



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  |
|--|
| <b>Комплекс геофизических методов исследования скважин с целью выделения и изучения продуктивных горизонтов в пределах Алёнкинского лицензионного участка недр (Томская область)</b> |

УДК 553.982:550.832(571.16)

Студент

| Группа | ФИО           | Подпись | Дата |
|--------|---------------|---------|------|
| 3-2251 | Говорков Д.В. |         |      |

Руководитель ВКР

| Должность      | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОГ ИШПР | Соколов С.В. | к.г.-.м.н.             |         |      |

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность        | ФИО           | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОГСН ШБИП | Киселева Е.С. | к.э.н.                 |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность             | ФИО         | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|-------------|------------------------|---------|------|
| Ст. преподаватель ООД | Гуляев М.В. |                        |         |      |

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП                          | ФИО        | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---|------------|------------------------|---------|------|
| Геофизические методы исследования скважин | Гусев Е.В. | к.г.-м.н.              |         |      |

Томск 2021 г.

## ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММЕ

| Код результата                             | Результат обучения<br>(выпускник должен быть готов)   |
|--|---|
| <b><i>Универсальные компетенции</i></b>    |   |
| 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   |
| <b><i>Профессиональные компетенции</i></b> |   |
| 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 |



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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

## ЗАДАНИЕ

### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

|                    |
|--------------------|
| Дипломного проекта |
|--------------------|

Студенту:

| Группа | ФИО                             |
|--------|---------------------------------|
| 3-2251 | Говоркову Дмитрию Владимировичу |

Тема работы:

|   |                        |
|---|------------------------|
| Комплекс геофизических методов исследования скважин с целью выделения и изучения продуктивных горизонтов в пределах Алёнкинского лицензионного участка недр (Томская область) |                        |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)   | №27-34/с от 27.01.2021 |

|  |            |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 31.05.2021 |
|--|------------|

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

|   |  |
|---|--|
| <b>Исходные данные к работе</b>   | Геолого-геофизические материалы преддипломной практики (геология, данные работ ГИС, результаты интерпретации), цифровые материалы ГИС для специальной главы  |
| <b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие сведения об объекте исследования.</li> <li>2. Геолого-геофизическая характеристика объекта</li> <li>3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических работ.</li> <li>4. Основные вопросы проектирования.</li> <li>5. Методические вопросы.</li> <li>6. Специальное исследование.</li> <li>7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.</li> <li>8. Социальная ответственность.</li> </ol> |

|  |   |
|--|---|
| <b>Перечень графического материала</b><br>(с точным указанием обязательных чертежей) | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзорная карта района работ.</li> <li>2. Схема геолого-геофизической изученности Аленкинского участка.Фрагмент</li> <li>3. Стратиграфическая колонка</li> <li>4. Условные обозначения к стратиграфической колонке</li> <li>5. Фрагмент тектонической карты юрского структурного яруса осадочного чехла западных районов Томской области (под редакцией А.Э. Конторовича)</li> <li>6. Литолого-фациальный разрез Аленкинского участка</li> <li>7. Карта изохорн отражающего горизонта Б</li> <li>8. Эталонная скважина месторождения</li> <li>9. Проектная скважина на литолого-фациальном разрезе</li> <li>10. Структурная карта по кровле Баженовской свиты. Проектная скважина отмечена красной точкой.</li> <li>11. Априорная физико-геологическая модель</li> <li>12. Технологии промыслово-геофизических исследований горизонтальных скважин технологическими комплексами типа «ГОРИЗОНТАЛЬ»</li> <li>13. Функциональная схема телесистемы.</li> <li>14. Канал связи.</li> </ol> |
|--|---|

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

| Раздел  | Консультант                  |
|---|------------------------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Киселева Елена Станиславовна |
| По социальной ответственности                                   | Гуляев М.В.                  |

|   |  |
|---|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы |  |
|---|--|

|  |            |
|--|------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 20.02.2021 |
|--|------------|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность      | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОГ ИШПР | Соколов С.В. | к.г.-.м.н.             |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 3-2251 | Говорков Дмитрий Владимирович |         |      |

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

Студенту:

|               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                      |
| 3-2251        | Говоркову Дмитрию Владимировичу |

|                     |             |                              |  |
|---------------------|-------------|------------------------------|--|
| <b>Школа</b>        | <b>ИШПР</b> | <b>Отделение школы (НОЦ)</b> | <b>Геологии</b>                            |
| Уровень образования | Специалитет | Направление/специальность    | 21.05.03 технология геологической разведки |

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

|  |  |
|--|--|
| 1. Стоимость ресурсов исследования: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | 1. Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами. Оклады в соответствии с окладами сотрудников «НИ ТПУ» |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов   | 2. Коэффициенты для расчета заработной платы:<br>- районный коэффициент – 1,3;<br>- коэффициент доплат – 0,2;<br>- премиальный коэффициент – 0,3.  |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                    | 3. Отчисления во внебюджетные фонды – 30,2%  |

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

|  |  |
|--|--|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | 1. Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, оценка готовности проекта к коммерциализации                |
| 2. Планирование и формирование бюджета проекта   | 2. Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Гантта Определение затрат на проектирование (смета затрат) |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования                  | 3. Расчет сравнительной эффективности проекта  |

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

|  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Карта сегментирования рынка (рис.)</li> <li>2. Оценка конкурентоспособности технических решений (табл.)</li> <li>3. Матрица SWOT (табл.)</li> <li>4. Календарный план график проведения работ (табл.)</li> </ol> |
|--|

|   |            |
|---|------------|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> | 20.02.2021 |
|---|------------|

**Задание выдал консультант:**

|                  |                              |                               |                |             |
|------------------|------------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Должность</b> | <b>ФИО</b>                   | <b>Ученая степень, звание</b> | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| Доцент ОГСН ШБИП | Киселева Елена Станиславовна | к.э.н.                        |                |             |

**Задание принял к исполнению студент:**

|               |                               |                |             |
|---------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                    | <b>Подпись</b> | <b>Дата</b> |
| 3-2251        | Говорков Дмитрий Владимирович |                |             |

## «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

|               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                      |
| 3-2251        | Говоркову Дмитрию Владимировичу |

|                            |             |                                  |                                   |
|----------------------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Школа</b>               | <b>ИШПР</b> | <b>Отделение (НОЦ)</b>           | <b>Геологии</b>                   |
| <b>Уровень образования</b> | Специалитет | <b>Направление/специальность</b> | Технология геологической разведки |

Тема ВКР:

|  |  |
|--|--|
| <b>Комплекс геофизических методов исследования скважин с целью выделения и изучения продуктивных горизонтов в пределах Алёнкинского лицензионного участка недр (Томская область)</b> |  |
| <b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>   |  |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения   | Объектом исследования является проектная эксплуатационная скважина Алёнкинского месторождения. На стадии поиска углеводородов поставлены задачи геофизического исследования, на которых основывается выбор комплекса методов ГИС. Полевые работы, камеральные работы (помещение).  |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>  |  |
| <b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>   | Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.  |
| <b>2. Производственная безопасность:</b>   | Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.<br>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов:<br>– Неудовлетворительный микроклимат;<br>– Повышенный уровень шума;<br>– Недостаточная освещенность рабочей зоны;<br>– Поражение электрическим током<br>– Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования |
| <b>3. Экологическая безопасность:</b>  | – анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу.<br>– решение по обеспечению экологической безопасности.   |

|  |   |
|--|---|
| <b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– Выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> <li>– Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</li> </ul> |
|--|---|

|   |  |
|---|--|
| <b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b> |  |
|---|--|

**Задание выдал консультант:**

| Должность                    | ФИО                          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата       |
|------------------------------|------------------------------|------------------------|---------|------------|
| Старший преподаватель<br>ООД | Гуляев Милий<br>Всеволодович | -                      |         | 20.02.2021 |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                           | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| 3-2251 | Говорков Дмитрий Владимирович |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает 120 страницы, 14 рисунков 23 таблицы, 17 источников.

Ключевые слова: комплекс геофизических исследований, нефтегазоносный комплекс, Аленкинское месторождение, Томская область.

Объектом исследования является проектная поисковая скважина 102Р, заложенная в антиклинальной складке Аленкинсокого месторождения.

Цель работы: проектирование комплекса геофизических исследований в открытом стволе скважины 102Р для оценки нефтегазоносности разрезов Аленкинсокого месторождения (Томская область).

Задачей данной работы является обоснование комплекса геофизических методов исследований скважин для решения поставленных геологических задач.

На основе поставленных геофизических задач и анализе ранее выполненных геолого-геофизических исследований создана проектная поисковая скважина, построена физико-геологической модель объекта исследования, выбран комплекс геофизических методов и приведено его обоснование. Рассмотрена методика проектируемых работ, приведена краткая характеристика выбранной аппаратуры, с помощью которой будет проводиться комплекс геофизических работ. Также приведена интерпретация геофизических данных.

Самостоятельное исследование посвящено геофизическому обеспечению при бурении горизонтальных скважин, описано сочетание надежности с новыми технологиями датчиков в объединенной системе и его техническая характеристика.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований, определены их возможные альтернативы, составлен SWOT-анализ. Выполнено планирование научно-исследовательской работы и определены ресурсные,

финансовые, бюджетные, социальные и экономические эффективности исследования.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ опасных и вредных производственных факторов, представлено обоснование мероприятий по снижению уровня их воздействия, выявлены источники загрязнения окружающей среды и показаны средства ее защиты. Рассмотрены наиболее вероятные чрезвычайные ситуации на рабочем месте.

## ESSAY

The final qualifying work includes 120 pages, 14 figures, 23 tables, 17 sources.

Key words: complex of geophysical studies, oil and gas complex, Aleninskoye field, Tomsk region.

The object of the study is the design exploration well 102P, laid in the anticlinal fold of the Aleninsky field.

Purpose of the work: designing a complex of geophysical studies in the open bore of well 102P to assess the oil and gas content of the sections of the Aleninskoye field (Tomsk region).

The objective of this work is to substantiate a complex of geophysical methods for well survey to solve the set geological problems.

On the basis of the geophysical tasks set and the analysis of previously performed geological and geophysical studies, a design exploration well was created, a physical and geological model of the research object was built, a set of geophysical methods was selected and its justification was given. The methodology of the projected work is considered, a brief description of the selected equipment is given, with the help of which a complex of geophysical work will be carried out. The interpretation of the geophysical data is also given.

An independent study is devoted to geophysical support for drilling horizontal wells, the combination of reliability with new sensor technologies in an integrated system and its technical characteristics are described.

In the section "Financial Management, Resource Efficiency and Resource Saving", an assessment of the commercial potential and prospects of conducting scientific research was carried out, their possible alternatives were identified, and a SWOT analysis was drawn up. The planning of research work has been completed

and the resource, financial, budgetary, social and economic efficiency of the research has been determined.

In the section "Social responsibility" the analysis of hazardous and harmful production factors is carried out, the rationale for measures to reduce the level of their impact is presented, the sources of environmental pollution are identified and the means of its protection are shown. The most probable workplace emergencies are considered.

## Оглавление

|   |    |
|---|----|
| ЗАДАНИЕ .....   | 3  |
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 14 |
| 1. Общая часть .....  | 15 |
| 1.1 Географо-экономический очерк района работ .....                               | 15 |
| 1.2 Геолого-геофизическая изученность района .....                                | 16 |
| 2. Геолого-геофизическая характеристика объекта исследования .....                | 19 |
| 2.1 Стратиграфия .....  | 19 |
| 2.2 Тектоника .....   | 24 |
| 2.4 Нефтегазоносность .....   | 28 |
| 2.4 Петрофизические характеристики нефтегазоносных комплексов .....               | 31 |
| 3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований ..... | 34 |
| 4. Основные вопросы проектирования .....  | 38 |
| 4.1 Задачи геофизических исследований.....  | 38 |
| 4.2 Обоснование объекта исследований .....  | 38 |
| 4.3 Физико-геологическая модель исследования.....                                 | 40 |
| 4.4 Выбор методов и обоснование геофизического комплекса.....                     | 43 |
| 5. Методические вопросы .....   | 50 |
| 5.1 Методика проведения проектных геофизических работ .....                       | 50 |
| 5.2 Интерпретация геофизических данных.....                                       | 52 |
| 6 Геофизическое обеспечение при бурении горизонтальных скважин .....              | 60 |
| 7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....           | 73 |
| 7.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....                      | 73 |
| 7.2 Анализ конкурентных технических решений .....                                 | 74 |
| 7.3 SWOT-анализ .....   | 77 |
| 7.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....        | 80 |
| 7.6 Бюджет научно-технического исследования.....                                  | 89 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 7.7 | Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.... | 94  |
| 8.  | СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....  | 99  |
| 8.1 | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....  | 100 |
| 8.2 | Производственная безопасность.....   | 103 |
| 8.3 | Экологическая безопасность.....  | 111 |
| 8.4 | Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....  | 113 |
| 8.5 | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....  | 115 |
|     | ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....  | 119 |
|     | Список использованных источников .....   | 120 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Основной целью, данной выпускной квалификационной работы является выбор комплекса геофизических методов исследований скважин для изучения фильтрационно-емкостных свойств на Аленкинском месторождении.

Основными задачами работы является создание проектной поисковой скважины, выполнение анализа ранее проведенных геофизических исследований, построение физико-геологической модели объекта исследования, а также выбор комплекса геофизических методов и его обоснование.

В специальной части рассматривается комплекс ГИС для исследования в горизонтальных скважинах.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» основными задачами являются оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований, определение их возможных альтернатив, планирование научно-исследовательской работы и определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

В разделе «Социальная ответственность» необходимо провести анализ опасных и вредных производственных факторов, обоснование мероприятий по снижению уровня их воздействия, выявить источники загрязнения окружающей среды и средства ее защиты, так же рассмотреть наиболее вероятные чрезвычайные ситуации на рабочем месте.

## 1. Общая часть

### 1.1 Географо-экономический очерк района работ

Район работ в географическом плане расположен на левом берегу реки Оби в Александровском районе Томской области и относится к Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Месторождение находится непосредственной близости от Малореченского и Советского нефтяного месторождений.

Ближайший город - Стрежевой в 40 км от месторождения. В городе имеется аэропорт. Речпорт в 38 км от месторождения в с. Александровское. Транспортировка оборудования до месторождения с помощью гусеничного транспорта, авиации. Реки района месторождения несудоходны.

В орографическом отношении территория месторождения представляет собой заболоченную равнину. Заболоченные участки составляют 5% площади, отличаются трудной проходимостью. Характерной особенностью ландшафта территории является значительная расчлененность рельефа от + 50 до + 90 м. Территория покрыта хвойно-лиственным лесом и болотной растительностью. Животный мир характерен для таежных областей Западной Сибири

Климат в районе работ континентальный, избыточно влажный. Средняя температура воздуха летом составляет +18°C, осенью -1°C, зимой - 20°C, весной -8°C. Средняя температура января - 21°C, минимальная -52°C. Температура наиболее жаркого месяца - июля +18°C, максимальная +34°C. Среднегодовая температура в районе работ -2°C.

Годовое количество выпадающих осадков – 502 мм. Снежный покров устанавливается, как правило, на 6 месяцев, толщиной 0,4-0,6 м на открытых участках и до 1,5 м в залесенных.

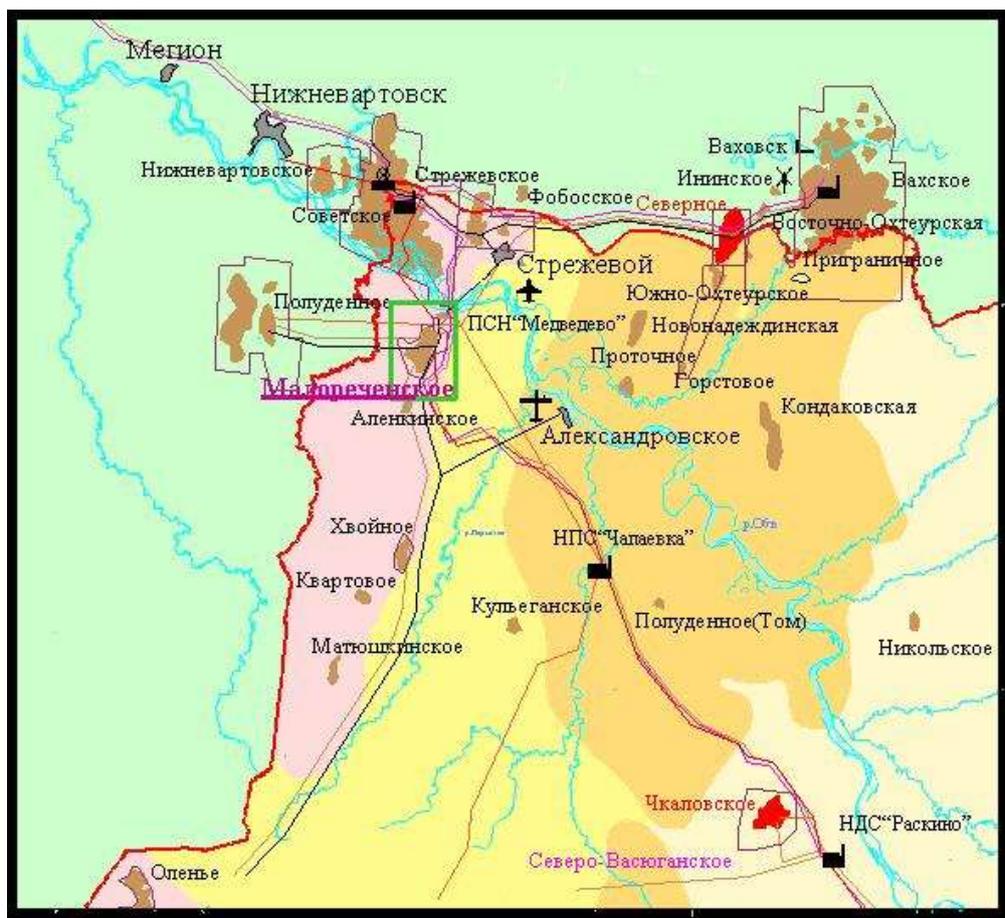


Рисунок 1- Обзорная карта района работ

## 1.2 Геолого-геофизическая изученность района

Планомерное изучение геологического строения описываемого района и соседних территорий началось с проведения геологической съёмки в 1947 году. В 1952 году под руководством С.Б. Шацкого коллектив геологов ЗСГУ выполнил геологическую съёмку масштаба 1:1000 000. Этими 118 работами установлено, что вся территория покрыта четвертичными отложениями, в долинах некоторых рек обнаружены выходы верхнетретичных отложений. По результатам выполненных исследований была осуществлена стратификация верхнемеловых, третичных и четвертичных отложений, а также установлены некоторые элементы тектоники. Так же, на первом этапе изучения геологического строения, проводились мелкомасштабные аэромагнитная и гравиметрическая съёмки, маршрутная и площадная сейсморазведка МОВ. В результате были выделены крупные структурно-тектонические элементы доюрского фундамента и

осадочного платформенного чехла. Магнитометрическими и гравитационными исследованиями было установлено, что простирание магнитных и гравитационных аномалий, в основном, отражает простирание крупных тектонических элементов фундамента.

С 1974 года в изучаемом районе внедряется сейсморазведка МОГТ, сначала маршрутная, а затем площадная съемка. Это позволило повысить помехоустойчивость, разрешающую способность, глубинность сейсмических исследований, а отсюда и качество структурных построений.

Работы МОГТ на поисковом этапе проводились, главным образом, на крупных антиклинальных структурах и поэтому распределены довольно неравномерно. Основной объём работ МОГТ сосредоточен на Кедровском к. п. и структурах Александровского свода.

Плотность сети профилей на территории изменяется от 1.2 км/км<sup>2</sup> в южной части участка работ и до 2.5 км/км<sup>2</sup> в районе Аленкинской, Меридиональной, Захарютинской и Новокомсомольской структур.

Силами АНГРЭ ОАО «Томскнефтегазгеология» ВНК в пределах участка работ пробурен ряд разведочных и поисково-оценочных скважин.

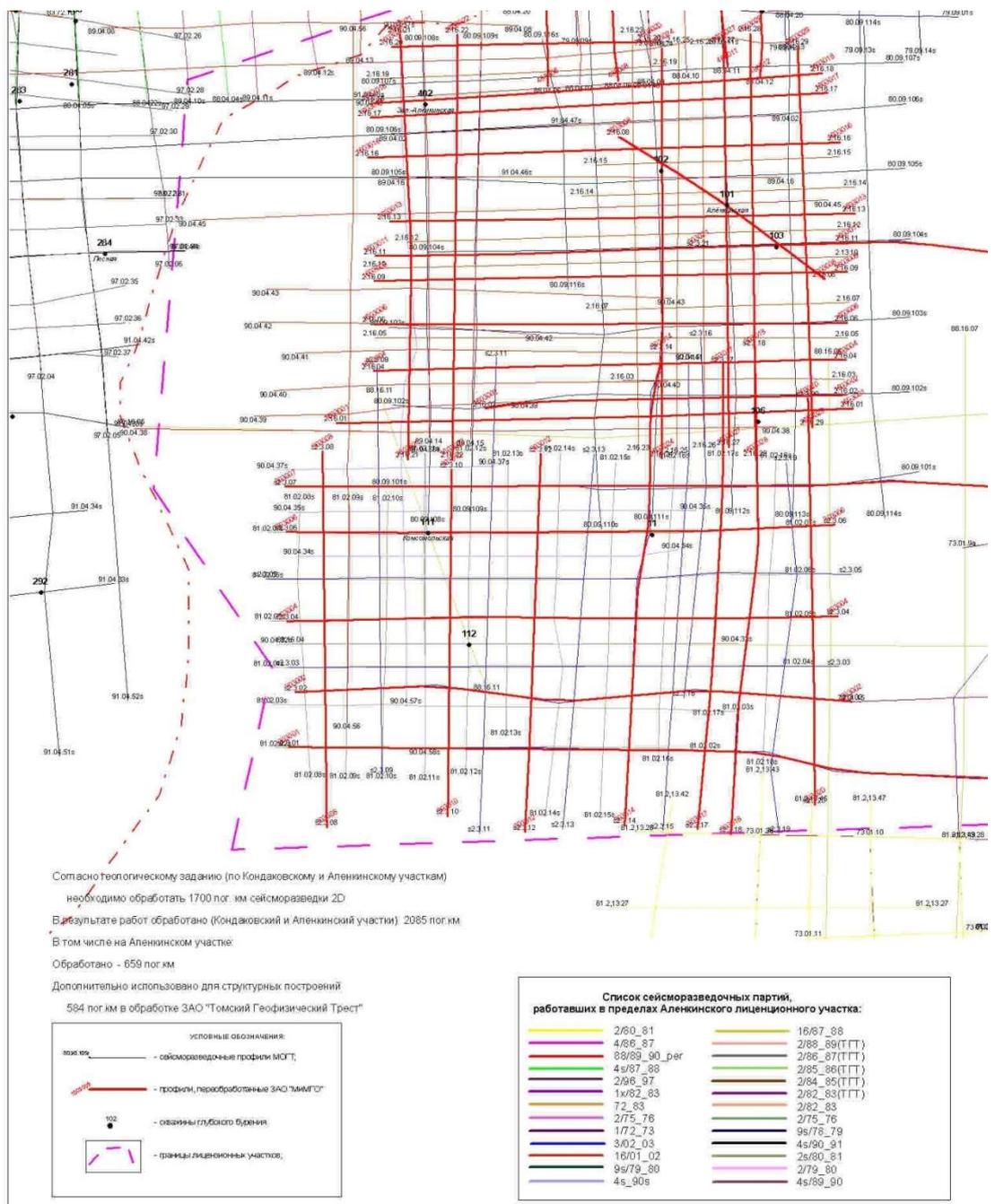


Рисунок 2- Схема геолого-геофизической изученности Аленинского участка

## **2. Геолого-геофизическая характеристика объекта исследования**

### **2.1 Стратиграфия**

В геологическом строении принимают участие образования двух структурных комплексов - породы доюрского складчатого фундамента и толща терригенных отложений мезозойско-кайнозойского осадочного чехла.

#### **Доюрский комплекс**

В пределах участка и на прилегающих площадях доюрские образования представлены разнообразными по своему составу отложениями средне-верхнедевонского возраста. Это - метаморфизованные, карбонатные, карбонатно-углисто-глинистые, глинисто-кремнистые и эффузивные разности. Вскрыты доюрские образования скважинами на Аленкинской (103Р), Западно-Аленкинской (402Р), Комсомольской (111Р), Малореченской (121Р), Лесной (281Р, 282Р, 284Р, 285Р, 286Р, 287Р), ЮжноСоснинской (1Р), Хвойной (1Р), Александровской (1Р, 2Р, 3Р, 10Р, 11Р) и Саймовской (1Р) площадях. Глубина вскрытия фундамента (коры выветривания) колеблется в широком диапазоне – от 2570 м в Лесной скважине 284Р, до 3437 м в Саймовской скважине 1Р. В некоторых скважинах на поверхности фундамента отмечается кора выветривания. Максимальная толщина доюрских образований вскрыта скважиной 1Р Саймовской площади и составляет 571 м.

#### **Мезозойско-кайнозойский комплекс**

Разрез мезозойско-кайнозойского осадочного чехла представлен отложениями юрской, меловой, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем.

#### **Юрская система (J)**

Отложения юрской системы несогласно залегают на коре выветривания или на эрозионной поверхности фундамента и представлены всеми тремя отделами.

Значительная расчлененность рельефа поверхности доюрского фундамента определяет резкое изменение толщины юрских отложений.

## Тюменская свита ( $J_1t_2$ - $J_2cl_1$ )

На изучаемой территории тюменские отложения вскрыты на глубинах 2444 м – 2960 м. Формирование осадков тюменской свиты происходило в континентальных условиях, иногда в верхней части разреза встречаются прослой пород прибрежно-морского генезиса. Литологический состав свиты представлен ритмичным чередованием аргиллитов, алевролитов и песчаников с прослоями углей и углистых аргиллитов. В составе тюменской свиты выделяется нижняя, средняя и верхняя подсвиты.

Нижняя подсвита (верхний тоар-аален) развита в наиболее погруженных зонах и представлена углисто-глинисто-песчаной толщей, которая завершается углем  $U_{10}$ . В разрезе этой толщи выделяются группы песчаных пластов  $Ю_{14}$ ,  $Ю_{11-13}$  и разделяющие их глинистые и глинисто-углистые пачки. Сокращение толщины подсвиты наблюдается на склонах локальных поднятий, при полном их выклинивании в присводовых частях (скважина Малореченская 121Р). В пределах участка нижняя подсвита вскрыта в скважинах Комсомольской 111Р, Аленкинская 103Р и Западно-Аленкинская 402Р, в которых определен возраст осадков (конец аалена - начало байоса) и представлена переслаиванием аргиллитов, алевролитов и песчаников.

Отложения среднетюменской и верхнетюменской подсвит (байос-бат) формировались преимущественно в континентальных озерно-болотноаллювиальных условиях, а также в обстановке береговых зон и заливов на стадии, когда рельеф в значительной степени был сnivelирован (пласт  $Ю_2$ ). Условия осадконакопления предопределили в разрезе байоса развитие, в основном, глинистых и глинисто-углистых пород с редкими линзовидными прослойками песчаников ( $Ю_{7-10}$ ), имеющих локальное распространение и характеризующихся значительной латеральной изменчивостью.

## Васюганская свита ( $J_2 cl_2$ - $J_3 ox$ )

Формирование васюганской свиты происходило в морских и прибрежно-морских условиях и подразделяется на две подсвиты: нижнюю – глинистую и верхнюю – песчано-глинистую.

Нижневасюганская подсвита представлена трансгрессивными морскими осадками нижнего и среднего келловей и сложена аргиллитами темно-серыми до черных, слюдистыми, крепкими, плитчатыми, полосчатыми за счет светлых горизонтальных прослоев алевролитового материала. Верхневасюганская подсвита (средний-верхний келловей - оксфорд) формировалась в мелководно-морской обстановке и сложена она песчаноглинистыми породами с преобладанием песчаных разностей, количество которых вверх по разрезу значительно возрастает. К песчаным разностям верхневасюганской подсвиты приурочен продуктивный горизонт Ю<sub>1</sub>, в котором выделяются подугольная регрессивная (пласты Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> или Ю<sub>1</sub><sup>3</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>4</sup>); межугольная (Ю<sub>1</sub><sup>М</sup>) и надугольная (пласты Ю<sub>1</sub><sup>1</sup>, Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> или Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup>) пачки. Толщина свиты в пределах 70 м.

#### Георгиевская свита (J<sub>3</sub> km)

Отложения свиты продолжают разрез верхней юры и согласно залегают на породах васюганской свиты. Накапливались осадки в относительно глубоководной части шельфа и представлены они аргиллитами однородными темно-серыми с зеленоватым оттенком, известковистыми, содержащими песчано-алевролитовую примесь и включения глауконита и пирита. Возраст георгиевской свиты соответствует кимериджскому времени осадконакопления. Мощность отложений составляет 1 - 6 м.

#### Баженовская свита (J<sub>3</sub> v)

Отложения баженовской свиты имеют повсеместное распространение. Формирование их происходило в период тектонического покоя в глубоководном морском бассейне. Породы представлены темно-серыми, черными и буровато-черными аргиллитами, битуминозными, с включениями углистого детрита, иногда пирита.

Баженовская свита является региональным геологическим и геофизическим репером, а также региональной покрывкой для песчаников горизонта Ю<sub>1</sub> и нефтегенерирующей толщей. К подошве свиты приурочен региональный выдержанный опорный отражающий горизонт Па. Толщина свиты изменяется от 7 до 20 м.

#### Меловая система (К).

Меловая система является наиболее значимой по толщине осадочных пород в составе платформенных отложений, мощность её составляет 1700-2600 м и представлена всеми ярусами как нижнего, так и верхнего отдела. В составе нижнего отдела снизу-вверх выделяются куломзинская, тарская, вартовская, алымская и большая часть покурской свиты. В составе верхнего отдела выделяются верхняя часть покурской, кузнецовская, березовская и ганькинская свиты.

#### Палеогеновая система (Р).

Палеогеновый комплекс отложений представлен морскими, преимущественно глинистыми породами с прослоями рыхлых песчаников и алевролитов и континентальными (в верхней части разреза), преимущественно песчано-алевритистыми образованиями. В составе морских отложений выделяются три свиты (снизу вверх): талицкая (палеоцен), люлинворская (эоцен) и чеганская (в.эоцен+н.олигоцен), а континентальная толща выделяется в некрасовскую серию (ср.+верх.олигоцен). Общая толщина палеогеновых отложений составляет 580-650 м.

#### Четвертичные отложения Q

Четвертичные отложения представлены континентальными отложениями -серыми, желтовато-серыми глинами, суглинками, алевролитами и песками. Толщина отложений - 20-40 м.

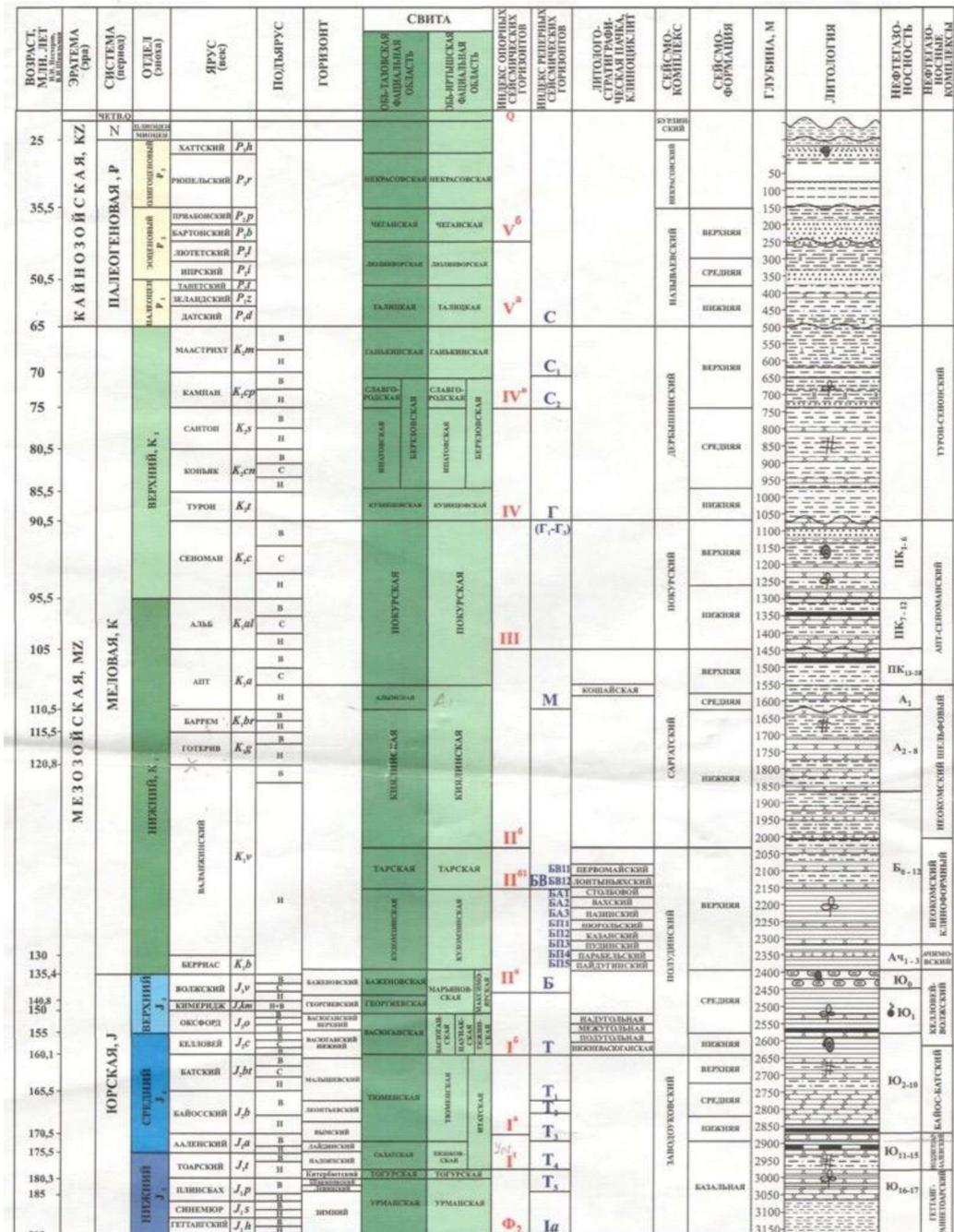


Рисунок 3- Стратиграфическая колонка



Рисунок 4 – Условные обозначения к стратиграфической колонке

## 2.2 Тектоника

В тектоническом отношении Аленкинское месторождение расположено в центральной части молодой Западно-Сибирской плиты (ЗСП), входящей в состав Урало-Сибирской платформы. Согласно структурно-тектоническому районированию фундамента Западно-Сибирской плиты территория приурочена к юго-восточной части Нижневартовского антиклинория и зоне его сочленения с Колтогорско-Уренгойским грабен-рифтом.

Доюрский фундамент ЗСП является гетерогенным складчато-блоковым сооружением. В его строении участвуют разновозрастные тектонические комплексы геосинклинального (унаследованного типа антиклинории и синклинории, инверсионные антиклинории, миогеосинклинали, срединные массивы), прото- (краевые, межгорные прогибы) и дейтероорогенного (наложенные впадины), плитного, а также рифтового генезиса. Наиболее контрастно выделяются дорифейский, рифейский, венд-силурийский, девонско-верхнетриасовый мегакомплексы.

Нижневартовский антиклинорий является зоной инверсионного типа развития, которая представлена карбонатно-терригенной формацией значительной мощности. Антиклинорий представляет собой приподнятую зону складчато-блоковых сооружений позднегерцинского возраста.

Отложения собственно платформенного чехла с угловым и стратиграфическим, либо только стратиграфическим несогласием, перекрывают складчатые образования палеозойского фундамента. Структуры мезозойско-кайнозойского чехла являются структурами унаследованного развития, т.е. они развивались на положительных или отрицательных формах рельефа фундамента, унаследовав их структуру.

В рассматриваемом районе к надпорядковым структурам (0 порядка) относятся Хантейская гемиянтеклиза и Колтогорско-Нюрольский желоб. С юга и юго-запада антекклиза граничит со значительной по размерам депрессионной зоной – Мансийской синеклизой, с севера –

мегамоноклиналью, переходящей в Надым-Тазовскую синеклизу, а с востока – с серией надрифтовых прогибов, наиболее крупным из которых является Колтогорский мезопрогиб.

В составе надпорядковой положительной структуры помимо Нижневартовского свода выделены Сургутский свод, Варьеганский, Айтульский и Тагринский валы.

Нижневартовский свод оконтурен в рельефе баженовской свиты на отметке минус 2540 м и имеет площадь 12570 км<sup>2</sup>. Амплитуда структуры составляет 250 м. В пределах нижневартовского свода выделено 6 структур третьего порядка, из которых 5 -положительные и 1 - отрицательная.

В восточной части свода расположено Советско-Соснинское куполовидное поднятие, площадь которого составляет 540 км<sup>2</sup>. Тектонический элемент имеет изометричную форму, имеет амплитуду 50 м. В южной части Нижневартовского свода выделена Малореченская впадина, западная граница которой совпадает с восточным окончанием Зайцевского вала. Последний несколько вытянут в северо-северо-западном направлении. В северной части свода расположено незначительное по размерам Урьевское куполовидное поднятие.

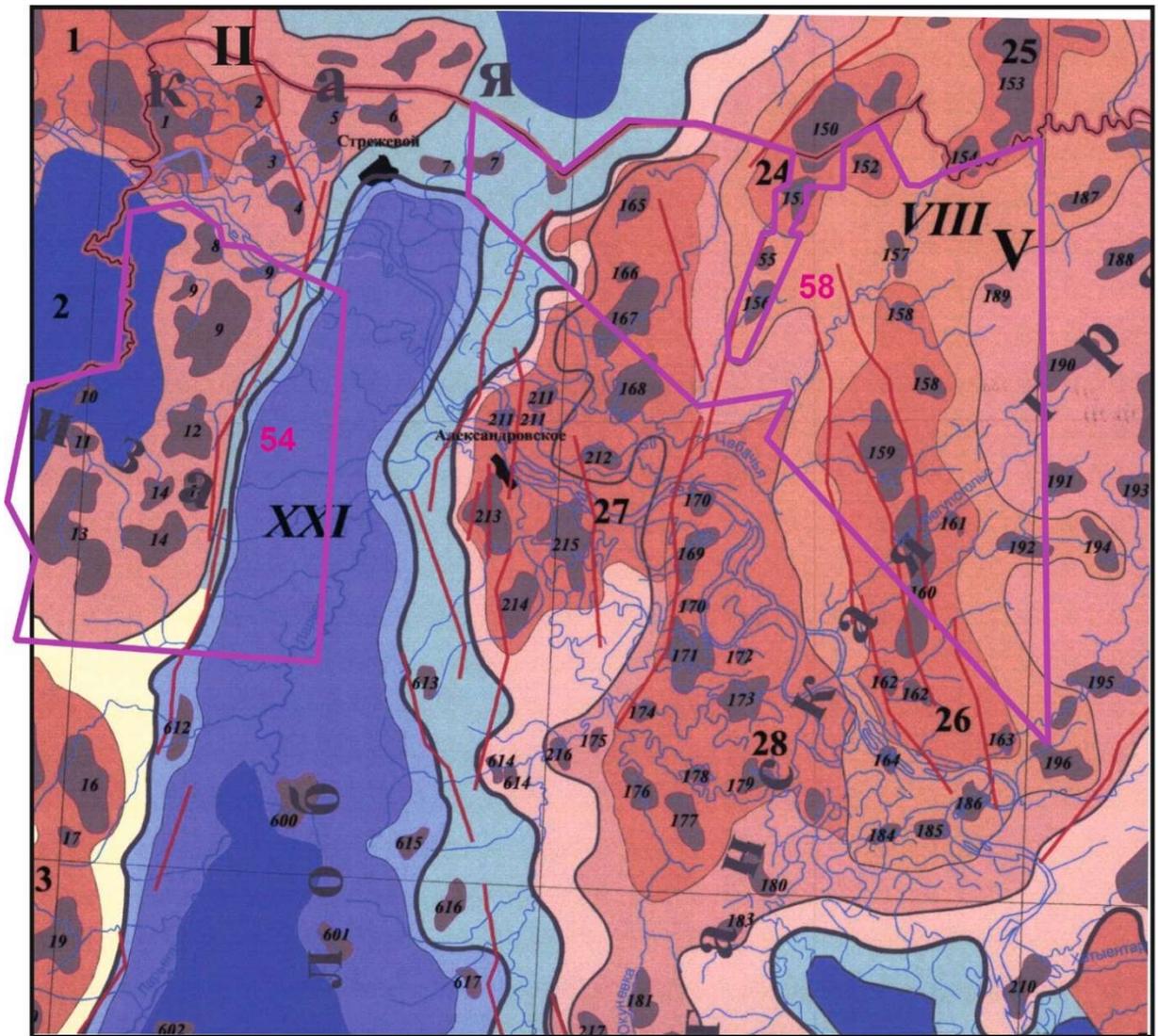
Отрицательной надпорядковой структурой в исследуемом районе является Колтогорско-Нюрольский желоб, который «рассекает» территорию Томской области в северо-северо-восточном направлении. Расположен он к востоку от Нижневартовского и Каймысовского сводов и объединяет серию депрессий различных порядков.

В качестве самостоятельных тектонических элементов, осложняющих непосредственно желоб, выделено 4 разнопорядковых структуры: Колтогорский мезопрогиб, Черемшанская мезоседловина, Нюрольская мегавпадина, и Западно-Крапивинский прогиб.

Колтогорский мезопрогиб, расположенный в северной части желоба, вытянут в северо-северо-восточном направлении. Мезопрогиб имеет линейную форму и относительно простое строение. Центральная часть

депрессии выделена в качестве самостоятельной структуры III порядка - Ильякского прогиба, на севере Колтогорский мезопрогиб ограничен незначительной по площади Дальнестрежевской седловиной.

Аленкинское месторождение расположено на юго-восточном склоне Нижневартовского свода (восточнее Малореченской впадины). Склон Нижневартовского свода осложнен целым рядом локальных поднятий (Аленкинское, Западно-Аленкинское, Малореченское, Южно-Соснинское, Захарютинское, Комсомольское).



| Структуры I порядка   |                            | Локальные поднятия |                     |     |                 |     |                    |     |                      |
|-----------------------|----------------------------|--------------------|---------------------|-----|-----------------|-----|--------------------|-----|----------------------|
| II                    | Нижневартовский свод       | 1                  | Соснинская          | 150 | Охтеурская      | 169 | Комлевская         | 188 | Вал-Еганская         |
| V                     | Александровский свод       | 2                  | Северо-Медведевская | 151 | Южно-Охтеурская | 170 | Соконоварская      | 189 | Кюльская             |
| Структуры II порядка  |                            | 3                  | Медведевская        | 152 | Приграничная    | 171 | Обская             | 190 | Островистая          |
| VIII                  | Трайгородский мезовал      | 4                  | Южно-Медведевская   | 153 | Вахская         | 172 | Надлойменная       | 191 | Длухозерная          |
| XXI                   | Колтогорский мезопргиб     | 5                  | Стрежевская         | 154 | Южно-Вахская    | 173 | Пойменная          | 192 | Лазурная             |
| Структуры III порядка |                            | 6                  | Звездная            | 155 | Сев-Горстовая   | 174 | Сев-Чапаевская     | 193 | Последняя            |
| 2                     | Малореченская впадина      | 7                  | Дальнестрежевская   | 156 | Горстовая       | 175 | Логвинская         | 194 | Кривоозерная         |
| 3                     | Кедровско-Матюшкинское кп  | 8                  | Южно-Соснинская     | 157 | Т аежная        | 176 | Чапаевская         | 195 | Ноябрьская           |
| 24                    | Охтеурское кп              | 9                  | Малореченская       | 158 | Трайгородская   | 177 | Полуденная         | 196 | Урочинская           |
| 25                    | Вахское кп                 | 10                 | Зап-Малореченская   | 159 | Чебанья         | 178 | Макарьевская       | 211 | Вост-Александровская |
| 26                    | Криволуцкий вал            | 11                 | Зап-Аленкинская     | 160 | Кондаковская    | 179 | Бурломная          | 212 | Быстрая              |
| 54                    | - границы Аленкинского ЛУ  | 12                 | Аленкинская         | 161 | Мегилугольская  | 180 | Вершинная          | 213 | Александровская      |
| 68                    | - границы Кондаковского ЛУ | 13                 | Комсомольская       | 162 | Назинская       | 181 | Архиповинская      | 214 | Южно-Александровская |
|                       |                            | 14                 | Захарютинская       | 163 | Правобережная   | 182 | Южно-Архиповинская | 215 | Панковская           |
|                       |                            | 15                 | Верхнеколтогорская  | 164 | Зап-Назинская   | 183 | Беляевская         | 216 | Сев-Алянская         |
|                       |                            | 16                 | Квартовая           | 165 | Марьинская      | 184 | Южно-Назинская     |     |                      |
|                       |                            | 17                 | Южно-Квартовая      | 166 | Сев-Проточная   | 185 | Гусиная            |     |                      |
|                       |                            | 18                 | Кедровская          | 167 | Прото-чная      | 186 | Иловая             |     |                      |
|                       |                            | 19                 | Матюшкинская        | 168 | Южно-Проточная  | 187 | Западно-Люклайская |     |                      |

Рисунок 5- Фрагмент тектонической карты юрского структурного яруса осадочного чехла западных районов Томской области (под редакцией А.Э. Конторовича)

## 2.4 Нефтегазоносность

Алёнкинское месторождение приурочено к Нижневартовскому нефтегазоносному району (НГР) Среднеобской нефтегазоносной области (НГО). Нижневартовский НГР контролируется одноименной положительной структурой первого порядка - Нижневартовским сводом.

На Алёнкинском месторождении нефтегазоносность нижнеюрских отложений не доказана.

На Алёнкинском месторождении нефтегазоносность среднеюрских отложений не доказана.

Верхнеюрский нефтегазоносный комплекс. В большинстве случаев продуктивными являются песчаники надугольной пачки (пласты Ю<sub>1</sub><sup>1-2</sup>). На Алёнкинском месторождении при испытании пласта Ю<sub>1</sub><sup>3-4</sup> в скважине 101Р, пробуренной в своде структуры, получен приток воды с пленкой нефти.

Залежь пласта Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> пластово-сводовая, литологически ограниченная, размером 10,5×5 км. Высота залежи составляет 55 м. Водонефтяная зона составляет 31,4 % и занимает площадь 13,5 км<sup>2</sup>. Залежь пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> пластовосводового типа с размерами 7,3×3,5 км и высотой 37 – 63 м. Водонефтяная зона занимает площадь 11,65 км<sup>2</sup> и составляет 53,8 % залежи. Пласты Ю<sub>1</sub><sup>1</sup> и Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> характеризуются достаточно большой литологической неоднородностью, выражающейся в быстрой смене по разрезу крупно-среднезернистых песчаников мелко-среднезернистыми, а также в появлении в теле песчаного коллектора маломощных (0,1 - 1,5 м) линз и прослоев плотных, тонкозернистых алевритистых песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Меловой нефтегазоносный комплекс. Основные залежи приурочены к пластам БВ<sub>8</sub> (верхи мегионской свиты) и АВ<sub>1</sub> (алымская свита). Дебиты нефти из пласта БВ<sub>8</sub> на 8 мм штуцере составили 107 - 169 т/сут, из пласта АВ<sub>1</sub> до 150 т/сут. Кроме этого нефтеносность установлена в отложениях вартовской свиты (пласты БВ<sub>6</sub>-БВ<sub>0</sub> и АВ<sub>7</sub>-АВ<sub>6</sub>, АВ<sub>4</sub>-АВ<sub>2</sub>).

Аленкинское нефтяное месторождение, которое было открыто скважиной 101Р, пробуренной в сводовой части поднятия, где из отложений нижнего мела (пласт Б<sub>10</sub>) в интервале глубин 2151 - 2155 м (а.о. – -2068 – -2070 м) на 8 мм штуцере получен приток нефти и воды дебитом 20 м<sup>3</sup> /сут и 48 м<sup>3</sup> /сут, соответственно. По типу залежь относится к пластово-сводовой, водоплавающей.

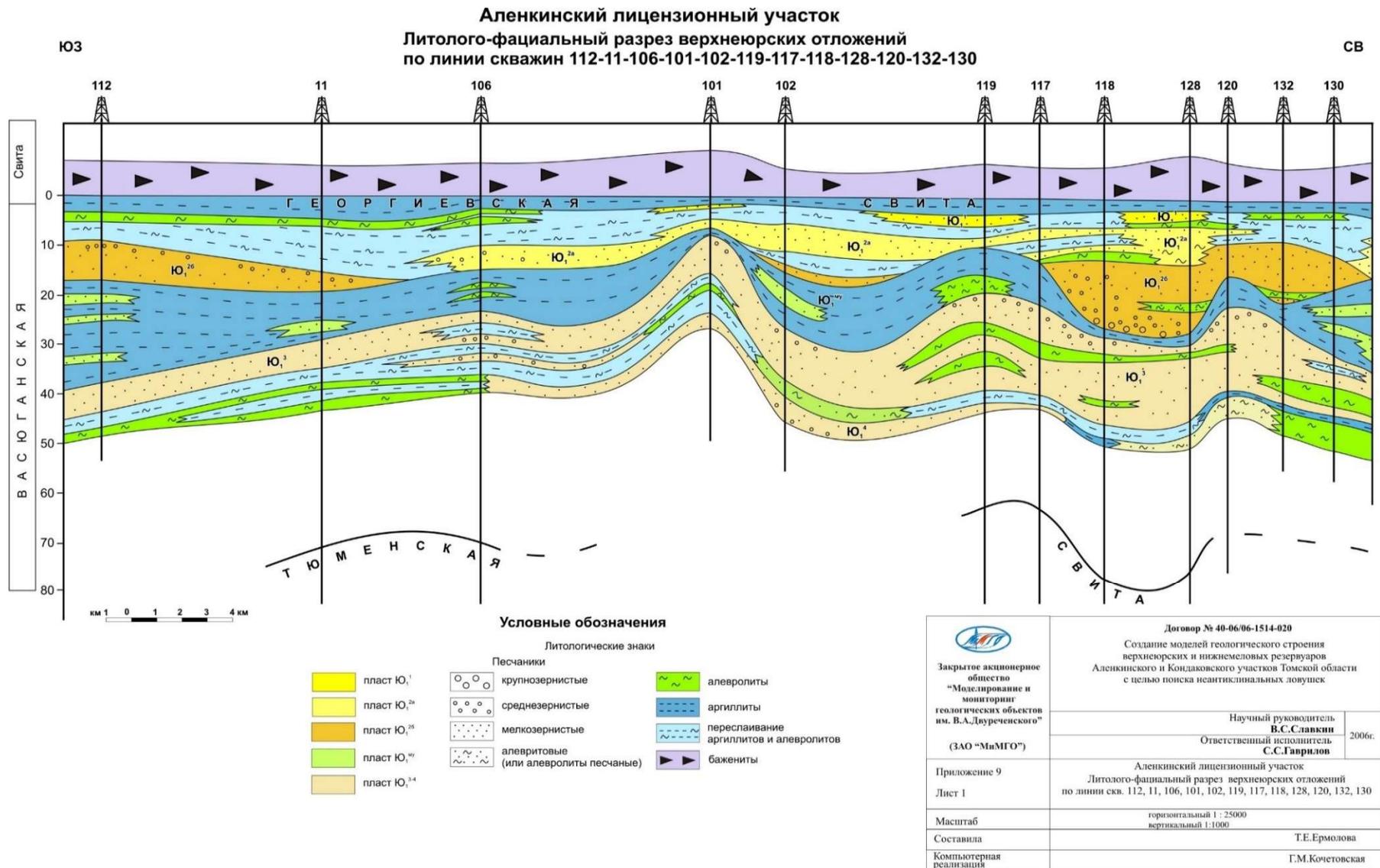


Рисунок 6- Литолого-фациальный разрез Аленкинского участка

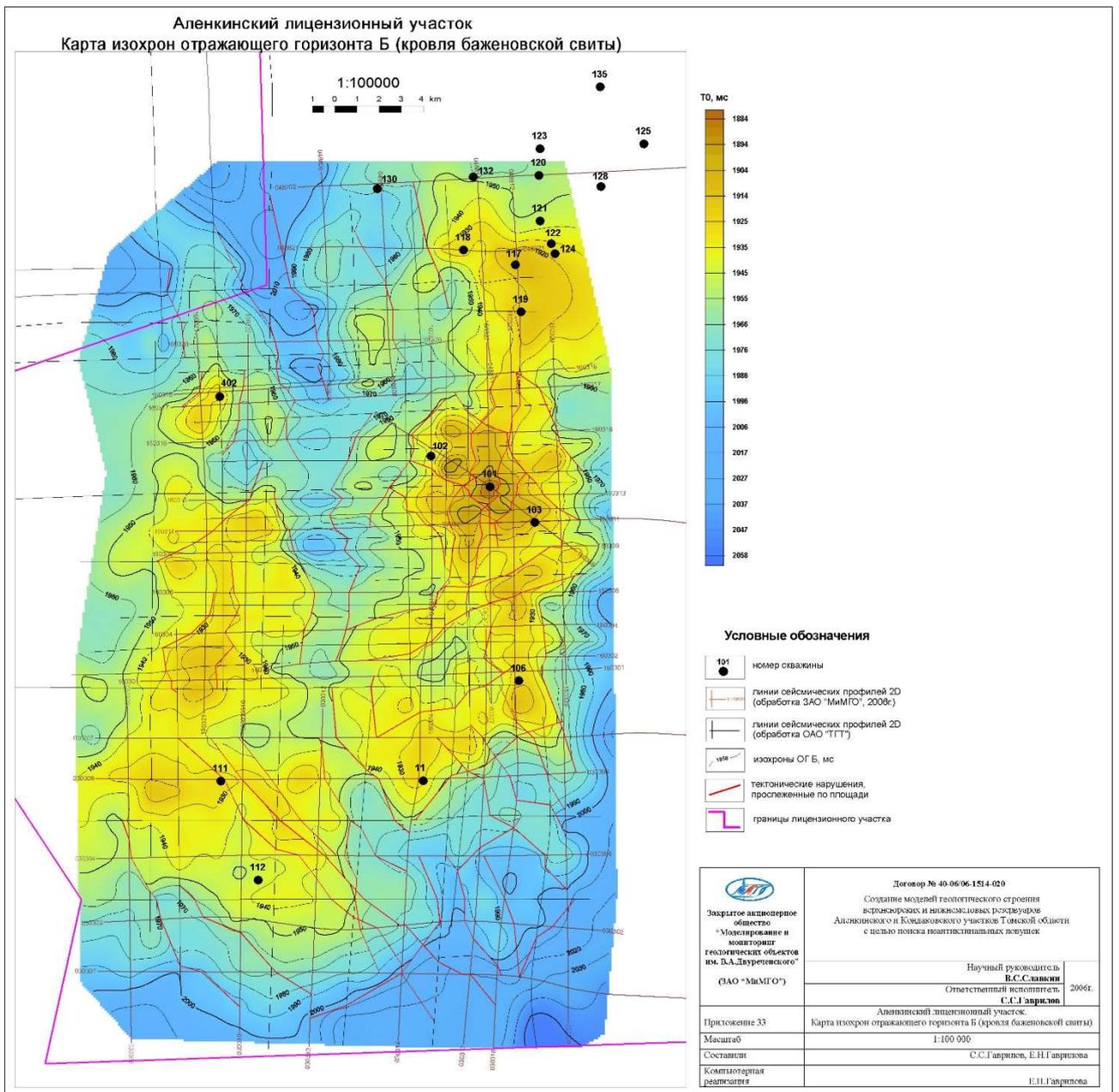


Рисунок 7 – Карта изохрон отражающего горизонта Б

## 2.4 Петрофизические характеристики нефтегазоносных комплексов

Физические свойства основных пород, встречающихся в разрезе, приведены в таблице 1. Данные для таблицы взяты из отчета о научно-исследовательской работе «Уточнение алгоритмов определения подсчетных параметров для интерпретации ГИС месторождений».

Таблица 1 – Физические свойства горных пород осадочного чехла

| Породы               | Плотность<br>$\sigma$ (г/см <sup>3</sup> ) | Сопротивление<br>$\rho_{п}$ (Ом*м) | Радиоактивность<br>$\gamma$ (мкр/ч) | Скорость<br>$v_p$<br>(м/с) |
|----------------------|--|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Глины                | 2,1-2,4                                    | 2-60                               | 8-16                                | 800-3000                   |
| Песчаники            | 2,3-2,6                                    | 2-40                               | 2-10                                | 850-4500                   |
| Аргиллиты            | 2,4-2,7                                    | 2,4-6                              | 4-12                                | 800-4000                   |
| Алевролиты           | 2,4-2,7                                    | 1,8-18                             | 8-18                                | 800-4500                   |
| Угли                 | 1,2-2,2                                    | 100-320                            | 2,6-6                               | 1000-2500                  |
| Глины<br>опоковидные | 1,4-1,6                                    | 2,1-3,6                            | 9,4-16                              | 1000-2500                  |

Повышенные значения сопротивления глин объясняются их уплотнением, увеличением карбонатности, снижением пористости. Глины являются наиболее радиоактивными породами, поэтому значения радиоактивности у них максимальные.

Сопротивления песчаников изменяются в широких пределах в зависимости от характера насыщения, пористости, цементации порового пространства. У водонасыщенных пластов сопротивление порядка 2 Ом, у нефтенасыщенных – значительно выше. Радиоактивность песчаников возрастает с ростом глинистости и зависит от минерального состава породы. По НКТ средние значения.

На каротажной диаграмме глины характеризуются низкими значениями сопротивления, на кривой ПС наблюдаются положительные приращения, по ГК максимальные значения, по НКТ средние значения и несколько выше, чем у песчаников.

Карбонатные породы отмечаются повышенными значениями на кривых электротометрии и НКТ. Низкие показания ГК, растущие с увеличением глинистого материала.

Амплитуды ПС отрицательные, уменьшающиеся с увеличением глинистости и ростом сопротивления.

Геофизические параметры, включающие электрические, радиоактивные и акустические, пород-коллекторов приведены в таблице 2. В таблице приводятся данные по регистрируемому параметру, указаны единицы и пределы измерения.

Таблица 2 – Геофизические параметры пород-коллекторов

| Метод каротажа               | Регистрируемый параметр                        | Единицы измерения | Пределы изменения |
|------------------------------|--|-------------------|-------------------|
| Электрический                | УЭС водонасыщенного пласта                     | Ом*м              | 2– 30             |
|                              | УЭС нефтегазонасыщенного пласта                | Ом*м              | 2– 250            |
|                              | Коэффициент увеличения сопротивления пласта    | мВ                | 1,2 – 100         |
|                              | Потенциал ПС                                   |                   | 10 – 150          |
| Радиоактивный                | Водородосодержание                             | %                 | 10 – 45           |
|                              | Время жизни нейтронов:                         |                   |                   |
|                              | Нефтенасыщенный пласт                          | Мкс               | 140 – 300         |
|                              | газонасыщенный пласт                           |                   | 150 – 400         |
| водонасыщенный пласт         |  | 140 – 300         |                   |
| Естественная радиоактивность | мкР/час  | 2 - 4             |                   |
| Акустический                 | Пластовая скорость                             | км/сек            | 2 – 4,5           |
|                              | Кажущийся коэффициент поглощения упругой волны | дБ/м              | 1 - 30            |

Фильтрационно-емкостные свойства пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> следующие: Нэф=10 м, пористость по методам ГМИС составляет 18,8 %, а по лабораторным показателям – 16.120 %. Проницаемость по лабораторным исследованиям колеблется от 9 до 37.8 мД. Нефтенасыщенность пласта равна 59%. В скважине 28 Нэф= 4.8 м, пористость по ГМИС 16.4

%, по лабораторным исследованиям колеблется от 14 до 19.9 %, нефтенасыщенность – 58 %.

### 3. Анализ основных результатов ранее проведенных геофизических исследований

Для анализа взят разрез скв. 102, потому что данный разрез для этого месторождения можно считать эталонным, так как он удовлетворяет следующим требованиям:

- типичный (представительный) для данного месторождения и данного рода геологической задачи;
- содержит искомый (исследуемый) геологический объект. В нашем случае – это продуктивный пласт, встречающиеся на месторождении литологические разности;
- хорошо изученный с геологической точки зрения (имеет литологическую колонку, выделены и оценены коллекторы);
- хорошо изученный геофизическими методами (оптимальный для решения конкретной задачи).

Данная скважина взята за эталонную так же потому, что в продуктивном пласте присутствует водонефтяной контакт (ВНК).

Определение водонефтяного контакта осуществляется методами сопротивлений (БКЗ, БК, ИК) и методом АК при условии, что зона проникновения не превышает 10 см.

В методе сопротивлений контакт на диаграммах выделяется как граница между пластами высокого и низкого сопротивлений.

По АК контакт выделяется по различию акустических свойств флюидов.

Скважина пробурена на пресном глинистом растворе, удельное сопротивление промывочной жидкости изменяется от 0.7 Омм до 3.6 Омм.

По данным интерпретации в коллекторах отмечается повышающее проникновение фильтрата промывочной жидкости в пласт, глубина зоны проникновения для продуктивных и водонасыщенных коллекторов

изменяется от 2 до 8 диаметров скважины. Средняя температура для пласта Ю1 принята – 88<sup>0</sup>С, минерализация пластовых вод - 53 г/л, удельное сопротивление пластовой воды - 0.0569 Омм.

Геофизические исследования в скважинах представлены следующим комплексом:

- стандартный каротаж с ПС;
- боковой каротаж (БК);
- индукционный каротаж (ИК);
- радиоактивный каротаж (ГК, НГК);

Стандартный каротаж в комплексе с индукционным, радиоактивным, акустическим и другими методами ГИС предназначен для решения следующих основных геологических задач:

- литостратиграфическое расчленение разрезов с возможностью построения детальной литостратиграфической колонки;
- определение однородных и неоднородных по строению и свойствам пород интервалов разреза;
- предварительное выделение проницаемых пластов и покрышек (установление их толщин, строения по однородности);
- предварительное выделение нефтегазонасыщенных пластов и оценка характера насыщения коллекторов;
- предварительное выделение контактов пластовых флюидов (ВНК, ГВК, ГНК) в однородных коллекторах и прогноз фазового состояния углеводородов в пластовых условиях;
- предварительное выделение эффективных нефтегазонасыщенных толщин;
- контроль технического состояния ствола скважины (в открытом стволе и в колонне).

Стандартный электрический каротаж относится к основным исследованиям и проводится во всех поисковых и разведочных скважинах.

Стандартный (оптимальный) для изучаемого района набор зондов обеспечивает наилучшее выделение по кривым КС слоев с разным удельным электрическим сопротивлением. Вид и размеры зондов зависят от поставленных задач и выбираются опытным путем. Стандартный набор зондов для изучаемого района выбирается на основании многолетних опытных данных и, как правило, остается неизменным для большинства видов исследований.

Повторные записи диаграмм стандартного каротажа путем перекрытия ранее исследованных интервалов, а также параллельные записи стандартного каротажа в масштабе 1:200 позволяют эффективно решать задачи по выделению коллекторов и определению характера их насыщения, в том числе коллекторов сложного строения. При этом обязательным требованием является высокое качество диаграмм стандартного каротажа.

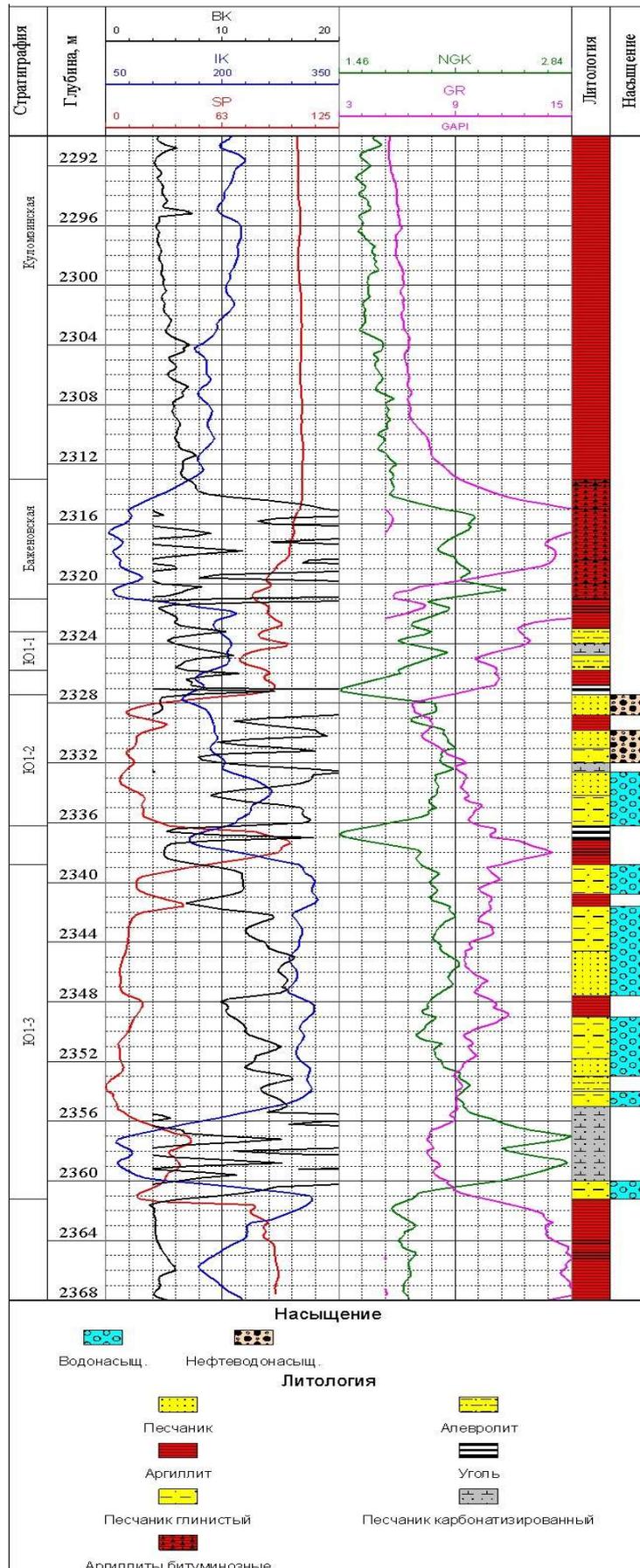


Рисунок 8 – Эталонная скважина месторождения

## **4. Основные вопросы проектирования**

### **4.1 Задачи геофизических исследований**

Задачи ГИС на стадии разведки:

1. Литологическое расчленение и корреляция разреза;
2. Выделение коллекторов;
3. Оценка фильтрационно-емкостных свойств пород;
4. Оценка характера насыщения и коэффициентов флюидонасыщенности;
5. Определение водонефтяного контакта.

### **4.2 Обоснование объекта исследований**

На данном участке работ пласт Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> является самым продуктивным. Основным вопросом проектирования является исследование фильтрационно-емкостных свойств пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> на Аленкинском месторождении, которое позволит перевести запасы в категорию А. Используя литолого-фациальный разрез и структурную карту по кровле Баженовской свиты будет запроектирована разведочная скважина. Строительство скважины будет осуществляться в синклинальной складке пласта Ю<sub>1</sub><sup>2</sup> данное местоположение выбрано для доразведки месторождения и увеличения добычи. Местоположение скважины северо-западнее относительно скважины 102.

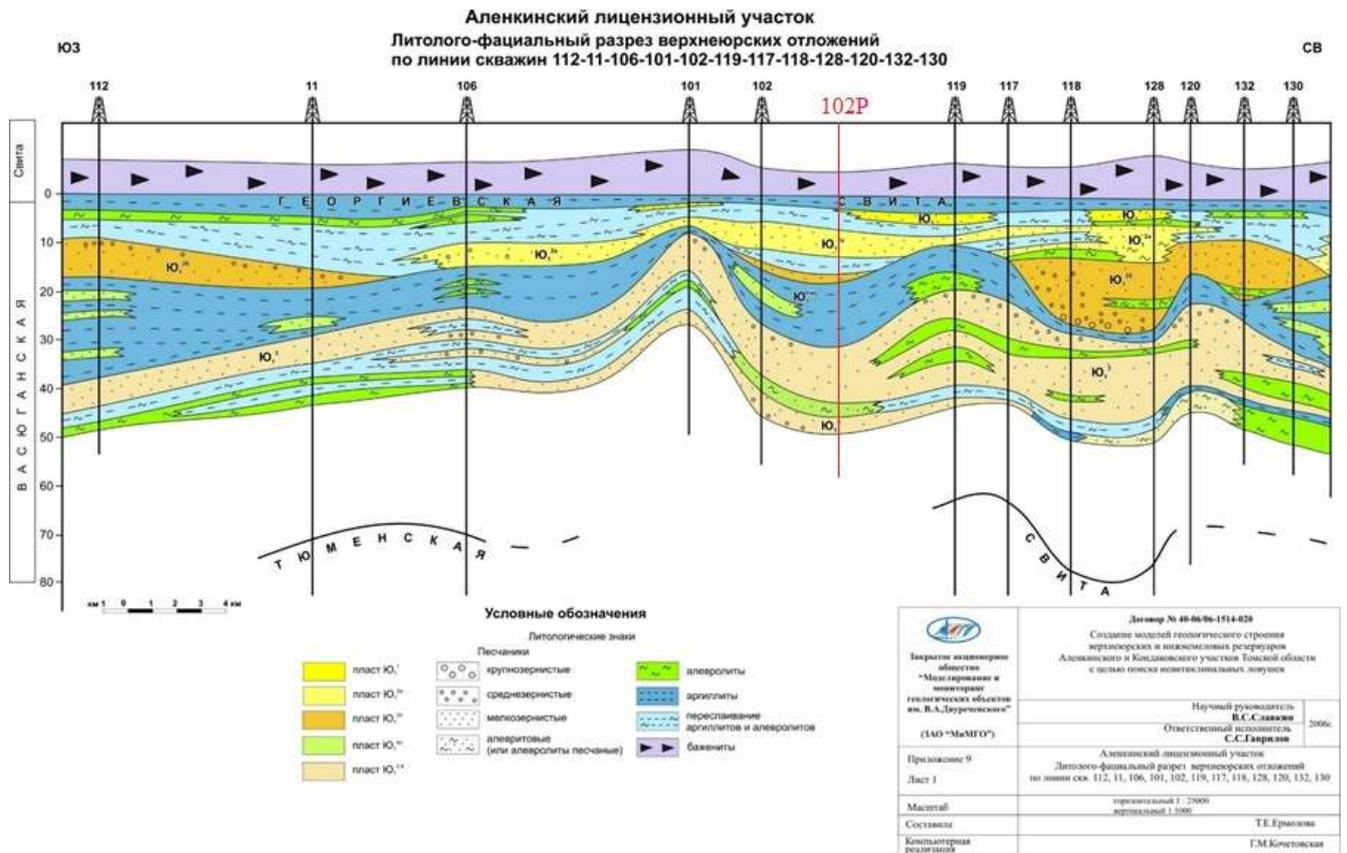


Рисунок 9- Проектная скважина на литолого-фациальном разрезе

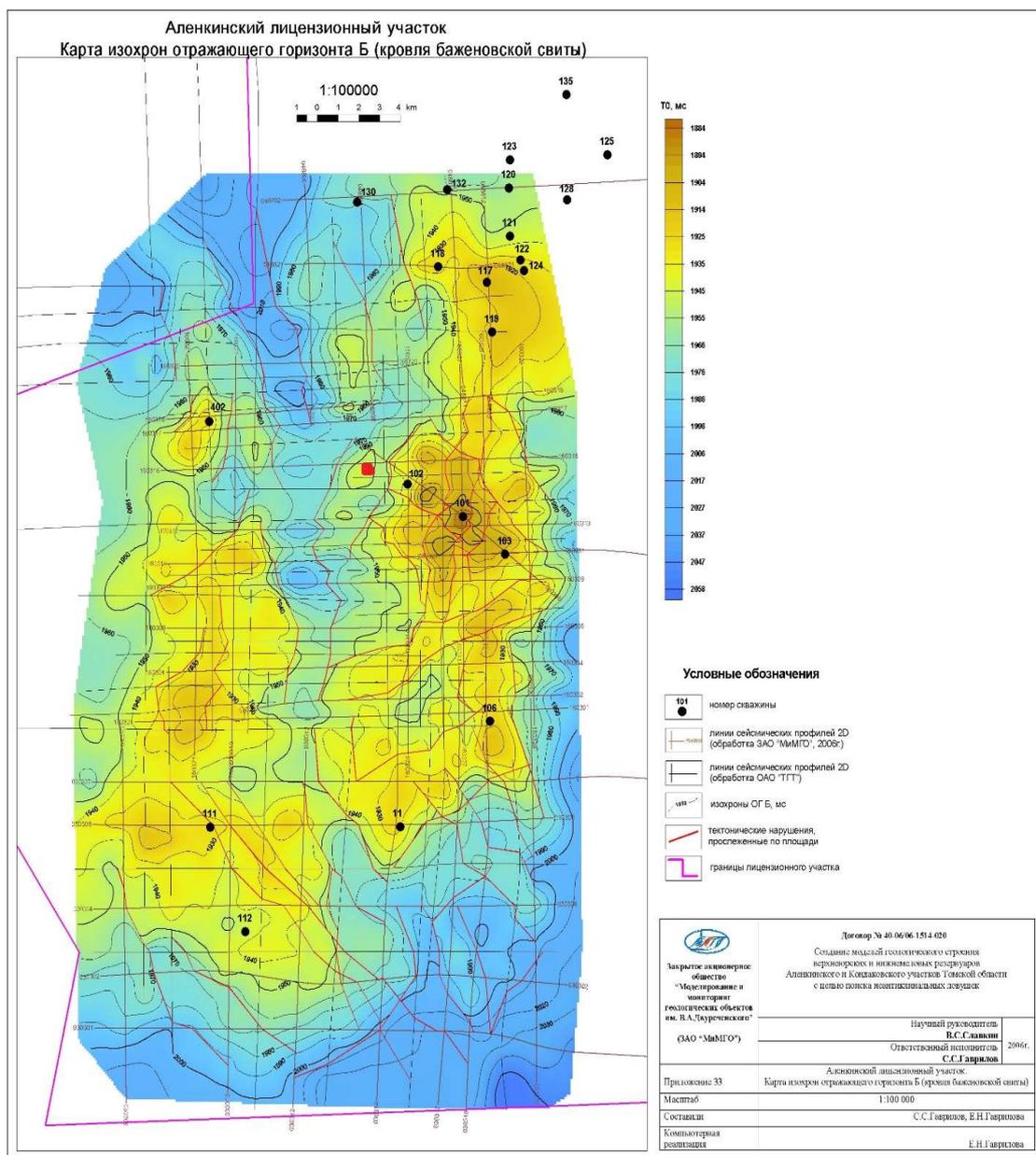


Рисунок 10 – Структурная карта по кровле Баженовской свиты.

Проектная скважина отмечена красной точкой.

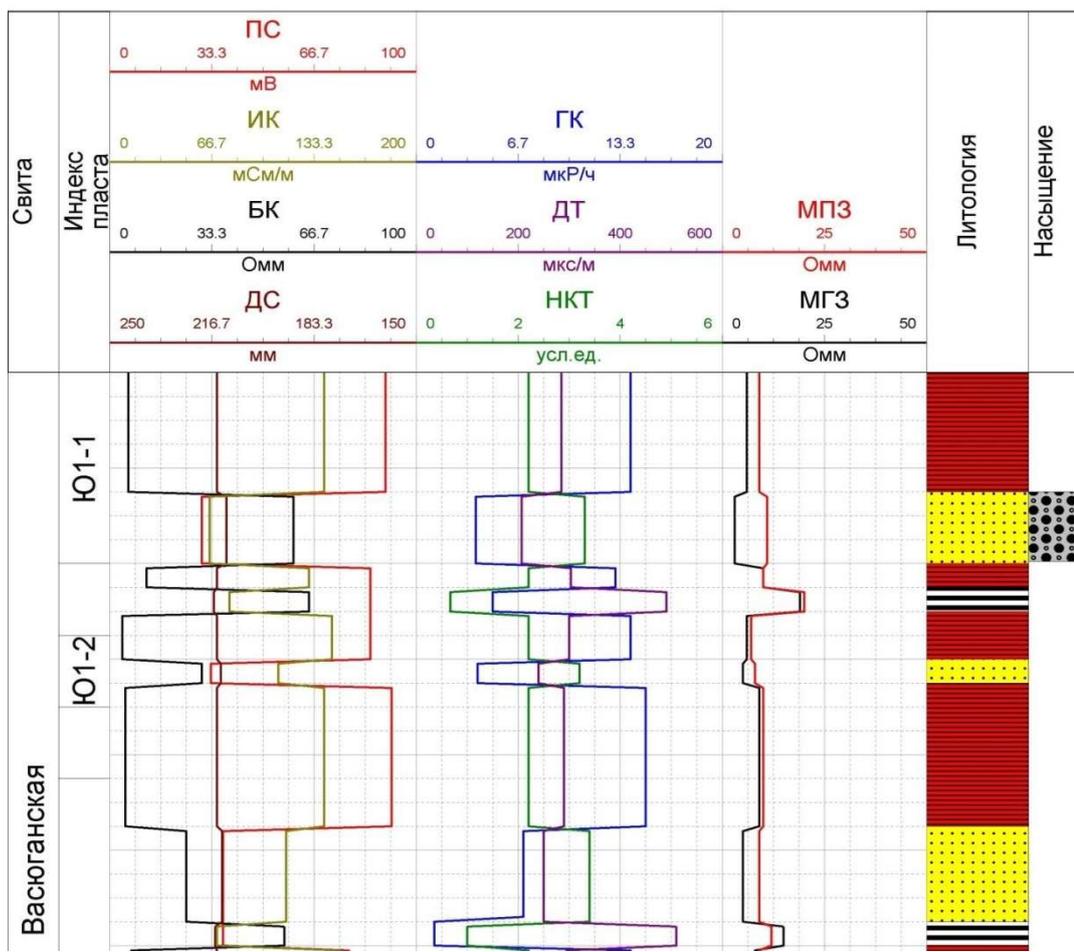
### 4.3 Физико-геологическая модель исследования

Физико-геологическая модель включает: геологический разрез, данные методов ГИС и результаты их интерпретации. Геологическую часть ФГМ составляют глинистые образования (аргиллиты), служащие экраном для флюидов, песчаники - потенциальные коллекторы, которые могут быть заполнены нефтью, газом или водой, а также плотные пласты (карбонатная порода) и угли.

Продуктивные пласты характеризуются минимальными показаниями ПС и ГК, средним значением НКТ и аномально высоким сопротивлением. Количественно выражается следующим образом: значения ГК лежат в пределах 4 мкР/ч, значения НКТ приблизительно 4,3-4,8 у.е, а пластовое сопротивление около 60 Ом\*м, на каверномере снижение диаметра скважины ( $d_c < d_n$ ), а на микрозондах превышение показаний потенциалзонда по АК средние значения, с увеличением глинистости увеличивается значение  $\Delta t$ .

Глинистые образования в разрезе характеризуются высокими показаниями гамма-каротажа 14-16 мкР/ч, а так же максимальными показаниями ПС, на диаграммах методов сопротивлений значения низкие (2-5 Ом\*м), увеличением диаметра скважины против номинального ( $d_c > d_n$ ) по каверномеру, по диаграммам АК большие значения  $\Delta t$ , на микрозондах показания близки к сопротивлению бурового раствора.

Угли отличаются повышенным сопротивлением, в пределах 60-70 Ом\*м, а так же пониженными значениями НКТ - менее 2 у.е., ГК до 1,2 мкР/ч, небольшими отрицательными амплитудами ПС, повышенные значения АК.



### Рисунок 11 - Априорная физико-геологическая модель

Карбонатизированные песчаники представлены пониженными значениями ГК и повышенными НКТ, повышенными значениями сопротивления и средними показаниями на кривой ПС, на микрозондах приращение отсутствует, диаметр скважины соответствует номинальному.

#### 4.4 Выбор методов и обоснование геофизического комплекса

Оптимальный комплекс ГИС должен удовлетворять следующим требованиям:

- комплекс должен обеспечивать полноту и точность исследований;
- комплекс должен быть экономически эффективным, то есть необходимо обеспечить минимальное время простоя скважины во время геофизических исследований;
- комплекс должен выполнять все поставленные геологические задачи.

Задача литологического расчленения решается при условии разных физических свойств пород. Это разное удельной электрическое сопротивление пород, разная радиоактивность пород, различные акустические свойства, и д.р.

В песчано-глинистом разрезе Аленкинского месторождения эту задачу можно решить, применяя следующие методы: ПС, ГК, НГК, ГГКп.

*ПС:* Каротаж потенциалов собственной поляризации горных пород основан на выявлении естественного стационарного электрического поля в скважинах, образование которого связано с физико-химическими процессами, протекающими на поверхностях раздела скважина – породы и между пластами различной литологии. Против глинистых пород наблюдаются положительные аномалии потенциала ПС, а около пористых проницаемых пластов - отрицательные.

*Метод ГК* основан на измерении естественной радиоактивности горных пород, которая определяется присутствием в них радиоактивных изотопов урана, калия и тория.

*НГК:* Нейтронный гамма-каротаж. Один из методов каротажа нейтронного, основанный на облучении горных пород быстрыми нейтронами

от ампульного источника и регистрации нейтронов по разрезу скважины, которые в результате взаимодействия с породообразующими элементами замедлились до тепловой энергии.

Плотные непроницаемые пласты и пропластки отмечаются наиболее высокими показаниями.

Дополнительными методами для определения литологического состава и выделения коллекторов являются методы: ИК, ГГК-п.

*Метод ИК* основан на регистрации проводимости горных пород при распространении электромагнитного поля. Удельная электрическая проводимость горных пород является величиной, обратной их удельному электрическому сопротивлению. В связи с этим данный метод уверенно выделяет угли и плотные карбонатизированные песчаники, имеющими высокие сопротивления.

*При ГГК-п* интенсивность рассеянного гамма-излучения обусловлена комптоновским эффектом, зависящим только от объемной плотности горных пород и фотоэффектом, зависящим от атомного номера вещества. По показаниям данного каротажа наиболее выражено выделяются угли и плотные карбонатизированные песчаники, а также при совместной интерпретации плотностной и литологической диаграммам выделяются чистые и кальцитизированные терригенные разности (по степени содержания в них кальция, обладающего большим атомным номером).

*Выделение коллекторов* осуществляется методами кавернометрия, МКЗ, ПС, БК и МБК. Следующие методы можно применить, поскольку они объясняются следующими критериями:

*Кавернометрия* заключается в измерении среднего диаметра скважины в миллиметрах. Кавернометрия является методом изучения геометрии ствола скважины. При выделении коллекторов наблюдается уменьшение диаметра скважины, за счет образования глинистой корки, и

увеличение диаметра против глин, за счет размывания их буровым раствором.

Микрокаротажом - называется измерение удельного сопротивления горных пород электрическими зондами малой длины: Микроградиент зонд - А0.25М0.25N, Микропотенциал зонд - А0.05М.

МКЗ позволяет детально изучить разрез, сложенный пластами как большой, так и малой мощности, выделить коллекторы и детально изучить их строение, за счет малой длины зондов МГЗ и МПЗ, и как следствие малой глубины исследования, вблизи стенки скважины. Наличие двух кривых, полученных по МГЗ и МПЗ, позволяет учесть влияние глинистой корочки на величину кажущегося сопротивления и более четко выявить коллекторы по их положительному расхождению. Измеряемая величина - кажущееся удельное электрическое сопротивление прискважинной зоны в пределах радиуса исследования каждого зонда. Единица измерения - Ом\*м.

С помощью ПС наиболее четко выделяются коллектора, вследствие образования против них отрицательной аномалии, которая образуется за счет диффузионно-адсорбционного потенциала, возникающего на границе пластов в результате диффузии солей, растворенных в пластовой воде и буровом растворе.

*Метод БК+МБК:* Боковой каротаж (БК) - электрические исследования фокусированными зондами с фокусировкой тока в радиальном направлении с помощью экранных электродов. Определяемая величина - кажущееся удельное электрическое сопротивление. Единица измерения - Ом\*м.

Боковой микрокаротаж (БМК) - электрические исследования фокусированным микрозондом, установленном на прижимном изоляционном башмаке.

Основным принципом выделения коллекторов описанными методами является положительное расхождение сопротивлений.

Фильтрационно-емкостные свойства

Определение глинистости коллекторов осуществляется методами ПС, ГК.

По методу ПС определение глинистости основано на зависимости адсорбционной активности, следовательно, и глубины аномалии ПС над коллекторами от содержания в них глинистого материала. Для определения используют эмпирические зависимости относительной амплитуды аномалии

$\alpha_{ПС}$  от глинистости

$$\alpha_{ПС} = \Delta U_{ПС} / \Delta U_{ПС.мах} = f(K_{ГЛ})$$

При ГК интенсивность естественной радиоактивности коллекторов зависит от содержания в них глин. Для определения глинистости используется петрофизическая зависимость двойного разностного параметра

ГК от глинистости

$$\alpha_{\nu} = (q_{\gamma x} - q_{\gamma, ГЛ=0}) / (q_{\gamma, ГЛ=1} - q_{\gamma, ГЛ=0}) = f(K_{ГЛ}),$$

Определение пористости коллекторов осуществляется методами сопротивлений (БКЗ, ИК), ПС, НГК, ГГК-п и АК.

Методы сопротивлений применяют для определения  $K_{П}$  межзерновых коллекторов и основан на зависимости между коэффициентом пористости и параметром пористости  $R_{П}$ . По микрозондам легче определить сопротивление жидкости в порах зоны проникновения, т.е. фильтрата бурового раствора.

По ПС оценка пористости производится по коррелятивным кривым зависимости показаний метода от коэффициента пористости пород КП, составленным для исследуемых отложений.

При НК-Тпористость определяется в основном за счет водородосодержания исследуемой среды, т.к. жидкость содержится в основном в порах пород, и определяется по петрофизической зависимости водородосодержания от пористости с учетом поправки за глинистость.

По ГГК-п определение пористости основано на интенсивности вторичного гамма-излучения, связанного с комптоновским эффектом, показания которого обусловлены плотностью пород.

По ПС проницаемость определяется из петрофизической зависимости относительной амплитуды аномалии  $\alpha_{ПС}$  от проницаемости, установленной на модели пород для данного или соседнего месторождения.

В методе сопротивлений определение коэффициента проницаемости производят по известной величине параметра нефтенасыщенности  $R_n$  и коэффициента пористости  $k_{Д}$ . Эти определения основываются на наличии корреляционной зависимости между содержанием в пласте связанной воды и величиной коэффициента проницаемости. Также по методу БКЗ, которым можно определить диаметр зоны проникновения, проницаемость тем выше, чем больше диаметр зоны проникновения.

Оценка характера насыщения коллекторов сводится к выделению в разрезе продуктивных (нефтеносных, нефтегазоносных, газоносных) и непродуктивных (водоносных) коллекторов по данным БК, ИК, БКЗ и акустического каротажа (АК).

Определение водонефтяного, газонефтяного контактов осуществляется методами сопротивлений (БКЗ, БК, ИК) и методами НГК, АК при условии, что зона проникновения не больше 10 см.

В методе сопротивлений контакт на диаграммах выделяется как граница между пластами высокого и низкого сопротивлений, но только в случае если в пласте переход от предельно нефтенасыщенной к водонасыщенной части коллектора достаточно резкий.

Применение ННК-Т для определения контакта основано на различном содержании хлора в водоносных и нефтегазоносных пластах. Переход от водонасыщенной части пласта к нефтенасыщенной отмечается понижением показаний на диаграммах НГК.

По АК контакт выделяется по различию акустических свойств флюидов.

*Резистивиметрия* применяется для определения удельного электрического сопротивления промывочной жидкости, заполняющей скважину. Сведения об удельном электрическом сопротивлении промывочной жидкости используются для количественной интерпретации данных БК, БКЗ, ИК; определения минерализации пластовых вод по результатам метода потенциалов ПС.

*Инклинометрия* применяется для определения ориентации скважины в пространстве. Отклонение скважины от вертикально направленной оси называется искривлением. Данные об искривлении скважины необходимы для определения глубины забоя, для управления искривлением ствола скважины в целях доведения ствола скважины до заданного местоположения, выявления мест резкого искривления с целью предупреждения осложнений проведения геофизических работ. При инклинометрии ствола скважины измеряются зенитный угол, азимут и длина ствола скважины от ее устья до точки измерения.

Основываясь на опыте предшествующих геофизических исследований скважин на Аленкинском месторождении, учитывая физические свойства горных пород и геологическое строение района работ, для выполнения поставленных геолого-геофизических задач предлагается выполнение следующего комплекса ГИС в скважинах (таблица 3):

Таблица 3 - Проектный комплекс ГИС

| Метод ГИС                              | Вид исследований (масштаб записи) |
|--|-----------------------------------|
| Стандартный каротаж ПС, КС (А2.0М0.5N) | Общие (1:500) Детальные (1:200)   |
| РК( НК-Т, ГК)                          | Общие (1:500) Детальные (1:200)   |
| ИК, БК                                 | Детальные (1:200)                 |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| БКЗ (А0.4М0.1N, А1.0М0.1N,<br>А4.0М0.5N, А8.0М1.0N,<br>N0.5М2.0А, N6.0М0.5А) | Детальные (1:200)               |
| Плотностной каротаж (ГГК-П)  | Детальные (1:200)               |
| Акустический каротаж   | Детальные (1:200)               |
| МКЗ, МКВ   | Детальные (1:200)               |
| Резистивиметрия,   | Общие (1:500) Детальные (1:200) |
| Кавернометрия  | Общие (1:500) Детальные (1:200) |
| Инклинометрия  | Общие (1:500) Детальные (1:200) |

## 5. Методические вопросы

### 5.1 Методика проведения проектных геофизических работ

Геофизические исследования в скважинах будут проводить по общепринятой схеме проведения работ (таблица 2.2).

Таблица 4 - Схема проведения геофизические исследований в скважинах

|  |                     |                                  |  |
|--|---------------------|----------------------------------|--|
| На базе  |                     |                                  |  |
| Настройка, эталонировка приборов в сертифицированном контрольно-ремонтном органе с отметкой в техническом паспорте (периодическая, а как же после каждого ремонта) |                     |                                  |  |
| На скважине  |                     |                                  |  |
| Проверка калибровок приборов   | Установка масштабов | Геофизические измерения и запись | Предварительная оценка качества материалов |
| Передача геофизических материалов в КИП  |                     |                                  |  |

#### Электрические методы каротажа

Стандартный картаж. Будет выполняться прибором КИА-723М с использованием подошвенного градиент-зонда А2.0М0.5N, одновременно будет вестись запись ПС. Масштаб записи: КС - 2,5 Ом\*м/см, ПС - 12,5 мВ/см. Скорость записи 1800 м/ч.

Боковое каротажное зондирование (БКЗ). Будет выполняться прибором КИА-723М, комплексом подошвенных градиент-зондов А0.4М0.1N, А1.0М0.1N, А4.0М0.5N, А8.0М1.0N, кровельных N0.5M2.0A и кровельным потенциал-зондом N6.0M0.5A. Методика записи и масштаб такие же, как и при КС.

Боковой картаж (БК). Будет проводиться прибором КИА-723М, запись будет проводиться в логарифмическом масштабе с модулем 6,25 см. Скорость записи как и при КС. Микробоковой картаж (МБК). Масштаб записи МБК - 2,5 Ом\*м/см.

Аппаратура - МКГ. Скорость регистрации 1500 м/с.

Индукционный каротаж (ИК). Будет проводиться аппаратурой КИА723М, в масштабе 10м<sup>2</sup>мСим/см. скорость записи кривых будет составлять 1800 м/ч.

МКЗ будет проводиться аппаратурой МК-Г со скоростью 1000 м/час.

Радиоактивный каротаж

Гамма-каротаж и нейтронный гамма-каротаж (ГК+ННКТ). Будет проводиться с использованием аппаратуры РКС-3М. Масштаб записи ГК - 10 мкр/ч/см; ННКТ - 0,1-0,45 усл.ед./см. Скорость регистрации 200-500 м/ч. Датчик гамма-квантов - сцинтилляционные счётчики-кристаллы NaI (40x80). Индикатор нейтронов - сцинтилляционный счётчик ЛДНМ (30x70) и пропорциональный гелиевый счетчик СМН-18. Источник нейтронов - плутоний-бериллиевый мощностью 1x10<sup>7</sup>-11,6x10<sup>6</sup> н/с.

Гамма-гамма плотностной каротаж (ГПП) будет проводиться аппаратурой СГП-2. Источник гамма-квантов - <sup>137</sup>Cs. Детектор гаммаквантов - сцинтилляционный счетчик NaJ (25x30, 25x40). Постоянная интегрирующей ячейки  $\tau = 6$  мс. Масштаб записи 0,1 г/см<sup>3</sup>/см. Скорость регистрации - 300 м/ч.

Акустический каротаж будет производиться скважинным прибором СПАК-6, масштаб регистрации 40 мкс/м/см.

Кавернометрия будет выполняться аппаратурой МК-Г со скоростью регистрации 1500 м/ч.

Резистивиметрия проводится прибором прибором КИА-723М. Скорость записи - 1800 м/час. Масштаб записи 1,0-2,0 Ом\*м/см.

Инклинометрия будет проводиться прибором ИОН-1, позволяющим проводить как непрерывную запись, так и запись по точкам через 10 м.

Для спуска и подъема скважинных приборов будет использоваться подъемник каротажный на базе Урал - 4320 - ПК - 3,5. Лебедка подъемника рассчитана на 5000 м трехжильного, бронированного геофизического кабеля.

А для регистрации и обработки информационных сигналов - станция семейства КЕДР-02.

## 5.2 Интерпретация геофизических данных

Под геофизической интерпретацией понимают определение физических свойств пласта по данным геофизических замеров (истинных удельных сопротивлений пластов по диаграммам КС, величин естественных потенциалов по ПС, естественной радиоактивности по ГК и т. д.) [16, 17].

Геологическая интерпретация заключается в определении геологических свойств пластов (литологии, пористости, проницаемости, глинистости, нефте-, газо-, водонасыщенности и др.), устанавливаемых по совокупности результатов геофизической интерпретации, геологических данных и лабораторных исследований кернов.

Перед нами были поставлены следующие задачи:

- литологическое расчленение разреза, с последующей его корреляцией;
- выделение коллекторов;
- уточнение эффективной толщины продуктивного пласта;
- оценка коллекторских свойств пластов (пористости, глинистости, насыщения, проницаемости);
- оценка характера насыщения коллекторов;

Литологическое расчленение разреза

Однозначное определение литологии может дать только комплексное использование геофизических методов. В условиях песчано-глинистого разреза изучаемых месторождений наиболее уверенно выделяются по геофизическим характеристикам следующие литологические разности [19, 20].

Глины на диаграммах методов сопротивлений значения  $\square_k$  низкие (2-5 Ом), повышающиеся с уплотнением глин, увеличением карбонатности и

снижением пористости. В связи с размыванием глин в процессе бурения, формируются каверны на стенках скважины, регистрируемые увеличением диаметра скважины против номинального ( $d_c > d_n$ ) по каверномеру, а на микрозондах показания близки к сопротивлению бурового раствора ( $\rho_{к\text{ МПЗ}} = \rho_{к\text{ МГЗ}} = \rho_c$ ). На диаграммах ПС положительные приращения, по ГК максимальные (7 - 14  $\square$ ) значения, по НКТ средние значения (3 - 5 у.е.) и несколько выше, чем у песчаников, по диаграммам АК большие значения  $\square t$  (обладают наименьшими скоростями распространения упругих волн).

Песчаники кажущиеся сопротивления  $\rho_k$  изменяются в широких пределах в зависимости от характера насыщения, пористости, цементации порового пространства, а показания зондов зависят от глубинности метода в радиальном направлении. Для неизменной части пласта у водонасыщенных пластов сопротивление порядка 1,5-4 Ом\*м, у нефтенасыщенных - 4-10 Ом\*м, а иногда и выше. Повышение глинистости у водонасыщенного коллектора повышает сопротивление, а у нефтенасыщенного снижает. По ПС отрицательные приращения, амплитуда которых увеличивается со снижением глинистости. В связи с формированием глинистой корки на каверномере снижение диаметра скважины ( $d_c < d_n$ ), а на микрозондах превышение показаний потенциал-зонда ( $\rho_{к\text{ МПЗ}} > \rho_{к\text{ МГЗ}}$ ). По ГК низкие значения (3-5 $\square$ ), повышаются с ростом глинистости и зависят от минерального состава породы. По НКТ средние значения, по АК средние значения, с увеличением глинистости увеличивается значение  $\square t$ .

Карбонатные породы - плотные известняки, доломиты, мергели. Повышенные показания на кривых электрометрии и НКТ. Низкие показания ГК, растущие с увеличением глинистого материала. На микрозондах отсутствует приращение. Диаметр скважины соответствует номинальному. Амплитуды ПС отрицательные, уменьшающиеся с увеличением глинистости и ростом сопротивления.

Угли отмечаются повышенными показаниями на кривых электрометрии. Минимальные интенсивности ГК и НКТ. Как правило, небольшие отрицательные амплитуды ПС, повышенные значения АК. Диаметр скважины и показания микрозондов зависят от прочностных свойств углей.

В реальных разрезах скважин могут встречаться различные переходные разности пород, например в зависимости от содержания глинистого материала: глинистый песчаник (20 - 50% глин), алевролит (50 - 80% глин), мергель (50 - 70% глин в известняках) и т.п., естественно, что и геофизические характеристики в этом случае будут изменяться в соответствии с содержанием глинистой фракции.

Выделения в разрезе коллекторов

Выделение коллекторов в разрезе скважины продуктивного пласта Ю<sub>1</sub> будет проводиться по результатам комплексной интерпретации геологогеофизических материалов.

К коллекторам относятся песчаники и алевролиты, обладающие прямыми качественными признаками проникновения в них фильтрата промывочной жидкости, прямо указывающими на проницаемость пластов и наличие в них подвижного флюида.

Прямыми качественными признаками являются:

1. сужение диаметра скважины по сравнению с номинальным, фиксируемое на кавернограммах (наличие глинистой корки), микрокавернограммах, профилеграммах;
2. отрицательная аномалия ПС;
3. наличие положительных приращений на кривых микрозондов (МКЗ, МПЗ больше МГЗ) при невысоких значениях сопротивлений, тк МПЗ характеризует промытую зону пласта, а МГЗ- глинистую корку). Если сопротивление повышенное, то этот метод работает, исключая плотные породы;

4. средние значения по кривым ННК-Т;
5. наличие радиального градиента или зоны проникновения.

Градиент сопротивления определяется по БКЗ;

6. по временным замерам БКЗ, проводится в открытом стволе скважины при бурении.

Коллектор определяется по наличию приращения сопротивлений на диаграммах повторного замера.

При выделении коллекторов по количественным признакам используются количественные критерии различных параметров, соответствующих границе коллектор-неколлектор. Обычно используются следующие геофизические параметры:

7. коэффициент проницаемости и соответствующие ему для данного типа коллектора коэффициент пористости, глинистости, карбонатности; - геофизические параметры: относительная амплитуда ПС.

На месторождениях Западной Сибири при выделении нефтенасыщенных коллекторов в юрских отложениях принимаются следующие критические значения коэффициентов проницаемости, пористости, глинистости и относительной амплитуды ПС: значение коэффициент проницаемости больше или равное  $1 \cdot 10^{-3} \text{ мкм}^2$ . Критическое значение пористости в зависимости от проницаемости для разных месторождений принимается от 11 до 14,2%. Критическое значение глинистости для нефтенасыщенных коллекторов принимается равным 25%. Критическое значение относительной амплитуды ПС для нефтенасыщенных – от 0,4 до 0,45.

В эффективную толщину выделяемых по прямым качественным признакам коллекторов не включаются прослой плотных непроницаемых пород (глины, известковые разности пород), которые уверенно выделяются по высоким показаниям на диаграммах фокусированных методов

электрического каротажа ( $\square_k \text{ МПЗ}$  больше  $\square_k \text{ МГЗ}$ ).

## Оценка коллекторских свойств пластов

Глинистость содержание в твердой фазе породы частиц с эффективным диаметром меньше 0,01 мм (глинистых частиц).

Количество глинистости оценивается с помощью коэффициентов массовой, объемной или относительной глинистости, различающихся по способу расчета.

Коэффициент массовой глинистости ( $C_{\text{гл}}$ ) - массовая доля глинистых частиц в массе твердой фазы горных пород:

$$C_{\text{гл}} = m_{<0,01} / m_{\text{ТВ}} \quad (2.3)$$

С помощью  $C_{\text{гл}}$  удобно выражать результаты гранулометрического анализа. Она является хорошей характеристикой литологического состава и условий образования осадочной горной породы.

В петрофизической и геофизической практике используют параметры глинистости, производные от массовой глинистости  $C_{\text{гл}}$  - объемную  $K_{\text{гл}}$  и относительную  $\eta_{\text{гл}}$  глинистость.

В общем случае, коэффициент объемной глинистости:

$$K_{\text{гл}} = C_{\text{гл}} * (1 - K_{\text{п}}) * \sigma_{\text{скел}} / \sigma_{\text{глин}} \quad (2.3)$$

Параметр  $K_{\text{гл}}$  характеризует долю объема породы, занимаемую глинистым материалом; его удобнее использовать при построении различных моделей породы и для сопоставления с геофизическими параметрами, например с удельной радиоактивностью породы.

Проницаемость - это свойство горных пород фильтровать через себя флюиды жидкости или газа под воздействием градиента давления. Лучшую проницаемость имеют грубообломочные породы (пески, песчаники, алевролиты). Тонко дисперсные породы (глины, аргиллиты) имеют весьма тонкие капилляры, поэтому практически не проницаемы. Такие породы часто служат экранами нефти и газа.

При количественной оценки проницаемости породы считаем фильтрацию линейной, т.е. соответствующую линейному закону Дарси:

$$Q = K_{пр} * \Delta P * S * t / (\Delta l * \mu)$$

где  $\mu$  - вязкость флюида, Па\*с,  $K_{пр}$  – коэффициент пропорциональности.

Определения пористости коллекторов осуществляется методами: ПС, сопротивлений (БКЗ, ИК, БК, МБК), НКТ, ГГК-п и АК.

По ПС оценка пористости производится по корреляционным зависимостям показаний метода от коэффициента пористости пород  $K_{п}$ , составленным для исследуемых отложений. (Например:  $K_{п} = 0,08392 + 0,1196 * \alpha_{пс}$ ).

По методам сопротивлений пористость находится из зависимости между коэффициентом пористости и параметром пористости  $P_{п}$  (уравнение Арчи-Дахнова). Параметр пористости есть коэффициент пропорциональности между сопротивлением водонасыщенной породы  $\rho_{ВП}$  и сопротивлением  $\rho_{В}$  воды, ее насыщающей:  $\rho_{ВП} = P_{п} * \rho_{В}$ , откуда  $P_{п} = \rho_{ВП} / \rho_{В}$ .

Параметр пористости зависит от пористости, извилистости пор, характера порового пространства, степени цементации и других факторов.

Экспериментально формула имеет вид:

$$P_{п} = a_{п} / K_{п}^m$$

где  $a_{п}$  - постоянная, которая зависит от состава породы и изменяется от

0,4 до 1,4;

$m$  - «показатель цементации», который зависит от степени цементированности и имеет величину от 1,3 (для нецементированных) до 2,3 (для сильно цементированных пород).

При НКТ пористость определяется за счет водородосодержания исследуемой среды, т.к. жидкость содержится в основном в порах пород, и определяется по петрофизической зависимости водородосодержания от пористости с учетом поправки за глинистость.

$$K_{п} = K_{п}^{общ} - K_{гл} * \omega_{св}$$

где  $K_{п}^{общ}$  - общая пористость, д.е., определяется по следующей формуле:

$$K_{п}^{общ} = (0,332/J_{нкт}) + 0,07998$$

где  $\omega_{св}$  - водородосодержание связанной воды ( $\omega_{св} = 0,18$ ).

Применение АК для определения пористости основано на замере интервального времени, которое является линейной функцией пористости горных пород.

$$K_{п} = 0,196 * \Delta T - 33,9 \quad (2.13)$$

По методу ГГК-п пористость определяется по следующей формуле:

$$K_{п} = (\rho_{т} - \rho) / (\rho_{т} - \rho_{ж}) \quad (2.14)$$

где  $\rho_{т}$  - плотность твердой фазы (для песчаника:  $\rho_{т} = 2,55 - 2,69$  г/см<sup>3</sup>),  $\rho_{ж}$  - плотность жидкой фазы ( $\rho_{ж} = 1,0$  г/см<sup>3</sup>).

Определения характера насыщения коллектора

Определение характера насыщения осуществляется методами сопротивлений (БК, ИК) и акустическим каротажем (АК).

Также характер насыщения определяется сопоставлением расчетного значения  $K_{в}$  с критическими:

где:  $K_{в}^*$  - водонасыщенность при обводнении продукта в 1% (начало двухфазного потока);

$K_{в}^{**}$  - начало однофазного потока воды;

$K_{всв}$  - остаточная неснижаемая водонасыщенность;

$K_{всв} \leq K_{в} \leq K_{в}^*$  - нефтяной пласт;

$K_{в}^* \leq K_{в} \leq K_{в}^{**}$  - водонефтяной пласт;

$K_{в0} > K_{в}^{**}$  - водяной пласт;

$K_{в\_кр}$  - водонасыщенность при равенстве фазовых проницаемостей по нефти и воде.

При АК характер насыщения коллекторов зависит от изменения скорости и затухания упругих волн.

Нефтегазовые коллекторы:

- высокие значения сопротивлений;
- низкая проводимость ИК ( $ИК < 200$  мСм/м);
- по НКТ высокое водородосодержание для нефти и низкое - для газа.

Водонасыщенные коллекторы:

- причем значения сопротивлений больших зондов низкие, а малых зондов - высокие;
- низкие значения сопротивлений;
- высокая проводимость ИК ( $ИК < 200$ , мСм/м); - по НКТ высокое водородосодержание.

Критерии коллектора:

- для нефти и воды  $4,3 < \rho_{\Pi} < 5,2$ ;
- для газа  $\alpha_{ПС} \geq 0,3$ ;  $K_{\Pi} = 0,12$ ;  $K_{\Pi P} = 0,5 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>;  $\rho_{\Pi} \geq 11,0$ , временные замеры НКТ;
- для воды  $\rho_{\Pi} < 4,3$ ;
- для нефти  $\alpha_{ПС} \geq 0,43$ ;  $K_{\Pi} = 0,135$ ;  $K_{\Pi P} = 1,92 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>;  $\rho_{\Pi} \geq 5,2$ .

Коэффициент нефтегазонасыщенности определяют по формуле

$$K_{\text{НГ}} = 1 - \sqrt{1/P_n}$$

где  $P_n = r_{\text{нп}}/r_{\text{вп}}$  - коэффициент увеличения сопротивления пласта;

$$r_{\text{вп}} = P_{\Pi} * r_{\text{в}},$$

где  $r_{\text{вп}}$  определяют по величине ПС.

$K_{\text{НГ}}$  определяется по формуле:

$$K_{\text{НГ}} = 1 - K_{\text{в}} \quad (2.17)$$

Где коэффициент водонасыщенности определяется по уравнению

Арчи-Дахнова:

$$K_{\text{в}} = (a * \rho_{\text{в}} / K_{\text{п}}^m * \rho_{\text{нп}})^{1/n}$$

где  $n$  - показатель насыщенности.

## **6 Геофизическое обеспечение при бурении горизонтальных скважин**

Горизонтальная скважина (ГС) - это такая скважина, которая имеет достаточно протяженную фильтровую зону, соизмеримую по длине с вертикальной частью ствола, пробуренную преимущественно вдоль напластования между кровлей и подошвой нефтяной или газовой залежи в определенном азимутальном направлении. Основное преимущество горизонтальных скважин по сравнению с вертикальными состоит в увеличении дебита в 2-10 раз за счет расширения области дренирования и увеличения фильтрационной поверхности.

Скважина с горизонтальным или условно горизонтальным окончанием с углами наклона от вертикали менее  $55^\circ$  является разновидностью наклонно-направленной скважины (ННС) и изучается традиционными средствами и методами. Участок с углами наклона от  $55$  до  $110^\circ$  принято называть горизонтальным и именно его исследования требуют применения нетрадиционных специальных технологических комплексов и специальных технических средств, а интерпретация полученных данных должна учитывать особенности модели горизонтального пласта.

Первоочередными объектами использования направленных скважин являются:

- морские месторождения углеводородов;
- месторождения на территории с ограниченной возможностью ведения буровых работ;
- залежи высоковязких нефтей при естественном режиме фильтрации;
- низкопроницаемые неоднородные пласты-коллекторы малой мощности;
- карбонатные коллекторы с вертикальной трещиноватостью;
- переслаивающиеся залежи нефти и газа;
- залежи на поздней стадии разработки.

Процесс получения информации из бурящейся ГС следует разделить на три фазы:

- измерения в процессе бурения с целью принятия оперативных решений и распознавания текущей геологической ситуации;

- измерения после бурения с целью детального изучения физических свойств вскрытого пласта (пористости, проницаемости, глинистости, нефтенасыщенности), его геометрии (протяженности, мощности, наклона);

- измерения в процессе освоения и эксплуатации объекта (профиля притока, продуктивности отдельных участков горизонтального ствола, технического состояния скважин). Эти фазы разделены определенным интервалом времени и требуют различных технических средств и технологических приемов исследований.

Исследования в процессе бурения (в реальном масштабе времени), безусловно, не обеспечивают (в основном по объему) той исчерпывающей информацией, которую необходимо иметь для полного представления о протяженности пласта, изменении его коллекторских свойств по простиранию. Полную же информацию можно получить с использованием традиционных геофизических приборов. Исследования такого рода относятся к наиболее часто встречающейся в практике получения информации второй фазе исследований ГС. Технология и технические средства геофизических исследований скважин (ГИС) при этом достаточно резко отличаются от технологий, применяемых в процессе бурения.

Третью фазу исследований проводят сразу же после окончания бурения в процессе воздействия на дренированный пласт для вызова притока (смена раствора на воду, воды на нефть, аэрация, понижение уровня компрессором и др.) на объектах с ГС, находящихся в эксплуатации.

В отличие от вертикальных (ВС) и наклонно-направленных технология бурения которых в общем случае не требует текущей геофизической информации, за исключением инклинометрических замеров,

для эффективной (оптимальной) проводки горизонтального ствола, даже при полном соответствии его траектории проектной, необходима постоянная информация о литологическом строении вскрываемого забойной частью ГС разреза, используемая в целях оперативной корректировки траектории ствола при встрече непредвиденных разностей неколлекторов (аргиллитов, плотных, низкопористых или заглинизированных прослоев), или при выходе за пределы объекта (в случае локальных изменений углов падения пластов) и т.п. Данная (навигационно-технологическая) задача решается путем непрерывных инклинометрических замеров и исследований гамма каротажем (ГК) и электрических каротажем (ЭК) в процессе бурения, т.е. проведения геометрического и литологического слежения (контроля) положения забоя ГС. Сигнальную информацию о смене литологического состава может дать литолого-битуминологический экспресс-анализ шлама.

При исследованиях ГС с зенитными углами ствола скважины более 60 град., когда сила трения приборов о стенку скважины превышает их силу тяжести (естественного движителя приборов), перед геофизической службой возникла совершенно новая технологическая задача - доставка скважинной геофизической аппаратуры к забою ГС и транспортировка ее по стволу.

#### *Технологии доставки приборов к забою скважин*

По способу доставки геофизических приборов (сборок) на забой ГС применяют следующие основные технологии:

- Поток промывочной жидкости внутри бурильного инструмента

Стандартные приборы ГИС (обычно сборки модулей радиоактивного каротажа и инклинометрии) опускают на геофизическом кабеле через лубрикатор внутрь бурильной колонны, спущенной на забой скважины, предварительно смонтировав на устье лубрикатор. Под действием собственной массы сборка опускается до участка, зенитные углы наклона которого достигают 50-60°. Затем герметизируют лубрикатор сальниковым устройством и осуществляют дальнейшее продвижение сборки к забою

потоком промывочной жидкости. Геофизические измерения проводят внутри бурильных труб. Полученные данные используют для контроля траектории скважины в процессе бурения и привязки ствола скважины к проектному разрезу. Измерения выполняют сразу после окончания «долбления», но чаще всего для получения полноценных данных инклинометрии в скважину опускают инструмент с немагнитными легкоплавными бурильными трубами.

- В специальном контейнере, размещенном в последней трубе бурильного инструмента или насосно-компрессорных труб (НКТ);

Геофизические приборы (сборки приборов) доставляют до забоя, размещенные в специальном защитном контейнере с отверстиям, закрепив контейнер на последней трубе бурильного инструмента или НКТ. Для разных методов исследований корпус контейнера может быть выполнен из различных материалов: для радиоактивных методов - из стали или легких бурильных труб (ЛБТ), для инклинометрических измерений - из стеклопластиковых труб или ЛБТ, для электрических - из непроводящего материала на основе стекловолокна или полиэтилена высокого давления.

Недостатки технологии:

- Невозможность реализации необходимого комплекса исследований из-за наличия стеклопластикового контейнера;

- Высокая аварийность работ, связанная с обрывами каротажного кабеля и буринструмента;

- За один спуско - подъем бурильного инструмента производится регистрация геофизических параметров от одного прибора (одного метода);

- Большие затраты времени на производство исследований – в среднем 25 часов на одну операцию, без учета аварийных ситуаций.

- Посредством движителя на геофизическом кабеле;

Непосредственно над сборкой на кабель нанизывают и закрепляют полиэтиленовые трубки, длина которых равна длине сильнонаклонного и

горизонтального участков, а сверху трубок закрепляют «движитель» расчетной массы - несколько УБТ или НКТ. Под действием «движителя» сборка приборов проталкивается на горизонтальный участок скважины.

- С помощью специального жесткого геофизического кабеля;

Методика рассчитана на применение сборок стандартных приборов. Ее применяют в наклонных и горизонтальных скважинах с длиной горизонтальной части до 300 м. При большей длине горизонтального участка спуск приборов ведут через бурильные трубы, не дошедшие до забоя на 100-300 м; затем трубы приподнимают на очередные 50-100 м и повторяют исследования и т.д. Данную технологию рекомендуется использовать для проведения ГИС в боковых горизонтальных стволах.

Недостатки технологии:

- существующие каротажные подъемники позволяют взять на лебедку не более 2000 погонных метров спецкабеля;

- максимальная достигнутая проходимость скважинной аппаратуры по горизонтальному участку ствола составляет 200 метров;

- С помощью колонны специальных труб, содержащих внутри кабельный канал связи;

Технология доставки скважинных приборов с усиленными по прочности кожухами с помощью колонны специальных труб, аналогичных бурильным трубам, применяемым при электробурении, и содержащим внутри кабельный канал связи.

- С помощью автономной аппаратуры, спускаемой на буровом инструменте; Автономный скважинный прибор наворачивается на буровой инструмент и с его помощью доставляется в горизонтальный участок ствола скважины. По истечении заданного времени включается измерительная схема скважинного прибора.

Недостатки технологии:

-ограниченный и не достаточный комплекс исследований геофизическими методами (КС-3 зонда, ПС, ГК, НГК, Инклинометр) продуктивных горизонтов Западной Сибири. В частности, что особенно важно для расчленения терригенных отложений недостаточная информативность метода нейтронного-гамма каротажа, нестандартные размеры зондов электрического каротажа.

-Сложности при эксплуатации автономного прибора: большие габаритные размеры (длина=8м., диаметр=180мм.), большой вес (450кг.), необходимость технических средств для погрузки, перевозки, разгрузки и т.д.

-Ограниченные возможности при исследовании скважин с малым радиусом искривления и диаметром ствола скважины.

-Ограниченное время автономной работы скважинного прибора в процессе регистрации (4-5 часов)

-При проведении спуска бурильного инструмента скважинный прибор находится снизу бурильного инструмента (возможна его поломка)

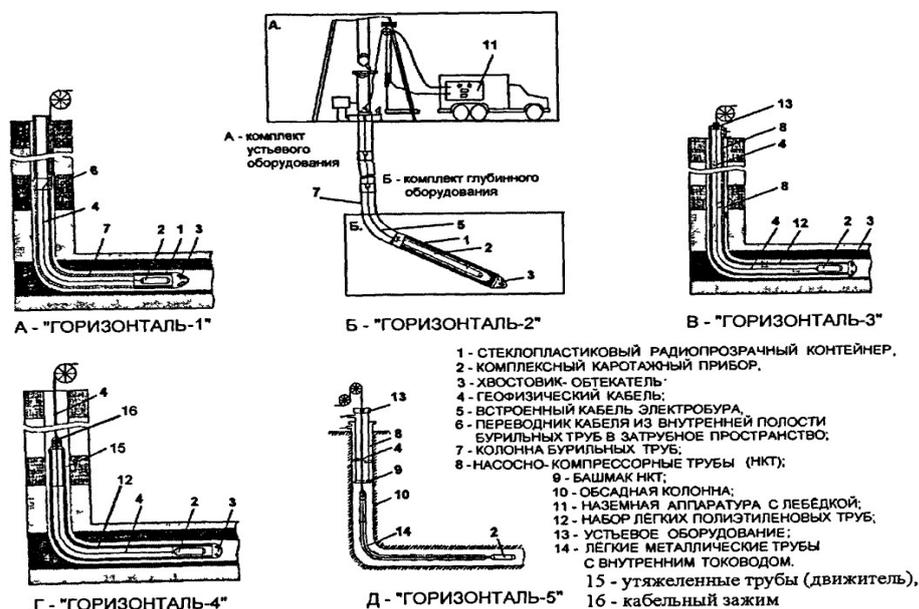


Рисунок 12- Технологии промыслово-геофизических исследований горизонтальных скважин технологическими комплексами типа

«ГОРИЗОНТАЛЬ».

В отечественной практике проведения ГИС в ГС используются две основные технологии:

1. Проведения ГИС автономной аппаратурой, спускаемой на буровом инструменте;
2. Проведение ГИС комплексом стандартных приборов, помещаемых в электрорадиопрозрачный пластиковый контейнер, спускаемый на буровом инструменте.

Специфика технико-технологических средств и методики проведения промыслово-геофизических исследований в ГС. Телеметрические систем

Задача надежного контроля текущих координат забоя ГС в процессе бурения решается путем применения магнитометрических датчиков типа ИМММ-73, ИН1-721 и телеметрических систем.

Забойные телеметрические системы (ЗТС) для измерений в процессе бурения появились с целью получения данных о траектории ствола бурящейся скважины.

По терминологии, существующей за рубежом, их назвали Measurement While Drilling - измерения в процессе бурения (MWD).

Так в составе MWD-системы появились геофизические зонды, сначала естественного гамма - каротажа (ГК), а затем и зонды для измерения электрического сопротивления горных пород (токовый каротаж (ТК), боковой каротаж (БК), акустический каротаж (АК), радиоактивный (РК) и электрический каротаж (ЭК)).

MWD-система - это инклинометр либо в чистом виде, либо с одним (ГК) или двумя геофизическими (ГК+БК) и технологическими датчиками, способными "привязать" ствол к геологической ситуации, а LWD-система - комплекс (инклинометрия + зонды РК, ЭК, АК и др.), способный заменить или сократить до минимума промыслово-геофизические исследования после бурения ГС.

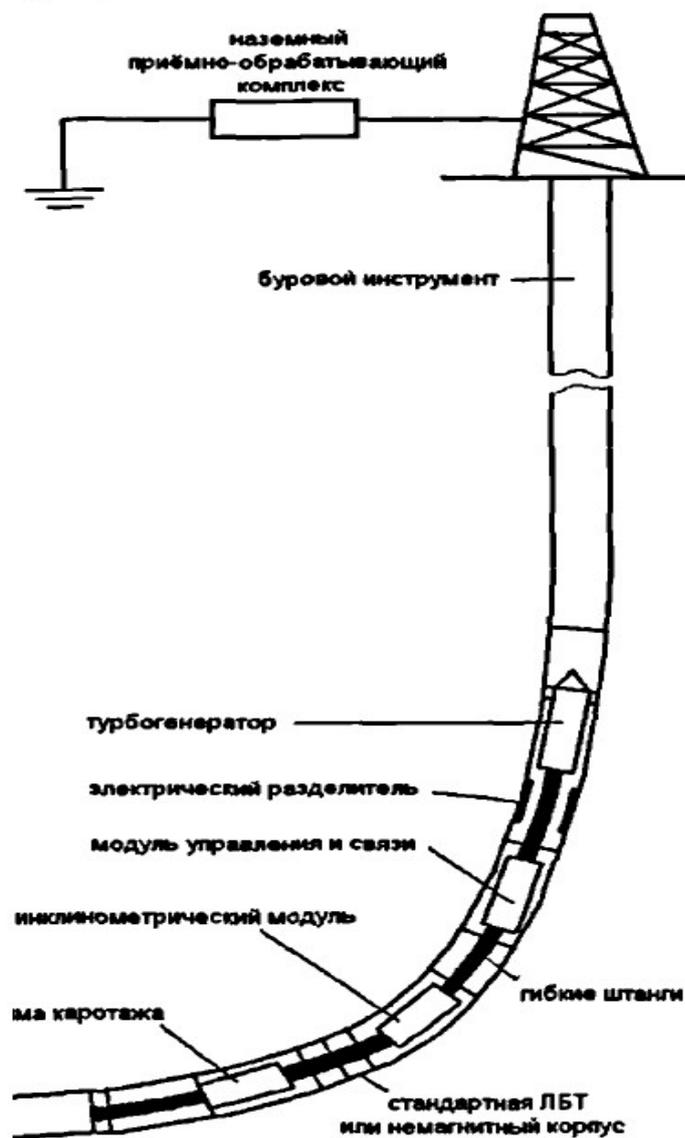


Рисунок 13 -Функциональная схема телесистемы.

Каналы связи, применяемые в забойных телеметрических системах

Основное назначение систем телеизмерений в процессе бурения скважин заключается в оперативном получении с забоя данных глубинных измерений, используемых для уточнения режима бурения с целью его оптимизации (установления оптимальной частоты вращения долота и осевой нагрузки на долото и др.), определения и корректировки траектории ствола скважины, изучения физических свойств пересекаемых скважиной горных пород.

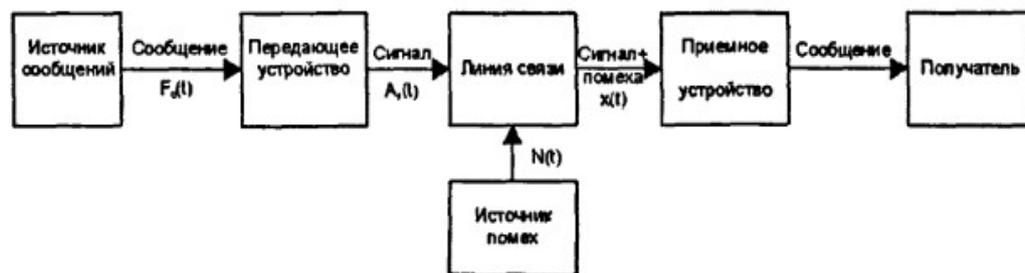


Рисунок 14- Канал связи

Совокупность технических средств, служащих для передачи сообщений от источника к получателю, образует канал связи. Этими средствами являются передатчик, линия связи и приемник. Канал связи вместе с источником и получателем сообщения образует систему связи.

Линия связи - это среда, используемая для передачи сигналов от передатчика к приемнику. Информация от забоя скважины к поверхности может передаваться с помощью:

- проводных линий связи, встроенных в бурильный инструмент, в том числе токопроводов электробура;
- гидравлических импульсов по промывочной жидкости;
- акустических импульсов по металлу трубы или по промывочной жидкости;
- электромагнитных колебаний.

В качестве альтернативного (на данном этапе) варианта исследований ГС в процессе бурения внедрена в производство методика литологического слежения положения забоя ГС путем проведения привязочных и периодических корректирующих каротажей серийной скважинной аппаратурой с помощью технологических систем.

Привязочный каротаж проводится сокращенным комплексом (РК или ЭК) за 30-40 м до вскрытия проектного горизонта с целью отбивки маркирующего пласта-репера и уточнения траектории ствола скважины.

Корректирующие каротажи (РК+ЭК) проводятся через 50-70 м проходки по заданному объекту с целью точной отбивки его кровли,

положения забойной части ствола ГС относительно литологических границ и предварительной оценки характера насыщения коллектора.

Полный (обязательный) комплекс ПГИ (и контрольный инклинометрический замер) проводится по достижении проектного забоя с целью детального изучения физики вскрытого объекта (пористость, нефтенасыщенность, характер зональных неоднородностей, текстурно-структурные особенности) и его геометрии (мощность, протяженность, углы падения пластов).

Определяющим фактором, обеспечивающим достоверность интерпретации результатов исследований горизонтальных участков, является создание и применение интерпретационной модели пласта-коллектора, учитывающей физические процессы, происходящие в гидродинамической системе "горизонтальный ствол-пласт". Модель должна учитывать то обстоятельство, что материалы ГИС не несут прямой информации о положении кровли и подошвы коллектора и литологическом строении выше и нижезалегающих пород, а, следовательно, исключается интерпретация данных по традиционной схеме.

Оперативное заключение по результатам обработки и интерпретации геофизических данных должно содержать информацию:

- о вертикальной проекции ствола скважины в азимутальной плоскости; горизонтальный участок скважины должен быть показан на фоне положения в разрезе продуктивного пласта, построенного по результатам бурения соседних вертикальных, наклонно направленных и пилотных скважин;
- о толщине пласта с отметками абсолютных глубин его кровли и подошвы;
- о проницаемых и уплотненных прослоях, встреченных на горизонтальном участке, их коллекторских свойствах и насыщенности;

- об эксплуатационной технологичности профиля ствола скважины, наличии резких перегибов ствола в вертикальной плоскости, вероятности образования в процессе эксплуатации газовых и водяных слоев и пробок;

- об интервалах, рекомендуемых для перфорации

Информационное обеспечение

Для создания информационного геофизического обеспечения массового бурения ГС и РГС необходим системный подход, учитывающий все особенности, возникающие при разработке ГС и РГС.

Система информационного геофизического обеспечения ГС и РГС составными элементами которой являются:

1. Проект куста (кустов) ГС и ННС, составленный на основе предварительного проведения ВСП или сейсмоакустического просвечивания по специальной сетке с охватом всего участка, где проектируется бурение ГС.

2. Забойная телеметрическая система с навигационными геофизическими зондами, обеспечивающими пеленгацию границ пласта (кровля - подошва) и границ раздела флюида (ГНК, ВНК) относительно траектории скважины с целью ее оперативной корректировки.

3. Автономный сбросовый многоточечный (непрерывный) инклинометр для контроля работы траекторией системы ЗТС в процессе проведения подъема бурового инструмента.

4. Автономный аппаратурно-методический комплекс (АМАК) для промежуточных и окончательных каротажей открытого ствола ГС на буровом инструменте, обеспечивающий быстрое безаварийное проведение работ с обеспечением комплекса исследований, необходимого и достаточного для корректировки траектории ствола скважины и выдачи окончательного заключения по скважине с определением основных геофизических параметров.

5. Автономный аппаратурно-методический комплекс для реализации технологии «каротаж - испытание - каротаж» на буровом инструменте с

получением комплексной геофизической и гидродинамической информации (со снятием КВД в различных интервалах), достаточной для выдачи комплексного заключения.

6. Компьютеризированная станция ГТИ, оснащенная набором датчиков, ПО и технологий, достаточных для решения изложенных выше функциональных задач ГТИ, включая контроль процесса цементирования, работу с автономными сбросовыми инклинометрами, ЗТС и АМАК.

7. Комплекс скважинной аппаратуры нового поколения для контроля за освоением и работой действующих ГС со средствами ее доставки на забой скважины.

8. Мощное современное программное обеспечение для комплексной интерпретации геофизической, гидродинамической и геолого-технологической информации в сопоставлении ее с информацией ВСП, необходимой для уточнения по геологическому строению объекта разработки, и создания баз данных по месторождениям, разрабатываемым с применением ГС и РГС.

9. Надежная спутниковая связь между участниками Проекта. Создание системы информационного геофизического обеспечения

ГС и РГС потребует усилий целого ряда специализированных научно-исследовательских коллективов серьезные временные и материальные затраты, однако альтернативы этому не существует, т.к. без создания и внедрения подобной системы добиться высокой эффективности разработки месторождений с применением ГС и РГС невозможно.

Информативность промыслово-геофизических исследований проведенных серийной аппаратурой в условиях ГС

В условиях ГС (в сравнении с ВС) меняется значимость и информативность отдельных методов. Результаты инклинометрических измерений необходимы практически на всех этапах анализа и интерпретации материалов ПГИ.

Методы ЭК (ПЗ, БК, ГЗ) не несут однозначной информации о границах пластов, пересеченных ГС, т.к. вследствие достаточной их глубинности влияние пласта на показания методов начинается еще до встречи его границ (кровли или подошвы) со стволом ГС, что вызывает «размывание» граничного эффекта. Степень «размыва» зависит от многих факторов: угла встречи ствола скважины и границ пласта, сопротивления пластов, вертикальной и радиальной характеристик зондов и т.п.

В условиях ГС наиболее приоритетными при определении границ пластов и уточнении литологических особенностей объекта являются радиоактивные методы в силу их малой глубинности и отсутствия влияния на их показания структуры и текстуры горных пород.

Применение метода БКЗ для определения удельного электрического сопротивления пластов-коллекторов в условиях ГС из-за резкой радиальной анизотропии нецелесообразно вследствие невозможности учета всего спектра искажающих факторов и мультипликативного характера их влияния на показания каждого из зондов БКЗ.

Комплекс БК – ИК в условиях ГС является наиболее эффективным при определении пластов-коллекторов или близких к ним значений, т.е. при оценке характера их нефтеводонасыщенности. При этом характер влияния вмещающих пород и зоны проникновения (ее геометрии) на показаниях БК и ИК в горизонтальных скважинах радикально отличается от условий вертикальных скважин.

Анализ физических основ методов волнового каротажа проводимости (ВКП), электромагнитного каротажа (ЭМК) и фактических материалов исследований в вертикальных скважинах показывает, что исследования ГС комплексом зондов ВКП и ЭМК могут быть более эффективными, чем комплекс БК-ИК.

## **7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является выбор наиболее выгодного решения поставленных задач с экономической стороны, для выявления самого оптимального способа выполнения проекта с минимальными затратами и максимальным сохранением ресурсов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

Определить потенциальных потребителей исследования;

Произвести анализ конкурентных технических решений;

3. Выявить сильные и слабые стороны проекта с помощью SWOT-анализа;

Определить возможные альтернативы проведения исследований;

Выполнить планирование исследовательских работ;

Произвести расчет бюджета проводимого исследования;

Определить ресурсную, финансовую, бюджетную, социальную и экономическую эффективность исследования.

### **7.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками. Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол,

национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка. Размер компании очень важен, т.к. крупные компании часто используют новые технологии и могут поддаться риску, потому что имеют возможность возместить убытки.

Что касается отраслей, то не все предприятия могут пользоваться данным исследовательским проектом, а только нефтяная промышленность. Отсюда вытекает географический критерий, потому что не всякий регион и не всякая страна имеет газовые и нефтяные ресурсы.



Рисунок 23– Карта сегментирования рынка услуг

Таким образом, основными сегментами рынка являются крупные и малые компании. Следовательно, наиболее перспективным сегментом в отраслях нефтедобычи и нефтепереработки для формирования спроса является группа независимых крупных и малых нефтедобывающих компаний.

## 7.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам.

Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. 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, пример которой приведен в таблице:

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки   | Вес критерия | Баллы          |                 |                 | Конкурентоспособность |                 |                 |
|---|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
|   |              | Б <sub>ф</sub> | Б <sub>к1</sub> | Б <sub>к2</sub> | К <sub>ф</sub>        | К <sub>к1</sub> | К <sub>к2</sub> |
| 1   | 2            | 3              | 4               | 5               | 6                     | 7               | 8               |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности                    |              |                |                 |                 |                       |                 |                 |
| 1. Модернизованность геофизических приборов                         | 0,2          | 5              | 5               | 4               | 1                     | 1               | 0,8             |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,15         | 5              | 2               | 3               | 0,75                  | 0,3             | 0,45            |
| 2. Надежность   | 0,1          | 5              | 4               | 4               | 0,5                   | 0,4             | 0,4             |
| 4. Безопасность   | 0,1          | 5              | 4               | 4               | 0,5                   | 0,4             | 0,4             |
| 5. Энергоэкономичность  | 0,15         | 5              | 4               | 3               | 0,75                  | 0,6             | 0,45            |
| 1   | 2            | 3              | 4               | 5               | 6                     | 7               | 8               |
| Экономические критерии оценки эффективности                         |              |                |                 |                 |                       |                 |                 |

Продолжение Таблицы 5

|                                       |          |           |           |           |             |             |             |
|---------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|
| 1. Цена                               | 0,18     | 5         | 4         | 3         | 1,0         | 0,6         | 0,8         |
| 2. Конкурентоспособность исследования | 0,05     | 5         | 5         | 4         | 0,25        | 0,25        | 0,2         |
| 3. Финансирование проекта             | 0,05     | 2         | 4         | 3         | 0,1         | 0,2         | 0,15        |
| 4.Наличие сертификации разработки     | 0,02     | 5         | 4         | 5         | 0,1         | 0,08        | 0,1         |
| <b>Итого</b>                          | <b>1</b> | <b>42</b> | <b>36</b> | <b>33</b> | <b>4,95</b> | <b>3,23</b> | <b>3,75</b> |

Таким образом, с помощью оценочной карты , можем провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

В качестве примера рассчитаем конкурентноспособность моего проекта:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 0,2 * 5 + 0,15 * 5 + 0,1 * 5 + 0,1 * 5 + 0,15 * 5 + 0,18 * 5 + 0,05 * 5 + 0,05 * 5 + 0,02 * 5 = 4,95$$

Таким образом, исходя их расчетов выше мы видим что, конкурентоспособность разработки составила 4,95, в то время как двух других аналогов 3,23 и 3,75 соответственно. Результаты показывают, что данная научно исследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким показателям, как модернизированность геофизических приборов, удобство эксплуатации для потребителей, цена и энергоэкономичность.

### 7.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научноисследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

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.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научноисследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица (табл. 6) SWOT-анализа.

Таблица 6 – Матрица SWOT

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <b>Сильные стороны:</b><br>С1. Устойчивое финансовое состояние<br>С2. Прибыльность<br>С3. Квалифицированные сотрудники. | <b>Слабые стороны:</b><br>Сл1. Отсутствие спонсорского финансирования<br>Сл2. Большой срок поставок материалов и комплектующих, необходимых для построения установки.<br><br>Сл3. Удаленность потенциальных потребителей. |
| <b>Возможности:</b><br>В1. Использование инфраструктуры ПАО «Газпром»<br>В2. Появление дополнительного спроса на разработку.<br>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок. |   |   |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>Угрозы:</b><br/>                 У1. Отсутствие спроса на новые технологии.<br/>                 У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования.</p> |  |  |
|--|--|--|

После того как сформулированы четыре области SWOT переходят к реализации второго этапа, который состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научноисследовательского 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. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» – сильное соответствие сильных сторон возможностям, либо знаком «-» – слабое соответствие; «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Пример интерактивной матрицы проекта представлен в таблице 7:

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта

| Сильные стороны проекта |    |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|----|
| Возможности проекта     |    | C1 | C2 | C3 |
|                         | B1 | -  | -  | -  |
|                         | B2 | +  | +  | +  |
|                         | B3 | +  | +  | +  |
| Сильные стороны проекта |    |    |    |    |
| Угрозы проекта          |    | C1 | C2 | C3 |
|                         | У1 | +  | +  | +  |
|                         | У2 | +  | +  | +  |
|                         | У3 | 0  | -  | -  |

| Слабые стороны проекта     |    |     |     |     |
|----------------------------|----|-----|-----|-----|
| <b>Возможности проекта</b> |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 |
|                            | В1 | +   | -   | -   |
|                            | В2 | -   | -   | -   |
|                            | В3 | -   | -   | -   |
| Слабые стороны проекта     |    |     |     |     |
| <b>Угрозы проекта</b>      |    | Сл1 | Сл2 | Сл3 |
|                            | У1 | -   | +   | +   |
|                            | У2 | -   | -   | -   |
|                            | У3 | -   | -   | 0   |

Таблица 8 – SWOT-анализ.

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p><b>Сильные стороны:</b></p> <p>С1. Простота применения</p> <p>С2. Адекватность разработки</p> <p>С3. Более свежая информация, которая была использована для разработки проекта.</p>  | <p><b>Слабые стороны:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие спонсорского финансирования</p> <p>Сл2. Большой срок поставок материалов и комплектующих, необходимых для построения скважины.</p> <p>Сл3. Удаленность потенциальных потребителей.</p> |
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Использование инфраструктуры ПАО «Газпром»</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на разработку.</p> <p>В3. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>       | <p>Простота применения и адекватность разработки может вызвать спрос на нее, а это в свою очередь увеличит количество спонсоров. Кроме того, унифицированность и адекватность разработки может уменьшить конкурентоспособность других разработок.</p> | <p>Помощь в финансировании проекта могут оказать инновационные инфраструктуры</p>   |
| <p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на новые технологии.</p> <p>У2. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования.</p> | <p>Использование более новой информации, простота и адекватность математической модели позволяют повысить спрос и конкуренцию разработки, что уменьшает влияние финансирования</p>  | <p>Большой срок поставок материалов и комплектующих, необходимые для построения скважины и удаленность потенциальных потребителей приведет к отсутствию спроса.</p>   |

Таким образом, в ходе проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны научно-исследовательского проекта, а также его возможности и вероятные угрозы.

#### **7.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований**

При любом проектировании всегда есть несколько методов или вариантов достижения цели, т.е. несколько альтернатив. Выше были описаны методы, позволяющие выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. Приведенные в предыдущих пунктах методы в основном ориентированы на совершенствование результатов научного проектирования, находящегося на стадии разработки. Обычно, используя морфологический подход, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного исследования. Морфологический подход заключается в исследовании всех выявленных альтернатив, которые вытекают из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Такой подход охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. С помощью комбинации вариантов получают большое количество различных решений, многие из которых представляют практический интерес.

Научно-технический прогресс не стоит на месте и развивается очень стремительно. Из этого следует, что разрабатываемые сейчас технические проекты скоро могут стать не актуальными. В связи с этим, разработку новых проектов нужно осуществлять с учетом их дальнейшего развития. Это означает, что системы электроснабжения, разрабатываемые в наше время, должны уметь приспособливаться к условиям новой среды, т.е. быть динамичными. Поэтому необходимо определить дальнейшие пути развития или модификации разрабатываемой системы электроснабжения данного

предприятия. Удобнее всего рассматривать имеющиеся варианты в виде морфологической матрицы, приведенной в таблице 9.

Таблица 9 – Альтернативы проведения исследования

|   | 1                 | 2                  | 3                        |
|---|-------------------|--------------------|--------------------------|
| А: Тип промывочной жидкости                 | Глинистый раствор | Полимерный раствор | Раствор на водной основе |
| Б: Направление скважины                     | Горизонтальная    | Вертикальная       | Наклонно-направленная    |
| В: Тип технического оборудования в скважине | Репер             | Пакер              | Воронка НКТ              |

Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений осуществляется с позиции его функционального содержания и ресурсосбережения. Для созданной морфологической матрицы выделим три наиболее перспективных пути развития разрабатываемой схемы снабжения, а именно:

A1B1B2;

A3B2B3;

A2B1B1.

Морфологическая матрица позволяет наглядно рассмотреть перспективы развития, возможность расширения производственных решений, введение модификаций и усовершенствование разрабатываемой схемы.

Таким образом, наиболее приемлемым является третий вариант A2B1B1, так как сочетает в себе высокую экономичность и надежность.

## **7.5 Планирование научно-исследовательских работ**

### **Структура работ в рамках научного исследования**

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и инженер. Составим перечень этапов работ и распределим исполнителей по данным видам работ (табл. 10).

Таблица 10 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы                                 | № раб | Содержание работ  | Должность Исполнителя |
|--|-------|---|-----------------------|
| Разработка технического задания                | 1     | Составление и утверждение технического задания              | Руководитель          |
| Выбор направления Исследований                 | 2     | Подбор и изучение материалов по теме                        | Инженер               |
|  | 3     | Выбор направления исследований                              | Руководитель, Инженер |
|  | 4     | Календарное планирование работ по теме                      | Руководитель          |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 5     | Изучение района исследования                                | Инженер               |
|  | 6     | Анализ ранее проведенных работ на территории исследования   | Инженер               |
|  | 7     | Построение физико-геологической модели продуктивного пласта | Инженер               |
|  | 8     | Выбор и обоснование положения проектной скважины            | Инженер               |
|  | 9     | Выбор методики и техники исследования                       | Инженер               |
| Обобщение и оценка результатов                 | 10    | Оценка качества полученных результатов                      | Руководитель, Инженер |
|  | 11    | Определение целесообразности проведения исследования        | Руководитель, Инженер |
|  | 12    | Оформление пояснительной записки                            | Инженер               |
|  | 13    | Разработка презентации и раздаточного материала             | Инженер               |

На данном этапе мы составили перечень работ в рамках проведения научного исследования, а также провели распределение исполнителей по видам работ.

#### **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. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожі}$  используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

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

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

$t_{\max i}$  – 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%.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож}}{Ч_1}$$

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

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

$Ч_1$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

В качестве примера рассчитаем продолжительность 1 работы – составление и утверждение технического задания:

$$t_{ож1} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2t_{\max}}{5} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 7}{5} = 5.8 \text{ чел. -дн.};$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ож}}{Ч_1} = \frac{5.8}{1} = 5.8 \text{ раб. дн.}$$

Разработка графика проведения научного исследования:

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. 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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

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 рассчитаем длительность работ в календарных днях  $T_{ki}$  для 1 работы – составление и утверждение технического задания:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = T_{pi} \cdot \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = 9.6 \cdot \frac{365}{365 - 104 - 14} = 14.208_{pi}$$

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу 11:

Таблица 11 – Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы                                  | Трудоёмкость работ  |        |        |                     |        |        |                          |        |        | Исполнители,<br>количество |        |        | Длительность работ<br>в рабочих днях $T_{pi}$ |        |        | Длительность работ в<br>календарных днях $T_{ki}$ |        |        |
|--|---------------------|--------|--------|---------------------|--------|--------|--------------------------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|---|--------|--------|---|--------|--------|
|  | $t_{\min}$ чел.-дни |        |        | $t_{\max}$ чел.-дни |        |        | $t_{\text{ож}}$ 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 тех. задания           | 8                   | 7      | 5      | 12                  | 11     | 10     | 9.6                      | 8.6    | 7      | 1                          | 2      | 1      | 9.6   | 4.3    | 7      | 14.208  | 6.364  | 10.36  |
| Подбор и изучение материалов по теме             | 6                   | 10     | 13     | 8                   | 12     | 20     | 6.8                      | 10.8   | 15.8   | 1                          | 2      | 2      | 6.8   | 5.4    | 7.9    | 10.064  | 7.992  | 11.692 |
| Выбор направления исследований                   | 5                   | 11     | 10     | 6                   | 10     | 13     | 5.4                      | 10.6   | 11.2   | 2                          | 1      | 2      | 2.7   | 10.6   | 5.6    | 3.996   | 15.688 | 8.288  |
| Календарное планирование работ                   | 11                  | 14     | 14     | 14                  | 17     | 16     | 12.2                     | 15.2   | 14.8   | 1                          | 2      | 2      | 12.2  | 7.6    | 7.4    | 18.056  | 11.248 | 10.952 |
| Изучение района исследования                     | 10                  | 12     | 14     | 14                  | 15     | 16     | 11.6                     | 13.2   | 14.8   | 1                          | 2      | 1      | 11.6  | 6.6    | 14.8   | 17.168  | 9.768  | 21.904 |
| Анализ ранее проведенных ГИС                     | 9                   | 13     | 16     | 13                  | 16     | 18     | 10.6                     | 14.2   | 16.8   | 1                          | 1      | 1      | 10.6  | 14.2   | 16.8   | 15.688  | 21.016 | 24.864 |
| Составление ФГМ                                  | 11                  | 7      | 6      | 16                  | 12     | 10     | 13                       | 9      | 7.6    | 1                          | 2      | 1      | 13  | 4.5    | 7.6    | 19.24   | 6.66   | 11.248 |
| Выбор и обоснование положения проектной скважины | 5                   | 10     | 14     | 9                   | 11     | 16     | 6.6                      | 10.4   | 14.8   | 1                          | 2      | 1      | 6.6   | 5.2    | 14.8   | 9.768   | 7.696  | 21.904 |
| Выбор методики и техники исследования            | 5                   | 7      | 8      | 9                   | 13     | 15     | 6.6                      | 9.4    | 10.8   | 1                          | 1      | 2      | 6.6   | 9.4    | 5.4    | 9.768   | 13.912 | 7.992  |
| Оценка эффективности полученных результатов      | 5                   | 10     | 14     | 10                  | 12     | 16     | 7                        | 10.8   | 14.8   | 2                          | 2      | 2      | 3.5   | 5.4    | 7.4    | 5.18  | 7.992  | 10.952 |
| Определение целесообразности проведения процесса | 16                  | 20     | 21     | 20                  | 22     | 23     | 17.6                     | 20.8   | 21.8   | 2                          | 1      | 1      | 8.8   | 20.8   | 21.8   | 13.024  | 30.784 | 32.264 |

## Продолжение таблицы 11

|   |   |   |   |   |    |    |     |     |     |   |   |   |     |     |     |         |         |         |
|---|---|---|---|---|----|----|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|-----|---------|---------|---------|
| Оформление пояснительной записки                | 4 | 6 | 9 | 5 | 8  | 10 | 4.4 | 6.8 | 9.4 | 1 | 1 | 1 | 4.4 | 6.8 | 9.4 | 6.512   | 10.064  | 13.912  |
| Разработка презентации и раздаточного материала | 7 | 9 | 6 | 9 | 11 | 8  | 7.8 | 9.8 | 6.8 | 1 | 2 | 1 | 7.8 | 4.9 | 6.8 | 11.544  | 7.252   | 10.064  |
| Итого, дн                                       |   |   |   |   |    |    |     |     |     |   |   |   |     |     |     | 154.216 | 156.436 | 196.396 |

На основании таблицы 11 составлен календарный план-график, показывающий продолжительность выполнения работ ВКР. В результате планирования графика, продолжительность работ равна трем месяцам (таблица 12).





## 7.6 Бюджет научно-технического исследования

Расчет материальных затрат:

Расчёт стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3-5 % от цены). Результаты по данной статье занесём в таблицу 25.

Таблица 13 – Материальные затраты

| Наименование                             | Ед. изм-я | Количество |       |       | Цена за ед., руб. |       |       | Затраты на материалы, З <sub>м</sub> , руб. |        |         |
|--|-----------|------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|---|--------|---------|
|  |           | Исп.1      | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1             | Исп.2 | Исп.3 | Исп.1                                       | Исп.2  | Исп.3   |
| Ручка                                    | шт.       | 4          | 6     | 3     | 27                | 9     | 86    | 108   | 54     | 258     |
| Тетрадь                                  | шт.       | 1          | 1     | 2     | 30.5              | 265   | 30.65 | 30.56                                       | 265    | 61.3    |
| Картрижд для принтера                    | шт        | 1          | 1     | 1     | 450               | 470   | 500   | 450   | 470    | 500     |
| Карандаш                                 | шт        | 4          | 5     | 4     | 15                | 25    | 20    | 60  | 125    | 80      |
| Миллиметровая бумага                     | упаковка  | 1          | 2     | 1     | 59                | 80    | 89    | 59  | 160    | 89      |
| Бумага белая, А4                         | пачка     | 1          | 1     | 2     | 215               | 200   | 220   | 215   | 200    | 440     |
| Транспортно-заготовительные расходы (5%) |           |            |       |       |                   |       |       | 133.628                                     | 63.7   | 71.415  |
| Итого:                                   |           |            |       |       |                   |       |       | 968.68                                      | 1337.7 | 1499.72 |

На данном этапе мы рассчитали материальные затраты, необходимые для проведения научно-технического исследования. Они составляют 3806.1 руб.

### Расчет затрат на специальное оборудование:

Для выполнения данного проекта необходимо приобретение персонального компьютера ноутбука для участника проекта, ПО MicrosoftOffice для создания документов, лицензионного программного пакета CorelDrawX8 для компьютерной оцифровки структурных карт и диаграмм и Surfer 8.0 для построения карт изолиний и трехмерных изображений.

Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного научного проекта и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в виде амортизационных отчислений. Например, стоимость персонального компьютера при сроке амортизации 25 месяцев и его использовании в течение 9 месяцев составит 27 тысяч рублей.

Таблица 14 – Затраты на оборудование

| Наименование оборудования | 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 |
| Ноутбук                   | 1                           | 2      | 2      | 27                               | 30     | 15     | 27                                      | 60     | 30     |
| Принтер                   | 1                           | 1      | 1      | 2.7                              | 5      | 3      | 2.7                                     | 5      | 3      |
| ПО MicrosoftOffice        | 1                           | 2      | 2      | 8                                | 9      | 10.5   | 8                                       | 18     | 21     |
| Surfer 8.0                | 1                           | 0      | 2      | 39                               | 39     | 39     | 39                                      | 0      | 78     |
| CorelDrawX8               | 1                           | 2      | 2      | 11                               | 11     | 11     | 11                                      | 22     | 22     |
| Итого:                    |                             |        |        |                                  |        |        | 87.7                                    | 105    | 154    |

В таблице выше мы видим расчеты затрат на оборудования для разных исполнений 346,7 тыс.руб.

#### **Основная заработная плата исполнителей темы:**

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Сзп = З_{осн} + З_{доп},$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot Т_{раб},$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 15);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

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.

Таблица 15 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени                  | Руководитель | Инженер |
|--|--------------|---------|
| Календарное число дней                       | 365          | 365     |
| Количество нерабочих дней                    |              |         |
| - выходные дни                               | 66           | 66      |
| - праздничные дни                            | 14           | 14      |
| Потери рабочего времени                      |              |         |
| - отпуск                                     | 48           | 48      |
| - невыходы по болезни                        | 0            | 0       |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 237          | 237     |

$$Z_{дн(рук)} = (31000 \cdot 10,4) / 237 = 1360,34 \text{ руб.},$$

$$Z_{дн(дип)} = (11906 \cdot 10,4) / 237 = 522,46 \text{ руб.},$$

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{бс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p$$

где  $Z_{бс}$  – базовый оклад, руб.;

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

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок;

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 16– Расчет основной заработной платы

| Исполнители  | З <sub>б</sub> ,<br>руб. | $k_{пр}$ | $k_{д}$ | $k_{р}$ | З <sub>м</sub> ,<br>руб | З <sub>дн</sub> ,<br>руб. | Т <sub>р</sub> ,<br>раб.<br>дн. | З <sub>осн</sub> ,<br>руб. |
|--------------|--------------------------|----------|---------|---------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Руководитель | 35120                    | 0,3      | 0,2     | 1,3     | 60450                   | 1360,34                   | 55                              | 74818                      |
| Инженер      | 12130                    | -        | -       | 1,3     | 15477                   | 522,46                    | 122                             | 63740,12                   |
| Итого:       |                          |          |         |         |                         |                           |                                 | 138558,12                  |

Таким образом, мы рассчитали основную заработную плату исполнителей данного научно-технического исследования. Общая сумма заработной платы участников проекта составляет 138558,12 руб.

**Дополнительная заработная плата исполнителей темы:**

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

$$Z_{доп} = k_{доп} * Z_{осн}$$

где  $Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

В табл. 17 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 17 – Заработная плата исполнителей НТИ

| Заработная плата         | Руководитель | Инженер  |
|--------------------------|--------------|----------|
| Основная зарплата        | 74818        | 63740,12 |
| Дополнительная зарплата  | 11222,7      | 9561,02  |
| Итого по статье $C_{зн}$ | 86040,7      | 73301,14 |

Таким образом, мы рассчитали основную заработную плату и дополнительную заработную плату для сотрудников.

**Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления):**

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды:

$$C_{внеб} = k_{внеб} * (Z_{осн} + Z_{доп}),$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель                                  | Основная заработная плата, руб. | Дополнительная заработная плата, руб. |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| Руководитель                                 | 74818                           | 11222,7                               |
| Студент                                      | 63740,12                        | 9561,02                               |
| Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды | 30,2 %                          |                                       |
| Отчисления, руб.                             | 37549,25                        | 5632,39                               |
| Итого  | 43181,64                        |                                       |

Таким образом, в данном подразделе мы рассчитали отчисления во внебюджетные фонды, которые являются обязательными по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Сумма отчислений во внебюджетные фонды составляет 43181,64 руб.

#### **Накладные расходы:**

Накладные расходы – это расходы на прочие затраты, не учитываемые в п. 7.4, например, затраты на печать, ксерокопирование и прочих услуг связи и коммуникации, электроэнергии. Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр},$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов принята в размере 20%.

Рассчитаем накладные расходы на выполнение НИИ:

$$Z_{накл} = (2806,19 + 87700 + 138558 + 20783,7 + 43181,6) \cdot 0,2 = 58605,94 \text{ рублей.}$$

В расчетах описанных ранее мы видим расчет основной и дополнительной заработной платы.

## **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 19 – Расчет бюджета затрат НИИ

| Наименование статьи                           | Сумма, руб. |           |           |
|---|-------------|-----------|-----------|
|   | Исп. 1      | Исп. 2    | Исп. 3    |
| 1. Материальные затраты НИИ                   | 968.68      | 1337.7    | 1499.72   |
| 2. Специальное оборудование для научных работ | 87700       | 105000    | 154000    |
| 3. Основная заработная плата                  | 138558      | 138558.12 | 138558.12 |
| 4. Дополнительная заработная плата            | 20783.7     | 20783.72  | 20783.72  |
| 5. Отчисления во внебюджетные фонды           | 43181.6     | 43181.64  | 43181.64  |
| 6. Накладные расходы                          | 58605.94    | 62192.24  | 71982.64  |
| 7. Бюджет затрат                              | 349797.92   | 371053.42 | 430005.84 |

Таким образом, бюджет затрат научно-технического исследования равен 1150855 руб.

### **7.7 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:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}$$

Где  $I_{\phi}^p$  - интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения научно исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a$$

где  $I_m$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент i-го параметра;

$b_i^a$ ,  $b_i^p$  – бальная оценка i-го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Критерии / Объект исследования                                      | Весовой коэффициент параметра | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|
| 1. Способствует росту производительности труда пользователя         | 0,1                           | 5     | 4     | 4     |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,15                          | 5     | 2     | 3     |
| 3. Безопасность   | 0,15                          | 5     | 4     | 4     |
| 4. Энергоэкономичность  | 0,20                          | 5     | 4     | 3     |
| 5. Надежность   | 0,25                          | 5     | 3     | 4     |
| 6. Материалоемкость   | 0,15                          | 4     | 3     | 5     |
| ИТОГО   | 1                             | 4,85  | 3,3   | 3,8   |

$$I_{p-исп1} = 5*0,1+4*0,15+5*0,15+5*0,2+5*0,25+4*0,15=4,85;$$

$$I_{p-исп2}=4*0,1+2*0,15+4*0,15+4*0,2+3*0,25+3*0,15=3,3;$$

$$I_{p-исп3}=4*0,1+3*0,15+4*0,15+3*0,2+4*0,25+5*0,15=3,8.$$

Интегральный показатель эффективности разработки ( $I^p_{финр}$ ) и аналога ( $I^a_{финр}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}} \text{ и т.д.}$$

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

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

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}$$

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

| № п/п | Показатели   | Исп.1 | Исп.2 | Исп.3 |
|-------|--|-------|-------|-------|
| 1     | Интегральный финансовый показатель разработки                                      | 0,81  | 0,86  | 1     |
| 2     | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки                            | 4,85  | 3,3   | 3,8   |
| 3     | Интегральный показатель эффективности  | 5,99  | 3,84  | 3,8   |
| 4     | Сравнительная эффективность вариантов исполнения (разработка относительно аналога) | 1,56  | 1,01  | 0,63  |

Выводы по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Определены потенциальные потребители результатов исследования.

Результаты показывают, что данная научноисследовательская разработка является конкурентоспособной и имеет преимущества по таким

показателям, как модернизированность геофизических приборов, удобство эксплуатации для потребителей, цена и энергоэкономичность Анализ .

Выявлены сильные и слабые стороны научно-исследовательского проекта, а также его возможности и вероятные угрозы при помощи SWOT-анализа

Простота применения и адекватность разработки может вызвать спрос на нее, а это в свою очередь увеличит количество спонсоров. Кроме того, унифицированность и адекватность разработки может уменьшить конкурентоспособность других разработок.

Помощь в финансировании проекта могут оказать инновационные инфраструктуры.

Морфологический подход заключается в исследовании всех выявленных альтернатив, которые вытекают из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Такой подход охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены.

В ходе планирования научно-исследовательских работ определены структура и перечень работ, выполняемых рабочей группой. Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и студент. Согласно составленному плану работ длительность трудовой занятости сотрудников научно-исследовательского проекта составила 154 дня. На основе временных показателей по каждой из произведенных работ был построен календарный план-график, построенный на основе диаграммы Ганта.

Бюджет научно-технического исследования составил 1150855 руб. Он состоит из материальных затрат (87700 руб.), затрат на оплаты труда (138558 руб.), отчислений во внебюджетные фонды (43181,6 руб.) и накладных расходов (58605,94 руб.).

Определен риск возникновения неопределённых событий при выполнении НТИ: риск возникновения неопределённых событий, которые могут повлечь за собой нежелательные эффекты, существует, но вероятность наступления его маловероятна.

## 8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность – ответственность перед людьми и данными им обещаниями, когда организация учитывает интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров.

Проектируемые геофизические работы для изучения средне- и нижнеюрских отложений и определения их продуктивности будут проводиться на Аленкинском месторождении, расположенном в Томской области.

Климат в районе работ континентальный, избыточно влажный. Средняя температура воздуха летом составляет  $+18^{\circ}\text{C}$ , осенью  $-1^{\circ}\text{C}$ , зимой  $-20^{\circ}\text{C}$ , весной  $-8^{\circ}\text{C}$ . Средняя температура января -  $21^{\circ}\text{C}$ , минимальная  $-52^{\circ}\text{C}$ . Температура наиболее жаркого месяца - июля  $+18^{\circ}\text{C}$ , максимальная  $+34^{\circ}\text{C}$ . Среднегодовая температура в районе работ  $-2^{\circ}\text{C}$ .

Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками (Статья 147 ТК РФ) [13]. Согласно статье 168.1 ТК РФ, работникам, работающим в полевых условиях, работодатель возмещает: расходы по проезду; расходы по найму жилого помещения; дополнительные расходы, связанные с проживанием вне места постоянного жительства (суточные, полевое довольствие) и т.д. Размеры и порядок возмещения указанных расходов могут также устанавливаться трудовым договором [14]. На работах с вредными или опасными условиями труда, работникам бесплатно выдаются, прошедшие обязательную сертификацию, специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (Статья 221 ТК РФ) [15]. Для сотрудников, предусмотрено добровольное медицинское страхование. Имея полис ДМС на определенную сумму, получает возможность обратиться в медицинское учреждение за оказанием платных медицинских услуг.

## **8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Безопасные условия труда на производстве определяются должностными инструкциями и инструкциями по охране труда, производственной санитарии и промышленной и пожарной безопасности.

Кроме того, создаются нормальные санитарно-гигиенические условия труда; проводятся своевременные обучения и инструктирования работающих безопасности труда, рабочие обеспечены средствами индивидуальной защиты, спецодеждой и спецобувью. Организовано лечебно-профилактическое и санитарно-бытовое обслуживание работающих; расследование и учет несчастных случаев, профзаболеваний и аварий.

Геофизические организации, деятельность которых связана с освоением нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений, руководствуются требованиями и положениями Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности, Правил геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах и иными правовыми нормами и правилами в области промышленной безопасности.

### **8.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

Геофизические работы осуществляться на основании следующих правовых норм: Трудовой Кодекс Российской Федерации ФЗ-197 от 30.12.2001 (ред. от 24.04.2020) (далее – ТК РФ), [10], «Закон об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10.01.2002, [11], «Закон об охране труда в Томской области» № 83-ОЗ от 9.07.2003, [12], Правила геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах, [13].

#### Условия труда

Условия труда вахтовым методом регламентированы ст. 301 ТК РФ. Длительность вахты не превышает одного месяца. Работы ведутся посменно (не более 12 часов), согласно графику. В рабочее время не входят дни пребывания в пути до работы и обратно.

#### Оплата труда

Согласно ст. 147 ТК РФ оплата труда работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере. Минимальный размер повышения составляет 4% от оклада, установленного для работ с нормальными условиями. Существуют конкретные размеры повышения оплаты труда, которые устанавливаются работодателем.

Согласно ст. 302 ТК РФ существуют надбавки за вахтовый метод работы, устанавливаемые договором или нормативными правовыми актами Правительства Российской Федерации.

Согласно ст. 168 ТК РФ работодатель возмещает работнику: расходы на проезд, расходы по найму жилого помещения, суточные.

Согласно ст. 221 ТК РФ на работах с вредными или опасными условиями труда работникам бесплатно выдаются специальная обувь, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты. Работодатель обязан обеспечить их хранение, сушку, ремонт и замену в необходимое время.

#### Страхование

Для сотрудников предусматривается добровольное медицинское страхование, согласно которому работник может обратиться в медицинское учреждение за оказанием платных медицинских услуг.

#### Охрана труда

Ст. 217 ТК РФ предусматривает создание специальной службы по охране с опытным, подготовленным специалистом в данной области. Ответственность за организацию работ по охране труда несет руководитель организации, обязанный проводить инструктаж для работников.

Лица до 18 лет к проведению геофизических работ не допускаются. Лица, выполняющие работы должны быть обучены и допущены к работам после проверки знаний в соответствии с требованиями правил охраны труда, пожарной, промышленной и противобомбованной безопасности. Геофизические работы проводятся по утвержденному плану с указанием мероприятий по безопасности

под руководством ответственного инженерно-технического работника и с соблюдением действующих инструкций.

### **8.1.2 Организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны**

Согласно ГОСТ 12.2.061-81, [14] рабочее место, его оборудование и оснащение должно обеспечивать безопасное условие труда, охрану здоровья и длительное сохранение работоспособности работающих.

Рабочие места должны быть оборудованы средствами для тушения пожара и другими средствами, используемыми в аварийных ситуациях. В холодные периоды при работе на открытом воздухе должно предусматриваться помещение для обогрева, сушке спецодежды и обуви, также теплый туалет.

В случае использования кабины для защиты от неблагоприятных воздействий опасных и вредных производственных и природных факторов, то ее конструкция должна обеспечивать необходимые защитные функции, включая создание оптимальных микроклиматических условий, удобство выполнения рабочих операций и хороший обзор производственного оборудования и окружающего пространства.

Объем производственного помещения, приходящийся на одного работающего, должен составлять не менее 15 м<sup>3</sup>, а площадь – не менее 4,5 м<sup>2</sup>. Высота помещений от пола до низа в местах регулярного прохода людей должна быть не менее 2 м, а в местах нерегулярного прохода – не менее 1,8 м.

Взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ, безопасные действия с материалами, заготовками, полуфабрикатами, а также удобное техническое обслуживание и ремонт производственного оборудования, кратчайшие подходы (по возможности, не пересекающие транспортные пути) к рабочим местам и возможность быстрой эвакуации при аварийной ситуации. Пути и проходы должны быть обозначены и иметь достаточную освещенность.

## 8.2 Производственная безопасность

Основные элементы производственного процесса геофизических работ, формирующие опасные и вредные факторы представлены в таблице 22.

Таблица 22 – опасные и вредные факторы при оценке технического и гидродинамического состояния эксплуатационной скважины

| Этапы работ | Наименование работ   | Факторы (по ГОСТ 12.0.003-15)  |   | Нормативные документы   |
|-------------|--|--|---|---|
|             |  | Опасные  | Вредные   |   |
| 1           | 2  | 3  | 4   | 5   |
| Полевой     | Геофизические исследования в необсаженной скважине: стандартный комплекс методов каротажа  | 1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования, в том числе грузоподъемные.<br>2. Электрический ток | 1. Превышение уровней шума.<br>2. Неудовлетворительные метеорологические условия              | 1. ГОСТ 12.1.003–2014 [17]<br>2. ГОСТ 12.1.005–88. [18]<br>3. ГОСТ 12.1.029-80 [19]<br>4. ГОСТ 12.1.030–81 [20]<br>5. ГОСТ 12.1.038–82 [21]<br>6. ГОСТ 12.3.009–76 [24]<br>7. ГОСТ Р 12.1.019–2009 [25] |
| Камеральный | Обработка геофизических данных на компьютере:<br>- построение литолого-стратиграфических разрезов;<br>- построение структурных карт;<br>- корреляция данных ГИС. | 1. Электрический ток.  | 1. Недостаточная освещенность рабочей зоны.<br>2. Неудовлетворительные показания микроклимата | 1. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [22]<br>2. СП 60.13330.2012 [26]<br>3. СанПиН 2.2.4.548–96. [23]<br>4. СП 52.13330.2016 [27]<br>5. ГОСТ 12.1.005–88 [18]<br>6. ГОСТ 12.1.038– 82 [21]                       |

### 8.2.1 Анализ производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Опасные производственные факторы – воздействия, которые в определенных условиях приводят к травме, острому отравлению или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, смерти.

#### Полевые работы

##### 1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования.

При работе с подъемно-каротажной станцией, автокраном, передвижной парообразующей установкой (ППУ) происходят различные виды травматизма. Механические поражения могут быть следствием неосторожного обращения с оборудованием, инструментами (в случае аварии), стихийного бедствия, климатических факторов.

Управление геофизической аппаратурой должно производиться лицами, имеющими на это право, подтвержденное соответствующими документами. Лица, ответственные за исправное состояние и безопасную эксплуатацию оборудования назначаются приказом начальника партии. Оборудование, аппаратура и инструмент должны содержаться в исправности и чистоте, соответствовать техническим условиям завода-изготовителя и эксплуатироваться в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации. Запрещается применять не по назначению, а также использовать неисправное оборудование, аппаратуру, приспособления и средства индивидуальной защиты. Ручной инструмент (кувалды, молотки, ключи, лопаты и т.п.) содержится в исправности. Инструменты с режущими кромками и лезвиями следует переносить и перевозить в защитных чехлах и сумках. Рабочие и инженерно-технические работники, находящиеся на рабочих местах, обязаны предупреждать всех проходящих об опасности и запрещать им подходить к аппаратуре, проводам и заземлениям. Если работа производится в тёмное время суток, то необходимо добавить дополнительные источники освещения [28].

При возникновении на скважине аварийных ситуаций, угрожающих жизни и здоровью людей (пожар, выброс токсичных веществ, термальных вод и т.д.), работники геофизического подразделения должны немедленно эвакуироваться в безопасное место.

## 2. Электрический ток.

В полевых условиях электричеством снабжаются: машины, жилой передвижной вагончик, геофизическое оборудование, сварочные работы при различном ремонте оборудования, электричество поступает с дизельной 84 электростанции, мощностью 12кВт, напряжение которой не превышает 380В.

Основными причинами электротравматизма являются: ошибочное неотключение ремонтируемого элемента системы; работа без проверки правильности отключения, отсутствия заземления, работа на оборудовании с неисправной изоляцией и защитой (ГОСТ Р 12.1.019-2009). [25]

Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 защита от поражения электрическим током, используются следующие технические мероприятия:

1. Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства: защитные оболочки; защитные ограждения (временные или стационарные); безопасное расположение токоведущих частей; изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную); изоляцию рабочего места; малое напряжение; защитное отключение; предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.

2. Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы: защитное заземление; систему защитных проводов; защитное отключение; изоляцию нетоковедущих частей; электрическое разделение сети; контроль изоляции; компенсация токов замыкания на землю; средства индивидуальной защиты.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

Электрозащитные средства предназначены для защиты людей от поражения электрическим током. Средства защиты подразделяются на основные и дополнительные. К основным до 1000 В относятся: изолирующие клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки и монтерский инструмент с изолированными рукоятками. Дополнительные до 1000 В диэлектрические калоши, коврики и подставки.

Камеральные работы

1. Электрический ток.

Инженер-геофизик работает с такими электроприборами, как системный блок и монитор. Во время рабочего процесса существует опасность электропоражения в следующих случаях: при прикосновении к нетоковедущим

частям, оказавшимся под напряжением; при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением.

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов регламентированы ГОСТ 12.1.038-82 [22]. Проходя через тело человека электрический ток вызывает одно из следующих воздействий: термическое, электролитическое (разложение органических жидкостей и изменение их состава), биологическое (раздражение и возбуждение живых тканей организма).

Предельно допустимые уровни напряжений прикосновений и токов напряжением до 1000 В с частотой тока 50 Гц не должны превышать значений: при продолжительности воздействия до 1 сек. предельно допустимый уровень напряжения должен быть не более 100-200 В.

Согласно ПУЭ [30] помещения с ПЭВМ и лаборатория относятся к категории без повышенной опасности поражения электрическим током. В этих помещениях отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность (высокая влажность и температура, токопроводящая пыль и полы, химически активная или органическая среда, разрушающая изоляцию и токоведущие части электрооборудования).

К работе с электроустановками должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью и выполняемой работой. Перед началом работы с электроприбором рабочий персонал должен убедиться в исправности оборудования, проверить наличие заземления, при работе с электроустановками используют устройства защитного отключения.

Основные меры защиты: защита от прикосновения к токоведущим частям электроустановок (изоляция проводов, блокировка, сигнализация, знаки безопасности и плакаты); защиты от поражения электрическим током при контакте человека с металлическими корпусами, оказавшимися под электричеством (защитное заземление, защитное отключение).

При работе с компьютером соблюдаются требования безопасности согласно нормативным документам (ГОСТ 12.1.030-81 [20], ГОСТ 12.1.038- 82 [22]).

### **8.2.2 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению**

Вредные производственные факторы, воздействие которых на работающих в определенных условиях людей может привести к заболеванию, снижению работоспособности и отрицательному влиянию на потомстве.

#### **Полевой этап**

##### **1. Превышение уровня шума**

При геофизических исследованиях в необсаженных скважинах возрастает уровень шума на устье скважины. Источником шума являются буровая установка, удерживающая оборудование для подвода бронированного кабеля в скважину, каротажный подъемник, передвижная паровая установка (ППУ), дизельная электростанция.

Шум – это сочетание звуков различной частоты и интенсивности. Основными физическими характеристиками шума являются: частота звука, интенсивность звука, звуковое давление. Как физическое явление представляет собой совокупность звуков, слышимых в диапазоне от 16 до 20 тысяч Гц. Шум является не только причиной несчастных случаев, но и заболеваний. Следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека, до значений, не превышающих допустимые 80 дБА для рабочих мест водителей и обслуживающего персонала тракторов самоходных шасси, прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, строительно-дорожных и других аналогичных машин (ГОСТ 12.1.003-2014).

Основные мероприятия по борьбе с ударным и механическим шумом: виброизоляция оборудования с использованием пружинных, резиновых и полимерных материалов (установка дизельного генератора на полимерные проставки и пружины, чтобы уменьшить вибрацию на жилой вагончик, т.к. они

совмещены в один прицеп); звукоизоляция моторных отсеков кожухами из звукопоглощающих материалов; использование средств индивидуальной защиты (наушники, шлемы, беруши, специальные костюмы).

## 2. Неудовлетворительны метеорологические условия

Климат представляет собой комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения, величину атмосферного давления. Влияние климатических условий на организм человека достаточно сложно и многообразно. При благоприятном сочетании метеопараметров сохраняется нормальное функциональное состояние организма, и создаются предпосылки для плодотворного труда. Неблагоприятные условия снижают работоспособность, могут вызвать изменение частоты пульса, дыхания, артериального давления, напряжение нервной системы, перегрев организма и т.д.

Обслуживающий персонал геофизических партий работает на открытом воздухе, нередко при неблагоприятных метеорологических условиях, особенно в северных районах, а также в ночное время суток.

При отрицательных температурах и осадках следует ограничивать время нахождения работников на открытом воздухе, а также применять средства защиты от дождя и холода в виде дождевиков и термобелья. Данный период характеризуется повышенной заболеваемостью ОРВИ и ГРИПП, следует поддерживать постоянную температуру тела путем организации оптимального режима труда и отдыха.

В технической инструкции по проведению геофизических исследований в скважинах [26] сказано, что геофизические работы на открытом воздухе при температуре - 27°C, -29°C с ветром силой не менее 3 баллов и при температуре

-30°C, - 35°C без ветра, работающим должны предоставляться перерывы для обогрева. Продолжительность обогрева должна быть не менее 10 мин через каждый час работы. При температуре -35°C, -39°C с ветром силою не более 3 баллов без ветра - 40°C работы на открытом воздухе прекращаются.

Геофизические исследования скважин запрещается проводить во время грозы, сильных туманов, сильного дождя, так как при таких условиях с большой долей вероятности могут возникнуть аварийные ситуации, устранение которых будет осложнено метеоусловиями.

### **Камеральные работы**

#### **1. Недостаточная освещенность рабочей зоны**

При работе на компьютере, как правило, применяется одностороннее естественное боковое освещение. Искусственное освещение обеспечивается электрическими источниками света и применяется при работе в темное время суток, а днем при недостаточном естественном освещении. Источниками света в передвижной каротажной станции при искусственном освещении являются лампы накаливания.

Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении.

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 [27]).

Рабочие места операторов, работающих с дисплеями, располагают подальше от окон таким образом, чтобы оконные проемы находились с левой стороны. Если экран дисплея обращен к оконному проему, необходимы специальные экранирующие устройства. Окна лучше оборудовать светорассеивающими шторами, регулируемые жалюзи или солнцезащитной пленкой с металлизированным покрытием.

На случай внезапного (при аварии) отключения электричества, а, следовательно, рабочего освещения существует аварийный генератор, который расположен в самой каротажной станции.

#### **2. Неудовлетворительные показания микроклимата**

Микроклимат определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей.

Особенно большое влияние на микроклимат оказывают источники теплоты, находящиеся в помещении передвижной каротажной лаборатории. Источниками теплоты здесь являются ЭВМ и вспомогательное оборудование, приборы освещения, обслуживающий персонал. В каротажной станции установлен один компьютер.

В помещениях, должны соблюдаться следующие параметры микроклимата по СанПиН 2.2.4.548-96 (табл. 23).

Предварительная обработка и интерпретация относится к «Iб» категории работ.

Таблица 23 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

| Период года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Температура воздуха, °С | Температура поверхностей, °С | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|--|-------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный    | Iб (140-174)                               | 21-23                   | 20-24                        | 60-40                              | 0,1                            |
| Теплый      | Iб (140-174)                               | 22-24                   | 21-25                        | 60-40                              | 0,1                            |

Объем помещения каротажной станции составляет 12 м<sup>3</sup>. Норма подачи воздуха на одного человека, в помещении объемом до 20 м<sup>3</sup>, составляет не менее 30 м<sup>3</sup> /чел.×час. [30]

Для того чтобы обеспечить вышеуказанные параметры необходимо предусматривать систему отопления и кондиционирования или эффективную приточно-вытяжную вентиляцию. Приточно-вытяжная система вентиляции состоит из двух отдельных систем приточной и вытяжной, которые одновременно подают в помещение чистый воздух и удаляют из него загрязненный. Приточные системы вентиляции также возмещают воздух, удаляемый местными отсосами и расходуемый на технологические нужды. В помещении с ЭВМ должна каждый день выполняться влажная уборка.

### **8.3 Экологическая безопасность**

Геологическая среда - неотъемлемая часть окружающей среды, в которую входят 4 компонента: горные породы, подземные воды, животный мир и воздушный бассейн.

Экологическая безопасность – состояние природной среды, обеспечивающее экологический баланс в природе и защиту окружающей среды и человека от вредного воздействия неблагоприятных факторов, вызванных естественными процессами и антропогенным воздействием, включая техногенное и сельскохозяйственное.

#### **Влияние на литосферу**

Проведение геофизических работ в скважине может привести к загрязнению почв. Вредное воздействие на литосферу заключается в загрязнении горюче-смазочными материалами (дизельное топливо, моторное масло, в случае неисправности двигателей автомашин и неаккуратности при дозаправке), и жидкостью, которой заполнена скважина (нефть, газоконденсат, состоящий из бензиновых и керосиновых компонентов).

Так, загрязнение почвы сводится к процессам, связанным со спускоподъемными операциями с прибором. Небольшое количество бурового раствора из скважины, стекая по геофизическому кабелю, попадает непосредственно на почву во время записи каротажных диаграмм, так как буровое оборудование не обеспечивает полную очистку кабеля от скважинных жидкостей, а также во время замены скважинного прибора с него стекает жидкость.

Для предотвращения загрязнения почв на месторождении планируются регулярные контрольные проверки двигателей автомашин, перевозящих каротажные подъемники для исключения попадания горюче-смазочных материалов из двигателя на почву, а также, при проведении работ в скважине, использование нового очистного оборудования, не подлежащего износу, с двойными уплотнителями, не допускающими утечек бурового раствора по геофизическому кабелю.

## **Влияние на гидросферу**

Скважина, в которой будут проводиться проектируемые исследования находится на отсыпанном песком месте в заболоченном участке, что влечет за собой вероятность загрязнения гидросферы, путем просачивания загрязняющих агентов (нефть, газоконденсат, дизельное топливо) через песок.

Кусты должны быть оборудованы емкостями для временного хранения скважинной жидкости, которая стравливается по шлангу в емкость во избежание попадания их в гидросферу. После окончания работ отходы будут утилизированы. Автомобили должны поддерживаться в исправном состоянии.

## **Влияние на атмосферу**

Источником загрязнения атмосферы будут являться выхлопные газы от работы каротажной станции, дизельного электрогенератора, которые содержат в себе оксид азота ( $\text{NO}^2$ ), оксид углерода ( $\text{CO}$  – угарный газ), диоксид серы ( $\text{SO}^2$ ), сажу, а также выбросы газа и газоконденсата из исследуемой скважины, в состав которого входят легкие углеводороды (метан, этан, пропан, бутан и др.), в наибольшей концентрации это – метан (до 96%).

По ГН 2.2.5.1313-03 [31] предельная допустимая среднесуточная концентрация данных веществ будет составлять: оксиды азота: 0,04-0,06 мг/м<sup>3</sup>; оксид углерода: 3 мг/м<sup>3</sup>; диоксид серы: 0,05 мг/м<sup>3</sup>; метан: 7000 мг/м<sup>3</sup>.

Для исключения сверхнормативного выброса в атмосферу загрязняющих веществ, планируется использование исправных установок с ежемесячным контролем за выбросом загрязняющих веществ, снабжение выхлопных труб автомобилей нейтрализаторами, которые очищают выхлопные газы от вредных примесей. Создание зоны зелёных насаждений вдоль дорог. Данная мера позволяет вполнину уменьшить вредное воздействие автомобильных выбросов на окружающую среду. Одно дерево за год поглощает объём выхлопных газов, выделяемый среднестатистической машиной за 25 000 км пробега. А также проверка и ремонт устьевого оборудования, чтобы минимизировать выбросы

природных углеводородов (согласно типовым инструкциям по безопасности геофизических работ [32]).

#### **8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Каждый работник компании обязан знать свои действия и обязанности в случае возникновения ЧС. Поэтому в каждой рабочей партии при проектировании работ разрабатываются или обновляются планы действий при ЧС.

В районе работ могут возникнуть ЧС техногенного характера (транспортные аварии, пожары, взрывы зарядов, внезапное обрушение зданий и сооружений, аварии на электроэнергетических сетях), а также природного (сильный снегопад, мороз, бури, поздний ледостав, раннее вскрытие рек).

Действия при возникновении ЧС:

1. Не паниковать;
2. Остановить работы, повлекшие к возникновению ЧС;
3. Сообщить о происшествии диспетчеру или руководителю, а также остальным рабочим (местонахождение, тип происшедшего случая, имена пострадавших, тип травмы или повреждения и т.п.).

На данном участке, где предполагается провести геофизические работы может возникнуть такая чрезвычайная ситуация как пожар.

Причинами возникновения пожаров в полевых условиях являются: неосторожное обращение с огнем; неисправность или эксплуатация электрооборудования без соблюдения правил техники безопасности; неисправность и перегрев отопительных электрообогревателей; разряды статического электричества, чаще всего происходящие при отсутствии

заземлений; неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса.

Ответственность за соблюдение пожарной безопасности, за своевременное выполнение противопожарных мероприятий и исправное содержание средств пожаротушения несет начальник 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:

1. Огнетушитель (ОУ-2) – 1 шт. (на каждую машину)
2. Ведро пожарное – 1 шт.
3. Топоры – 1 шт.
4. Ломы – 2 шт.
5. 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.

Также возможно возникновение пожара в каротажной станции.

Общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения регламентируются Федеральным законом от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 02.07.2013). [33]

По пожарной и взрывной опасности, (согласно НПБ 105-03 [34]), 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).

В 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

## **8.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **8.5.1 Специальные нормы трудового законодательства**

Согласно перечню мероприятий [35] на объектах (месторождениях) компании применяется вахтовый метод работы: 15/15, дневная смена – с 8:00 до 20:00, ночная смена с 20:00 до 8:00. Время для отдыха и приёма пищи – с 12:30 до 14:00. Оплата труда работников, занятых на тяжелых работах, работах с вредными и опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере по сравнению с тарифными ставками (Статья 147 ТК РФ) [13]. Согласно статье 168.1 ТК РФ, работникам, работающим в полевых условиях, работодатель возмещает: расходы по проезду; расходы по найму жилого помещения; дополнительные расходы, связанные с проживанием вне места постоянного жительства (суточные, полевое довольствие) и т.д.

Размеры и порядок возмещения указанных расходов могут также устанавливаться трудовым договором [36]. На работах с вредными или опасными условиями труда, работникам бесплатно выдаются, прошедшие обязательную сертификацию, специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (Статья 221 ТК РФ) [15]. Для сотрудников компании, предусмотрено добровольное медицинское страхование. Сотрудник, имея полис ДМС на определенную сумму, получает возможность обратиться в медицинское учреждение за оказанием платных медицинских услуг.

### **8.5.2 Организационные мероприятия**

Геофизические работы в скважинах должны производиться после принятия скважины у представителя «заказчика», как правило, это мастер участка или главный геолог, под руководством ответственного специалиста геофизического предприятия «подрядчика» – начальника партии.

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 размещении скважинного оборудования на искусственных сооружениях геофизическое оборудование, аппаратура и материалы размещаются согласно схемам, совместно разработанным и утвержденным «заказчиком» и геофизическим предприятием с учетом размеров и конструктивных особенностей куста эксплуатационных скважин.

Обустройство устья скважины должно обеспечивать удобство монтирования устьевого оборудования, спуска, замены и извлечения скважинных приборов.

Автокран, ППУ, каротажный подъемник должны быть исправны для бесперебойного обеспечения выполнения геофизических работ.

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. [4]

Мостки на устье скважины должны быть исправны и очищены от нефти, смазочных материалов, снега, льда. 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 (носилок, ремней, клещевых захватов и т.д.). Прочность крепления скважинных приборов, аппаратов и грузов к кабелю должна быть не более  $2/3$  разрывного усилия кабеля. Длина кабеля должна быть такой, чтобы при спуске прибора на максимальную глубину на барабане лебедки оставалось не менее половины последнего ряда витков кабеля. Контроль за спуском (подъемом) скважинных снарядов должен выполняться по показаниям измерителей скорости, глубин и натяжений кабеля. Каротажный подъемник должен фиксироваться на месте установки стояночным тормозом, упорными башмаками так, чтобы исключалось его смещение при натяжении кабеля, равном максимальной грузоподъемности лебедки. Перед началом работ на скважине должна проверяться исправность систем тормозного управления, кабелеукладчика, защитных ограждений подъемника, надежность крепления лебедки к раме автомобиля, целостность заземляющих проводников геофизического оборудования. В процессе выполнения работ после подачи предупредительного сигнала запрещается нахождение людей в пределах опасных зон [32].

Вывод: в данном разделе были рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением безопасности труда работников геофизического предприятия.

Проанализировали вредные и опасные производственные факторы, которые могут влиять на работу геофизика. К основным вредным факторам,

которые могут влиять на состояние здоровья и работоспособность геофизика, относятся: отклонение показателей микроклимата, повышенный уровень шума, недостаточная освещенность место работы. К основным опасным факторам относятся: электрический ток, движущиеся машины и механизмы производственного оборудования. Проанализировав производственные факторы, привели рекомендации по организации рабочего места так, чтобы снизить уровень влияния этих факторов на здоровье человека и повысить его работоспособность.

Также были рассмотрены вредоносное влияние геофизической работы на экосистему и рекомендации по его снижению.

На нефтяных месторождениях при нарушении технологии геофизических исследований и эксплуатации зачастую возникают непредвиденные неблагоприятные ситуации. К ним относятся незапланированные выбросы углеводородов, которые зачастую сопровождаются пожарами, которые еще более усугубляют положение. В камеральных условиях встречаются в основном пожары, из-за несоблюдения правил противопожарного инструктажа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная выпускная квалификационная работа выполнена на основании изучения геолого-геофизической характеристики объекта исследования и анализе основных результатов ранее проведенных геофизических исследований Тамратского месторождения.

На основе поставленных геофизических задач создана проектная поисковая скважина, построена физико-геологической модель объекта исследования, выбран комплекс геофизических методов и приведено его обоснование. Рассмотрена методика проектируемых работ, приведена краткая характеристика выбранной аппаратуры, с помощью которой будет проводиться комплекс геофизических работ. Также приведена интерпретация геофизических данных.

В специальной части рассмотрен новый прибор PS Platform, описано сочетание надежности с новыми технологиями датчиков в объединенной системе и его техническая характеристика. Приведен пример его применения и сбора данных.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований, определены их возможные альтернативы, составлен SWOT-анализ. Выполнено планирование научно-исследовательской работы и определены ресурсные, финансовые, бюджетные, социальные и экономические эффективности исследования.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ опасных и вредных производственных факторов, представлено обоснование мероприятий по снижению уровня их воздействия, выявлены источники загрязнения окружающей среды и показаны средства ее защиты. Рассмотрены наиболее вероятные чрезвычайные ситуации на рабочем месте.

### Список использованных источников

1. Геологическая интерпретация геофизических данных: учебное пособие /А.В.Ежова; Томский политехнический университет 3-е изд. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. 29 с.
2. Геофизическое исследование скважин и интерпретация данных ГИС: учебное пособие / В. Н. Косков, Б. В. Косков; Издательство Пермского государственного технического университета 2007.
3. Геофизические методы изучения геологопромысловых характеристик продуктивных пластов: Методическое пособие к практическим занятиям по промысловой геологии / Ю. П. Балабанов, И. П. Зинатуллина Казань 2016.
4. РД 153-39.0-072-01 от 7 мая 2001 г. №134 «Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах», утвержденный Минэнерго России. – М.: 2001.
5. Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности «Геофизические методы и поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» / Т. Г. Динер Нижняя Тура 2017.
6. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).
7. Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об охране окружающей среды».
8. «Закон об охране труда в Томской области» №83-ОЗ от 9.07.2003.
9. Правила геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах. –М.:1999. – 67 с.
10. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам. – 2001.
11. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация Текст. – Введ. 1976 - 01 - 01. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам: Изд-во стандартов. 1975. – 8 с.

12. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – 2008.

13. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России. 2001. – 20 с.

14 СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. – 2016.

15. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Общие требования безопасности. – 1984.

16. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защиты. М.: Стандартформ. 2006.

17. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. М.: 2007. – 10 с.