуктивной пачки КТ-2 до нормализации. 12. Палетка для литологического расчленения продуктивной пачки КТ-2 после нормализации. 13. Пример выделения глинистых пропластков по общему комплексу ГИС 14. Выделение интервалов с высоким содержанием урана. Такие интервалы закрашены зеленым цветом 15. Пример выделения открытых трещин по данным FMI на кв.62 16. Уравнения Бурдайна для определения фазовой проницаемости 17. Монопольный, дипольный и квадрупольный режимы излучения 18. Различные виды колебаний и их распространение по стволу скважины 19. Изгибная волна 20. Волны, регистрируемые в волновом пакете, и их назначение 21. Разложение s-волны на ортогональные составляющие 22. Схема регистрации кросс-дипольного режима аппаратуры АК 23. Состав и режимы работы прибора кросс-дипольного ВАК 24. Планшет МРАЛ по 15 скважине Сидоровского месторождения 25. Сравнительный анализ анизотропии до и после ГРП 26. Расчет уровня шумового воздействия 27. Приложение А. Геолого-геофизический разрез скважины 122 месторождения Кожасай в интервале КТ-II

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
По геологической части	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения	Рыжакина Т. Г.
Социальная ответственность	Авдеева И. И.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: реферат	
Срок сдачи студентом выполненной работы	03.06.2023 г.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.03.2023 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ростовцев В.В.	Кандидат. г.- М. н.,		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2281	Слоквенко Владимир Валерьевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 114 страниц, 26 рисунков, 21 таблицы, 52 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: комплекс ГИС, открытый ствол, Восточно-Эмбинская нефтегазоносная область, месторождение Кожасай, Актюбинская область, подсолевые отложения, карбонатные коллекторы, трещинные коллекторы, физико-геологическая модель, кросс-дипольный акустический каротаж, интерпретация ГИС.

Объектом исследования является месторождение Кожасай.

Цель работы: Анализ, обоснование и выбор оптимального комплекса методов геофизических исследований скважин для решения разведочных задач на Кожасайском нефтегазоконденсатном месторождении

Было изучено геологическое строение месторождения, особенности тектонического строения района работ, особенности расположения коллекторов. Был осуществлен анализ результатов ранее проведенных геофизических исследований. На основании изученной информации и результатов проведенного анализа была составлена физико-геологическая модель для продуктивных интервалов карбонатной толщи КТ-II. На основании информации о степени разведанности месторождения было выбрано место заложения проектной скважины.

В результате исследования были составлены два комплекса ГИС, общий и детальный, решающие следующие задачи: литологическое расчленение и корреляция разреза; выделение коллекторов; дополнительная оценка фильтрационно-емкостных свойств пород; оценка характера насыщения и коэффициентов флюидонасыщенности. Была приведена методика интерпретации данных ГИС.

Самостоятельное исследование посвящено кросс-дипольному акустическому каротажу, а именно теории метода, анализу и сравнению аппаратуры для проведения исследований, и интерпретации метода.

В экономическом разделе проведен расчёт сметной стоимости проекта, которая составила 615239 рублей, а также проведена сравнительная оценка эффективности проекта.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены возможные вредные и опасные производственные факторы при выполнении геофизических работ. Даны рекомендации по снижению влияния вредных и опасных факторов на человека, предложены мероприятия по охране окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Essay

Final qualifying work includes 114 pages, 26 figures, 21 tables, 52 sources, 1 application.

Key words: well logging suite, openhole, East-Embian petroleum bearing region, Kozhasay oilfield, Aktobe region, subsalt formations, carbonate reservoirs, fractured reservoirs, physical-geological model, cross-dipole acoustic logging, geophysical interpretation.

The research object is Kozhasay oil and gas condensate field.

The purpose of this qualification work is to analyze, select and justify most optimal geophysical suite to perform geophysical exploration of Kozhasay oil and gas condensate field.

Deposit geology, tectonic structure and reservoir geological position were studied. Earlier geophysical explorations were analyzed. Physical-geological model of the pay zone was drawn up based on information studied and analysis results. Well location was chosen based on exploration maturity of the field.

As a result, two geophysical suites, basic and detailed, were composed both to perform such tasks as lithology differentiation and correlation, reservoir identification, estimation of reservoir properties and saturation. Log data interpretation methods were brought.

Special study was dedicated to cross-dipole acoustic logging, namely method theory, analysis and comparison of logging tools, interpretation.

In the economic section the cost of the work was calculated, which amounted to 615239 rubles and also effectiveness of the project was assessed.

The “Social Responsibility” section discusses possible harmful and dangerous production factors when performing geophysical work. Recommendations are given on reducing the impact of harmful and dangerous factors on humans; measures are proposed to protect the environment and safety in emergency situations.

Список сокращений

- НГО – нефтегазоносная область
- КТ – карбонатная толща
- МОГТ – метод общей глубинной точки
- МПВ – метод преломленных волн
- МСК – микросейсмокаротаж
- ЗМС – зона малых скоростей
- ВЧР – верхняя часть разреза
- ВСП – вертикальное сейсмическое профилирование
- СК – сейсмокаротаж
- ВНК – водонефтяной контакт
- УЭС – удельное электрическое сопротивление
- ГИС – геофизические исследования скважин
- СПО – спускоподъемная операция
- ПС – метод потенциалов самопроизвольной поляризации
- МЗ – метод микрокаротажного зондирования
- БК – метод бокового каротажа
- МБК – метод микробового каротажа
- БКЗ – боковое каротажное зондирование
- КВ – кавернометрия
- ГК – гамма-каротаж
- НГК – нейтронный гамма-каротаж
- ГГК – гамма-гамма каротаж
- АК – акустический каротаж
- ИК – индукционный каротаж
- СГК – селективный гамма-каротаж
- ИНК – импульсный нейтронный каротаж
- ННК – нейтрон-нейтронный каротаж
- ФЕС – фильтрационно-емкостные свойства
- ФГМ – физико-геологическая модель

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	12
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	13
1.1 Географо-экономический очерк района работ.....	13
2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ .	16
2.1. Геолого-геофизическая изученность района	16
2.1.1. Полевые геолого-геофизические исследования.....	16
2.1.2 Разведочное бурение.....	17
2.1.3 Опробование скважин.....	17
2.2 Геологическое строение района	18
2.2.1 Литолого-стратиграфическая характеристика	18
2.2.2 Тектоника	24
2.2.3 Нефтегазоносность.....	25
3. АНАЛИЗ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГИС.....	27
4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ	31
4.1 Цели и задачи ГИС	31
4.2 Обоснование объекта исследований (месторождений, участка месторождения, скважины).....	31
4.3 Физико-геологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.....	34
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ.....	39
5.1 Методика проектных геофизических работ	39
5.2 Интерпретация геофизических данных	48
6. КРОСС-ДИПОЛЬНЫЙ АКУСТИЧЕСКИЙ КАРОТАЖ.....	55
6.1. Введение	55
6.2 Теория кросс-дипольного метода.....	55
6.3 Скважинные приборы кросс-дипольного каротажа	58
6.4 Примеры применения кросс-дипольного каротажа	61

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	67
7.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	67
7.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	67
7.1.2. Анализ конкурентных технических решений	67
7.1.3 SWOT-анализ.....	69
7.2 Определение возможных альтернатив проведения исследования.....	71
7.3. Планирование научно-исследовательских работ.....	72
7.3.1. Структура работ в рамках научного исследования	72
7.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ	73
7.3.3 Разработка графика проведения работ.....	74
7.3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	79
7.3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ	79
7.3.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы.....	80
7.3.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	81
7.3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	82
7.3.4.5 Накладные расходы.....	83
7.3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	83
7.3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	84
8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	89
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	89
8.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны	90
8.1.2.1 Требования к компоновке рабочей зоны внутри каротажного подъемника	90
8.1.2.2 Требования по безопасному ведению геофизических работ в нефтяных и газовых скважинах	91
8.2. Производственная безопасность	92

8.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.....	93
8.2.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	94
8.2.3. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению	96
8.3 Экологическая безопасность	102
7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	107
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	108
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Геолого-геофизический разрез скважины 122 месторождения кожасай в интервале кг-ii.....	112

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос разработки карбонатных коллекторов на современном этапе освоения месторождений стоит очень остро. Причиной этому является рост доли карбонатных коллекторов с промышленной нефтеносностью в общем балансе запасов нефти за счет истощения легко разрабатываемых терригенных коллекторов. Тенденция истощения карбонатных коллекторов прослеживается не только в отношении российских, но и казахстанских залежей.

Данный проект направлен на разработку комплекса методов для исследования подсолевых нефтегазоносных отложений Восточнобортковой НГО. Хотя исследуемые отложения и обладают определенным набором особенностей, но несмотря на это, разрабатываемый проект применим и к другим карбонатным залежам, с внесением определенных коррективов в отношении их особенностей.

Основным недропользователем месторождений Восточнобортковой НГО является компания ТОО «Казахойл Актобе». Упомянутые месторождения, несмотря на длительную историю разработки, все еще перспективны для дальнейшей доразведки и последующей разработки низкопоровых коллекторов.

Объектом исследования является месторождение Кожасай, входящее в состав Восточнобортковой НГО.

Целью проекта является разработка комплекса ГИС для доразведки месторождения Кожасай, в том числе литологического расчленения разреза, выделения коллекторов и определения их фильтрационно-емкостных свойств. Для этого требуется решить следующие задачи: анализ геолого-геофизической информации и ранее проведенных ГИС на месторождении; составление физико-геологической модели; выделение особенностей месторождения, влияющих на формирование комплекса.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Географо-экономический очерк района работ

Нефтегазоконденсатное месторождение Кожасай расположено в Мугалжарском районе Актюбинской области Республики Казахстан в 245 км от города Актюбинска и в 5 км от разрабатываемого месторождения Жанажол.

Месторождение открыто в 1983 году. Относится к группе месторождений восточного борта Прикаспийского бассейна.

Населенный пункт поселок Кожасай находится непосредственно на месторождении. В 120 км к северо-востоку расположен железнодорожный узел Эмба. От областного центра г. Актобе месторождение находится в 245 км. Город Актобе связан шоссейной дорогой с нефтепромыслами Кенкияк и Жанажол. В 6 км на северо-восток находится разрабатываемое месторождение Жанажол, где имеется базовый поселок, с проведенной линией электропередач. На месторождении Жанажол действует завод по получению серы из растворенного в нефти газа. На расстоянии примерно 100 км от месторождения проходит нефтепровод до промысла Кенкияк, затем до г. Орска. На расстоянии 15 км к востоку от месторождения находится подстанция «Жанажол Южный» ЛЭП-110 кв, ЛЭП-35 кв. Эта подстанция является основным объектом поставки электроэнергии при разработке Кожасая [52].



Рис. 1 Условное положение месторождений Кожасай, Жанажол и Алибекмола на карте Казахстана

Площадь работ располагается в пределах Предуральского плато и представляет собой слабо всхолмленную равнину с редкой сетью балок и оврагов, с отметками рельефа от 140 до 260 м. В целом, отметки повышаются с запада на восток, от правобережья р. Эмба в сторону Мугалжарских гор. На правобережье р. Эмба, от р. Темир на севере до посёлка Кожасай на юге развит массив барханных развеваемых песков Кокжиде шириной от 6 до 9 км.

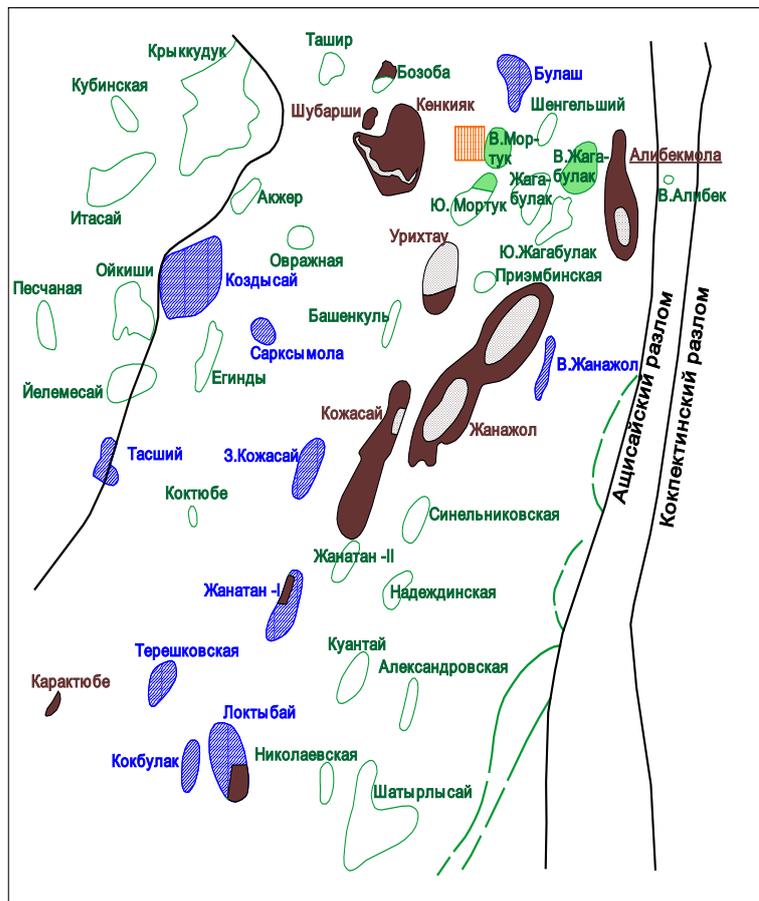
Гидрографическая сеть представлена рекой Эмба и ее левыми притоками реками Атжаксы и Ащисай. Река Эмба пересекает площадь работ с северо-востока на юго-запад, имеет хорошо выработанную, довольно широкую (местами до 1,5-2,0 км) долину. Река на всём протяжении неглубокая, дно песчаное, левый берег крутой, обрывистый, правый – очень пологий и вдоль него тянутся пески Кокжиде. Река имеет постоянный водоток, в период снеготаяния долина полностью заливается водой, а в летнее время река значительно мелеет. Притоки Эмбы постоянного водотока не имеют, наполняются водой только во время весеннего половодья. Летом они пересыхают, образуя отдельные плесы [52].

В климатическом отношении район работ относится к зоне сухих степей и полупустынь. Климат резко континентальный, с сухим жарким летом (до +43 °С) и холодной зимой (до -45 °С). Толщина снегового покрова достигает 25 см и сохраняется до конца марта, промерзание почвы достигает 1,3 м. Характерной особенностью климата являются сильные ветры, преимущественно восточного направления. Среднегодовое количество атмосферных осадков не превышает 170 мм, основная часть которых приходится на осенний и весенний период [52].

Растительность района работ сравнительно бедная. Травяной покров представлен полынью и ковылем и различными злаками, обилен весной и выгорает летом. По балкам встречаются заросли кустарника, по берегам реки Эмба, растёт тальник, ветла и джида [52].

Животный мир представлен дикими кабанами, встречаются волки, корсаки, зайцы, из пернатых – орлы, ястребы, куропатки, степные дрофы, из пресмыкающихся – ужи и степные гадюки. В осенне-весенний период на реках и плесах водятся различные водоплавающие птицы: гуси, утки и др [52].

Схематическая обзорная карта района работ



Условные обозначения:

-  месторождения нефти
-  подсолевые структуры с установленной нефтегазоносностью
-  месторождения битума
-  выявленные структуры
-  структуры, находящиеся в глубоком бурении
-  участки предполагаемых органогенных построек нижнепермского возраста
-  разломы

Рис. 1

Рис. 2 Обзорная карта района работ

2. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Геолого-геофизическая изученность района

2.1.1. Полевые геолого-геофизические исследования

Месторождение Кожасай приурочено к одноименному подсолевому поднятию, сложенному карбонатными породами каменноугольного возраста. Первые сведения о строении подсолевых отложений получены в результате работ МОВ Актюбинской геофизической экспедиции в период 1960-1970 годов. В связи со сложнейшими сейсмогеологическими условиями производства работ качество прослеживаемости подсолевых горизонтов было низким и Кожасайское поднятие не было выявлено.

В 1978-1983 гг на площади проводились сейсмические работы МОГТ. Всего на месторождении Кожасай было отработано 158,5 пог.км профилей МОГТ, с плотностью сети 2,44 пог.км/км² и проведен сейсмокаротаж в 8 скважинах. В результате этих работ было выявлено и оконтурено подсолевое поднятие Кожасай, что послужило основанием для выхода на площадь поисковым бурением.

В 2001 г ОАО «КазахКаспийШельф» провело полевую сейсморазведку 3Д на контрактной территории в объеме 200 км². Эти исследования позволили детализировать строение поднятия при выполнении настоящей работы. В процессе полевых работ было изучено строение верхней части разреза (ВЧР) методами микросейсмокаротажа (МСК) специально пробуренных скважин и преломленных волн (МПВ ЗМС). Результаты исследований ВЧР позволили построить модель зоны малых скоростей (ЗМС), необходимую для расчета статических поправок и построения структурных карт [52].

При проведении сейсморазведки 3Д в качестве источников возбуждения использовались вибраторы. Размер бина составляет 25 x 25 м, полная кратность 60. Обработка полевых сейсмических данных 3Д выполнена на обрабатывающем комплексе OMEGA во временной и глубинной областях по достаточно сложному, не всегда стандартному графу, предусматривающему временную и глубинную миграцию до суммирования, а также сопутствующие им процедуры.

Интерпретация была проведена в 2005 году Компанией ТОО «Шокан». Были использованы все скважинные данные – результаты литолого-стратиграфической интерпретации данных СК ВСП и ГИС, а также оцифрованы и введены все имеющиеся структурные карты по СП 12/87-89. В результате интерпретации волнового поля, корреляции выделенных отражающих горизонтов и тектонических нарушений,

специалистами ТОО «Шокан» построены структурные карты и схемы по 6-ти отражающим горизонтам [52].

2.1.2 Разведочное бурение

Для изучения строения Кенкиякской тектонической ступени, на основании анализа геолого-геофизических материалов, в пределах поднятия Кожасай были заложены параметрические скважины. Целью их бурения являлось изучение литолого-фациальной характеристики докунгурских отложений, а также стратиграфическая привязка сейсмических горизонтов и оценка перспектив нефтегазоносности подслоевых отложений.

С 1977 по 1982 годы были пробурены три параметрические скважины общим метражом 13529 м. В скважинах П-2 и П-3 при опробовании в колонне, карбонатной пачки КТ-II, получены, соответственно, фонтанный приток нефти дебитом 39 м³/сут на 8 мм штуцере и приток нефти дебитом 13,7 м³/сут. Эти результаты были положены в основу проекта на поисково-разведочное бурение на площади Кожасай.

По проекту поисково-разведочного бурения намечалось бурение 20 скважин. Пробурено 7 поисковых скважин общим метражом 27693 м. По результатам бурения этих скважин выявилось расхождение сейсмических данных и данных бурения. Две скважины (80, 83) вскрыли кровлю КТ-II на отметках ниже принятого ВНК. В скважине 96, находящейся в контуре нефтеносности притока не было получено, и только четыре из семи поисковых скважин оказались продуктивными.

В ноябре 2004 г на основании Проекта пробной эксплуатации на месторождении начато эксплуатационное бурение. Наряду с основной задачей – проведением пробной эксплуатации, в этих скважинах выполнен большой объём работ по отбору керна практически со стопроцентным выносом, исследования которого позволили значительно расширить и углубить представления о сложных коллекторах карбонатной продуктивной толщи.

2.1.3 Опробование скважин

Процесс опробования скважин в эксплуатационной колонне включал в себя: вскрытие, вызов притока, исследования и изоляцию объекта. В новых скважинах вскрытие пластов выполнялось фирмой «Шлюмберже». Перед освоением в каждой скважине проводилось СКО перфорированных интервалов для увеличения притоков флюидов. В скважинах проводились исследования в динамическом режиме на разных штуцерах прибором Weatherford Cased Hole Services с целью определения дебита скважины, профиля притока на различных режимах и определения гидродинамической характеристики пласта

по КВД. Для изоляции нижележащих интервалов использовался пробка-мост EZSV компании Халлибертон.

Всего на месторождении в эксплуатационной колонне испытано 15 скважин. В каждой из скважин испытано от 3 до 15 объектов. В целом по месторождению испытано 117 объектов. В результате испытания в нижней продуктивной пачке по 39 объектам получены притоки нефти, по 1 объекту – нефти с водой, по 7 объектам – притоки пластовой воды и по 26 объектам притоков не получено. В верхней продуктивной пачке по 12 объектам получены притоки газоконденсата, по 23 объектам – притоки нефти, по 9 объектам – притоков не получено [52].

В 83 объектах проведены работы по интенсификации притоков, после которых в 79 объектах отмечено увеличение дебитов. Интенсификация притоков производилась путем соляно-кислотных обработок (СКО), соляно-кислотных ванн (СКВ), торпедированием и СКВ с методом переменных давлений (МПД).

В разведочных скважинах 81, 91, 95, 98 в процессе поисково–разведочных работ, проведена пробная эксплуатация, для определения добычных возможностей скважин.

2.2 Геологическое строение района

2.2.1 Литолого-стратиграфическая характеристика

Отложения нижнего отдела вскрыты в составе визейского и серпуховского ярусов, к которым приурочена продуктивная пачка КТ-II-II.

Каменноугольная система – С.

Каменноугольная система представлена двумя отделами: нижним и средним.

Нижний отдел – С₁.

Отложения нижнего отдела вскрыты в составе визейского и серпуховского ярусов.

Визейский ярус – С_{IV}

По палеонтологическим данным выделяются алексинский, михайловский и веневский горизонты.

Алексинский горизонт представлен терригенными отложениями, сложенными частым переслаиванием аргиллитов зеленовато-серых, темно-серых до черных, плотных, плитчатых, слюдистых, с включением фауны, алевролитов и песчаников серых, зеленовато–серых, плотных, разнотернистых, полимиктовых, редко конгломератов и гравелитов. Встречаются также прослойки известняков серых, плотных, глинистых. Вскрытая толщина горизонта составляет 690 м [52].

Михайловский горизонт представлен известняками серыми, водорослево-фораминиферовыми с включениями оолитовых и комковатых разностей, органогенно-

детритовыми с детритом криноидей, брахиопод и водорослей. Встречаются в разрезе трещиноватые известняки с включениями черного глинистого материала. Толщина отложений колеблется от 39 м до 70 м [52].

Веневский горизонт сложен известняками коричневато-светло-серыми, светло-коричневыми, органогенно-детритовыми, органогенно-обломочными, комковато-органогенными, доломитовыми, участками доломитизированными и перекристаллизованными, местами пористыми, трещиноватыми и стилолитизированными. Трещины, в основном, горизонтальные, прямые, извилистые, редко открытые. Сутуро-стилолитовые швы субгоризонтального и вертикального направления, заполнены черным метаморфизованным веществом. В основании горизонта отмечается небольшой прослой светло-серо-голубых аргиллитов с включениями пирита и обугленных растительных остатков. Возраст определен по комплексу водорослей, фораминифер, остракод и гастропод. Толщина горизонта изменяется от 41 до 64 м [52].

Серпуховский ярус - Cis.

Отложения серпуховского яруса без видимого несогласия залегают на породах веневского горизонта и представлены тремя горизонтами: тарусским, стешевским и протвинским.

Тарусский горизонт сложен серыми, светло-коричневыми известняками органогенно-детритовыми, водорослево-фораминиферовыми, полидетритовыми, микрозернистыми, редко со стилолитовыми швами, выполненными черным метаморфическим веществом, участками перекристаллизованными, трещиноватыми, пористыми, с прослоями серо-зеленоватых аргиллитов с включениями пирита и обугленного растительного детрита. Трещины горизонтальные, редко субвертикальные, слабоизвилистые, чаще выполненные минеральным веществом [52].

Возраст отложений определен по фауне и флоре, представленной фораминиферами, конодонтами, остракодами, брахиоподами, водорослями которые указывают на нижнесерпуховский возраст. Толщина отложений изменяется от 66 м до 117 м.

Стешевский горизонт представлен известняками от светло- до темно-серых, коричневыми, массивными, иногда плитчатыми, слаботрещиноватыми, участками доломитизированными, редко со стилолитовыми швами, встречаются линзочки гипса. Известняки органогенно-детритовые, криноидные, фораминиферо-брахиоподовые. В основании горизонта залегает тонкий пласт темно-зеленых аргиллитов с включением обуглившихся растительных остатков. Трещины вертикальные, разнонаправленные, извилистые, длиной до 45-50 мм, чаще закрытые [52].

По каротажной характеристике горизонт характеризуется резким спадом значений на кривых НГК, БК и КС и является основным коррелятивным реперным горизонтом второй карбонатной толщи между верхним и нижним подъярусами серпуховского яруса. Толщина отложений стешевского горизонта изменяется от 55 до 130 м.

Протвинский горизонт, относимый к верхнему подъярису серпуховского яруса, сложен известняками от светло-серых до коричневатых-серых. Известняки криноидные, органогенно-сгустковые, детритовые, плитчатые, массивные, трещиноватые, перекристаллизованные, участками доломитизированные, слабопористые, кавернозные, часто со стилолитовыми швами. В скважине 87 вверху разреза вскрыты голубовато-серые пиритизированные алевролиты. Трещины разнонаправленные, чаще субгоризонтальные, наклонные напластованию, слабоизвилистые, прерывистые, частично открытые (раскрытость до 0,3 мм). Стилолитовые швы выполнены серым глинистым, а также черным метаморфизованным веществом [52].

Возраст отложений установлен по комплексу фораминифер. Толщина отложений протвинского горизонта изменяется от 43 в скважине 106 до 133 м в скважине к-005.

Средний отдел – С₂

Отложения среднего отдела представлены башкирским и московским ярусами, к которым приурочена продуктивная пачка КТ-II-I, исключение составляет подольский горизонт московского яруса являющимся покрывкой для данной пачки.

Башкирский ярус – С_{2b}.

В башкирском ярусе присутствует только нижнебашкирский подъярус, в котором по палеонтологическим определениям установлены краснополянский, северо-кельтменский и прикамский горизонты.

Краснополянский горизонт сложен оолитовыми, органогенными известняками от белых до светло-коричневых, перекристаллизованными, слабопористыми, редко с кавернами, трещиноватыми. Трещины разнонаправленные, прямолинейные, извилистые, прерывистые, частично открытые (раскрытость до 0.4 мм), длиной до 90 мм (6). Сутуро-стилолитовые швы выполнены серым глинистым и черным метаморфизованным веществом, ориентированы в горизонтальном и субвертикальном направлениях [52].

Возраст отложений определен по остаткам фораминифер, остракод, иглокожих, брахиопод, водорослей.

Толщина горизонта изменяется в пределах 39 – 123 м.

Северо-кельтменский горизонт литологически представлен органогенно-детритовыми известняками серыми, светло-серыми, белыми, светло-коричневыми, массивными, плитчатыми, в разной степени трещиноватыми,

слабостилолитизированными, частично перекристаллизованными, редко глинистыми, с тонкими прослоями темно-зеленых и черных аргиллитов, слабоизвестковистых, алевролитистых, твердых. Трещины субгоризонтальные длиной 30-90 мм. Стиллитовые швы выполнены гинисто-битумным веществом, участками пропитаны нефтью.

Возраст определен по остаткам фораминифер. Толщина отложений северокельтменского горизонта изменяется от 31 до 102 м [52].

Прикамский горизонт представлен органогенно-обломочными, органогенно-комковатыми, органогенно-детритовыми известняками серыми, темно-серыми, массивными со стиллитовыми швами, выполненными глинистым и черным метаморфизованным веществом [52].

Возраст определен по комплексу фораминифер и остракод. Толщина отложений прикамского горизонта от 20 до 58 м.

Московский ярус - С_{2т} состоит из двух подъярусов и с резким стратиграфическим несогласием залегает на нижележащих отложениях.

Нижний подъярус (верейский и каширский горизонты) имеет неповсеместное распространение. В пределах южной части месторождения отложения нижнего подъяруса отсутствуют и появляются в северной части в скважинах.

Литологически отложения представлены известняками серыми, темно-серыми, органогенно-обломочными, органогенно-детритовыми, с прослоями темно-серого аргиллита и глауконитового известковистого песчаника. По определениям видов конодонт отложения относятся к каширскому горизонту. Толщина подъяруса изменяется от 25 до 131 м [52].

Отложения от нижнего визе до нижнемосковского включительно составляют вторую карбонатную толщу, к которой приурочена газонефтяная залежь.

Вернемосковский подъярус (подольский горизонт) сложен, преимущественно терригенными породами, представленными темно-серыми и черными аргиллитами с прослоями песчаников, реже известняков, и является крышкой для газоконденсатной залежи. Толщина горизонта изменяется от 31 до 296 м [52].

Верхний отдел – С₃.

Отложения верхнего отдела с размывом и стратиграфическим несогласием залегают на породах среднего отдела. Они имеют неповсеместное распространение и представлены известняками серыми, скрытокристаллическими, массивными, с нитеобразными трещинами, выполненными кальцитом. Толщина отложений изменяется от 15 до 404 м [52].

Пермская система – Р.

Пермские отложения несогласно залегают на каменноугольных отложениях и представлены нижним и верхним отделами.

Нижний отдел P_1 .

Отдел представлен нерасчлененными отложениями ассельско-сакмарского возраста и гидroxимическими отложениями кунгурского яруса.

Ассельско–сакмарский ярус - P_{1as-s}

Литологически разрез сложен частым переслаиванием аргиллитов, песчаников и алевролитов, реже глинистых известняков. Общая толщина отложений изменяется от 20 м до 450 м [52].

Из-за недостаточности kernового материала и палеонтологических определений расчленение нижнепермских отложений на яруса не представляется возможным. Литологически нижняя часть разреза представлена переслаиванием аргиллитов, песчаников, алевролитов. Общая толщина отложений изменяется от 20 до 450 м [52].

Кунгурский ярус – P_{1k} . Гидрохимические отложения кунгурского яруса с угловым и стратиграфическим несогласием залегают на разновозрастных породах карбона и нижней перми. В разрезе кунгура выделяют три толщи: нижняя – терригенно–сульфатная, представленная переслаиванием аргиллитов, ангидритов, с прослоями каменной соли; средняя–галогенная толща, представленная каменной солью с прослоями терригенных пород, верхняя – сульфатно–терригенная толща, литологически сложена, в основном, ангидритами [52].

Общая толщина кунгурского яруса изменяется от 93 м до 2233 м.

Верхний отдел – P_2 . Отложения верхней перми представлены сероцветной и пестроцветной терригенной толщей, литологически сложенной переслаиванием глин, аргиллитов, песчаников, алевролитов, редко с прослоями ангидритов и конгломератов.

Толщина отложений изменяется от 98 до 2426 м.

Мезозойская группа – MZ

Мезозойские отложения вскрыты в составе триасовой, юрской и меловой систем и представлены чередованием песчано-глинистых пород. Общая толщина отложений изменяется от 680 м до 1060 м.

Четвертичная система – Q

Отложения четвертичного возраста распространены повсеместно и представлены суглинками и супесями, толщина которых составляет 2-4 м.

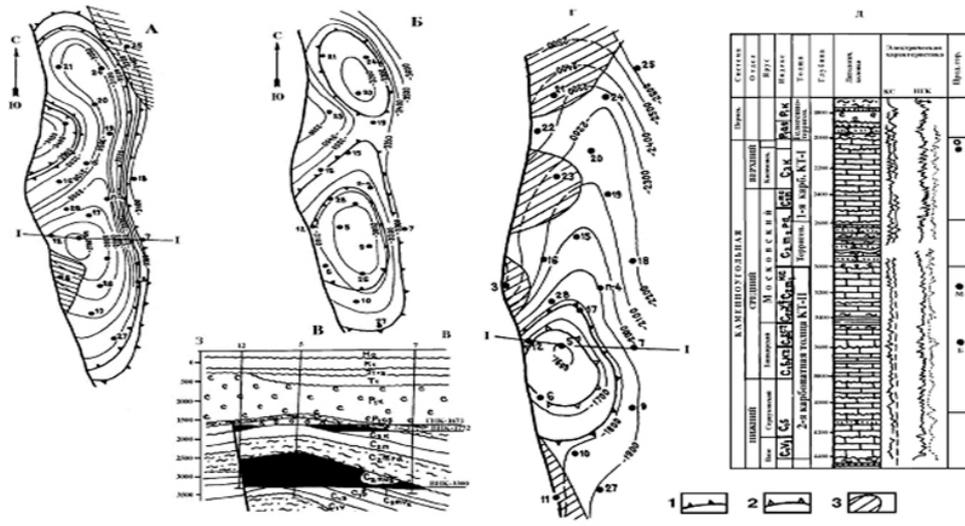


Рис. 3 Структурные карты по кровле Коллектора:

А – КТ – II-I, Б – КТ – II-II, В – геологический разрез по линии I-I, Г – КТ I-II, разрез продуктивной части отложений. Контурь: 1 – нефтеносности, 2 – газоносности, 3 – литологического замещения коллектора

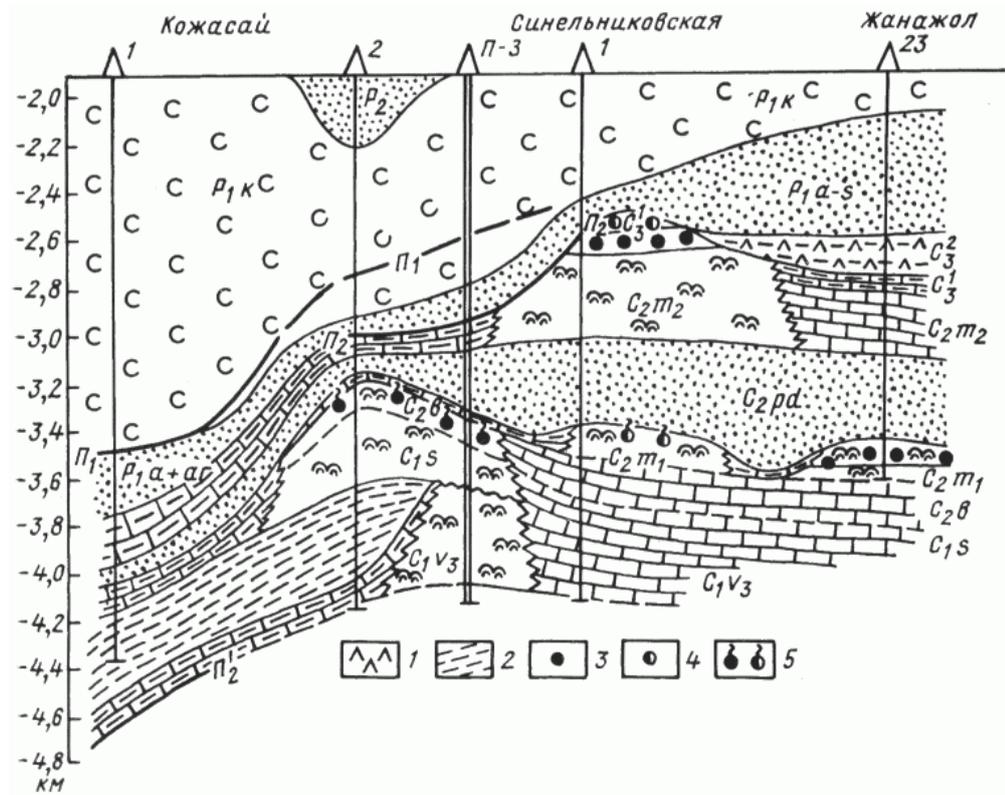


Рис. 4 Разрез по скважинам на соседствующих друг с другом месторождениях Кожасай и Жанажол

2.2.2 Тектоника

В тектоническом отношении район работ расположен в восточной прибортовой части Прикаспийской впадины, в зоне сочленения Кенкиякской и Жанажольской тектонической ступеней.

Месторождение Кожасай приурочено к одноименному подсолевому поднятию, сложенному карбонатными породами каменноугольного возраста. По данным сейсмоки 2Д и результатам бурения разведочных скважин по кровле карбонатной продуктивной толще структура представляла собой брахиантиклинальную складку субмеридианального простирания с выположенной осевой частью, с крутым (17-19°) северо-западным крылом и пологим – юго-восточным (6-8°). В северо-восточной части структура осложнена тектоническим нарушением [52].

По результатам, проведенных в 2001 году сейморазведочных работ 3Д, представления о структурном плане месторождения претерпели существенные изменения, связанные, в основном, с интерпретацией вновь выявленных разрывных нарушений.

По кровле горизонта КТ–II месторождение Кожасай в структурно-тектоническом отношении представлено как система субпараллельных складок, осложненных серией тектонических нарушений субмеридианального и субширотного простираний. Тектонические нарушения трассируются по всему докунгурскому разрезу и в пределах контрактной территории делят структуру на несколько блоков [52].

Субмеридиональные нарушения прослеживаются через всю площадь и делят ее на три больших блока: западный, центральный и восточный. Амплитуды нарушений в центральной части составляют порядка 200 м, а к югу они практически затухают

Наиболее приподнятым является западный блок, который представляет собой горст, ограниченный с запада и востока нарушениями F_1 и F_2 надвигового характера, амплитуда которых в центральной части достигает 200 метров. К периферии блока, как к северной, так и к южной, амплитуда этих нарушений затухает, вплоть до полного их исчезновения [52].

В пределах блока выделяется антиклиналь субмеридианального простирания со сводом в районе скважин К-002 и К-003. По замыкающей изогипсе -3500 м структура имеет размеры 16,4 x 1,3 км и амплитуду 485 м [52].

Центральный блок погружен относительно западного, и ограничен с запада и востока нарушениями. Амплитуда нарушения в северной части блока составляет порядка 200 м, а в пределах центральной части полностью затухает. Структура в центральном блоке представлена антиклиналью северо-западного простирания с наиболее приподнятой

частью, размерами 6,2 x 1,2 км по замкнутой изогипсе -3150 м, на севере, в районе скважин 62, 87, К-005 [52].

Северная часть блока осложнена, кроме того, субмеридианальными нарушениями, протяженностью 6,4 км и 8 км, соответственно, амплитуда которых резко сокращается в южном направлении и в пределах центральной части блока они не прослеживаются.

Восточный блок, по нарушению F₃, опущен относительно центрального, по данным бурения, на 200 м в северной части, и представляет собой моноклиналь с падением на юго-восток [52].

Выделенные субширотные разломы практически все имеют незначительную амплитуду вертикального смещения, предположительно, что причиной их образования являлись горизонтальные напряжения субширотного направления.

2.2.3 Нефтегазоносность

Месторождение относится к Восточно-Эмбинской нефтегазоносной области Прикаспийской нефтегазоносной провинции.

Месторождение открыто в 1983 году. Нефтегазоносность установлена в карбонатных отложениях нижнего и среднего карбона (КТ-II). В разрезе карбонатной толщи выделены две продуктивные пачки (КТ-II-I и КТ-II-II), верхняя из которых содержит нефтегазоконденсатную залежь, а нижняя – нефтяную.

Первый продуктивный горизонт приурочен к отложениям московского и башкирского ярусов толщиной 60-160 м. Эффективная нефтенасыщенная толщина около 40 м, газонасыщенная - до 90 м.

Второй продуктивный горизонт приурочен к отложениям серпуховского яруса толщиной 120-280 м и имеет нефтенасыщенную толщину 87 м. В целом резервуар КТ-II рассматривается как единая гидродинамическая система с общим ВНК на отметке -3440 м и ГНК -3148 м. Высота газовой шапки 203 м, нефтяной части залежи в среднем для I горизонта 290 м и 225 м - для второго.

Литолого-петрографическая характеристика продуктивных отложений была получена в результате изучения 346 м керна, в том числе 17 и 33 м керна из эффективных толщин пачек КТ-II-I и КТ-II-II.

Продуктивная пачка КТ-II-I, включающая отложения московского и башкирского ярусов, в нижней части последнего, сложена желвачковыми, оолитовыми, органогенно-обломочными, органогенно-комковатыми, биоморфными известняками. Породами-коллекторами являются желвачково-оолитовые, желвачково-комковатые известняки с преобладанием фораминиферо-водорослевых органогенных остатков сцементированных

крустификационным, пленочным, корочково-поровым кальцитовым цементом, содержание которого 5-15%. Пустотное пространство известняков составляют остаточные первичные межфрагментные поры, измененные процессами кальцитизации, уплотнения, выщелачивания и вновь образованные поры выщелачивания в цементе и во фрагментах [52].

Продуктивная пачка КТ-II-II в пределах серпуховских отложений нижнего карбона характеризуется распространением биоморфных, биоморфно-полидетритовых известняков, участками с небольшими линзами обломочных и органогенно-комковатых известняков. Породами-коллекторами являются водорослевые, фораминиферо-водорослевые, органогенно-комковатые известняки, сцементированные тонко-мелкозернистым кальцитовым цементом порового, крустификационного типа, реже цемент порово-базальный мелкозернистый, при плотной упаковке форменных элементов цемент часто отсутствует. Пустотное пространство пород-коллекторов составляют межформенные, реже внутриформенные поры. Поры преимущественно остаточные первичные, видоизмененные вторичными процессами кальцитизации и выщелачивания, реже вновь образованные выщелачиванием [52].

Исследование трещиноватости, проведенное на образцах кубической формы, показало, что преобладают горизонтальные трещины, реже встречаются наклонные и вертикальные. Трещины прямолинейные, слабоизвилистые, прерывистые, выклинивающиеся, взаимопересекающиеся, открытые, закрытые минеральные, частично открытые, иногда выполненные нефтью, глинисто-битумным веществом. Стенки трещин шероховатые [52].

В тектоническом отношении структура представляет собой брахиантиклинальную складку субмеридианального простирания с размерами 18 x 4,5 км при амплитуде более 400 м в пределах северного свода и свыше 300 м - южного

По результатам поисково-разведочного бурения в 1989 году посчитаны и утверждены на ГКЗ СССР запасы нефти, газа и конденсата.

Начальные геологические запасы по категории С1 составили: нефти – 81139 тыс. т, растворенного газа – 16357 млн. м3, газа газовой шапки – 3964 млн. м3, конденсата – 1348 тыс. т; по категории С2: нефти – 7249 тыс. т, растворенного газа – 1461 млн. м3 [52].

В приложении А приведен геолого-геофизический разрез пачки КТ-2 по скважине 122.

3. АНАЛИЗ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ ГИС

Геофизические исследования на месторождении проводились в скважинах диаметром 216 мм.

Вскрытие продуктивной толщи осуществлялось на глинистом растворе с полимерной основой. Технологические параметры глинистых ПЖ в разведочных и эксплуатационных скважинах одинаковые и характеризуются следующими величинами: плотность порядка - 1,28-1,35 г/см³, вязкость – 45 сек, удельное электрическое сопротивление (УЭС) от 0.078 Омм при 20⁰ С до 0.026 Омм при 74.2⁰С. Плотность воды в пластовых условиях 1,043 г/см³.

Начиная с 1993 года, в разведочных скважинах, массово, на всем месторождении, был проведен стандартный комплекс ГИС, включающий в себя методы: БК, МБК, БКЗ, КВ, ГК, НГК, ГГК, АК, инклинометрию, записанные в двух масштабах 1:500 и 1:200. Всего было исследовано 93 скважины.

Виды геофизических исследований и тип применяемой аппаратуры выполненных в разведочных скважинах приведены в таблице 1.

Таблица 1 – ранее проведенный на месторождении общий комплекс ГИС

№ п/п	Вид исследований	Масштаб записи на 1см	Скорость Записи м/ч	Тип зонда	Тип аппаратуры
1	Стандартный каротаж (СК)	1-25Омм	1800	<u>кровельный</u> N0.5M2.0A <u>подошвенный</u> A2.0M0.5N	СКПД-3, Э-1
2	Кавернометрия (КВ)	20мм	1800		СКО-11 СКП-1 СКС-4
3	Боковой каротаж (БК)	1 Омм	1200-2000		Э-1,КЗ-741
4	Боковое каротажное зондирование (БКЗ)	1-25 Омм	1200-2000	A0.4M0.1N A0.1M0.1N A4.0M0.5N A8.0M1.0N	Э-1
5	ГГКп	0.01г/см ³	600-800		НГГК-56
6	Микрозондирование (МКЗ)	0.5 Омм	1000-1200	МГЗ: А 0.025M 0,025N МПЗ: А 0.05 M	МДО-1 МДО-2 МДО-3 Э-2
7	Микробоковой каротаж (МБК)	0.5 Омм логарифм (модуль 4см)	1000-1200		МБКУ

8	Радиоактивный каротаж (ГК,ННК)	1γ 0,1усл.ед	600-800	НГК-50 НГК-60	ДРСТ-3-90 ДРСТ-60 РК-4
9	Акустический каротаж (АК)	50 мкс	1500		АКВ,АК1-841

В перспективных участках структуры проводился детальный, более полный и современный, комплекс ГИС, включающий в себя более узконаправленные методы, такие как микросканирование, спектральный гамма-каротаж. Всего таким комплексом было исследовано 55 скважин. Список методов детального комплекса и их назначение приведены в таблице 2.

Таблица 2 – ранее проведенный детальный комплекс ГИС

№ п/п	Методы	Роль в оценке петрофизических свойств коллектора
1	МБК	Определение сопротивления ближней зоны
2	БК многозодовый	Определение сопротивления пласта
3	АК	Определение пористости
4	ННК-НТ	Определение нейтронной пористости
5	ГГК (лито-плотностной каротаж)	Определение пористости, литологии
6	ИК (широкополосный многозондовый каротаж)	Определение сопротивления пласта и радиуса проникновения фильтра бурового раствора
7	КВ	Замер диаметра ствола скважины
8	гамма - спектральный каротаж(SGR)	Выделение глинистых интервалов
9	Инклинометрия	Замер угла искривления и пространственного положения ствола скважины
10	НГК	Определение водородосодержания пород (общей пористости)
11	ГК	Выделение глинистых интервалов
12	ФМІ-пластовый сканер	Выявление трещин и каверн. Определение угла и направления простираия трещин.

Методы ГИС общего комплекса в разведочных скважинах преследовали следующие цели: определение литологии, определение наличия эффективных толщин, определение физических свойств пород и ФЕС эффективных толщин, при их наличии.

Для определения литологии в целом и эффективных толщин в частности был использован стандартный комплекс методов - ПС и ГК, позволяющие определять коэффициенты глинистости. Изначально перспективные пласты выбирались по низким показаниям ПС (крупные поры) и по низким показаниям ГК (отсутствие адсорбированных радиоактивных частиц). В дальнейшем пласты с низкой глинистостью дополнялись косвенными признаками по АК (повышение интервального времени), по кавернометрии, электрическим и нейтронным методам. Также важным методом выделения трещинных

интервалов является сопоставление результатов разноглубинных электрических методов, поскольку в разрезе присутствуют и доломиты, и известняки. Из-за того, что доломиты практически не бывают трещиноватыми, из-за закупоривания трещин глинами, в них отсутствует зона проникновения, что отразится на показаниях электрических методов.

Определение типа флюида и флюидных контактов при нерасформированной зоне проникновения затруднено, поскольку в некоторых карбонатных пластах с хорошей проницаемостью зона проникновения может составлять несколько метров, что значительно выше радиуса исследования электрических и нейтронных приборов. Впрочем, записи методами ННК, БКЗ и БК все равно проводились.

В результате количественной интерпретации были определены следующие параметры: УЭС пластов по методам сопротивлений; нейтронная пористость по нейтронным методам; двойной разностный параметр по ГК; акустическая скорость по АК; плотность по ГГКп.

Основные задачи, решаемые общим комплексом ГИС – литологическое расчленение, предварительное выделение эффективных толщин и определение физических свойств литологических разностей, слагающих пласты. Затруднено определение ФЕС и насыщения пластов. В частности, из-за типа коллекторов. Карбонатные трещинные коллекторы являются более сложным типом коллекторов, в отличие от песчаных, гранулярных. Стандартные методы определения пористости, из-за особенностей трещин, не способны выделять низкопоровые коллекторы, распространенные в карбонатных разрезах. Недостаточно лишь результатов АК, ГК и НМ для определения полной картины пористости.

Обозначим три основные проблемы, которые общий комплекс ГИС не решает или решает неоднозначно. Во-первых, из-за преобладания низкопоровых коллекторов затруднено выделение эффективных толщин стандартными методами пористости. Во-вторых, из-за структуры порового пространства, возможно формирование зоны проникновения диаметром до 5-6 м, что затрудняет определение сопротивления неизменной части пласта. В-третьих, карбонатные породы характеризуются, как правило, низкой радиоактивностью. Однако в продуктивных интервалах геологических разрезов целого ряда нефтегазовых месторождений встречаются известняки и доломиты с аномально высокой естественной радиоактивностью. Основными составляющими гамма-активности горных пород являются элементы уранового, ториевого ряда и радиоактивных нуклидов K^{40} . Метод ГК регистрирует общее содержание этих элементов. С глинистостью, как правило, связано содержание калия и тория, поэтому необходим метод, способный выделять содержание конкретного радиоактивного элемента.

Приведенный в таблице 2 детальный комплекс решает обозначенные проблемы. Помимо дополнения методов пористости нейтрон-нейтронным каротажем, был использован и метод пластового сканирования прибором компании Шлюмберже FMI. Это позволило дополнить методы определения пористости и выделения низкопоровых коллекторов и определять структуру порового пространства. Был использован метод ИК для определения сопротивления неизменной части пласта. Таким образом, становится возможным, благодаря использованию разноглубинных методов сопротивлений, определить наличие зоны проникновения. Для выделения глинистых интервалов и отдельно интервалов с высоким содержанием урана были использованы спектрометрический ГК и литоплотностной ГК.

4. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1 Цели и задачи ГИС

Целью работ является доразведка структуры

Основными задачами, для достижения цели, в проектировании геофизических исследований разведочной скважины являются:

Литологическое расчленение и корреляция разреза;

Выделение коллекторов;

Дополнительная оценка фильтрационно-емкостных свойств пород;

Оценка характера насыщения и коэффициентов флюидонасыщенности

Уточнение положения флюидных контактов

4.2 Обоснование объекта исследований (месторождений, участка месторождения, скважины)

Объектом исследования является продуктивная толща КТ-2, которая является основным регионально выдержанным нефтегазоносным резервуаром в палеозойском комплексе восточной бортовой зоны Прикаспийского бассейна. Отложения залегают на глубине от 2900 до 3900 м. Для достижения необходимого горизонта глубина скважины составит 4000 м.

Обратимся к структурной карте по целевому горизонту КТ-2 (рисунок 5). Видно, что плотность бурения в юной части структуры очень высокая, а в северной – недостаточная. Необходимо бурить положительные структуры, но ближайшие от южной части структуры осложнены разрывными нарушениями. Наиболее подходящее место заложения скважины находится около границы сдвига блоков, на севере структуры. Скважина будет находиться в четвертом блоке, внутри контура нефтеносности.

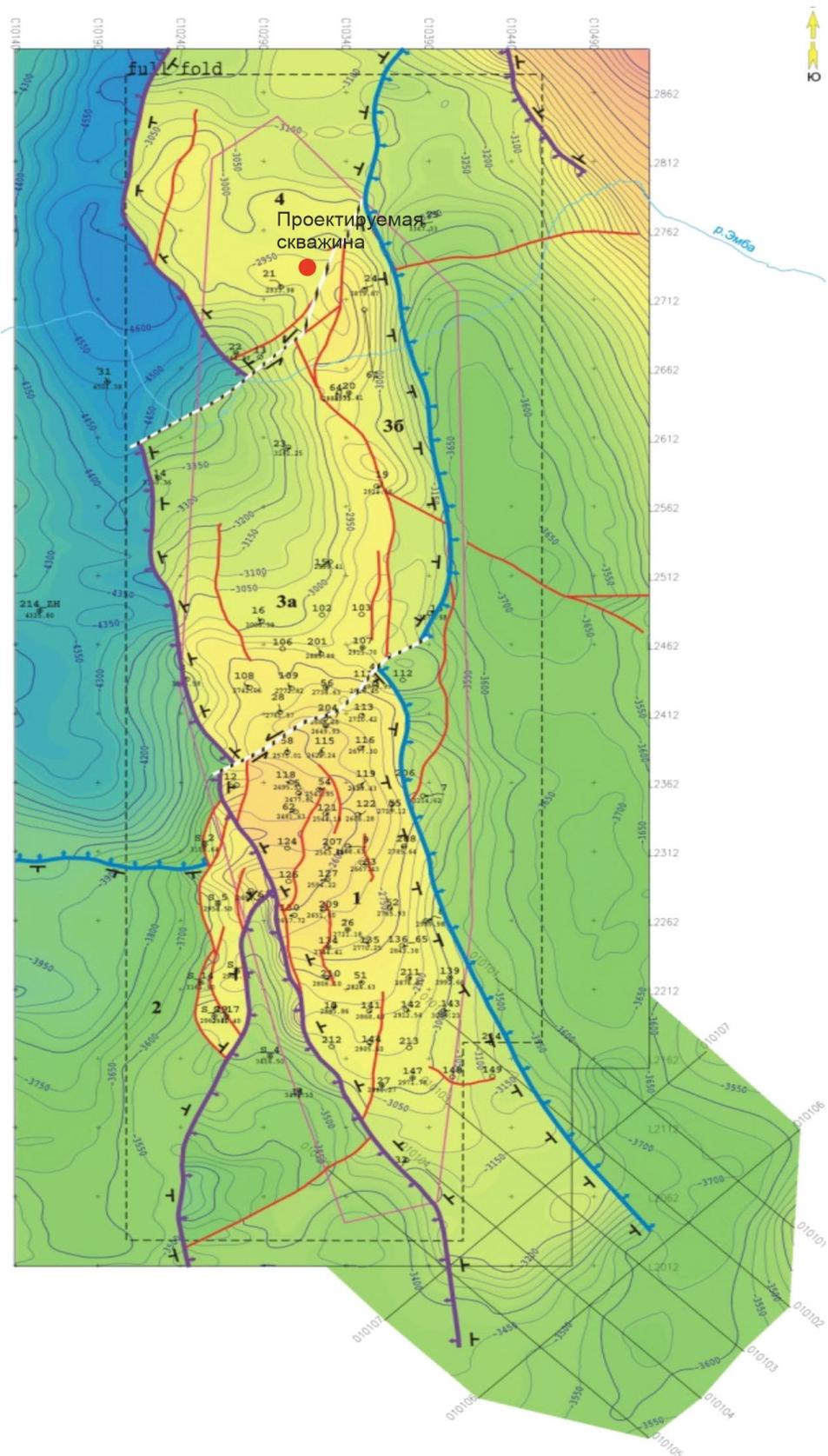
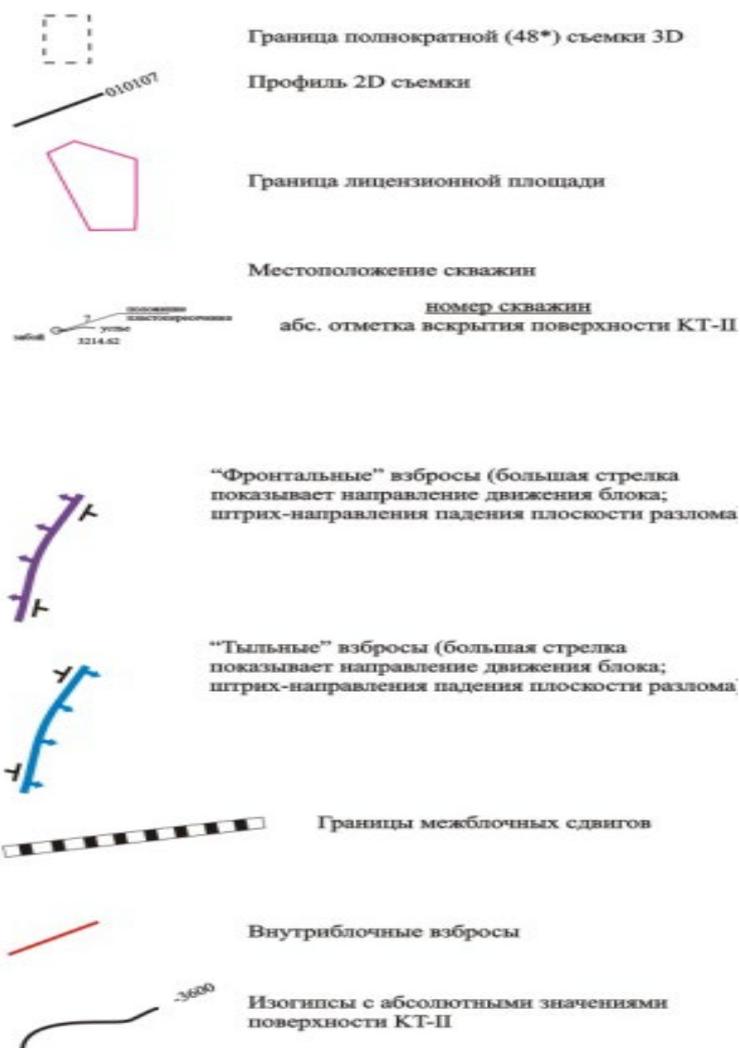


Рис. 5. Структурная карта по горизонту КТ-2



Блоки

- 1** Блок “Алибекмола Южная”
- 2** Блок “Южный Алибек”
- 3а** Блок “Алибекмола центральная, западная часть”
- 3б** Блок “Алибекмола центральная, восточная часть”
- 4** Блок “Алибекмола Северная”

Рис. 6. Условные обозначения к рисунку 5

4.3 Физико-геологическая модель объекта исследования. Выбор методов и обоснование геофизического комплекса

Построение физико-геологической модели опирается на третью главу данной работы, в частности, - на стандартный комплекс ГИС, используемый на месторождении. Данная ФГМ описывает каменноугольные отложения, вскрытые при бурении на месторождении Кожасай. В качестве основы ФГМ для стандартного комплекса приведем таблицу 4. Таблица 4 опирается на геофизическую характеристику разреза:

- Плотные породы имеют высокое сопротивление на кривой бокового каротажа (800-4000 Ом), высокие показания на НГК (max = 6.0-6.5 усл.ед.), низкую естественную радиоактивность (2-3 мкР/ч), низкие показания на кривой интервального времени (min=150-155мкс/м).

- Аргиллиты в разрезе выделяются уверенно по низким сопротивлениям (3-7 Ом), минимальным показаниям на кривой НГК (1-1.9 усл.ед. нейтронное водородосодержание 30-35) при максимальных показаниях ГК (8-14 мкР/час или 80-150 gAPI). Интервальное время на кривой акустического каротажа при этом равно 280мкс/м и более.

Таблица 3 – количественные характеристики по коллекторам/неколлекторам карбонатной толщи КТ-2, основанные на типовом разрезе (по скв. 122)

	ГК, gAPI		ПС, мВ		ГГК, г/см ³		ННК, Кп		БК, Ом	
	МИН	МАКС	МИН	МАКС	МИН	МАКС	МИН	МАКС	МИН	МАКС
Коллектор Пределы	4,66	15,15	459,4	502,1	2,5	2,65	0,02	0,07	45,2	543,7
Коллектор МО	10,03		480,7		2,6		0,06		120,1	
	МИН	МАКС	МИН	МАКС	МИН	МАКС	МИН	МАКС	МИН	МАКС
Неколлект. Пределы	4,7	39,6	445,8	502,1	2,4	2,7	0,002	0,16	69,2	68326, 1
Неколлект. МО	12,7		473,7		2,63		0,033		3147,84	

Таблица 4 – схематическая ФГМ на основании геофизической характеристики разреза

Порода	ПС	ГК	БК	НГК	КС	БКЗ	Кавернометрия (dc)	АК (dt)	МЗ (расхождение)	ГГКп
Известняк плотный	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↔	↓	Нет	↑
Известняк нефтенасыщ	↓	↓	↔	↑	↔	↔	↓	↔	Есть	↑
Известняк водонасыщ	↓	↓	↔	↑	↓	↓	↓	↔	Есть	↑
Глины	↑	↑	↓	↓	↓	↓	↔	↑	Нет	↓
Доломиты	↔	↔	↑	↑	↑	↑	↔	↓	Нет	↑

Также качестве дополним ФГМ натурной моделью – результатом проведения ГИС в скважине номер 122, выскрывшей наиболее полный разрез (рисунок 7).

Для обоснования использования детальных методов была составлена дополнительная ФГМ (рисунок 8).

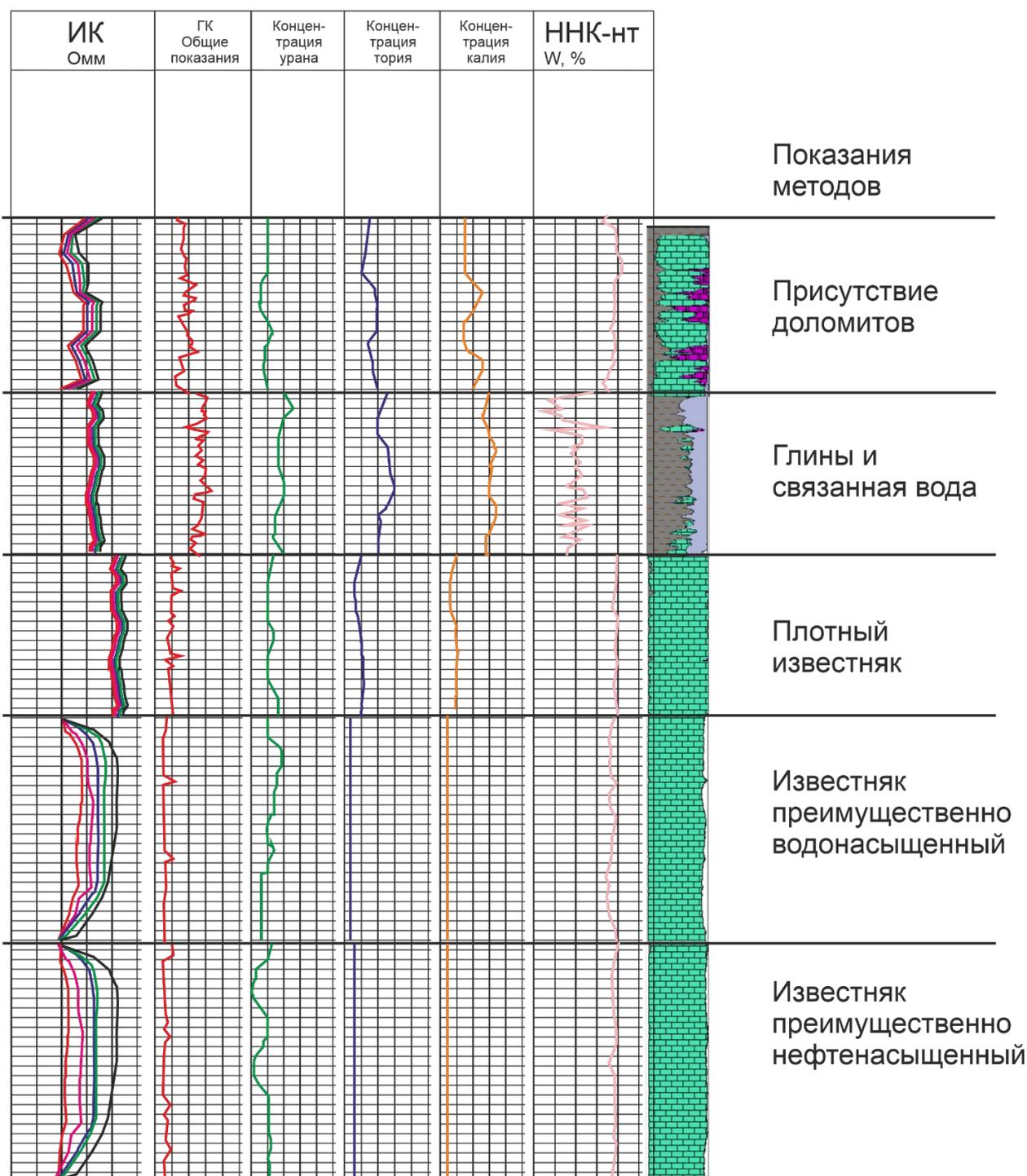


Рис. 8. ФГМ детальных методов в типовом разрезе карбонатной толщи КТ-2

Обоснование геофизического комплекса

Как видно из вышеприведенных ФГМ, практически все методы обладают достаточной информативностью. Из электрических методов малой информативностью обладают КС и ПС. Метод ПС эффективен в терригенных разрезах с песчаными коллекторами и является одним из основных признаков разделения коллектор/неколлектор. В карбонатном разрезе данный метод обладает малой

эффективностью (что видно из таблицы 3) и является лишь дополнительным признаком в определении глинистых интервалов. Также и стандартный каротаж КС малоэффективен из-за особенностей строения карбонатных коллекторов. Наиболее эффективными методами электрического каротажа являются разноглубинные методы – БКЗ, двухзондовый БК, ИК. В дополнение к вышеприведенным методам электрического каротажа, методы микрокаротажа – МКЗ и МБК – также крайне важны при исследовании карбонатного разреза. МБК позволяет определять сопротивление ближней, прискважинной зоны пласта, промытой, в случае пласта-коллектора, что является хорошим подспорьем при литологическом расчленении и выделении коллекторов на основании разноглубинных методов электрического каротажа. МКЗ позволяет выделять проницаемые зоны по расхождению зондов.

Методы радиометрии и СГК крайне эффективны в данном разрезе и являются основными при выделении глин.

Методы пористости, такие как АК, ГГКп, НГК и ННК также являются крайне эффективными при использовании в таком типе разреза и являются основой для определения пористости и насыщения пород.

Метод микросканирования, как и метод кросс-дипольного каротажа обязательны для типизации коллекторов и определения структуры порового пространства. На данном месторождении распространены низкопоровые коллекторы, все так же содержащие углеводороды. Используя стандартные методы определения пористости, эти участки можно банально пропустить. К тому же, в разрезе распространены два типа малопористых коллекторов – трещинные, с низкой пористостью, но достаточной проницаемостью, и слаботрещинные, по структуре близкие к гранулярным, коллекторы. Типизация и выделение данных типов коллекторов при интерпретации данных очень важна для последующей разработки этих пластов.

Полный комплекс ГИС приведен в пятой главе настоящей работы.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

5.1 Методика проектных геофизических работ

5.1.1 Порядок проведения ГИРС

Полный перечень геофизических работ включает в себя:

- предполевую подготовку на базе
- транспортировку оборудования и партии до скважины
- передачу скважины геофизической партии
- непосредственное осуществление геофизических исследований и работ на скважине
- первичный контроль качества полученного материала
- завершение работ и передачу скважины обратно заказчику

5.1.2 Описание этапов ГИРС

Предполевая подготовка проводится на базе. Компания, получившая заявку, должна начать подготовку полного комплекса скважинных приборов и наземного оборудования, необходимого для осуществления ГИРС.

К использованию для геофизических исследований допускаются лишь приборы, прошедшие первичную калибровку аккредитованной организацией. К тому же, необходимо удостовериться, что срок последней периодической калибровки, осуществляемой непосредственно самой компанией, не истек. В ином случае, необходимо провести процедуру периодической калибровки и удостовериться, что прибор работает исправно, зафиксировать акт калибровки для придания цифровым показаниям скважинных приборов масштабов в физических единицах, что необходимо при обработке данных.

Помимо скважинных приборов, необходимо проверить состояние каротажной станции и самого каротажного подъемника. В том числе проверяется состояние лебедочного механизма и кабеля, определяется достаточность длины кабеля, проверяется наличие в подъемнике всех необходимых вспомогательных инструментов. Проверка работоспособности станции и электрической части подъемника осуществляется при помощи подключения к ней любого прибора и последующем выводе регистрируемых кривых на компьютер.

После всех проведенных проверок партия, исполняющая заявку, полностью укомплектовывается. К перечню необходимого оборудования относятся: полный

комплекс скважинных приборов, кабельные наконечники, геофизические ролики, комплект технологической оснастки, технические модули, шарнирные соединители.

После всех проверок и загрузки необходимого оборудования партия отправляется в путь до скважины. В нашем случае, район работ находится в транспортной доступности, и при транспортировке трудностей не возникнет. Проезд от города Актобе будет осуществляться по трассе А-27 до поселка Шубаркудук, а от него, по проселочным дорогам, уже до самого месторождения Кожасай.

По прибытии на скважину, необходимо будет осуществить прием скважины. Необходимо удостовериться, что буровая обеспечена всеми условиями для осуществления ГИРС, в том числе источником питания 220 В, расчищенной площадкой для размещения подъемника, местами для установки роликов, наличием мостков. После этого подписываются акты о готовности скважины и приема-передачи скважины.

После подписания акта партия подготавливает технику и оборудование. Подъемник устанавливается в тридцати метрах от устья. Подъемник устанавливается с учетом направления оси кабеля между устьем и самим подъемником таким образом, чтобы ось кабеля была, во-первых, параллельна мосткам и, во-вторых, перпендикулярной устью скважины.

После установки подъемника выгружается необходимое наземное оборудование – ролики, комплект технологической оснастки, вспомогательные инструменты. После этого на мостки крепится нижний ролик, а верхний с помощью вспомогательных лебедок поднимается к столу ротора и затем крепится к элеватору или крюку через накидное кольцо. Одновременно с этим осуществляется заземление подъемника и подключение его к сети 220 В. После установки роликов к нижнему крепятся датчики скорости и глубины, после чего выматывают кабель, продевая его через оба ролика, на достаточную глубину, чтобы можно было заделать кабельный наконечник, и верхний ролик поднимают на высоту, достаточную, чтобы поместить каротажную сборку. После заделки наконечника начинают соединять приборы в каротажную сборку, одновременно с этим выводя запись на компьютер для дополнительной проверки работоспособности всех приборов в сборке. Если все приборы работоспособны, то работы на устье можно считать завершенными, а приборы – готовыми к спуску.

Для контролирования СПО, во избежание аварийных ситуаций и инцидентов при проведении ГИРС, опираются, в первую очередь, на натяжение кабеля. Натяжение контролируется визуально, в том числе по наличию или отсутствию провисаний и по датчику натяжения кабеля, информация с которого выводится на консоль машиниста.

Скорость спуска контролируется по датчику оборотов ролика (сельсин). Спуск сборок ведется со скоростью не более 5000 м/ч, в зависимости от количества приборов и массы сборки, рекомендуемая скорость 3000-4000 м/ч. Записи геофизическими приборами осуществляются на подъеме от забоя, при этом достижение забоя контролируется по показаниям приборов и датчика оборотов ролика.

Во избежание аварийных ситуаций, повреждения приборов, скорость за сто метров до забоя должна быть значительно уменьшена, до пятисот – трехсот метров в час. После того, как по показаниям приборов и датчиков был достигнут забой, натяжение кабеля ослабляется за счет его перепуска на несколько метров. Подъем приборов в исследуемом интервале ведут со скоростью, не превышающей максимально допустимую хотя бы для одного из модулей сборки.

Во время исследований в обязанности геофизика входит контроль записи, исправность вывода результатов кривых в программе. Вместе с машинистом следит за натяжением кабеля, положением ролика.

После завершения всех исследований результаты записей отправляются в контрольную интерпретационную партию. При этом привязка по ГК может осуществляться как на скважине в редакторе кривых, так и в самой интерпретационной партии. Во время и после исследований заполняется список нормативных документов и описательная часть объекта исследований, в которую входит конструкция скважины, тип и свойства бурового раствора, геолого-технические условия, используемые в сборке приборы и т.д. Как только геофизическая партия завершила работу, она передает скважину обратно представителю заказчика, после чего осуществляет транспортировку обратно на базу.

5.1.3 Используемый комплекс ГИС

Исследуемый интервал 2950 – 3750 м. Основная цель – толща КТ 2 (нижний и средний карбон). Также необходимо уточнить положение верхней толщи КТ 1, уточнить положение эффективных в северной части структуры.

Поскольку мы проектируем доразведку структуры, необходимо составить два комплекса – общий и детальный, опираясь на основной принцип комплексирования – от общего к частному. В общий комплекс (таблица 5) будут входить приборы стандартного комплекса ГИС для данного региона. Масштаб записи общего комплекса – 1:500 по всему стволу, 1:200 в интервале 2950 – 3750. В детальный комплекс (таблица 7) будут входить приборы специального назначения, в том числе микросканер и кросс-дипольная акустика. Масштаб записи детальных исследований – 1:200.

Было решено использовать приборы Тверской фирмы ООО «Нефтегазгеофизика» серии КАСКАД, которые можно использовать в одной каротажной сборке.

Таблица 5 – состав каротажной сборки общих исследований во всем интервале

Метод	прибор	назначение	Характеристики
ПС	2БКЗ/5	Определение потенциала собственной поляризации. Определение относительной глинистости	Скорость записи – до 2000 м/ч Длина прибора вместе с «косой» - 21 м
БКЗ		Определение подсчетных параметров и насыщения коллекторов.	
БК		Точное определение УЭС горных пород	
МБК	МК+БМК	Определение сопротивления ближней зоны	Скорость записи – до 1000 м/ч Длина прибора – 4 м
МКЗ		Определение сопротивления ближней зоны. Косвенное определение наличия глинистой корки	
ГК	ГК-НГК	Выделение глинистых интервалов	Скорость записи – до 300 м/ч Длина прибора – 2,4 м
НГК		Определение водородной пористости, установление флюидных контактов (при возможности)	
ГГКП	ГГКЛП	Определение пористости. Определение фотоэлектрического эффекта для выделения глинистых интервалов	Скорость записи – до 200 м/ч Длина прибора – 3,7 м
АК	4АК-60	Литологическое расчленение и определение пористости	Скорость записи – до 400 м/ч Длина прибора – 4,6 м
Инклинометрия	ИМР	Определение положения ствола скважины	Скорость записи – до 1000 м/ч Длина прибора – 3,8 м
Кавернометрия	4СКП	Определение номинального диаметра скважины	Скорость записи – до 2000 м/ч Длина прибора – 3,6 м

Для осуществления детальных исследований будет использован комплекс, приведенный в таблице 6.

Таблица 6 – детальный комплекс ГИС. Масштаб записи – 1:200

Метод	прибор	назначение	Характеристики
БК	2БКЗ/5	Точное определение УЭС горных пород	Скорость записи – до 2000 м/ч Длина прибора вместе с «косой» - 21 м

Продолжение таблицы 6

МБК	МК+БМК	Определение сопротивления ближней зоны	Скорость записи – до 1000 м/ч Длина прибора – 4 м
МКЗ		Определение сопротивления ближней зоны. Косвенное определение наличия глинистой корки	
ИК	5ИК	Определение радиуса зоны проникновения. Определение пластового сопротивления	Скорость записи – до 1500 м/ч Длина прибора – 3,8 м
ГК	СРК	Выделение глинистых интервалов	Скорость записи – до 800 м/ч Длина прибора – 2,7 м
ННК-нт		Определение нейтронной пористости	
СГК	СГК-1024	Выделение глинистых интервалов и их разбивка по содержанию тория, калия, урана	Скорость записи – до 100 м/ч Длина прибора – 1,7 м
Кросс-дипольный каротаж	АВАК-60	Определение акустической анизотропии горных пород. Выделение трещинных коллекторов	
ЭМС	КарСар МС-130	Определение структуры порового пространства	

5.1.4 Используемые приборы

Для проведения электрического каротажа был выбран прибор **2БКЗ/5**. Данный прибор способен осуществлять за одну спускоподъемную операцию кажущегося УЭС горных пород методами стандартного каротажа (СК), бокового каротажного зондирования (БКЗ), двойного бокового каротажа (БК-3, БК-5) и способен, как все приборы электрокаротажа, измерять потенциал собственной поляризации (ПС). Прибор обладает модулем резистивиметрии (РЕЗ) для определения УЭС скважинной жидкости.

Рекомендуемая скорость каротажа – до 2000 м/ч. Общая длина прибора вместе с «косой» - 21 м.

Прибор микрометодов и бокового микрокаротажа **МК+БМК** содержит градиент-микрозонд А0.025М0.025N и потенциал-микрозонд А0.05М, а также трехэлектродный зонд микробокового каротажа. Фокусировка тока зонда БМК осуществляется автоматическим регулированием потенциалов электродов зонда. Прибор содержит встроенный модуль кавернометрии. Измерения диаметра скважины проводятся двух независимых рычагов прижимного устройства.

Рекомендуемая скорость каротажа – до 1000 м/ч, длина прибора составляет 4 м.

Комбинированный прибор **СРК** оснащен модулем ГК для проведения радиометрии разреза скважины, а также способен проводить нейтрон-нейтронный каротаж по надтелловым нейтронам.

Измерительная установка компенсированного нейтрон-нейтронного каротажа содержит камеру для размещения ампульного источника быстрых нейтронов (Pu+Be, с

выходом от 5×10^6 до 2×10^7 н/с) и два гелиевых детектора тепловых нейтронов. Измерительная установка ГК содержит один сцинтилляционный детектор и ФЭУ.

Скорость записи в карбонатном разрезе – до 800 м/ч. Длина прибора 2,7 м.

Прибор комбинированный радиоактивного каротажа **ГК-НГК** предназначен для измерения водонасыщенной пористости методом нейтронного-гамма каротажа; также обладает встроенным модулем ГК.

Измерительная установка содержит два сцинтилляционных детектора с ФЭУ и камеру для размещения ампульного источника быстрых нейтронов (Pu+Be, с выходом от 5×10^6 до 10^7 н/с).

Рекомендуемая скорость каротажа 300 м/ч. Длина прибора – 2,4 м.

Прибор литоплотностного гамма-гамма каротажа **ГГКЛП** для измерения объемной плотности горных пород и индекса фотоэлектрического поглощения горных пород.

Измерительная установка содержит три сцинтилляционных детектора с ФЭУ и камеру для размещения ампульного источника гамма-квантов Cs-137 (активностью от $6,65 \cdot 10^9$ до $3,0 \cdot 10^{10}$ Бк).

Рекомендуемая скорость каротажа 200 м/ч. Длина прибора 3,7 м.

Прибор спектрометрического гамма-каротажа **СГК-1024** предназначен для проведения метода селективного гамма-каротажа, служащего для определения массового содержания в горных породах естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ): тория (Th), урана (U) и калия (K).

Рекомендуемая скорость записи:

- в активном разрезе, при интенсивности (дозе) излучения больше 5 мкР/ч, при общих исследованиях – 180 м/ч, при детальных исследованиях – 120 м/ч

- в низкоактивном разрезе, при интенсивности (дозе) излучения меньше 5 мкР/ч, при общих исследованиях – 150 м/ч, при детальных исследованиях – 100 м/ч

Длина прибора – 1,7 м.

Прибор пятизондового индукционного каротажа **5ИК** предназначен для измерения удельной проводимости горных пород. Прибор содержит пять трехкатушечных зондов ИК: ЗИ0,3, ЗИ0,5, ЗИ0,85, ЗИ1,26, ЗИ2,05. Все зонды имеют общую приемную катушку, единый измерительный тракт и работают на одной частоте 100 кГц. Радиус исследований составляет до 3 м самым длинным зондом.

Рекомендуемая скорость записи до 1500 м/ч. Длина прибора 3,8 м.

В качестве акустического прибора будет использован модуль компенсированного акустического каротажа **4АК**. Прибор предназначен для измерения параметров распространения головных волн и волны по обсадной колонне.

Рекомендуемая скорость записи – до 800 м/ч. Длина прибора – 4,6 м.

Для кросс-дипольных измерений будет использован прибор **АВАК**. В качестве излучателей конструкцией прибора предусмотрены как монопольные, так и дипольные преобразователи. Прибор предназначен для использования в низкоскоростных разрезах, где не выполняется условие формирования головной волны. За счет дипольного преобразователя прибор формирует изгибающую волну, параметры которой при интерпретации можно аппроксимировать как параметры поперечной волны.

Прибор, стандартно для акустических приборов, содержит приемную и излучающую часть. Обе части разделены между собой изолятором. Излучающая часть также поделена на два блока: блок из трех монопольных магнитострикционных излучателей и кроссдипольный блок пьезокерамических излучателей. В приемной части содержится четыре приемника: два монопольных и два дипольных.

Рекомендуемая скорость записи до 260 м/ч. Длина прибора 6 м.

Прибор **4СКП** относится к разряду технологических. Предназначен для проведения кавернометрии и профилометрии скважины.

Рекомендуемая скорость каротажа – до 2000 м/ч. Длина прибора составляет 3,5 м

Также будет использован прибор инклинометрии **ИМР**. Это магнитный инклинометр. Измеряемые параметры: зенитный угол, азимут скважины и положение прибора относительно магнитного меридиана.

Рекомендуемая скорость записи – до 800 м/ч. Длина прибора 3,4 м.

Приборы серии **КАСКАД** не содержат микросканеров, которые можно было бы использовать при работе в открытом стволе скважины. Принято было решение использовать прибор Саратовской компании КарСар – Мс 130. Прибор включает в себя три модуля: модуль инклинометрии, модуль ГК и непосредственно сам модуль сканера. Прибор позволяет определить наклон пластов, наличие и направление трещин, структуру самих пород и выделить тонкие слои.

Вид каротажной сборки для общих исследований приведен на рисунке 9.

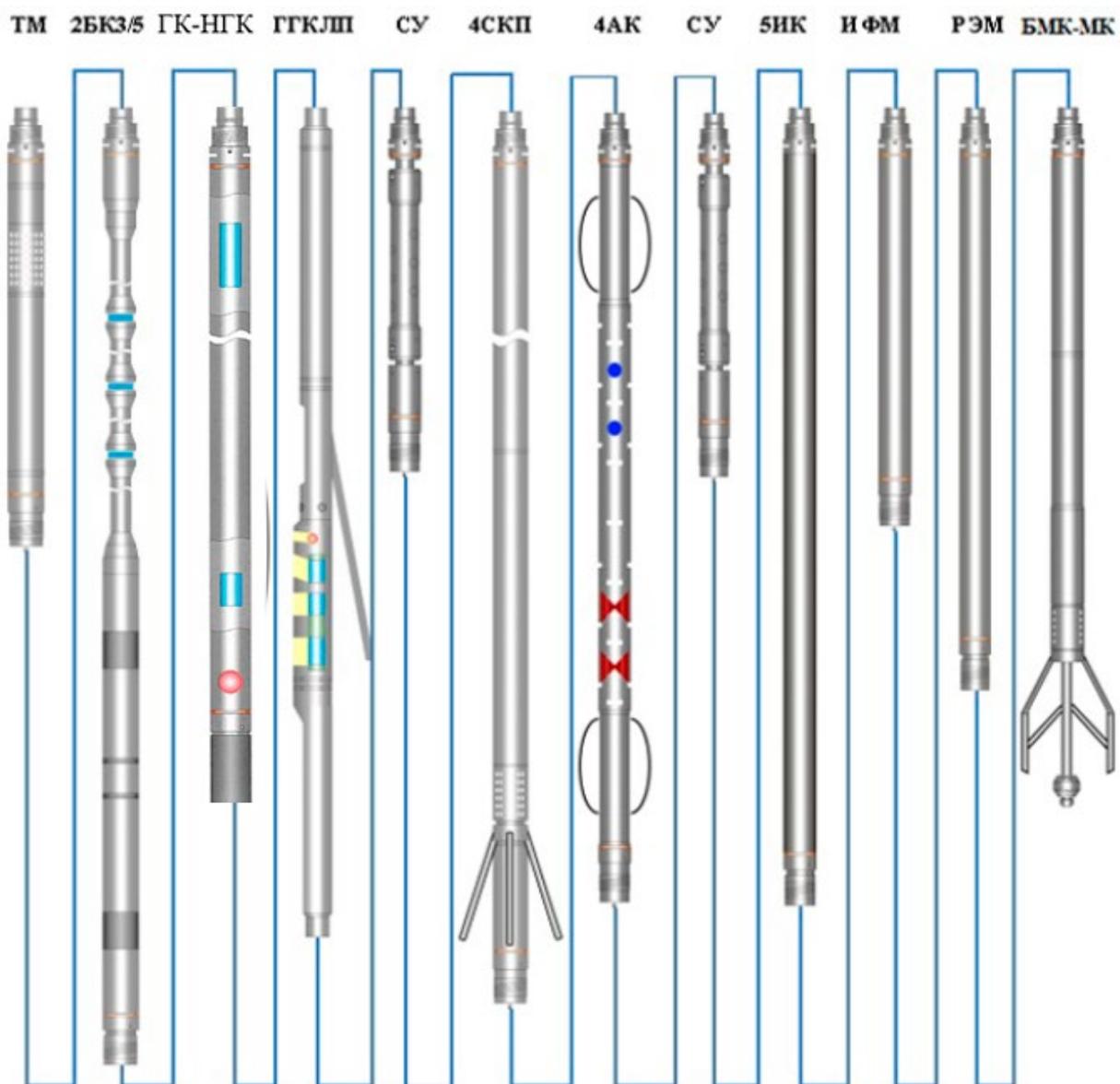


Рис. 9. Каротажная сборка для общих исследований

В состав сборки, помимо вышеописанных приборов, входят:

- технологический модуль ТМ, предназначенный для проведения измерений технологических параметров при работе в сборках, в том числе контроль натяжения на кабельном наконечнике и движения приборов в скважине;
- соединитель шарнирный СУ, предназначенный для механического и электрического соединения приборов в сборках;
- разъединитель электромагнитный РЭМ, предназначенный для электрической и/или электромагнитной изоляции приборов в сборках.

Общая длина сборки составляет 51 метр

Запись по проекту будет проводиться при помощи наземного регистрирующего комплекса «КАСКАД-1». На рисунке 10 приведен вариант исполнения с креплением в лабораторном отсеке каротажной станции смонтирован в трех блоках с

пылевлагозащищающими передней и задней крышками. Прибор поставляется с полным комплектом опций, необходимых для работы каротажной станции.



Рис. 10. Наземный регистрирующий комплекс «КАСКАД-1».

5.1.5 Метрологическое обеспечение и контроль проведенных работ

Основными критериями контроля проведенных работ является достоверность проведенных исследований и их полнота – соответствие заявленного комплекса проведенному. Достоверность исследований, в свою очередь, также определяется набором критериев. Основными являются: соблюдение шага дискретизации в соответствии с техническим заданием; фактически подтверждаемые калибровки приборов; соблюдение скорости измерений на подъеме в соответствии с ТЗ или с ТХ приборов; наличием контрольных записей.

Метрологическое обеспечение ГИРС опирается на калибровки приборов. Выделяют три вида калибровок: первичная, периодическая и полевая. Первичная калибровка выполняется непосредственно на предприятии, изготовляющем геофизическое оборудование. Периодическая калибровка выполняется на предприятии, эксплуатирующем оборудование, но только при условии компетентности данного предприятия в проведении калибровок, то есть, при наличии аккредитации. Периодичность таких калибровок зависит от самого прибора, но проводится не реже раза в квартал. Полевые калибровки менее точны, проводятся непосредственно на скважине. В реальных условиях полевые калибровки применимы лишь к некоторым приборам, допустим, к каверномерам и профилемерам (по диаметру кондуктора). Зачастую, при

работе с современными приборами, достаточно использовать файлы периодических калибровок.

Разберем способы проведения контрольных измерений. Выделяют измерения напротив опорных пластов и повторные измерения непосредственно во время записи. Опорными пластами могут служить определенные реперные горизонты. Например, баженовская свита в начале юрских отложений Западной сибери или стешевский горизонт серпуховского яруса отложений Прикаспийского борта.

Для контроля проведения электрических методов применяются следующие критерии: для микрокаротажа, БК и БКЗ – замеры против обсадной колонны (поскольку известно примерное сопротивление металла) и против каверн; для индукционного каротажа – против высокоомных пластов. Для контроля ПС применяют повторную запись и сравнивают расхождение ее с основной.

Контроль записи ГК осуществляется по показаниям против реперных горизонтов, а также по соответствию первичному ГК (в случае, его наличия)

Контрольные измерения АК проводятся в обсадной колонне. Значение интервального времени продольной волны в незацементированной обсадной колонне должно находиться в пределах 185-187 мкс/м, затухания - в пределах 1-5 дБ/м.

5.2 Интерпретация геофизических данных

5.2.1 Определение литологии.

Продуктивные отложения нижнего и среднего карбона представлены трещиноватыми известняками. Покрышками в разрезе служат глины и плотные, непроницаемые известняки. Кроме того, в разрезе присутствуют доломиты.

Первоначальной целью литологического расчленения в данном разрезе будет являться отделение плотных пород – известняков и доломитов – от глинистых разностей. В разделе ФГМ были приведены граничные значения для глин и известняков. Известняки будут выделяться по совокупности следующих признаков: низкое интервальное время на диаграммах АК, преимущественно низкая радиоактивность, высокое удельное сопротивление и высокие показания по НГК. При интерпретации ранее проведенных ГИС первоначальное литологическое расчленение проводилось при помощи специальных палеток. Данные кривых АК и НГК накладывались на кроссплоты. Палетки типовые, поэтому после наложения на кроссплоты необходима корректировка значений. Поскольку в разрезе исследуемого интервала нет песчаников, значения, при попадании некоторых из них на линию песчаников, корректируются путем смещения всех значений в сторону линии известняков, с дальнейшей корректировкой геофизических данных используемых в

интерпретации. Таким образом, получаем первоначальное литологическое расчленение по плотностному признаку. Вид палетки приведен на рисунках 11 и 12.

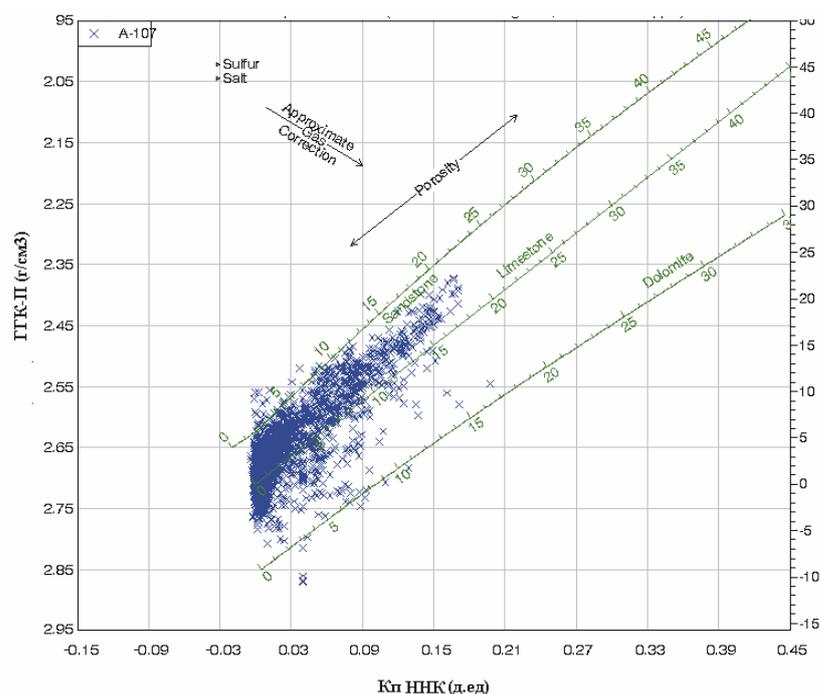


Рис. 11. Палетка для литологического расчленения продуктивной пачки КТ-2 до нормализации [52]. Виден выход значений за линию песков

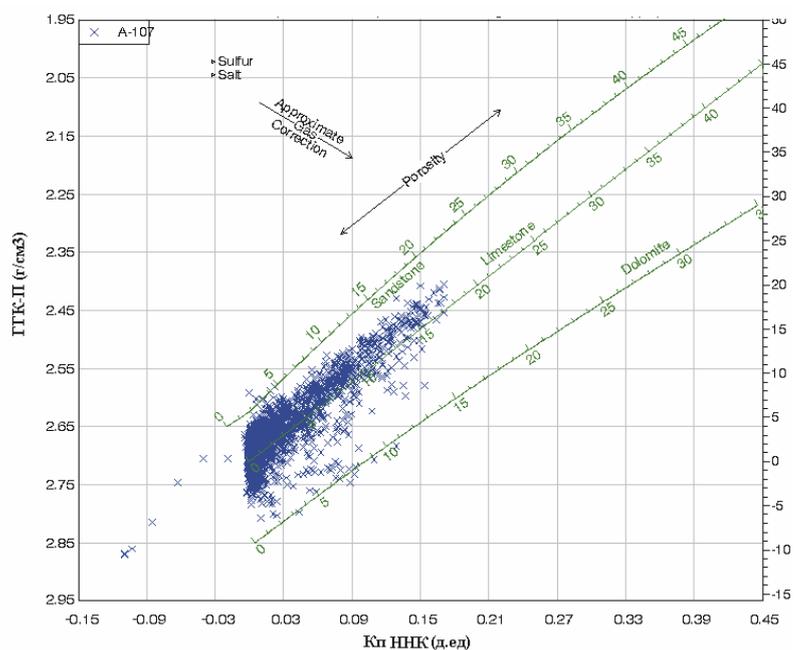


Рис. 12. Палетка для литологического расчленения продуктивной пачки КТ-2 после нормализации.

Такие палетки существуют по комбинациям нескольких методов, в том числе, помимо ГГК-II – ННК существуют ГГК-II – АК и ННК – АК. Таким образом будет осуществлено первичное литологическое расчленение по плотностному признаку, которое

позволит отделить глины от плотных пород – известняков и доломитов, а также разделить между собой сами плотные породы.

5.2.2 Определение глинистости

Следующим этапом интерпретации является определение глинистости пород для уточнения глинистых интервалов. На этом этапе будут отсечены доломиты, которые являются глинистыми практически на всем интервале продуктивной пачки КТ-2.

Выделение глинистых прослоев будет осуществляться с помощью комплекса всех имеющихся каротажных данных: гамма-каротажа (ГК), акустики (АК), нейтронному (ННК), плотностному (ГГКП) и боковому каротажу. На рис 25 показан пример выделения глинистых прослоев по комплексу ГИС.

Количественно глинистость определяется по двойному разностному параметру. Двойной разностный параметр гамма каротажа рассчитывался по соотношению:

$$\Delta J_{\text{ГК}} = \frac{J_{\text{ГК}} - J_{\text{ГК min}}}{J_{\text{ГК max}} - J_{\text{ГК min}}}, \quad (1)$$

где $J_{\text{ГК}}$ – величина интенсивности гамма-излучения изучаемой породы, $J_{\text{ГК max}}$ и $J_{\text{ГК min}}$ максимальные и минимальные показания в данной скважине, наблюдаемые соответственно против наиболее чистых глин и чистых известняков в интервале залегания изучаемых отложений.

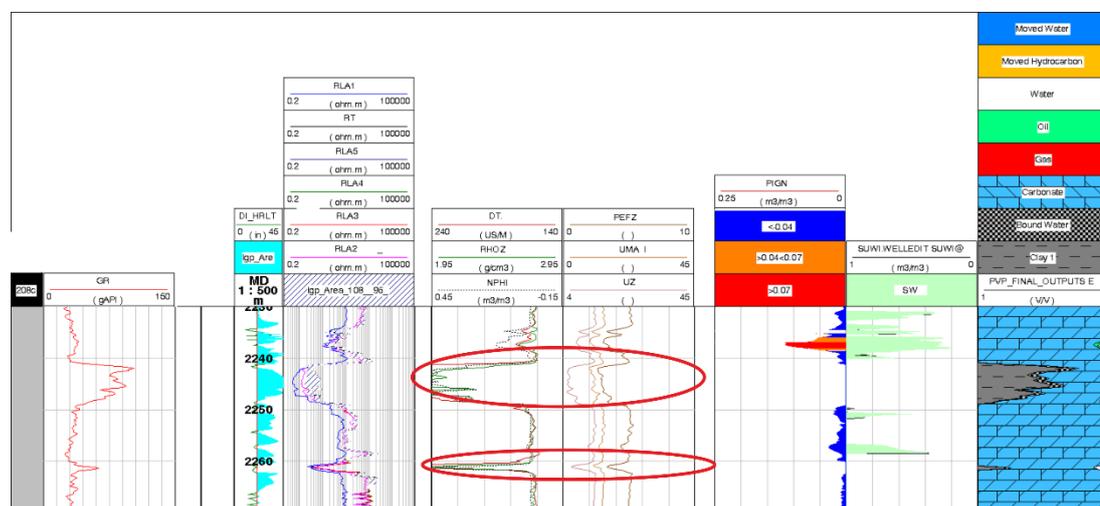


Рис. 13. Пример выделения глинистых пропластков по общему комплексу ГИС [52]

При проведении детального комплекса будет использоваться метод SGK. Выделение глинистых прослоев будет проводиться по высокому содержанию калия и тория. Интервалы с высокой радиоактивностью, обусловленной присутствием урана, к глинистым прослоям не относились. Пример выделения интервалов с высоким содержанием урана приведен на рисунке 14.

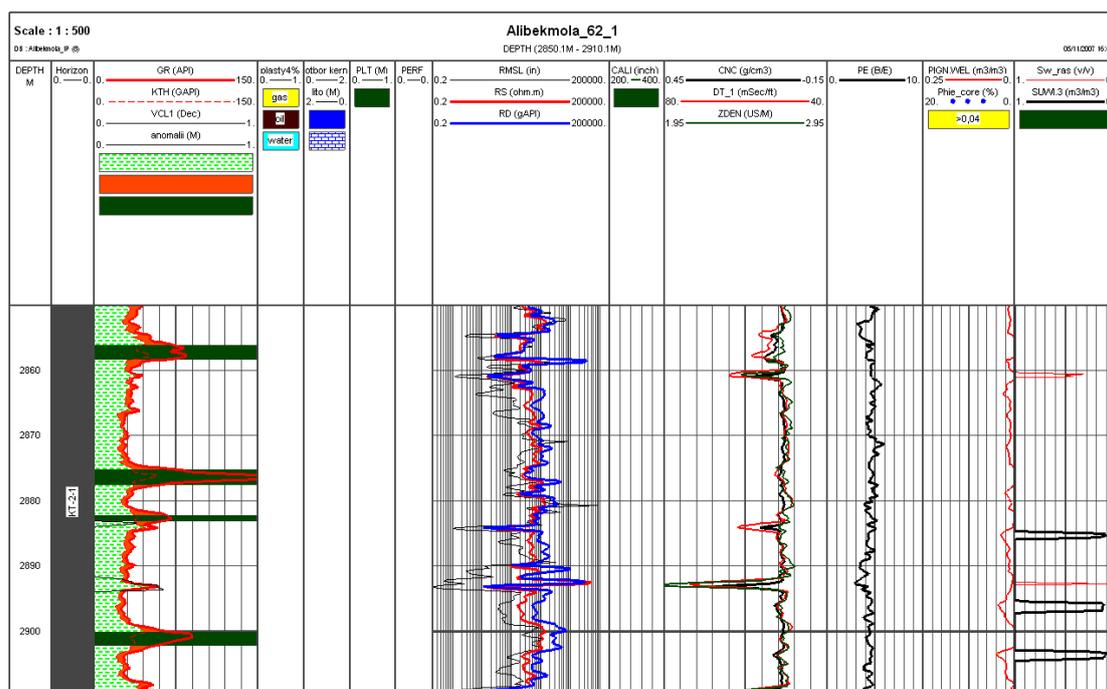


Рис. 14. Выделение интервалов с высоким содержанием урана. Такие интервалы закрашены зеленым цветом

Следующим этапом будет разделение на коллектор/неколлектор, качественно основывающееся на выделении проницаемых зон. Выделение проницаемых зон будет проводиться по результатам разноглубинных методов электрического каротажа по изменению зоны проникновения. В случае если будет наблюдаться проникновение бурового раствора в пласт, по изменению сопротивления зон разного радиуса, то такой пласт будет считаться проницаемым.

Кроме того, при выделении коллекторов будут использоваться дополнительные качественные признаки, характерные для карбонатной толщи месторождения Кожасай:

- повышенные, относительно вмещающих пород, значения интервального времени (ΔT) по данным акустического каротажа;

- низкие значения естественной и вызванной гамма – активности по радиоактивному каротажу;

- наличие приращений по зондам бокового фокусированного каротажа;

- пониженные, относительно вмещающих пород, сопротивления по данным электрического каротажа;

- сохранение номинального или уменьшение в процессе фильтрации раствора, диаметра скважины.

Количественные признаки коллектор/неколлектор основываются на пористости.

Для определения емкостных свойств пород на месторождении Кожасай применяется следующая универсальная система уравнений:

$$Dt = Dt_{\text{ск. изв}} * K_{\text{изв}} + Dt_{\text{ск. дол}} * K_{\text{дол}} + Dt_{\text{ж}} * K_{\text{п}} \quad (2)$$

$$\sigma_{\text{ггк кп}} = \sigma_{\text{изв}} * K_{\text{изв}} + \sigma_{\text{дол}} * K_{\text{дол}} + \sigma_{\text{ж}} * K_{\text{п}} \quad (3)$$

$$K_{\text{п нгк}} = \Delta K_{\text{п нгк изв}} * K_{\text{изв}} + \Delta K_{\text{п нгк дол}} * K_{\text{дол}} + \Delta K_{\text{п нгк ж}} * K_{\text{п}} \quad (4)$$

$$1 = K_{\text{изв}} + K_{\text{дол}} + K_{\text{п}} \quad (5)$$

где: $K_{\text{изв}}$, $K_{\text{дол}}$ - относительные объемы доломита и известняка в породе;

$Dt_{\text{ск. изв}}$, $Dt_{\text{ск. дол}}$, $Dt_{\text{ж}}$, $\sigma_{\text{изв}}$, $\sigma_{\text{дол}}$, $\sigma_{\text{ж}}$ – показания акустического и плотностного каротажа в пласте и непористых средах (скелете) известняка и доломита и в пластовом флюиде.

$\Delta K_{\text{п нгк}}$ – значения поправок в пористость, определяемую по НГК, по отношению к известняку для соответствующего минерала

По исследованиям керна на месторождении Кожасай было выявлено наличие интервалов, характеризующихся как «слаботрещинные» или «совсем не трещинные». При этом, при всех тех же исследованиях, среднее значение проницаемости пород из пластов-коллекторов по образцам без трещин при пористости пород до 0,06 составляет $(0,01-0,03) * 10^{-3}$ мкм², при пористости пород 0,06-0,07 проницаемость возрастает до величины около $0,1 * 10^{-3}$ мкм², и при пористости больше 0,08 составляет $0,6 * 10^{-3}$ мкм². Проницаемость пород из слоев-неколлекторов остается ниже $0,1 * 10^{-3}$ мкм² при пористости до 0,08.

Выполненные сопоставления позволяют принять граничное значение пористости пород-коллекторов, пустотное пространство которых представлено межзерновыми и внутризерновыми пустотами выщелачивания.

При этом, проницаемость образцов с трещинами значительно превышает проницаемость пород без трещин, и достигает средней величины $18 * 10^{-3}$ мкм² при пористости пород до 0,06, и $268 * 10^{-3}$ мкм² – при пористости 0,06-0,07. Вне пластов-коллекторов 90% исследованных образцов, имеющих трещины, характеризуются пористостью до 0,04, их проницаемость составляет в среднем $39 * 10^{-3}$ мкм².

Мы имеем два граничных значения пористости: 4% для трещинных коллекторов и 6% для слаботрещинных. Таким образом, при исследованиях следует провести типизацию коллекторов. Для этого будет использован электрический микросканер, способный выделять трещинные интервалы и определять структуру порового пространства. На рисунке 27 приведен пример выделения открытых трещин по данным FMI на скважине 62 месторождения Кожасай.

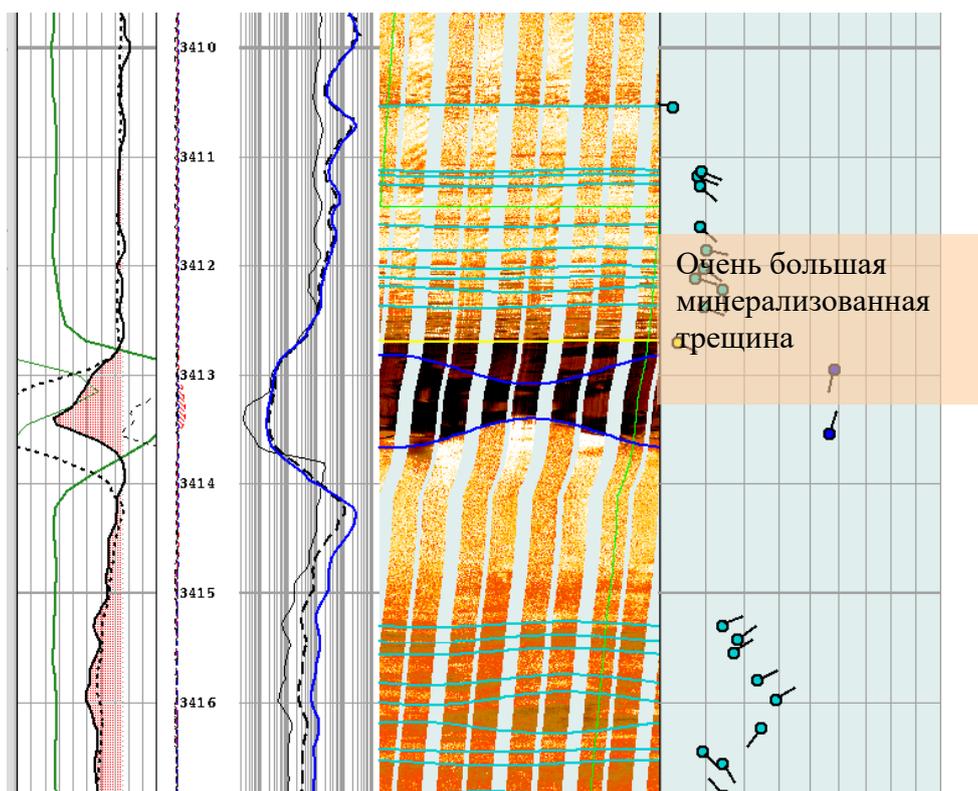


Рис. 15. Пример выделения открытых трещин по данным FMI на кв.62

5.2.3 Определение насыщения

Предварительно насыщение будет определяться по сопротивлению неизменной зоны пласта:

- сопротивления газонасыщенных коллекторов меняются в диапазоне от 50 до 1000 Омм;

- электрические сопротивления нефтенасыщенных коллекторов - от 20 до 4000 Омм;

Коэффициент водонасыщенности по данным ГИС будет определяться по уравнению Арчи для чистых неглинистых коллекторов:

$$K_v = \frac{\left(a * \frac{R_v}{K_{pm} R_p}\right)^{1/n}}{n}, \quad (6)$$

где:

K_v – водонасыщенность

R_v – сопротивление пластовой воды

K_p – пористость по каротажу

R_p – истинное сопротивление пласта в непромытой зоне

m – экспонента цементации

n – экспонента насыщения.

При определении коэффициента водонасыщенности для условий карбонатных отложений месторождения Кожасай используются следующие петрофизические зависимости:

$$a=1; b=1; m=1,95; n=1.47; R_w=0.045 \text{ Ом}\cdot\text{м}.$$

Сопротивление пластовой воды будет принято равным 0,045 Ом·м при температуре пласта 65⁰С.

Граничное значение нефтенасыщенности принято 0.45 д.е

Для расчета фазовых проницаемостей будет использоваться уравнение Бурдайна (рисунок 16)

$$k_{\text{В}}^{\text{ОТН}} = \left[\frac{S_{\text{В}} - S_{\text{ВО}}}{1 - S_{\text{ВО}}} \right]^2 \frac{\int_{S_{\text{ВО}}}^{S_{\text{В}}} \frac{dS_{\text{В}}}{P_k^2}}{\int_{S_{\text{ВО}}}^1 \frac{dS_{\text{В}}}{P_k^2}}$$

$$k_{\text{Н}}^{\text{ОТН}} = \left[1 - \frac{S_{\text{В}} - S_{\text{ВО}}}{1 - S_{\text{НО}} - S_{\text{ВО}}} \right]^2 \frac{\int_{S_{\text{ВО}}}^1 \frac{dS_{\text{В}}}{P_k^2}}{\int_{S_{\text{ВО}}}^1 \frac{dS_{\text{В}}}{P_k^2}}$$

Рис. 16. Уравнения Бурдайна для определения фазовой проницаемости

Где:

$k_{\text{В}}^{\text{ОТН}}$, $k_{\text{Н}}^{\text{ОТН}}$ – относительные фазовые проницаемости для воды (смачивающая фаза) и нефти (несмачивающая фаза);

$k_{\text{В}}$ – текущая водонасыщенность; P_c – капиллярное давление;

$k_{\text{ОВ}}$ – остаточная водонасыщенность; $k_{\text{ОН}}$ – остаточная нефтенасыщенность.

6. КРОСС-ДИПОЛЬНЫЙ АКУСТИЧЕСКИЙ КАРОТАЖ

6.1. Введение

Акустические исследования скважин являются неотъемлемой частью комплексов ГИС, поскольку позволяют судить о структуре среды по распространению в ней упругих колебаний. Долгое время акустические исследования проводились с использованием стандартной аппаратуры, принципы измерения которой берут свое начало еще с середины двадцатого века, и которая сполна удовлетворяла и даже по сей день частично удовлетворяет нужды нефтяников при разведке месторождений. Но темпы разработки растут, старые и легко извлекаемые запасы нефти подходят к концу, поэтому мировая нефтяная промышленность диктует новые требования к геофизическим методам.

Среди основных факторов, влияющих на требования к геофизическим, а в частности и к акустическим методам, является вовлечение в разработку трудно извлекаемых запасов, трещинных коллекторов. Это ставит перед нефтяниками следующие задачи: точное изучение трещиноватости коллекторов, оценка проведения гидроразрыва пласта, а также петрофизическое обеспечение количественной интерпретации современной сейсморазведки [40]. Для решения таких задач уже широко применяются специальные методы ГИС: квад-нейтронный каротаж, электрическое и акустическое сканирование, ядерно-магнитный каротаж и кросс-дипольный акустический каротаж, о котором и пойдет речь.

6.2 Теория кросс-дипольного метода

Сперва разберёмся, какие бывают виды акустических источников. Выделяют монопольный, дипольный и квадрупольный акустические источники.

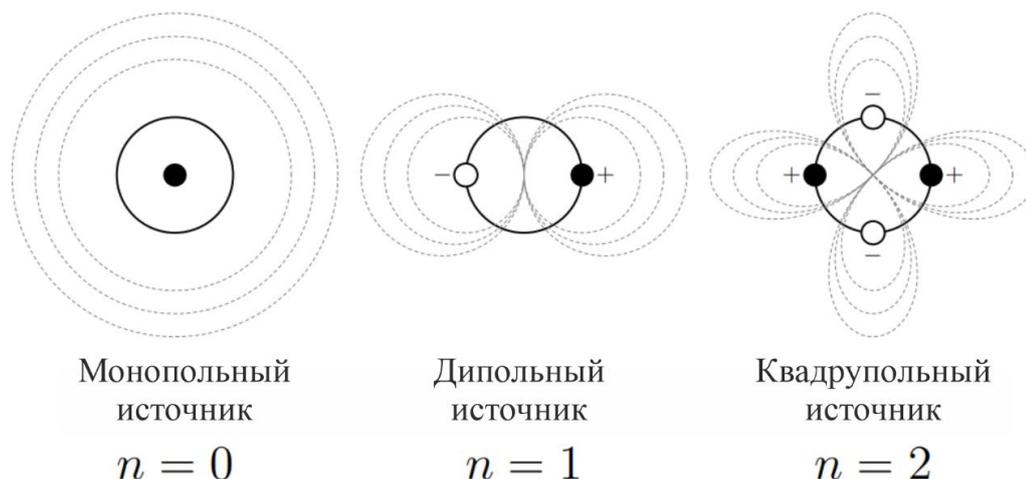


Рис. 17. Монопольный, дипольный и квадрупольный режимы излучения [50]

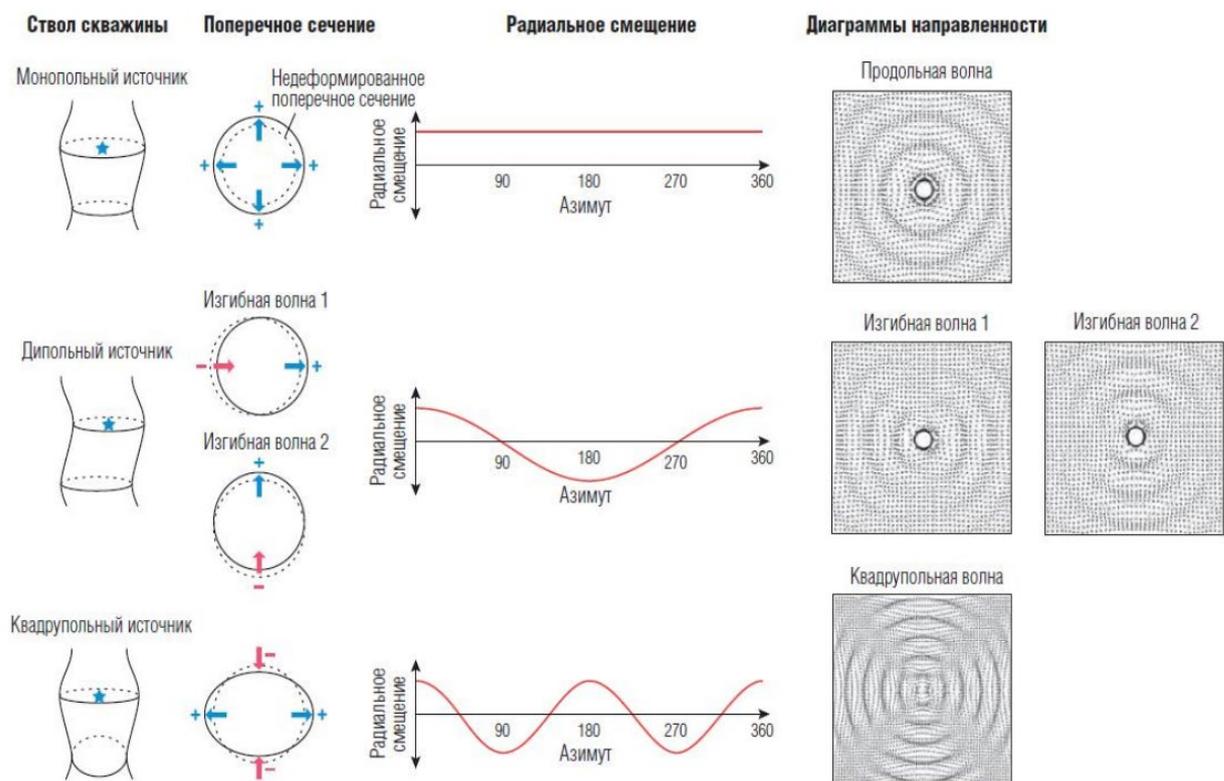


Рис. 18. Различные виды колебаний и их распространение по стволу скважины [38]

Монопольный источник излучает звуковые волны одинаково во всех направлениях. Данный тип источника можно представить в виде пульсирующей сферы. Дипольный источник, в свою очередь можно представить в виде двух монопольных источников одинаковой силы, но противоположных по знакам, то есть, излучающих волны, противоположные по фазам. Оба источника расположены по кругу и находятся друг от друга на расстоянии π . Квадрупольный источник, как несложно догадаться, состоит из четырех монопольных источников, также попеременно изменяющих своих знаки, и расположенных по кругу на расстоянии $\pi/2$ друг от друга.

Но зачем нужны такие источники? Дело в том, что монопольный высокочастотный способен генерировать полный пакет волн, включающий головные продольную (P) и поперечную (S), а также волну Стоунли, только в высокоскоростном разрезе, то есть при выполнении условия V_f (скорость флюида, заполняющего скважину) $>$ ($V_{пл}$) [50]. Если данное условие не выполняется, то есть разрез низкоскоростной, то головные волны не формируются, и в результате на трассе мы получаем лишь волну утечки и волну Стоунли слабой амплитуды. Волны утечки представляют собой колебания, распространяющиеся в одном направлении, но ограниченные в двух других стенкой скважины. Данные волны можно рассматривать как многократно отраженные от стенки скважины. Каждый раз, когда такая волна отражается от стенки скважины, часть энергии передается в скважинное пространство, а остальная часть распространяется в пласт в виде интерферирующих

поперечных волн. От такого характера распространения подобный тип волны и получил название волн утечки [48].

Используя же дипольный источник, мы получаем изгибные волны. Изгибные волны можно представить, как колебания ствола скважины по всему диаметру [48]. В высокоскоростном разрезе мы также получим набор из головных преломленных и поперечных волн, поскольку выполняется условие формирования головных волн. В низкоскоростном разрезе на трассе мы получим волну утечки и изгибную волну. Изгибные волны являются дисперсионными – это означает, что фазовая скорость зависит от частоты. На низких частотах параметры изгибной волны близки к параметрам поперечной волны. оценки S-волны по изгибной волне могут быть представлены в поляризованной форме – SH- и SV-волнами.

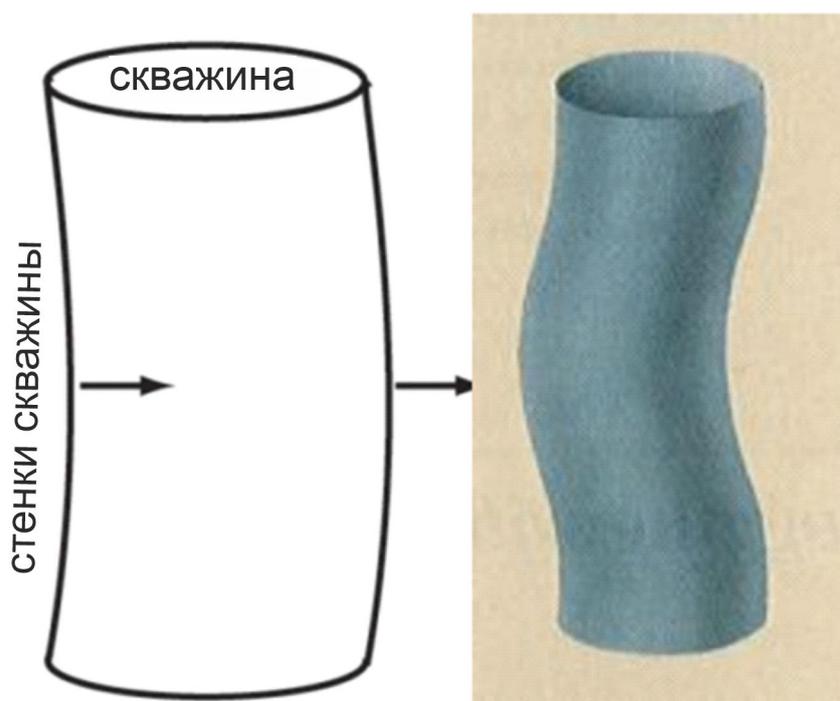


Рис.19. Изгибная волна [38]

Измерение (скорости и амплитуды)	Приложение
Полный волновой пакет	Калибровка сейсмики и вертикального сейсмического профилирования (ВСП); Около-скважинная и межскважинная томография (идентификация трещин, мониторинг заводнений); Оценка цементного кольца.
Р-волна	Пористость и литология; Содержание углеводородов; Оценка порового давления; Состояние цементного кольца; Калибровка наземной сейсморазведки; Синтез сейсмических трасс.
S-волна	Механические свойства; Обнаружение трещин и их оценка; Определение проницаемости; Соотношение P/S –волн для определения литологии и обнаружения газа
St-	Оценка проницаемости; Характеристика латеральной непрерывности трещин.

Рис. 20. Волны, регистрируемые в волновом пакете, и их назначение

6.3 Скважинные приборы кросс-дипольного каротажа

Конструкция стандартных монополюсных излучателей обусловлена полем, которые они излучают. Они имеют цилиндрическую форму и состоят из магнестрикционных материалов, то есть изменяют свою форму и объем при подаче электрического тока. При изменении формы и объема происходит излучения акустических волн, благодаря цилиндрической форме излучающихся равномерно во всех направлениях. Физически представляют собой точку или полюс.

Дипольные источники можно представить в виде цилиндрических поршней, понижающих акустическое давление с одной стороны и понижающих с другой. Таким образом создаются изгибные волны. Также изгибные волны генерируют устройства в форме диска, в которых два пьезоэлемента генерируют колебания так, что одна часть диска расширяется, а другая, противоположная ей, сжимается. Такие устройства называются биморфными преобразователями.

Традиционно современные приборы кросс-дипольного акустического каротажа содержат 4 источника – два дипольных и два монополюсных, низко – и высокочастотных. Высокочастотный монополюсный излучатель служит для создания головных продольных и поперечных волн при соблюдении условия $V_{пл} > V_{ф}$, низкочастотный источник служит для возбуждения волны Стоунли. В свою очередь, дипольные источники располагаются ортогонально друг к другу и генерируют изгибные волны. Поскольку оба полюса

дипольных источников расположены друг напротив друга, то возбуждаются изгибные волны, затрагивающие практически весь ствол скважины.

Стоит упомянуть, что кросс-дипольные измерения, то есть измерения именно двумя дипольными зондами, скрещенными под углом 90 градусов, имеют определенное назначение – оценка анизотропии пород, и дипольные приборы не всегда имели именно такую конфигурацию. Допустим, отечественный прибор АВАК-7, который тоже имеет два монополярных излучателя, способных излучать в диапазоне от 20 до 2,5 кГц, но лишь один дипольный излучатель. В приборе имеется три монополярных приемника и один дипольный [37]. Такой конструкцией обеспечивается работа четырех зондов – трех монополярных, на высоких, низких и высоких частотах, и одного дипольного, что позволяет регистрировать полный волновой пакет вне зависимости от типа разреза.

Современные приборы кросс-дипольного каротажа являются комплексными. Помимо того, что они регистрируют полный пакет волн независимо от типа разреза, они, благодаря расположению источников, способны оценивать анизотропию пород, а по ней – достаточно точно оценивать трещиноватость пород и, в отличие от имиджеров, не только по стенке скважины. Поскольку поперечная волна может быть разложена на две компоненты (рисунок 5), именно ее свойства (не совсем поперечной, а изгибной, являющейся дисперсионной, и на низких частотах близкой по свойствам к поперечной) и позволяют определять анизотропию.

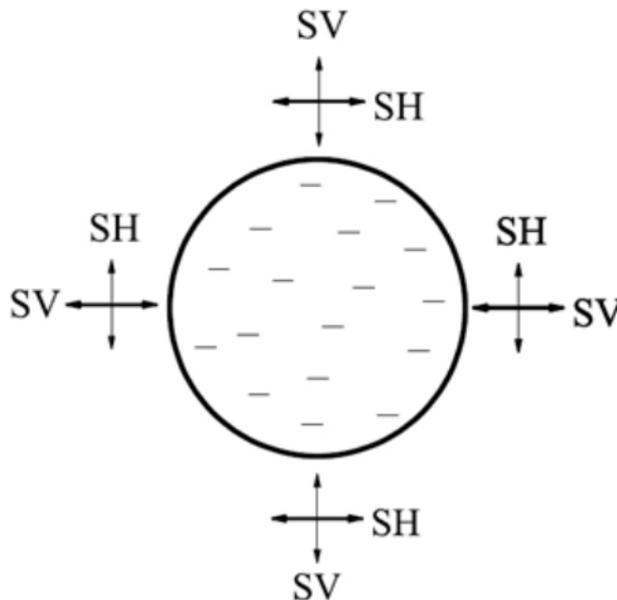


Рис. 21. Разложение s-волны на ортогональные составляющие [38]

Данное свойство и определяет конструкцию приборов. Вкупе с ортогонально расположенными излучателями используются также ортогонально расположенные приемники. С таким расположением системы регистрации, приборы, работающие в кросс-дипольном режиме, могут измерять компоненты интервального времени поперечной

волны в любом направлении в плоскости перпендикулярной оси скважины. Измерения включают запись волновых картин приемниками в направлениях параллельных и перпендикулярных каждому источнику вдоль осей X и Y прибора. В итоге 4 набора волновых картин записывается на каждой глубине для одного уровня приемников. Эти измерения обычно именуется XX, YY, XY, YX [43].

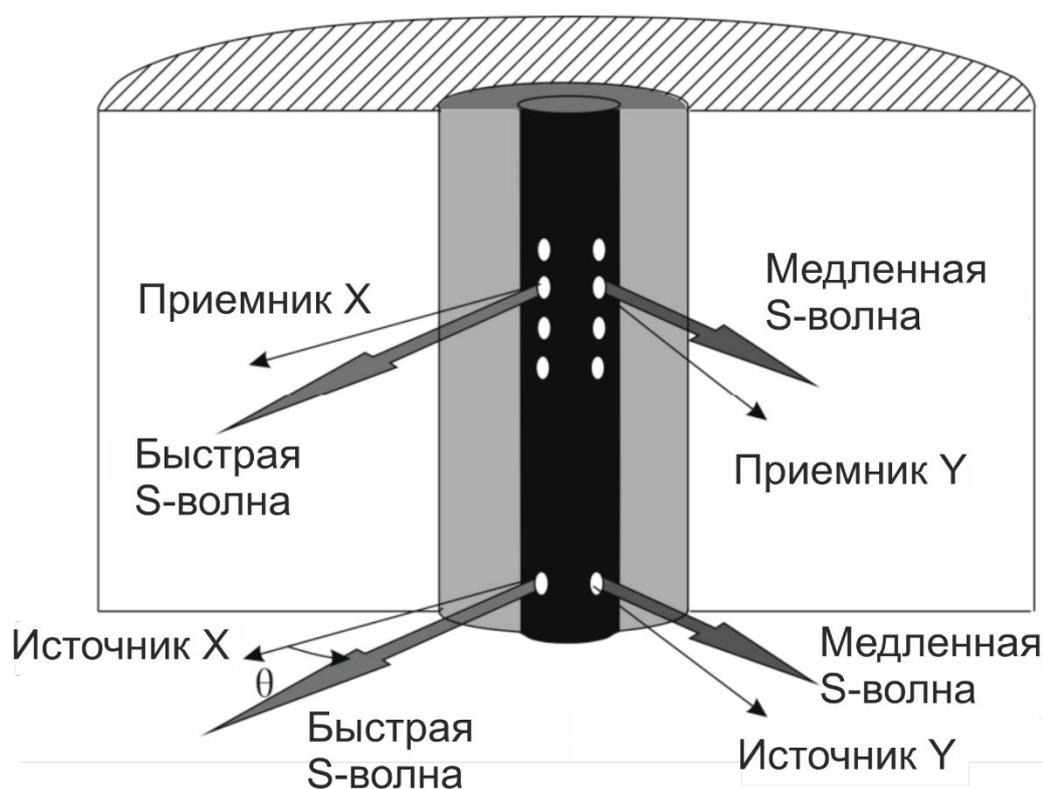


Рис. 22. Схема регистрации кросс-дипольного режима аппаратуры АК. θ – азимутальный угол [51]

Также стоит затронуть тему регистрации волн в дипольном и кросс-дипольном каротаже и тему приемников. В старых, уходящих в прошлое, приборах была трехкомпонентная компоновка, то есть 2 приемника и один источник или 2 источника и один приемник. Следующим этапом развития стал компенсированный прибор, содержащий посередине от 2 до 3 приборов и по источнику по краям прибора. Такой прибор позволял нейтрализовать эффекты перекоса самого прибора и размыва скважины, влияющие на время прохождения волны по скважинному флюиду от источника до породы. Для современных многоэлементных приборов стали использовать сложную конструкцию – приемную антенну. Антенна содержит несколько приемных линеек, ориентированных в плоскостях дипольных источников – для узконаправленного азимутального приема сигналов с целью выявления эффектов анизотропии [44]. В качестве самих приемных элементов по-прежнему используются магнитострикционные элементы, генерирующие ток при изменении формы, либо гидрофоны – микрофоны для регистрации звука,

подходящие для регистрации изгибных волн. Также был опыт разработки приборов с двумя антеннами из восьми приемников различного назначения – монопольного и дипольного. Монопольные приемники были сделаны из пьезокерамических цилиндров, а дипольные – из биморфных пластин. Такую конструкцию использовала компания Western Atlas International в своем приборе MAC.

Как бы то ни было, большинство фирм пошли путём построения измерительных зондов с антеннами приёмников, в которых каждый приёмный элемент выполнен из пьезокерамики в форме сферы или пустотелого цилиндра со сферической диаграммой направленности [37].

Типичная схема кросс-дипольного прибора представлена на рисунке. Данный прибор способен работать в нескольких режимах, включая НЧ и ВЧ монопольный, кросс-дипольный, точечный дипольный, при одновременной регистрации на 32 каналах.

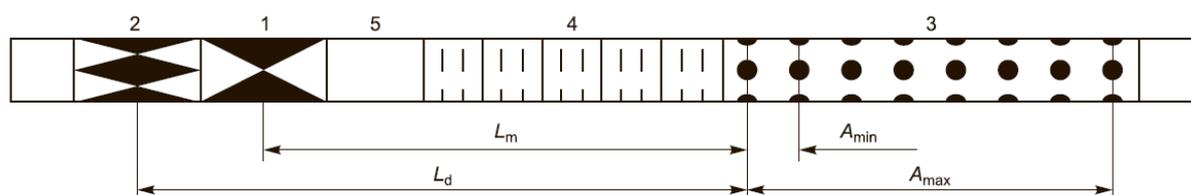


Рис. 23. Состав и режимы работы прибора кросс-дипольного ВАК: 1 – блок монопольного излучателя, 2 – блок кросс-дипольного излучателя, 3 – многоэлементная приемная антенна, 4 – акустический изолятор, 5 – блоки запускающей и управляющей электроники [44]

6.4 Примеры применения кросс-дипольного каротажа

Одной из самых главных отраслей применения кросс-дипольного каротажа является оценка анизотропии свойств горных пород. Анизотропия свойств возникает по следующим причинам [39]:

1. Естественные азимутально-ориентированные напряжения
2. Субвертикальные трещины
3. Овальзация ствола скважины
4. Наклонное залегание пластов

Эти причины являются ключевыми, но помимо них причиной анизотропии могут являться тонкослоистость, глинистость, наличие солей и стрессовое состояние горных пород в разрезе [43]. Это обуславливает необходимость проведения полного комплекса ГИС в дополнение к записи кросс-дипольного каротажа.

Также выделяют три вида рассчитываемой анизотропии: времени, интервального времени и энергии. Анизотропия времени связана с разницей во временах прихода

быстрой и медленной поперечных волн, генерируемых дипольным источником. Такая анизотропия рассчитывается по отношению времени прихода быстрой волны к медленной на каждом приемнике и позволяет судить о жесткости среды. Анизотропия интервального времени вычисляется как разница во времени прихода быстрой и медленных поперечных волн. Результаты вычисления такой анизотропии используются для вычисления корреляции данных акустического каротажа и данных сеймики. Анизотропия энергии – энергия пересечения компонент волновых пакетов, рассчитанная как процент энергии ко всем 4-м компонентам [43]. Позволяет оценить степень анизотропии, поскольку в изотропной среде равна нулю.

В качестве примера использования кросс-дипольного каротажа рассмотрим работу [43]. В ней рассмотрено использование китайского прибора MPAL. В приборе использованы: в монопольной секции – один низкочастотный излучатель (0,5–15 кГц) и восемь скважинных приемников, в дипольной секции – два ортогонально расположенных низкочастотных излучателя (1–4 кГц) в сочетании с восемью приемниками. В данной работе были использованы данные кросс-дипольного АК по скважине 15 Сидоровского месторождения.

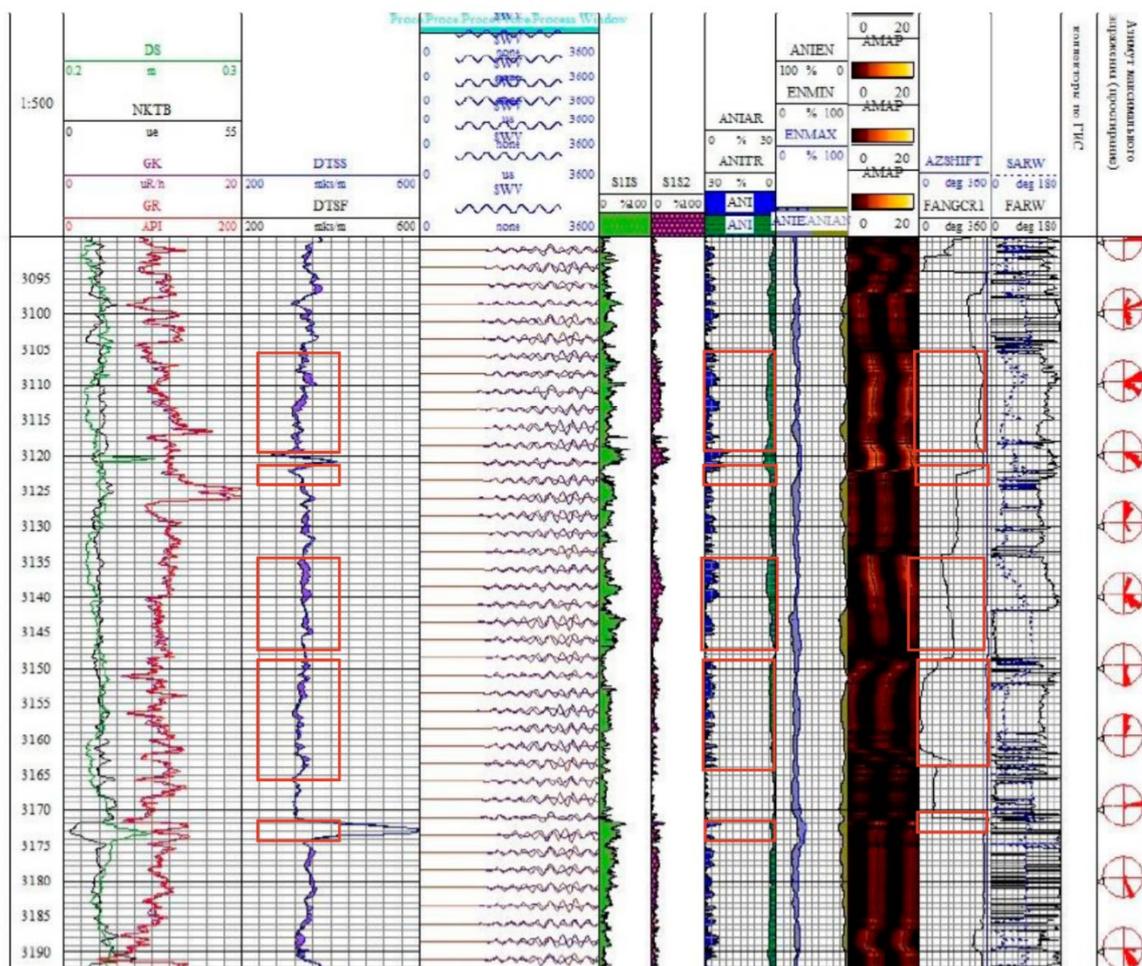


Рис. 24. Планшет MPAL по 15 скважине Сидоровского месторождения [43]

На интервалах 3105.6-3119, 3119-3122.3, 3134.3-3147.1, 3149-3166, 3171.4-3174.5 (выделены красными прямоугольниками) наблюдается изменение коэффициентов анизотропии (шкала FANGCR, шкалы ANITR, ANIAR) и расхождение скоростей быстрой и медленной s-волн (шкалы DTSS, DTSF).

В дополнение к словам о комплексировании методов, обратим внимание на показания других методов, объясняющих показания кросс-дипольного АК. На первом интервале видно увеличение трещиноватости, судя по показаниям микросканера (шкала АМАР), поэтому расхождения обусловлены как раз трещиноватостью пород. На втором интервале, судя по показаниям кавернометрии (кривая DS), наблюдается увеличение диаметра скважины, что позволяет предположить обвал стенок скважины. На 3 и 4 интервалах снова по показаниям микросканера можно судить об увеличении трещиноватости пород, а на пятом интервале по кривой кавернометрии снова видно увеличение диаметра скважины.

Частным случаем определения анизотропии пород является оценка увеличения трещиноватости по изменению анизотропии пород после проведения ГРП. Проведем анализ работы [46]. В работе сравниваются результаты измерений прибором АКС-МАК-МП до и после проведения ГРП.

Видно, что до ГРП анизотропия не отмечается, но после проведения ГРП (отмечено красным прямоугольником) на интервале 1062,3-1092,3 м отмечается азимутальная анизотропия, в направлении 120-150 градусов, величиной от 4 до 7 процентов. Общий интервал воздействия ГРП значительно больше, чем совокупные интервалы перфорации. Итоговые результаты проведенного ГРП не совпадают с проектными, они выше, поскольку исходный проект ГРП не имел цели столь широкого распространения трещин. Таким образом, с помощью прибора кросс-дипольного АК, был проведен контроль результатов ГРП и выявлено несоответствие фактических результатов и запроектированных.

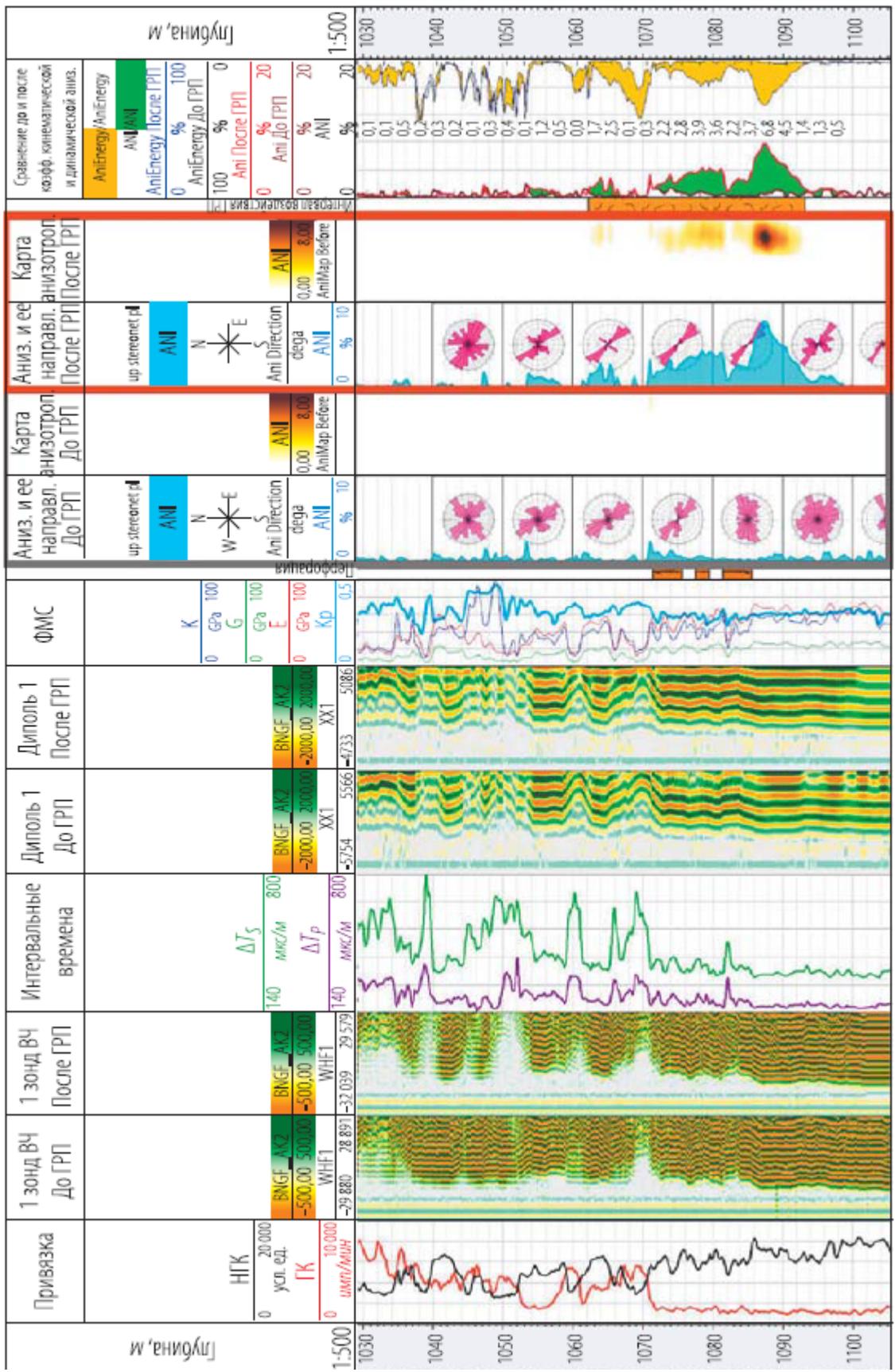


Рис. 25. Сравнительный анализ анизотропии до и после ГРП[46]

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
2281		Слоквенко Владимир Валерьевич	
Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОГ
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 «Технология геологической разведки»
Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:			
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих		Виды и стоимости ресурсов: Оборудование для научных работ - 202500 руб. Основная заработная плата – 228500 руб. Дополнительная заработная плата – 29705 руб. Отчисления во внебюджетные фонды – 69720 руб. Накладные расходы – 84868 руб.	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов		Транспортные расходы – 20% Норма амортизации – 20 % Районный коэффициент – 1,3 Накладные расходы – 16%	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования		Налоговый кодекс РФ. Ключевые ставки налогообложения: НДС, налог на прибыль организаций, налог на имущество физ. Лиц, земельный налог. Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 27,1%	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:			
1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)		Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, оценка готовности проекта и коммерциализации	
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР		Определение этапов работ; определение трудоемкости работ	
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР		Определение затрат на проектирование (смета затрат)	
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)		Расчет интегрального показателя эффективности проекта	
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков		Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, оценка готовности проекта и коммерциализации	
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)			

1. «Портрет» потребителя
2. Оценка конкурентоспособности ИР
3. Матрица SWOT
4. Оценка перспективности нового продукта
5. График разработки и внедрения ИР
6. Основные показатели эффективности ИП

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2281	Слоквенко Владимир Валерьевич		

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

7.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

7.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Сегментирование рынка – это разделение потенциальных потребителей на группы, обладающие общими признаками. Признаки могут быть географическими, демографическими, по отношению к отвару и т.д. Разделение на группы позволяет оптимизировать ресурсы проекта или исследования. Из выделенных групп отбираются наиболее перспективные, потенциально приносящие больше прибыли, а остальные отсеиваются, чтобы не расплывать на них ресурсы.

Наиболее перспективные группы потребителей, выделенные в процессе сегментации, сегменты рынка, позволяют определить целевой рынок, то есть ту часть рынка, на которой будет реализовываться итоговый продукт.

Для сегментирования потребителей геофизических услуг воспользуемся двумя критериями: размер компании потребителя и география деятельности. Проектом предусматривается универсальный комплекс ГИС для месторождений Атырауской, Актюбинской и Западно-Казахстанской областей. Поскольку данный проект, в частности, разрабатывался с учетом особенностей месторождений Актюбинской области, наилучшим образом он может заинтересовать недропользователей, владеющих месторождениями в ней. Среди них выделяют одного крупного недропользователя - ТОО «КазахОйл Актобе», двух средних – АО «СНПС Актобемунайгаз» и ТОО «Урихтау Оперейтинг» и небольшие локальные компании – ТОО «Жаксымай Ойл» и ТОО «Каратюбе Интернешнл Ойл Компани»

Компании, которые наиболее вероятно проявят интерес к данному проекту - АО «СНПС Актобемунайгаз» и ТОО «Урихтау Оперейтинг» и ТОО «КазахОйл Актобе», поскольку они ведут активное доразведку месторождений и бурят новые скважины.

7.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Для формирования конкурентоспособного предложения необходимо проводить анализ конкурирующих разработок.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

технические характеристики разработки;

конкурентоспособность разработки;

уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);

бюджет разработки;

уровень проникновения на рынок;

финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок.

Таблица 7

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Современные геофизические приборы	0,15	5	3	4	0,75	0,45	0,6
2. Использование Hi-tech методов	0,15	5	3	3	0,75	0,45	0,45
3. Своевременное и безаварийное выполнение поставленных задач	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
4. Надежность работы оборудования	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
5. Квалифицированный персонал	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,15	5	5	4	0,75	0,75	0,6
2. Конкурентоспособность исследования	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
3. Финансирование проекта	0,075	3	3	4	0,225	0,225	0,3
4. Уровень проникновения на рынок	0,075	3	5	5	0,225	0,375	0,375
Итого	1	42	35	34	4,55	3,65	3,725

В качестве конкурентов рассмотрим компании АО «Казпромгеофизика» и ТОО Геофизическая компания «Каспий». В обеих компаниях используется преимущественно старое оборудование, со сроком эксплуатации, превышающим 3 или 4 десятка лет, что понижает надежность его работы и вероятность безаварийного выполнения задач. К тому

же, обе компании редко прибегают к использованию высокотехнологичных методов исследований. В отличие от ТОО «Каспий», в штате «Казпромгеофизики» числится большее число сотрудников и лучше автопарк, представленный более современными и модифицированными подъемниками. В свою очередь, ТОО «Каспий» имеет в своем распоряжении малочисленный штат опытных сотрудников, включая небольшое научное подразделение, а также более мягкую ценовую политику.

В качестве конкурента №1 выбирается ТОО «Каспий», в качестве конкурента №2 - АО «Казпромгеофизика». Непосредственно конкурентоспособность рассчитывается по формуле $Вес * Баллы$. Представленный проект имеет более высокую конкурентоспособность за счет привлечения высокотехнологичных методов и использования современного и нового комплекса приборов, станции регистрации и каротажного подъемника. Имеются проблемы с уровнем проникновения на рынок, поскольку обе компании укоренились на рынке и имеют определённые договорённости с недропользователями.

7.1.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

В рамках первого этапа строится матрица (таблица 8). Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта (таблица 9). На ее основании дополняется таблица 2. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей основной матрицы.

Таблица 8

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Применение высокотехнологичных методов в общем комплексе.</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие прототипа научной разработки</p>
--	--	--

	<p>С2. Новизна оборудования для проекта.</p> <p>С3. Квалифицированные сотрудники.</p> <p>С4. Прибыльность</p> <p>С5. Уникальный для региона работ подход в комплексировании методов</p>	<p>Сл2. Отсутствие сертификации.</p> <p>Сл3. Большой срок поставок оборудования.</p> <p>Сл4. Отсутствие спонсорского финансирования</p> <p>Сл5. Удаленность потребителя</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование ресурсов АО «Казахойл Актобе»</p> <p>В2. Появление спроса на наш проект у других сегментов рынка.</p> <p>В3. Уменьшение значимости или достоинства предложений конкурентов на рынке</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных предложений</p>	<p>Использование двухэтапного подхода в комплексировании методов исследования в совокупности с высокотехнологичными методами исследования и современным комплексом приборов выделяют данный проект на фоне проектов конкурентов, использующих устаревшие подходы и оборудование. В случае успеха компании, данный проект может заинтересовать многие нефтедобывающие компании на западе Казахстана, чем привлечет дополнительное финансирование.</p>	<p>Использование возможностей АО «Казахойл Актобе», в случае ее заинтересованности проектом, позволит решить проблемы с прототипом, создавая практическую модель проектируемого комплекса. Это также поможет решить проблемы с финансированием и поставками некоторого оборудования. В случае успешного сотрудничества с компанией «Казахойл», проект не только обеспечит себе дальнейшее существование в рамках сотрудничества с этой компанией, но и может привлечь других недропользователей, заставив их пересмотреть отношение к проектам конкурентов.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на высокотехнологичные методы</p> <p>У2. Развитая конкуренция в регионе</p> <p>У3. Возникновение сложностей с доставкой оборудования.</p> <p>У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования</p>	<p>В силу использования нового для данного региона подхода в комплексировании и использования нового оборудования, нетипичного для региона, это может привлечь внимание к проекту у недропользователей региона.</p>	<p>Отсутствие прототипа и вероятные сложности с поставками оборудования может привести к снижению интересу на данную услугу или к потерям репутации. В том числе и несвоевременное финансирование проекта также может сильно снизить успешность выхода проекта на рынок.</p>

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». В рамках третьего этапа Таблица 8 заполняется окончательно.

Таблица 9 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	+	+
	B2	+	+	-	-	-
	B3	+	+	+	+	+
	B4	+	+	+	-	+
Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	+	+	+	+	-
	B2	-	+	-	+	-
	B3	-	-	+	-	+
	B4	-	-	-	-	+
Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	-	-	-
	У2	+	+	+	0	+
	У3	-	-	-	-	0
	У4	-	-	-	+	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	0	0	-	0	+
	У2	+	+	+	-	-
	У3	0	0	+	+	+
	У4	+	+	+	+	-

7.2 Определение возможных альтернатив проведения исследования

В дипломном проекте и сопутствующих к нему разделах рассматривается создание проекта геофизических исследований скважин, применяемых к конкретной группе месторождений. Поскольку конкретная группа месторождений уже выбрана, а подобные проекты пишутся с четкой структурой, редко имеющей какие-либо флуктуации, морфологический подход при определении альтернатив имеет мало смысла.

При написании данного подраздела было выявлено несколько аспектов реализации проекта, где могли бы быть изменения.

Во-первых, это место, на базе которого пишется проект: им может быть университет, геофизическое предприятие и нефтедобывающее предприятие.

Во-вторых, это количество исполнителей: их может быть от двух до трех. Обязательно должен присутствовать студент (в должности техника или ассистента), руководитель (главный инженер) и специалист по геолого-геофизической информации (интерпретатор).

В-третьих, не сильно, но могут отличаться определенные аспекты реализации материального и программного обеспечения проекта: различные поставщики, различное программное обеспечение и различная по качеству техника.

7.3. Планирование научно-исследовательских работ

7.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Данным проектом предполагается исследование новых скважин на месторождениях Восточно-Эмбннской НГО в Актюбинской области. Проект направлен на: создание методики определения перспективных зон; поэтапной разбивки исследований; создание правильного подхода к комплексированию для месторождений данного региона; определение целесообразности использования высокотехнологичных методов. Для выполнения работ формируется рабочая группа, состоящая из главного инженера (руководителя группы), техника и интерпретатора.

Таблица 10

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Главный инженер
Выбор направления исследований	2	Изучение района работ	Техник
	3	Определение наиболее перспективного направления исследований	Главный инженер, интерпретатор
	4	Календарное планирование работ по исследованию	Главный инженер
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Выделение особенностей района работ	Техник
	6	Анализ ранее проведенных работ на территории исследования	Техник, интерпретатор
	7	Обоснование объекта исследований	Техник

	8	Построение модели объекта исследования	Техник, интерпретатор
	9	Выбор и обоснование геофизического комплекса	Техник, главный инженер
	10	Выбор методики интерпретации и обработки	Интерпретатор
Обобщение и оценка результатов	11	Оценка качества полученных результатов	Главный инженер, интерпретатор
	12	Определение целесообразности проведения исследования	Главный инженер
	13	Оформление отчета о проделанной работе	Техник

В таблице 10 приведен вариант исполнения тремя участниками проекта. Опытным путем выявлено, что данное сочетание должностей в проекте на определенных видах работ наиболее оптимально, поскольку каждый специалист занимается либо сам, либо в паре с другим членом группы, именно тем делом, в котором он наиболее компетентен. Примеры реализации проекта другим сочетанием должностей приведены в пункте 3.3.

7.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 * t_{mini} + 2 * t_{maxi}}{5}, \quad (7)$$

Где $t_{ожі}$ -ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож}}{Ч_i}, \quad (8)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Рассчитаем, как пример, продолжительность составления задания и определения перспективного направления исследований:

На составление задания:

$$t_{ожi} = \frac{3 * 5 + 2 * 10}{5} = 7 \text{ чел. -дн}$$

$$T_{pi} = \frac{7}{1} = 7 \text{ раб. дн.}$$

На определение перспективного направления исследований:

$$t_{ожi} = \frac{3 * 8 + 2 * 12}{5} = 9,6 \text{ чел. -дн}$$

$$T_{pi} = \frac{9,6}{2} = 4,8 \text{ раб. дн.}$$

7.3.3 Разработка графика проведения работ

Для небольших проектов наиболее наглядным способом изображения графика планируемых работ является диаграмма Ганта - горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал}, \quad (9)$$

Где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности. Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (10)$$

Где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

В качестве примера возьмем количество рабочих дней на составление технического задания – 7 дней.

$$T_{ki} = 7 * \frac{366}{366-118} = 10,36 \text{ календарных дней.}$$

Далее так же рассчитывается количество календарных дней на остальные операции.

Все расчеты заносятся в таблицу 11.

В таблицу 11 также были занесены другие варианты исполнения данного проекта, то есть, другой комбинацией сотрудников (Исп. 2 и Исп. 3).

Во втором варианте исполнения на этапе выбора направления исследований главный инженер практически не принимает участия, вместо него работает техник. Главный инженер будет принимать участие в составлении модели, анализе комплекса и участка месторождения.

В третьем варианте снижается значимость роли интерпретатора при теоретических и экспериментальных исследованиях в пользу главного инженера. Интерпретатор занимается больше рутинной работой – составлением отчетов и планированием.

Варианты исполнения менее, чем тремя работниками не рассматривались, поскольку в данной работе имеется широкий спектр различной информации, требующий подхода различных, минимум трех, специалистов.

Таблица 11

Название работы	Трудоемкость работы									Исполнители, количество			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож}$, чел-дни											
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Составление и утверждение технического задания	5	5	5	10	10	10	7	7	7	1	1	1	7	7	7	10,4	10,4	10,4
Изучение района работ	4	4	4	6	6	6	4,8	4,8	4,8	1	1	1	4,8	4,8	4,8	7,1	7,1	7,1
Определение наиболее перспективного направления исследований	8	10	11	12	15	16	9,6	12	12,6	2	1	2	4,8	12	6,3	7,1	17,8	9,3
Календарное планирование работ по исследованию	3	3	5	5	5	8	3,8	3,8	6,2	1	1	1	3,8	3,8	6,3	5,6	9,3	8,3
Выделение особенностей района работ	4	4	6	6	6	8	4,8	4,8	6,8	1	1	1	4,8	4,8	6,8	7,1	7,1	10
Анализ ранее проведенных работ на территории исследования	8	12	10	10	16	14	8,8	13,6	11,6	2	2	2	4,4	6,8	5,8	6,5	10	8,6

Продолжение таблицы 11

Обоснование объекта исследований	3	4	4	5	6	6	3,8	4,8	4,8	1	1	1	3,8	4,8	4,8	5,6	7,1	7,1
Построение модели объекта исследования	8	12	10	10	14	12	8,8	12,8	10,8	2	2	2	4,4	6,4	5,4	6,5	9,5	9,6
Выбор и обоснование геофизического комплекса	6	8	6	8	10	8	6,8	8,8	6,8	2	2	2	3,4	4,4	3,4	5	6,5	5
Выбор методики интерпретации и обработки	10	10	12	12	12	15	10,4	10,4	13,2	1	1	1	10,4	10,4	13,2	15,4	15,4	19,5
Оценка качества полученных результатов	3	5	3	5	6	5	3,8	5,4	3,8	2	2	2	1,9	2,7	1,9	2,8	4	2,8
Определение целесообразности проведения исследования	10	10	14	12	12	16	10,4	10,4	14,8	1	1	1	10,4	10,4	14,8	15,4	15,4	21,9
Оформление отчета о проделанной работе	14	14	14	18	18	18	15,6	15,6	15,6	1	1	1	15,6	15,6	15,6	23,1	23,1	23,1
Итого, раб.дн													79,5	93,9	96,1	117,7	142,7	144,5

За основу был принят вариант исполнения №1, поскольку остальные варианты больше первого на месяц. Это неэффективно априори, поэтому расчет заработной платы будет вестись на основании именного первого варианта.

Таблица 12

№ Работ	Виды работ	Исполнители	Ткi, календ. дн.	Продолжительность выполнения работ																	
				июль			август			сентябрь			октябрь			ноябрь					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение технического задания	Главный инженер	10,4	■																	
2	Изучение района работ	Техник	7,1		■																
3	Определение наиболее перспективного направления исследований	Главный инженер, интерпретатор	7,1			■	■														
4	Календарное планирование работ по исследованию	Главный инженер	5,6				■														
5	Выделение особенностей района работ	Техник	7,1					■													
6	Анализ ранее проведенных работ на территории исследования	Техник, интерпретатор	6,5						■	■											
7	Обоснование объекта исследований	Техник	5,6							■											
8	Построение модели объекта исследования	Техник, интерпретатор	6,5								■	■									
9	Выбор и обоснование геофизического комплекса	Техник, главный инженер	5									■	■								
10	Выбор методики интерпретации и обработки	Интерпретатор	15,4										■	■	■						
11	Оценка качества полученных результатов	Главный инженер, интерпретатор	2,8												■	■					
12	Определение целесообразности проведения исследования	Главный инженер	15,4													■	■	■			
13	Оформление отчета о проделанной работе	Техник	23,1															■	■		

7.3.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

7.3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. Для реализации проекта необходимы два персональных компьютера (ноутбука), на каждый из них необходимо иметь лицензионную операционную систему – Microsoft Windows. Для работы с текстовой, а также архивной и фондовой документацией необходимо сопутствующее лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office, Adobe acrobat reader, DJVu reader. Для работы с картами, графическими материалами, кривыми и геолого-геофизической информацией необходимы программы CorelDraw, Surfer. Для работы с бумажной документацией необходимо МФУ.

ПО по подписке будет покупаться сроком на 4 месяца, поскольку продолжительность работ составляет 117 календарных дней. Допустим, пакет MS Office на 4 месяца стоит 4 тысячи рублей.

Транспортно-заготовительные работы не учитываются, поскольку в проекте не используется оборудование или материалы, требующее длительной доставки.

В качестве примера также рассмотрим другие варианты затрат на оборудование. Допустим, в случае приобретения более дешевого принтера, компьютера или ПО других версий.

Материальные затраты приведены в таблице 13.

Таблица 13

	Количество ед. оборудования			Цена ед. оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Компьютер	2	1	3	35	70	25	70	70	75
МФУ	1	1	1	13,5	16	22	13,5	16	22
Microsoft Windows	2	1	3	20	20	20	40	20	60
ПО Microsoft Office	2	1	3	4	4	4	8	4	12
Adobe reader	2	1	3	3	3	3	6	3	9
CorelDraw	1	1	2	20	26	18	20	26	36
Surfer	1	1	2	45	45	45	45	45	90
Итого:							202,5	184	304

Как видно из таблицы 13, вариант с покупкой одного, более мощного, компьютера (исп. 2) немного дешевле первого варианта, но данный вариант непрактичен, поскольку проект предусматривает работу сразу нескольких участников. Вариант с покупкой трех компьютеров слишком дорог, даже с учетом покупки недорогих компьютеров, и также непрактичен, поскольку периодически рабочий компьютер будет простаивать.

7.3.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада.

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (11)$$

Где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p, \quad (12)$$

Где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Продолжительность работ, выполняемых главным инженером составляет 46,3 дня, техником – 54,4 дня, интерпретатором – 38,3 дня.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d}, \quad (13)$$

Где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

При отпуске в 24 раб. Дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

При отпуске в 48 раб. Дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

За календарное число дней возьмем период с июля по ноябрь. На этот период приходится 44 выходных дня и 3 праздничных дня.

Таблица 14 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Главный инженер	Техник	Интерпретатор
Календарное число дней	153	153	153
Количество нерабочих дней, выходные/ праздничные дни	47	47	44
Потери рабочего времени			
1) отпуск	10	10	10
2) невыходы по болезни	0	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	96	96	96

$$Z_{\text{дн(гл.инж.)}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}} = 40 * 4,67 / 96 = 1,95 \text{ т. Руб.}$$

$$Z_{\text{дн(интерп.)}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}} = 32 * 4,67 / 96 = 1,56 \text{ т. Руб.}$$

$$Z_{\text{дн(техн.)}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}} = 30 * 4,67 / 96 = 1,46 \text{ т. Руб.}$$

$$Z_{\text{осн(гл.инж.)}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}} = 1,95 * 46,3 = 90,3 \text{ тыс. руб}$$

$$Z_{\text{осн(интерп.)}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}} = 1,56 * 38,3 = 59,8 \text{ тыс. руб}$$

$$Z_{\text{осн(техн.)}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}} = 1,46 * 54,4 = 79,4 \text{ тыс. руб}$$

$Z_{\text{доп}}$ возьмем за 15% от $Z_{\text{осн}}$

$$Z_{\text{зп (гл. инж.)}} = 103,845 \text{ тыс. руб}$$

$$Z_{\text{зп (интерп.)}} = 68,77 \text{ тыс. руб}$$

$$Z_{\text{зп (гл. инж.)}} = 91,31 \text{ тыс. руб}$$

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}} \quad (14)$$

Где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 15 – расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{р}}$	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб. Дн	$Z_{\text{осн}}$, руб
Главный инженер	40000	1,3	0,3	0,2	78000	1950	46,3	90300
Техник	30000	1,3	0,3	0,2	58500	1460	54,4	78400
Интерпретатор	32000	1,3	0,3	0,2	62400	1560	38,3	59800
Итого								228500

7.3.4.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 12-15% от основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (15)$$

Где $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15);

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 16 приведена форма расчета основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 16 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Главный инженер	Интерпретатор	Техник	Итого
Основная зарплата, руб.	90300	78400	59800	228500
Дополнительная зарплата, руб.	11739	10192	7774	29705
Итого по статье Сзп, руб.	102039	88692	67574	258205

7.3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды:

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (16)$$

Где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионные фонды, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Поскольку проектируемые работы имеют научный характер, берется пониженная ставка 27,1 %.

Таблица 17 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Главный инженер	90300	11739
Техник	59800	7774
Интерпретатор	78400	10192
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	27,1%	
Итого отчисления, руб.	69720	

7.3.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы – это расходы на прочие затраты, например, затраты на канцелярию, печать, ксерокопирование и прочие услуги связи и коммуникации, электроэнергии. Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \left(\text{Сумма статей} \frac{1}{5} \right) * k_{\text{нр}}, \quad (17)$$

Где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов принята в размере 16%.

Рассчитаем накладные расходы на выполнение проекта:

$$Z_{\text{накл}} = (202500 + 69720 + 258205) * 0,16 = 84868 \text{ руб.}$$

Поскольку для выполнения работ в течение четырех месяцев полученная величина на накладные расходы может быть довольно велика. В других вариантах исполнения данного проекта ее можно сократить, допустим на 20% и на 40%.

7.3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 18 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Специальное оборудование для научных работ	202500	184000	304000
2. Основная заработная плата	228500	228500	228500
3. Дополнительная заработная плата	29705	29705	29705
4. Отчисления во внебюджетные фонды	69720	69720	69720
5. Накладные расходы	84868	67894	50920
Бюджет затрат	615293	579819	682845

Из таблицы 18 видно, что второй вариант исполнения требует меньшего бюджета, за счет сокращения накладных расходов и уменьшенной стоимости оборудования, но стоит помнить, что данный вариант исполнения неэффективен, поскольку подразумевается покупка лишь одного ноутбука.

7.3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (18)$$

Где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, \quad (19)$$

Где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения

Таблица 19 – сравнительная оценка вариантов исполнения проекта

Объект исследования / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	3	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	5

(соответствует требованиям потребителей)				
3. Помехоустойчивость	0,15	5	4	5
4. Энергосбережение	0,2	4	5	3
5. Надежность	0,25	5	3	3
6. Материалоемкость	0,15	4	5	3
Итого	1	4,65	3,85	3,7

$$I_{\text{исп1}} = 5*0,1+5*0,15+5*0,15+5*0,2+5*0,25+5*0,15 = 4,65;$$

$$I_{\text{исп2}} = 3*0,1+3*0,15+4*0,15+5*0,2+3*0,25+5*0,15 = 3,85;$$

$$I_{\text{исп3}} = 4*0,1+5*0,15+5*0,15+3*0,2+3*0,25+3*0,15 = 3,7;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{исп.i}}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп.1}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{финр}}}, I_{\text{исп.2}} = \frac{I_{\text{исп.2}}}{I_{\text{финр}}}, \text{ и т.д.} \quad (20)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}}, \quad (21)$$

Таблица 20 – сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1		Исп.2		Исп.3	
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9		0,86		1	
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65		3,85		3,7	
3	Интегральный показатель эффективности	5,17		4,48		3,7	
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,15	1,4	0,87	1,2	0,71	0,83

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2281		Слоквенко Владимир Валерьевич	
Школа	ИШПР	Отделение (НОЦ)	ОГ
Уровень образования	специалитет	Направление/специальность	21.05.03 Технология геологической разведки

Тема ВКР:

Проектирование комплекса ГИС для доразведки месторождения Кожасай	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект исследования: комплекс геофизических исследований в открытом стволе разведочной скважины на нефтегазоконденсатном месторождении Кожасай</p> <p>Область применения: геофизические исследования скважин в открытом стволе</p> <p>Рабочая зона: полевые условия</p> <p>Климатическая зона: полупустынная климатическая зона</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: подъемник каротажный самоходный, 1 шт; каротажная станция, 1 шт; электрическая лебёдка подъёмника каротажного с приводом и барабаном под кабель, 1 шт; комплекс геофизических приборов для работы в открытом стволе, в том числе приборы, подразумевающие использование источника ионизирующего излучения, 2 шт; геофизические ролики, 2 шт.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: выставление подъемника и ограничение доступа посторонних лиц к зоне работ, заземление подъемника, установка геофизических роликов, сборка комплекса приборов на мостках, СПО в открытом стволе скважины</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. РД 153-39.0-072-01 Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах», утвержденный Минэнерго России. – М.: 2001.- 135 С. 2. ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя 3. ГОСТ 21889-76 Система "Человек-машина". Кресло человека-оператора 4. ГОСТ 22269-76 Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места 5. «Правила геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах», согласованные с Госгортехнадзором России 15.11.99 г., утвержденные совместным приказом МПР РФ и Минтопэнерго РФ от 28.12.99 г. № 445/323. 6. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. 7. МР 2.2.8.2127-06. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в не отапливаемых помещениях 8. ГОСТ 12.2.034-78 Система стандартов безопасности труда. Аппаратура скважинная геофизическая с источниками ионизирующих излучений. Общие требования радиационной безопасности 9. ГОСТ 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. 10. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение 11. ГОСТ 12.4.125-83. Средства коллективной защиты работающих от воздействий механических факторов. Классификация. 12. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения. 13. Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г.
<p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных 	<p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Производственные факторы, связанные с электрическим током 2. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования 3. Работа с грузоподъемными механизмами <p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими условиями;

<p>производственных факторов</p> <p>– Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</p>	<p>2. Повышенный уровень шума и вибрации;</p> <p>3. Отсутствие или недостаток искусственного освещения.</p> <p>4. Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений</p> <p>5. Вредные вещества, преимущественно неорганические газы, содержащиеся в попутном газе</p> <p>6. Запыленность воздушной среды</p> <p>7. Укусы животных и насекомых</p> <p>Средства коллективной и индивидуальной защиты:</p> <p>а) от производственных факторов, связанных с повышенным уровнем шума: виброизоляция оборудования; звукоизоляция моторных отсеков кожухами из звукопоглощающих материалов; использование средств индивидуальной защиты (наушники, шлемы, беруши, специальные костюмы)</p> <p>б) от производственных факторов, связанных с аномальными метеорологическими условиями: при нулевой и отрицательной температуре и осадках ограничивать время нахождения работников на открытом воздухе; применение средств защиты от дождя и холода в виде дождевиков и термобелья; запрет на проведение ГИС при возникновении аномальных климатических условий (пылевые бури, ураганы, сильные дожди, туманы и т.д.)</p> <p>в) Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения: использование ламп накаливания в самоходном подъемнике в качестве искусственного источника освещения; При подготовке скважин к геофизическим работам, которые проводятся в ночное время, обеспечение освещенности устья скважины не менее 50 лк, мостков, кабеля и путей переноса скважиной аппаратуры не менее 25 лк</p> <p>г) Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений: соблюдение расстояния до источника; сокращение длительности работы; защита из поглощающих материалов; дозиметрический контроль; организация правильного хранения и транспортировки источников</p> <p>д) Производственные факторы, связанные с электрическим током: защитные оболочки; защитные ограждения; безопасное расположение токоведущих частей; изоляция токоведущих частей и рабочего места; малое напряжение; защитное отключение; предупредительная сигнализация и блокировка; заземление; компенсация токов замыкания на землю; изолирующие клещи, диэлектрические перчатки; монтерский инструмент с изолированными рукоятками</p> <p>е) Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования: содержание рабочего инструмента в исправности; использование защитных чехлов для инструментов с режущими кромками и лезвиями; наличие защитных кожухов на оборудовании с движущимися частями (геофизические ролики, электрическая лебедка и барабан кабеля); возможность быстрого отключения механизма</p> <p>ж) Работа с грузоподъемными механизмами: использование ограждений, сигнальных лент и предупреждающих знаков; использование СИЗ (каска, перчатки, спецодежда с маркировкой МиМп); использование специальных устройств для обеспечения безопасности (ограничители, указатели, регистраторы)</p> <p>з) Укусы насекомых и животных: использование спецодежды с маркировкой Бн и репеллентов; наличие системы оповещений при появлении диких животных (волков, медведей) и возможность вызова егеря</p> <p>и) Запыленность воздушной среды: использование защитных очков, респираторов</p> <p>к) Вредные вещества: наличие противогазов на рабочем месте; использование газоанализаторов</p> <p>Будет произведен расчет шумового воздействия</p>
<p>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</p>	<p>Воздействие на селитебную зону: отсутствует ввиду удаленности населенных пунктов от места проведения работ</p> <p>Воздействие на литосферу: загрязнение почвы нефтепродуктами, химическими реагентами и др.; засорение почвы производственными отходами и мусором; Твердые бытовые отходы</p> <p>Воздействие на гидросферу: загрязнение водных ресурсов сточными водами и мусором (буровым раствором, нефтепродуктами, минерализованными водами и рассолами); загрязнение подземных вод при смешении различных водоносных горизонтов</p> <p>Воздействие на атмосферу: выбросы пыли и токсичных газов из подземных выработок; выбросы вредных веществ при бурении с продувкой воздухом, работа котельных и др.</p>

<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при эксплуатации</u></p>	<p>Возможные ЧС: незапланированное и неконтролируемое фонтанирование скважины; пожар на рабочем месте; авария при спускоподъемных операциях с последующим обрывом кабеля; внезапное обрушение составной части буровой установки; тектоническая активность и ураганы; пандемия. Наиболее вероятной ЧС является пожар на рабочем месте</p>
<p>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</p>	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2281	Слоквенко Владимир Валерьевич		

8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Объектом исследования является комплекс геофизических исследований в открытом стволе разведочной скважины на нефтегазоконденсатном месторождении Кожасай. Данный раздел применим к проведению геофизических исследований скважин, в частности – для ГИС, проводимых на месторождениях Восточно-Эмбинской НГО, обладающих определенной спецификой.

Район работ расположен в северо-западной части Казахстана, в Актюбинской области. Нефтегазоконденсатное месторождение Кожасай расположено в Мугалжарском районе Актюбинской области Республики Казахстан в 245 км от города Актюбинска. В климатическом отношении район работ относится к зоне сухих степей и полупустынь. Климат резко континентальный, с сухим жарким летом (до +43 °С) и холодной зимой (до -45 °С). Характерной особенностью климата являются сильные ветры, преимущественно восточного направления.

Поскольку месторождение Кожасай находится в разработке, и новые скважины все еще бурятся, то решаемые в данном разделе вопросы обеспечения производственной, экологической безопасности и безопасности в случае ЧС будут актуальны при создании прочих проектов на проведение ГИС на данном месторождении.

Рабочее место при непосредственном проведении ГИС на скважине разделяется на две области. Первая область – это самоходный каротажный подъемник, включающий в себя лебедочный отсек и операторский отсек, в котором осуществляется регистрация данных и непосредственное управление спускоподъемными операциями. В ней располагается пульт управления лебедкой, станция регистрации данных, стол оператора-геофизика с располагающимся на нем компьютером. Вторая область – область вокруг скважины, представляющая собой буровую, мостки и прилегающие территории.

8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Данным проектом предусматривается вахтовый метод работы. Продолжительность вахты не должна превышать одного месяца [1]. Продолжительность ежедневной работы (смены) при вахтовом методе организации работ не должна превышать 12 часов.

При вахтовом методе работы устанавливается суммированный учет рабочего времени за месяц, квартал или иной более длительный период, но не более чем за один год. Заработная плата формируется из суточного полевого довольствия, а также часовой тарифной ставки, зависящей от квалификации работника. Оплата сверхурочных проводится на основании суммированного учета рабочего времени раз в год.

Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками из-за условий работ [1].

Оплата труда на работах в местностях с особыми климатическими условиями производится в порядке и размерах, не ниже установленных трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права [1].

Каждый час работы в ночное время оплачивается в повышенном размере по сравнению с работой в нормальных условиях, но не ниже размеров, установленных трудовым законодательством и иными правовыми актами, содержащими нормы трудового права [1].

В целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина работодателем должны соблюдаться следующие требования:

Обработка персональных данных работника может осуществляться исключительно в целях обеспечения соблюдения законов и иных нормативных правовых актов, содействия работникам в трудоустройстве, получении образования и продвижении по службе, обеспечения личной безопасности работников. Все персональные данные работника следует получать у него самого [1].

8.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

8.1.2.1 Требования к компоновке рабочей зоны внутри каротажного подъемника

Конструкцией рабочего места должно быть обеспечено выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля [2]. Кроме того, при выполнении операций раз в минуту и чаще, основные органы управления, такие как компьютерная периферия и письменные принадлежности, находящиеся на столе оператора-геофизика, должны располагаться в зонах наибольшей доступности, на расстоянии не более 400 мм в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Также должно быть обеспечено оптимальное положение оператора, работающего в станции сидя. Это достигается с использованием нерегулируемого стола со стандартной высотой в 725 мм и креслом с регулируемой высотой. В случае работы оператора-геофизика кресло должно соответствовать следующим требованиям [3]: кресло должно обеспечивать оператору физиологически рациональную рабочую позу; кресло должно обеспечивать длительное поддержание основной рабочей позы в процессе трудовой деятельности; кресло должно создавать условия для поддержания корпуса человека в физиологически рациональном положении с сохранением естественных изгибов позвоночника;

Размеры рабочей поверхности стола должны быть: глубина – не менее 600 мм, ширина – не менее 1200 мм. Они должны обеспечивать возможность размещения на рабочей поверхности необходимого комплекта оборудования и документов с учетом характера выполняемой работы. Стандартно в каротажных подъемниках устанавливается встроенная столешница шириной 1500 мм и глубиной 600 мм.

Также при расположении элементов рабочего места должны быть предусмотрены необходимые средства защиты человека-оператора от воздействия опасных и вредных факторов, а также условия для экстренного ухода человека-оператора с рабочего места. Взаимное расположение элементов рабочего места должно способствовать оптимальному режиму труда и отдыха, снижению утомления оператора, предупреждению появления ошибочных действий [4].

8.1.2.2 Требования по безопасному ведению геофизических работ в нефтяных и газовых скважинах

Требования к проведению ГИС в скважинах устанавливаются в соответствии с «правилами геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах».

Геофизические работы разрешается проводить только в специально подготовленных скважинах. Подготовленность объекта работ подтверждается актом в соответствии с действующими техническими инструкциями на данный вид работ. Подготовка должна обеспечить безопасную и удобную эксплуатацию наземного геофизического оборудования и беспрепятственный спуск и подъем каротажных зондов и скважинных приборов в течение времени, необходимого для проведения всего комплекса геофизических исследований. При производстве геофизических работ проведение других работ буровой бригады может осуществляться только по согласованию с руководителем геофизических работ на объекте. При этом работники буровой бригады должны быть проинструктированы руководителем геофизических работ о размерах опасных зон. Ответственность за допуск людей в опасную зону несет руководитель геофизических работ. При работе буровых агрегатов по обеспечению проведения геофизических работ персонал геофизических подразделений может находиться на буровой установке только с согласия руководителя буровых работ.

Площадка для размещения геофизического оборудования должна:

а) обеспечивать установку единиц оборудования с шириной прохода между ними не менее 3 м, но быть не менее 10x10 м; б) обеспечивать возможность установки каротажного подъемника в горизонтальном положении с видимостью с места машиниста мостков и устья скважины; в) иметь подъездные пути, обеспечивающие

беспрепятственную эвакуацию в аварийных ситуациях; г) располагаться так, чтобы исключить скопление отработанных газов при работе ДВС подъемника и бензоэлектрических агрегатов; не располагаться в понижениях рельефа, в расчищенных в снегу траншеях и т.д.; е) освещаться в темное время суток

Обустройство устья скважины должно обеспечивать удобство спуска и извлечения скважинных приборов, в том числе к устью скважин, бурящихся с глинистым раствором, с помощью гибкого шланга должна быть подведена техническая вода (горячая вода или пар при работе в условиях отрицательных температур).

Направляющий блок (оттяжной ролик) или наземный блок-баланс жестко (болтами, хомутами) крепится у устья скважины. Запрещается крепить их канатными укрутками, прижатием тяжелыми предметами. Подвесной блок (ролик) должен подвешиваться к вертлюгу через штропы или непосредственно на крюк талевого блока через накладное кольцо. Запрещается использовать подвесные блоки без предохранительного кожуха (скобы). Кабель, соединяющий геофизическое оборудование с электросетью, должен подвешиваться на высоте не менее 0,5 м от земли. Подключать геофизическое оборудование к источнику питания необходимо по окончании сборки и проверки электросхемы станции. Скважинные приборы массой более 40 кг допускается переносить с помощью специальных приспособлений (носилки, ремней, клещевых захватов и т.д.). Контроль за спуском (подъемом) скважинных снарядов должен выполняться по показаниям измерителей скорости, глубин и натяжений кабеля.

Между каротажной станцией и устьем не должны находиться предметы, препятствующие движению кабеля и переходу людей, а также ограничивающие видимость устья скважины машинистом лебедки каротажного подъемника. Перед проведением геофизических работ буровой инструмент и инвентарь должны быть размещены и закреплены так, чтобы не мешать работе геофизической партии (отряда). Площадка у устья и приемные мостки должны быть исправны и очищены от бурового раствора, нефти, смазочных материалов, снега, льда.

Выполнение геофизических работ должно быть приостановлено при: а) сильном поглощении бурового раствора (с понижением уровня более 15 м/ч); б) возникновении затяжек кабеля, неоднократных остановках скважинных снарядов при спуске (за исключением случаев остановки снарядов на известных уступах или в кавернах); в) ухудшении метеословий: снижении видимости менее 20 м, усилении ветра до штормового (более 20 м/с), сильном обледенении.

8.2. Производственная безопасность

Производственный процесс при проведении геофизических работ на скважине подразделяется на два этапа. Первый этап – это непосредственная работа на скважине: выставление подъемника, погрузка и разгрузка геофизического оборудования, а также его установка, подключение приборов к подъемнику, прием и подача приборов в скважину. Второй этап – контроль за записью геофизического материала и предварительная камеральная обработка, осуществляемая оператором геофизиком непосредственно внутри подъемника, сопряженная с работой сидя, взаимодействием с компьютером и работой с документацией.

8.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

Таблица 21

№	Факторы	Нормативные документы
1	Производственные факторы, связанные с электрическим током	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов; ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
2	Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
3	Работа с грузоподъемными механизмами	ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
4	Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими условиями;	СП 2.2.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда" СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха СНиП 41-01-2003. СанПиН 1.2.3685-21. "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".
5	Повышенный уровень шума и вибрации;	ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация; ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности; СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23- 03-2003. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования.
6	Отсутствие или недостаток искусственного освещения.	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23- 05-95; СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий;
7	Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений	СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009.
8	Вредные вещества, преимущественно неорганические газы, содержащиеся в попутном газе	ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

9	Запыленность воздушной среды	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
10	Укусы животных и насекомых	ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ Р 12.4.296-2013 ССБТ. Одежда специальная для защиты от вредных биологических факторов (насекомых и паукообразных).

8.2.2. Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Производственные факторы, связанные с электрическим током

Работа партии ГИС сопряжена с постоянным взаимодействием с электрооборудованием и электрическими цепями. В данный перечень взаимодействий входят: подключение каротажных приборов к подъемнику через кабель, подключение питающего кабеля подъемника 380 В к электрическому шкафу или трансформатору на скважине, проверка и наладка работоспособности электрической цепи прибор – кабель – регистратор и некоторые вспомогательные операции, такие как работа с электрическими приборами и прозвонка жил кабеля.

Причинами поражения электрическим током могут быть: повреждение, изоляции электропроводки, неисправное состояние электроустановок, случайное прикосновение к токоведущим частям (находящимся под напряжением), отсутствие заземления и другие причины

Существует множество повреждений, которые возникают в результате действия электрического тока: металлизация кожи, электрические знаки, электроофтальмия, механические повреждения. Наиболее опасным являются электрические удары.

Исходя из ГОСТ 12.1.038-82, при нормальном режиме работы электроустановки напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека не должны превышать $U = 2$ В и $I = 0,3$ мА для переменного тока с частотой 50 Гц и $U = 8$ В и $I = 1$ мА для постоянного тока.

Соединительные провода, применяемые для сборки электросетей, не должны иметь обнаженных жил, ненадежную изоляцию, концы их должны быть снабжены изолирующими вилками, муфтами или колодками. При работах на буровой запрещается пользоваться напряжением более 380В. Корпуса всех агрегатов должны быть надежно заземлены. Заземление выполняется на контур буровой, имеющий металлическую связь с устьем скважины, или на устье скважины, на которой проводятся работы [5].

Поскольку работники геофизической партии относятся ко второй группе по электробезопасности, они должны проходить 72 – часовой инструктаж для получения

соответствующего документа. Кроме того, работниками должен быть освоен как минимум базовый курс оказания доврачебной помощи при поражении током. Также должны быть получены соответствующие удостоверения о проверке знаний о безопасности и охране труда, промышленной безопасности.

Подключать кабель к источнику питания разрешается только по окончании сборки всех коммуникаций каротажной станции. Во время работы установки и пробного ее пуска запрещается прикасаться к кабелю. Защитой от прикосновения к токоведущим частям является изоляция проводов, ограждения, блокировки и защитные средства. К основным относятся: изолирующие клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки и монтерский инструмент с изолированными рукоятками. Дополнительные диэлектрические калоши, коврики и подставки [5].

Движущиеся части машин и механизмов

При осуществлении ГИС основными движущимися частями механизмов и машин, представляющими опасность для работников, являются геофизические ролики, барабан кабеля, находящийся в подъемнике, непосредственно сам кабель, особенно при подъеме оборудования на высоких скоростях, свыше 4000 м/ч; также к опасным факторам относятся вспомогательные электроинструменты, такие как УШМ.

Неосторожное взаимодействие с движущимися частями механизмов приводит к механическим повреждениям, таким как захват и защемление конечностей, трение, царапание, резание, срезание, прокалывание, ударение, раздавливание или затягивание человека в положение, в котором он может получить травму.

Для обеспечения коллективной безопасности применяются ограждающие или защитные устройства, предусмотренные производителем оборудования, такие как стационарные ограждающие устройства, съемные блокирующие ограждающие устройства, защитные устройства [8]. В применении к ГИРС на скважине такими устройствами являются защитные кожухи на ролик и барабан кабеля, расположенные по бокам. Для обеспечения безопасности рабочего кабель должен располагаться на уровне не ниже, чем полметра от земли, а рабочий геофизической партии не должен подходить к кабелю в движении на расстояние ближе, чем полметра. Также при работе на скважине, каротажные автомашины следует устанавливать так, чтобы были обеспечены хорошая видимость и сигнализационная связь между подъёмником, станцией и устьем скважины. Также необходимо применение сигнальных лент, ограждающих рабочую зону и ограничивающих доступ посторонних в нее.

Средства индивидуальной защиты: перчатки с полимерным покрытием, каска защитная, обувь с жестким подноском, очки защитные, костюм из смешанных тканей.

Также спецодежда не должна иметь лишних и болтающихся элементов, а все свисающие с нее элементы, такие как ремни и лямки, должны быть надежно закреплены во избежание их затягивания в движущиеся части машин и механизмов.

Работа с грузоподъемными механизмами

Этап разгрузки и монтажа геофизического оборудования сопряжен не только с непосредственной разгрузкой оборудования из подъемника, но и с работой с грузоподъемным оборудованием, таким как блочный кран, находящийся в подъемнике, грузозахватывающее приспособление для поднятия грузов на буровую площадку (кермак), основная лебедка буровой установки и автомобильные краны.

К потенциальным опасностям при эксплуатации грузоподъемных механизмов и машин относят: получение травмы от поднятого груза (от любых двигающихся частей); обрыв канатов, цепей (любых несущих элементов); падение груза; воздействие электрического тока.

Во избежание опасности при работе с грузоподъемными механизмами должны соблюдаться определенные требования: применения знаковой и других видов сигнализации при перемещении грузов подъемно-транспортным оборудованием; правильного размещения и укладки грузов в местах производства работ и в транспортные средства; при перемещении груза подъемно-транспортным оборудованием нахождение работающих на грузе и в зоне его возможного падения не допускается; строповку грузов необходимо проводить за специальные устройства, строповочные узлы или обозначенные места в зависимости от положения центра тяжести и массы груза; способы укладки и крепления грузов должны обеспечивать их устойчивость при транспортировании и складировании. Важно, что перед началом погрузочно-разгрузочных работ должен быть установлен порядок обмена условными сигналами между подающим сигналы (стропальщиком) и машинистом подъемно-транспортного оборудования [8].

К средствам индивидуальной защиты относятся каски, при использовании подъемно-транспортного оборудования, а также средств малой механизации; респираторы и очки при работе с пылящими объектами, а также при работе в запыленной среде; прочные перчатки; прочная хлопковая спецодежда, не имеющая лишних свисающих элементов

8.2.3. Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Производственные факторы, связанные с аномальными климатическими условиями

В климатическом отношении район работ относится к зоне сухих степей и полупустынь. Климат резко континентальный, с сухим жарким летом (до +43 °С) и холодной зимой (до -45 °С). Характерной особенностью района работ являются сильные ветры.

По характеру энерготрат работы относятся к категории Пб. При работе внутри производственных помещений для работников категории Пб оптимальная температура воздуха устанавливается в диапазоне 17 – 19 оС, влажность воздуха не должна превышать 75% [15]. Производственным помещением считается непосредственно каротажный подъемник. При работе в летний период подъемник должен быть обеспечен естественной циркуляцией воздуха за счет наличия окон и люков, а также искусственной, за счет кондиционирования воздуха. При работе в зимний период обогрев производственного помещения обеспечивается за счет работы самого подъемника и установки тепловентиляторов.

Повышенные температуры воздуха на рабочем месте может привести к перегреву организма. Об этом говорят: усталость, вялость, головокружение и головная боль, повышенная температура тела. Если причины перегрева вовремя не устранить, он может перерасти в тепловой удар, обморок и даже привести к коме. Во избежание перегрева организма рабочие должны брать 15-ти минутные перерывы минимум раз в два часа работы, должны быть снабжены соответствующими СИЗ, такими как головные уборы, защищающие от прямого солнечного излучения и солнцезащитными очками, защищающими глаза, а также наличием питьевой воды в обилии.

При низких температурах происходит переохлаждение организма, падение температуры тела до 35–34°С вызывает у человека чувство озноба, слабости, усталости и сонливости, сужение периферических кровеносных сосудов. Для профилактики перегревания и его последствий необходимо: организовать рациональный режим труда и отдыха; использовать средства индивидуальной защиты, утепленную специальную одежду и обувь; при неблагоприятных метеорологических условиях - температура воздуха - 10 °С и ниже - обязательны перерывы на обогрев, продолжительностью 10 - 15 мин каждый час. При температуре наружного воздуха от - 30 до - 45 °С 15-минутные перерывы на отдых организовываются через 60 мин. от начала рабочей смены и после обеда, а затем через каждые 45 мин работы.

Повышенный уровень шума и вибрации;

При геофизических исследованиях в разведочных скважинах уровень шума образуется за счет работы дизельных генераторов, вспомогательной техники буровой бригады и работы непосредственно каротажного подъёмника.

Повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное воздействие такого шума способно привести к развитию у работника потери слуха, увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно-сосудистой, нервной системы и др. При этом специфическим клиническим проявлением вредного действия шума является стойкое нарушение слуха (тугоухость), рассматриваемое как профессиональное заболевание. Нормативный эквивалентный уровень звука на рабочих местах - 80 дБА [9]. При геофизических работах на буровой шум держится в диапазоне 70 – 80 дБА

Основные мероприятия по борьбе с ударным и механическим шумом: виброизоляция рабочей зоны подъемника с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов; установка подъемника на приемлемом расстоянии от основных источников шума на буровой; шумоизоляция операторского отсека в подъемнике; использование средств индивидуальной защиты (наушники, шлемы, беруши, специальные костюмы).

Условия труда по шумовому фактору соответствуют допустимым.

Отсутствие или недостаток искусственного освещения.

При проведении ГИС в ночное время суток рабочая зона (лебедка подъемника, мостки, лестницы и входы на буровую, роторная площадка) во избежание травматизма и аварийных ситуаций, должна искусственно освещаться. Недостаточная освещенность рабочей зоны может привести к падению или соскальзыванию рабочего с высоты, травмам, связанным с движущимися частями механизмов и машин, недостаточной видимости сигналов при работе с грузоподъемным оборудованием. В практике источником света выступают люминесцентные лампы.

При работе оператора в каротажном подъемнике также должны быть соблюдены требования по искусственному освещению.

Недостаточность освещения приводит к быстрой усталости глаз, а вследствие этого к последующему снижению работоспособности и внимательности. Постоянная недоосвещенность рабочего места приводит к снижению остроты зрения.

По нормам освещенности при работе с экраном дисплея и в сочетании с работой над документами рекомендуется освещенность 300-500 лк рабочей поверхности при общем освещении (СП 52.13330.2016). Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя. При работе на компьютере, обычно, применяется одностороннее естественное боковое освещение согласно СП.52.13330.2011. Рабочие

места операторов, работающих с дисплеями, располагают подальше от окон таким образом, чтобы оконные проемы находились с левой стороны

Производственные факторы, связанные с повышенным уровнем ионизирующих излучений

При исследовании скважин применяются радиоактивные вещества (РВ). Источниками ионизирующего излучения служат плутоний-бериллиевые сплавы и сплавы, содержащие радиоактивные изотопы цезия. Во время проведения ГИС возможно только внешнее облучение. Выше определенных пороговых значений облучение может нарушить функционирование тканей и/или органов и может вызвать острые реакции, такие как покраснение кожи, выпадение волос, радиационные ожоги или острый лучевой синдром. Эти реакции являются более сильными при более высоких дозах и более высокой мощности дозы. Например, пороговая доза острого лучевого синдрома составляет приблизительно 1 Зв.

Следуя основным принципам НРБ [13], для уменьшения радиационного взаимодействия необходимо уменьшать число лиц, взаимодействующих с источником ИИ, а также по возможности уменьшать саму дозу облучения. Установку источника в прибор должен осуществлять один член партии, желательно опытный специалист. Для уменьшения самой дозы облучения используются следующие средства коллективной защиты: соблюдение расстояния до источника, сокращение длительности взаимодействия с источником, защита из поглощающих материалов дозиметрический контроль. Также необходимо организовать их правильное хранение, транспортировку и работу с ними на скважине, а также не допускать загрязнение этими веществами рабочих мест. На предприятиях радиоактивные вещества хранятся в специальных помещениях (хранилищах), оборудованных в соответствии со всеми современными требованиями, а транспортируются до скважины и впоследствии хранятся в специальных свинцовых контейнерах.

Вредные вещества

Среди вредных веществ наибольшее распространение при проведении ГИС имеют сероводород, содержащийся в попутном газе, и выхлопные газы каротажного подъемника.

Вдыхание воздуха даже с небольшим содержанием сероводорода вызывает головокружение, головную боль, тошноту, а в значительных концентрациях вещество приводит к коме, судорогам, отеку легких и смерти. Длительное взаимодействие с выхлопными газами вызывает общее ослабление организма, а также заболевания легких.

Во избежание вредного влияния сероводорода при повышении его концентрации в окружении необходимо, во-первых, снабдить партию газоанализатором; во-вторых, иметь противогазы. Предельно допустимая концентрация сероводорода в воздухе рабочей зоны —10 мг/м³ [15]. При увеличении концентрации сероводорода в рабочей зоне, первый заметивший подает сигнал, после чего работы приостанавливаются, а сотрудники партии, надев противогазы, удаляются на безопасное расстояние, при возможности, на возвышенность, избегая пониженных участков рельефа, направляясь против ветра. Запрещается устанавливать каротажный подъемник в пониженные участки рельефа во избежание скопления в них сероводорода, попутных углеводородных газов и выхлопных газов.

Практика показывает, что концентрация сероводорода в среде, при проведении ГИС в открытом стволе, редко превышает ПДК, поэтому условия труда соответствуют допустимым.

Запыленность воздушной среды

Чрезмерная запыленность воздушной среды возможна при выполнении работ летом, поскольку район работ относится к полупустыням, возможны сильные ветры.

Длительное нахождение в запыленной области ведет к заболеванию дыхательных путей и проблемам с глазами.

Во избежание получения производственных травм при выполнении работ, в случае запыленности воздушной среды, необходимо использование СИЗ – респираторов и защитных очков. При возникновении сильных песчаных бурь работы приостанавливаются до их окончания.

Условия труда по уровню запыленности воздушной среды соответствуют допустимым.

Укусы насекомых и животных

В районе работ распространены такие представители животного мира, как сколопендры, сольпуги, скорпионы, змеи и ядовитые пауки. Их укусы довольно опасны, в клыках таких представителей фауны содержится яд, зачастую опасный для жизни человека. Поражение ядом может вызвать не только локальные болевые синдромы, но и общее отравление организма.

Среди средств защиты наилучшим образом проявляют себя прочная спецодежда и сапоги с укрепленным подноском.

Для сотрудников необходимо приобретать страховой полис от несчастных случаев и болезней. К примеру, услуга страхового АО «Медэкспресс». Она покрывает не только

несчастные случаи, связанные с шумом, вибрацией, движущимися механизмами, но и при госпитализации в случае отравления, укусов ядовитых животных.

Расчет уровня шумового воздействия



Рис. 26

На рисунке 26 приведена схема расположения источников шума при проектируемых ГИРС на буровой. Расстояние от генераторов до расчетной точки равно 25 метров, расстояние от ДВС до расчетной точки равно 5 метров. Уровень шума в открытом пространстве, с учетом затухания звука в атмосфере, равен

$$L_j = L_p + 10 \lg \frac{1}{4\pi r^2} - p, \quad (22)$$

где:

L_j – уровень шума на расстоянии r от источника;

r – расстояние от источника;

p – затухание;

частота шумов принимается равной 125 Гц, затухание – 0,7 дБ

$$L_{\text{двс}} = 70 + 10 \lg / 4 * 3,14 * 25 - 0,7 = 70 - 25 - 0,7 = 44,3 \text{ дБ}$$

$$L_{\text{генераторов}} = 100 + 10 \lg / 4 * 3,14 * 625 - 0,7 = 100 - 40,7 = 59,3 \text{ дБ}$$

Поскольку имеется лишь два источника шумового воздействия, можно воспользоваться формулой:

$$L = L_1 + \Delta L, \quad (23)$$

где L_1 – наибольший уровень шумового воздействия,

ΔL – величина, зависящая от разности шумов от двух источников

При $L_1 - L_2 = 15$ $\Delta L = 0,2$ дБ

Соответственно $L = 59,3 + 0,2 = 59,5$ дБ

Иначе можно проверить полученный результат с помощью логарифмической формулы:

$$L = 10 \lg \sum_i^n 10^{0,1 \cdot i}, \quad (24)$$

$$L = 10 \lg(26915 + 851138) = 10 * 5,946 = 59,46 \text{ дБ}$$

Уровень шумового воздействия в указанной точке находится в пределах нормы (до 80 дБ)

8.3 Экологическая безопасность

Атмосфера

Среди основных факторов, влияющих на атмосферный воздух, при осуществлении геофизических работ являются выбросы углеводородных газов и содержащихся в них сероводорода и углекислого газа; выбросы диоксида серы, оксида азота и монооксида углерода при работе котельных и двигателей внутреннего сгорания; выбросы пыли при бурении.

ПДК для предельных алифатических углеводородов C2-C10 (в пересчете на углерод) в воздухе рабочей зоны составляет 300 мг/м³. Это среднесменное значение, приходящееся на 12 часов рабочей смены. ПДК диоксида серы составляет 50 мг/м³ на смену, ПДК сероводорода составляет 8 мг/м³, ПДК оксида углерода составляет 3 мг/м³, ПДК пыли в воздухе составляет 0,5 мг/м³ за смену [Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух].

Согласно Федеральному закону «Об атмосферном воздухе», при сооружении и эксплуатации объектов производственной деятельности, которые могут оказать вредное воздействие на качество атмосферного воздуха, должны предусматриваться меры по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Для уменьшения вредного влияния данных факторов используются: фильтра в котельных; поддержание ДВС каротажного подъемника и иной спецтехники в исправности; использование, по возможности, более экологичного топлива; полная герметизация всего технологического оборудования, запорной арматуры и трубопроводов.

Гидросфера

При осуществлении буровых работ и некоторых геофизических работ могут возникнуть следующие негативные факторы, влияющие на гидросферу: загрязнение поверхностных и грунтовых вод бытовыми стоками и стоками бурового раствора, а также мусором; загрязнение подземных вод при смешении различных водоносных горизонтов.

Основными вредными веществами, содержащимися в сточных водах, являются металлы, нефтепродукты, фенолы, галогены и галогенные соединения. ПДК на нефтепродукты устанавливается в 10 мг/дм³, ПДК на фенолы и хлор – 5 мг/дм³, на галогенные соединения – 1000 мг/дм³. ПДК на некоторые металлы: алюминий и железо – 5 мг/дм³, медь и цинк – 1 мг/дм³, свинец, хром – 0,25 мг/дм³ [19]. Зачастую в сточных водах бытового назначения фактические показания по данным веществам превышены. Буровой раствор содержит в себе массу токсичных веществ, поэтому недопустимо его попадание ни на почву, ни в районы вблизи поверхностных вод.

Поскольку даже бытовые сточные воды токсичны для поверхностных и грунтовых вод, необходимо организовывать их отвод, складирование и обезвреживание; сооружение водоотводов, накопителей, отстойников, а также производить уничтожение мусора. Для буровых стоков используются очистные сооружения (канализационные устройства, хлораторы), а также проводится его утилизация по окончании бурения. При смешении различных водоносных горизонтов необходимо провести ликвидационный тампонаж буровых скважин.

Литосфера

При бурении скважин и геофизических работах может произойти загрязнение почвы нефтепродуктами и химреагентами, или полное уничтожение почвенного покрова; засорение почвы производственными отходами и мусором.

ПДК на загрязняющие вещества в почве устанавливаются следующие: углеводороды группы аренов – 0,5 мг/кг; ртуть – 2,1 мг/кг; сероводород – 0,4 мг/кг, серная кислота – 160 мг/кг; свинец – 32 мг/кг; медь и фтор – 3 мг/кг; никель – 4 мг/кг; продукты переработки углеводородов – 0,1 мг/кг; нефтепродукты – 0,2 мг/кг [18].

Для минимизации ущерба почве применяются следующие мероприятия: сооружение поддонов и отсыпка площадок для стоянки техники; вывоз, уничтожение остатков нефтепродуктов, химреагентов, мусора; вывоз и захоронение производственных отходов.

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Среди возможных ЧС при бурении и осуществлении ГИРС выделяют незапланированное и неконтролируемое фонтанирование скважины; пожар на рабочем

месте; авария при спускоподъемных операциях с последующим обрывом кабеля; внезапное обрушение составной части буровой установки; тектоническая активность и ураганы; пандемия.

Наиболее вероятной ЧС является пожар на рабочем месте.

Ответственность за соблюдение пожарной безопасности, за своевременное выполнение противопожарных мероприятий и исправное содержание средств пожаротушения несет начальник геофизической партии. Все инженерно-технические работники и рабочие, вновь принимаемые на работу, проходят специальную противопожарную подготовку, которая состоит из первичного и вторичного инструктажей, проверки знаний и навыков.

Ответственные за пожарную безопасность обязаны: не допускать к работе лиц, не прошедших инструктаж по соблюдению требований пожарной безопасности; разъяснять подчиненным порядок действий в случае загорания или пожара; обеспечить исправное содержание и постоянную готовность к действию средств пожаротушения; при возникновении пожара принять меры по его ликвидации.

Для быстрой ликвидации возможного пожара партия должна иметь средства пожаротушения: огнетушитель (ОУ-2) – 1 шт. (на каждую машину); ведро пожарное – 1 шт; топоры – 1 шт; ломы – 2 шт; кошма – 2×2м (на каждую машину).

Инструменты должны находиться в исправном состоянии и обеспечивать в случае необходимости возможность либо полной ликвидации огня, либо локализации возгорания.

За нарушение правил, рабочие несут ответственность, относящуюся к выполняемой ими работе или специальных инструкций в порядке, установленном правилами внутреннего распорядка.

Общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения регламентируются Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013).

По пожарной и взрывной опасности (согласно СП 12.13130.2009), помещения с ПЭВМ и лаборатория относятся к категории В1-В4 (пожароопасные): твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б (в помещениях преобладает деревянная мебель и пол).

К каротажной станции, в которой расположена лаборатория и ЭВМ, предъявляются следующие общие требования: наличие инструкций о мерах пожарной безопасности;

наличие схем эвакуации людей в случае пожара; средства пожаротушения (огнетушитель типа ОУ-2). Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа.

Вывод

В ходе выполнения данного раздела ВКР был разобран ряд вопросов. Были рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, в том числе был определен режим работы и режим оплаты труда, приведены правовые основы обеспечения защиты персональных данных работника. Были проанализированы опасные и вредные факторы на производстве и приведены решения, обеспечивающие снижение влияния выделенных факторов. Кроме того, были выявлены основные факторы, загрязняющие атмосферу, гидросферу и литосферу и приведены возможные решения, способные минимизировать экологический ущерб. Была выявлена наиболее вероятная ЧС – пожар на рабочем месте.

По всем опасным и вредным факторам условия труда соответствуют допустимым.

Категория рабочей зоны по ПУЭ определена как вторая, с повышенной опасностью, из-за наличия в производственной зоне повышенных температур в летнее время, наличия земли и металла в качестве половых покрытий, возможное повышенное содержание химических соединений в рабочей зоне.

Работникам геофизической партии должна присваиваться вторая группа по электробезопасности после прохождения 72-часового инструктажа, поскольку сотрудники партии регулярно сталкиваются с подключением и наладкой электрических цепей в подъемнике, подключением сложных каротажных приборов. Поэтому они должны иметь представление об опасности электрического тока, знать основные меры предосторожности при работе с электроустановками, иметь навыки оказания первой помощи при поражении током.

По категории тяжести (категории энерготрат) рабочие геофизической партии относятся к группе Пб (работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и умеренным физическим напряжением с интенсивностью энерготрат 201-250 ккал/час (233 - 290 Вт)).

Поскольку работы ведутся на буровой, где, помимо самих углеводородов в скважине, на территории располагаются химические реагенты и нефтепродукты, производственная зона относится к категории А по пожаробезопасности – повышенная пожаровзрывоопасность.

Зона работ относится к объектам второй категории по негативному воздействию на окружающую среду - объекты, оказывающие умеренное негативное воздействие на окружающую среду

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для разработки комплекса ГИС была использована геолого-геофизическая информация, полученная в результате прохождения производственной практики.

В ходе разработки проекта для доразведки месторождения Кожасай на основании полученной геолого-геофизической информации были проанализированы результаты ГИС прошлых лет и особенности геологического строения месторождения. Были сопоставлены результаты анализа геологического строения месторождения и результаты анализа ранее проведенных ГИС, на основании чего были выделены определенные проблемы, не решенные, или решенные не до конца, ранее проведенными комплексами. Основными особенностями месторождения, формирующими проблемы при проведении и интерпретации ГИС, являются низкопоровые коллекторы, радиоактивность некоторых карбонатных интервалов и большой радиус зоны проникновения. Кроме того, именно в результате анализа вышеописанной информации были сформированы основные принципы для составления комплекса ГИС для разведки карбонатных месторождений с малопористыми коллекторами.

Была составлена физико-геологическая модель продуктивных отложений данного месторождения, отражающая поведение используемых методов как в натурном, так и в схематическом виде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. от 11.04.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)
2. ГОСТ 12.2.032-78. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя.
3. ГОСТ 21889-76. Государственный стандарт союза сср. Система "человек-машина". Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования.
4. ГОСТ 22269-76. Государственный стандарт союза сср. Система "человек-машина". Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования.
5. «Правила геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах», согласованные с Госгортехнадзором России 15.11.99.г., утвержденные совместным приказом МПР РФ и Минтопэнерго РФ от 28.12.99 г. No 445/323.
6. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
7. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
8. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
9. ГОСТ 12.1.003-2014. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
10. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.
11. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23- 05-95;
12. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий;
13. СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009.
14. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
15. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
16. Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха (НИИ Атмосфера). Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Санкт-Петербург, 2010. Издание девятое, переработанное и дополненное.

17. Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 N 96-ФЗ (последняя редакция)
18. Федеральный закон "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.1999 N 52-ФЗ (последняя редакция)
19. СанПиН 2.1.5.980-00. Санитарные правила и нормы. Санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод
20. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция)
21. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1). От 14 июня 1991 года №12.1.004-91.
22. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
23. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
24. ГОСТ Р 12.4.296-2013 ССБТ. Одежда специальная для защиты от вредных биологических факторов (насекомых и паукообразных).
25. Никитин А.А., Хмелевской В.К. Комплексирование геофизических методов : учебник для вузов. –2-е изд. испр. и доп. – М. : ВНИИГеосистем, 2012. – 346 с. : ил.
26. Комплексирование геофизических методов / (Березин А. Г.) // Ю.А. Ним.; Берзин А.Г. - Якутск: Изд-во Якутского ун-та, 2003. - 70 с.
27. Дьяконов Д.И., Леонтьев Е.И., Кузнецов Г.С. Общий курс геофизических исследований скважин: учебное пособие – 2-е изд., перераб. – М.: Альянс, 2015 г.
28. Дахнов В.Н. "Геофизические методы определения коллекторских свойств и нефтегазонасыщенности горных пород". М., Недра, 1975 г.
29. Ерофеев Л.Я., Вахромеев Г.С., Зинченко В.С., Номоконова Г.Г. Физика горных пород: учебник для вузов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006 г.
30. Итенберг С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. М.: Недра, 1987 г.
31. Белоновская Л.Г. Трещиноватость горных пород и разработанные во ВНИГРИ основы поисков трещинных коллекторов нефти и газа / Белоновская Л.Г. // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2006 г. – 1. – 1 – 11 с.
32. Жуков, В.С. Анализ некоторых способов оценки трещинной пористости / В.С. Жуков, В.В. Моторыгин // Научно-технический сборник. ВЕСТИ ГАЗОВОЙ НАУКИ. – 2017. - №3 (31). – с. 207 – 217

33. Зрячих, Е.С. Анализ результатов использования данных электрических микросканеров на месторождениях Пермского Прикамья / Е.С. Зрячих, А.И. Губина, Л.Д. Плешков // НТВ «Каротажник». – 2017. - №10 (280). – с. 41 – 51
34. А.Р. Князев, В.И. Костицын, А.К. Малиновский и др. О выделении трещин в карбонатных породах с использованием скважинных сканеров. Пермь. - ФГБОУВПО ПГНИУ. – 16 с.
35. Гиниятов, А. Р. Определение влияния минерального состава глин на коллекторские свойства по данным спектрометрического гамма каротажа / А. Р. Гиниятов, В. Р. Мусин // Аллея науки. – 2020. – Т. 1. – № 6(45). – С. 417- 420. – EDN OМУQHS.
36. Пак, Д. Ю. Перспективы геофизических исследований скважин на основе спектрометрического гамма-каротажа / Д. Ю. Пак, Ю. Н. Пак, А. Ю. Тебаева // Труды университета. – 2017. – № 4(69). – С. 44-47. – EDN YOCREQ.
37. Акустические исследования в нефтегазовых скважинах – состояние и направление развития/ В.Ф.Козяр, Д.В. Белоконь, Н.В. Козяр, Н.А. Смирнов// НТВ “Каротажник”. Вып. 63. Тверь: ГЕРС. 1998.
38. Ахметсафин Р. Д. Математические решения оценки скоростей и разделения составляющих волн многоэлементного волнового акустического каротажа : дис. докт. техн. наук: 25.00.10/ Автор Раис Дахиевич. -М., 2017.- 197с. – Библиогр.: с.157-183.
39. Выбор оптимальной технологии измерений и обработки волнового акустического каротажа в открытых и обсаженных стволах скважин/ В.И. Рыжков, С.В. Добрынин, А.В. Городнов, В.Н. Черноглазов, А.В. Шубин, В.И. Логовской// УДК 550.834. - М.,2.2017. -13стр.
40. Добрынин С.В. Современное состояние аппаратуры кросс-дипольного акустического каротажа в России. [Электронный ресурс]: URL: https://studylib.ru/doc/2002758/apparatury-kross-dipol_nogo-akusticheskogo-karotazha.
41. Обработка данных кроссдипольного акустического каротажа в программном комплексе соната/ А.В. Шумилов, С.В. Белов, И.В. Ташкинов// УДК 550.832.44/ НТВ “Каротажник”. Вып. 10. Тверь: ГЕРС 2014.4. – с.114-126.
42. Основание целесообразности использования современной аппаратуры кросс-дипольного каротажа при выделении и типизации коллекторов баженовской свиты (БС)/ С.В. Добрынин// УДК.550.834. – М.,1.2018. -с.24-30.

43. М.Л. Михеев., А.И. Саттаров. Оценка коэффициента анизотропии на основе данных кросс-дипольного акустического каротажа и анализ причин её наличия// НТУ ”ТНГ-групп”, - с.218-225.
44. Разработка современной аппаратуры волнового кросс-дипольного акустического каротажа с применением компьютерного моделирования/ А.Г. Вершинин., С.А. Вершинин., С.В. Добрынин// УДК 550.832.44., НТВ “Технологии сейсморазведки”. Вып. 1. М., 2013. с.87-95.
45. В.В. Шерстобитов. Прибор кросс-дипольного акустического каротажа АКС-МАК-МП/ УДК 550.832., Уфа., с.328-334.
46. А.Р. Рахматуллина., А.Е. Летичевский. Опыт применения многозондового кросс-дипольного акустического каротажа при сопровождении гидроразрыва пласта// УДК 550.832.44., НТВ “Каротажник”. Вып. 10(232). М., 2013. с.97- 101.
47. В.В. Шерстобитов., Р.Ф. Назмутдинов., Е.В. Безруков. Опыт внедрения в рабочий процесс прибора кросс-дипольного акустического каротажа АКС-МАК-МП при контроле гидроразрыва пласта// УДК 550.832., НТВ “Каротажник”. Вып. 4(318). М., 2022. с.58-65.
48. The SLB Energy Glossary: [Электронный ресурс]. URL: <https://glossary.slb.com>. с.1. (Дата обращения: 09.12.2022).
49. Study of anisotropy evaluation using cross-dipole acoustic lwd/ Jian-qing WEI., Xi-qiang Li., Xiao HE., Hao CHEN., Xiu-Ming WANG// Chengdu, Sichuan, China., 2017. с.424-428.
50. Hua Wang., M.Nafi Toksoz., Michael C.Fehler. Borehole Acoustic Logging – Theory and Methods// ISSN 2366-2646., Switzerland., 2020. -263с.
51. Baohua Huang., Hongjian Wang., Hao Chen & Qingfeng Li (2007). Applications of cross-dipole acoustic logging for formation fracture and anisotropic identifications/ ISSN 2202-0586., Australia, Perth., 2007. -4с.
52. Фондовые материалы ТОО «ГеоМунайРесурс»

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Геолого-геофизический разрез скважины 122 месторождения кожасай в интервале кт-ii

