

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

Школа – Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки – Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

| Тема работы |
|--|
| Литолого-петрофизическая зональность карбонатных пород-коллекторов для модели окаймленного шельфа на примере Осинского горизонта Непского свода (Восточная Сибирь) |

УДК: 552.578.2.061.4:552.54-047.58(571.5)

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|--|------------|
| 2ТМ81 | Тепляшин Михаил Андреевич |  | 10.08.2020 |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------|--------------|------------------------|---|------------|
| Ведущий эксперт | Чернова О.С. | д.г.-м.н. |  | 10.08.2020 |

Руководитель отделения

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------|--------------|------------------------|---------|------------|
| Профессор ОНД ИШПР | Мельник И.А. | д.г.-м.н. | | 10.08.2020 |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------|-------------------|------------------------|---|------------|
| Доцент ОНД ИШПР | Рукавишников В.С. | Ph. D. |  | 10.08.2020 |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------|------------------------|---|------------|
| Профессор ОНД | Белозеров В.Б. | д.г.-м.н. |  | 10.08.2020 |

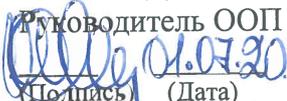
ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------|---|------------|
| 21.04.01 Нефтегазовое дело | Профессор ОНД Чернова О.С. | д.г. – м.н. |  | 10.08.2020 |

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

Школа – Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) – Нефтегазовое дело
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:


 Руководитель ООП
 О.С. Чернова
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|--------------------------|
| магистерской диссертации |
|--------------------------|

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------|
| 2ТМ81 | Тепляшин Михаил Андреевич |

Тема работы:

| | |
|--|--------------------------------|
| Литологическая и петрофизическая зонация карбонатных коллекторов в модели окаймленного шельфа на примере Осинского горизонта Непского свода (Восточная Сибирь) | |
| Утверждена приказом директора ИШПР (дата, номер) | Приказ № 204-9/с от 22.07.2020 |

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.08.2020

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|--|
| Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i> | Объектом исследования являются карбонатные отложения Осинского горизонта. Работа выполнялась на ПК, режим работы периодический, 8 часов пн-пт с перерывом на обед. Требования к ПК – процессор Intel Core i3-5005U CPU 2.00 GHz, Оперативная память 4 Гб. ОС Windows 10 x64. |
|--|--|

| | |
|--|--|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>Задачами работы являются: геологическое описание месторождения; определение литологических и петрографических свойств; определение петрофизических параметров коллектора; создание двух геологических моделей в программном продукте ROXAR RMS 2013 при помощи GPM модуля и стохастического распределения свойств.</p> <p>Оценка результатов работы, сравнение перспективного влияния на разработку горизонта.</p> <p>Дополнительные разделы работы: финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение и социальная ответственность</p> |
|--|--|

| | |
|--|---|
| <p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <p>- Таблицы - Рисунки</p> |
|--|---|

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

| Раздел | Консультант |
|---|---|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность | Рукавишников В.С., доцент ОНД ИШПР, ТПУ |
| Социальная ответственность | Белозеров В.Б., Профессор ОНД ИШПР, ТПУ |
| Раздел, выполняемый на иностранном языке | Чернова О.С., Профессор ОНД ИШПР, ТПУ |

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Review of the literature

| | |
|--|---------------------|
| <p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p> | <p>01.04.2020г.</p> |
|--|---------------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------|--------------------------|------------------------|---|------------|
| Профессор ОНД ИШПР ТПУ | Чернова Оксана Сергеевна | Д.Г.-М.Н. |  | 01.07.2020 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---|--------------|
| 2ТМ81 | Тепляшин Михаил Андреевич |  | 01.07.2020г. |

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

Студенту:

| | |
|---------------|---------------|
| Группа | ФИО |
| 2ТМ81 | Тепляшин М.А. |

| | | | |
|---------------------|--|------------------------------|-------------------------------------|
| Школа | Инженерная школа природных ресурсов | Отделение школы (НОЦ) | Отделение нефтегазового дела |
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность | 21.04.01 «Нефтегазовое дело» |

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

| | |
|---|--|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

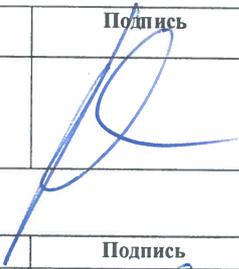
| | |
|---|--|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | |
| 3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i> | |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

| |
|------------------------------|
| 1. <i>Расчетные формулы;</i> |
| 2. <i>Таблицы;</i> |
| 3. <i>Рисунки</i> |

| | |
|---|--------------|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | 01.07.2020г. |
|---|--------------|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---|--------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Профессор ОНД ИШПР, ТПУ | Рукавишников Валерий Сергеевич | Д.Г.-М.Н. |  | 01.07.2020г. |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|---------------------------|---|--------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 2ТМ81 | Тепляшин Михаил Андреевич |  | 01.07.2020г. |

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | |
|--------|---------------------------|
| Группа | ФИО |
| 2ТМ81 | Тепляшин Михаил Андреевич |

| | | | |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Школа | Инженерная школа природных ресурсов | Отделение школы (НОЦ) | Отделение нефтегазового дела |
| Уровень образования | Магистратура | Направление/специальность | 21.04.01 «Нефтегазовое дело» |

Тема ВКР:

Усовершенствование процесса предотвращения выноса песка из скважин при разработке газоконденсатных месторождений

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

2. Производственная безопасность:

- 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов
- 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

01.07.2020г.

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---------|--------------|
| Профессор ОНД ИШПР ТПУ | Белозеров Владимир Борисович | Д.Г.-М.Н. | | 01.07.2020г. |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|--------------|
| 2ТМ81 | Тепляшин Михаил Андреевич | | 01.07.2020г. |

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

Школа – Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) – Нефтегазовое дело
 Уровень образования – магистратура
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение нефтегазового дела
 Период выполнения – (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация
 (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы: 10.08.2020г.

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|--|------------------------------------|
| | <i>Обзор литературы</i> | 5 |
| | <i>Введение</i> | 10 |
| | <i>Общая часть</i> | 40 |
| | <i>Социальная ответственность</i> | 10 |
| | <i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i> | 15 |
| | <i>Раздел, выполняемый на иностранном языке</i> | 10 |
| | <i>Презентация</i> | 10 |
| | <i>Итого</i> | 100 |

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------|---|----------|
| Профессор ОНД ИШПР ТПУ | Чернова Оксана Сергеевна | Д.Г-М.Н |  | 01.07.20 |

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------|---|----------|
| Профессор ОНД ИШПР ТПУ | Чернова Оксана Сергеевна | Д.Г-М.Н |  | 01.07.20 |

РЕФЕРАТ

Данная работа включает в себя 103 страницы, 11 таблиц, 41 рисунков, 30 источников.

Ключевые слова: КАРБОНАТНЫЙ КОЛЛЕКТОР, ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ПОРИСТОСТЬ, ПРОНИЦАЕМОСТЬ, ОСИНСКИЙ ГОРИЗОНТ, ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, НЕОДНОРОДНОСТЬ.

Цель работы: Построить трехмерное изображение петрофизических и литологических свойств карбонатных пород на примере упомянутого выше Осинского горизонта и оценить их влияние на разработку на качественном уровне.

Результатом работы стали упрощенные модели распределения петрофизических свойств карбонатного коллектора Осинского горизонта, систематизация и обобщение имеющихся данных о строении Осинского горизонта и о строении карбонатных коллекторов в целом, потенциальная оценка влияния различных свойств на разработку, разработка предложений по исследованию Осинского горизонта.

Областью применения является разработка нефтяных и газовых месторождений.

ABSTRACT

This work includes 103 pages, 11 tables, 41 figures, 30 sources.

Key Words: CARBONATE RESERVOIR, GEOLOGICAL MODELLING, POROSITY, PERMEABILITY, OSINSKY HORIZON, PETROPHYSICAL PROPERTIES, HETEROGENEITY.

The purpose: to construct three dimensional images of petrophysical and lithological properties of reservoir rocks exemplified by the Osinsky horizon (Eastern Siberia) and to try to estimate the influence of one of this on the development.

The results of the work are: simplified models of distribution of petrophysical properties of Osinsky horizon carbonate reservoir, systematization and generalization of available data on the structure of the Osinsky Horizon and on the structure of carbonate reservoirs in general, potential assessment of the impact of various properties on development, development of proposals for additional investigation of the Osinsky horizon.

The field of application is the development of oil and gas fields.

Список сокращений

- ГИС – геофизические исследования скважин
- ГК – гамма-каротаж
- ПС – каротаж самопроизвольной поляризации
- НГК – нейтронный гамма-каротаж
- АК – акустический каротаж
- ИК – индукционный каротаж
- БК – боковой каротаж
- МБК – микробоковой каротаж
- НГКМ – нефтегазоконденсатное месторождение
- ВНК – водонефтяной контакт
- ГНК – газонефтяной контакт
- КИН – коэффициент извлечения нефти
- КИГ – коэффициент извлечения газового конденсата
- ЭМИ – электромагнитное излучение

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение | 18 |
| Глава 1. Обзор литературы | 21 |
| Глава 2. Геологическое описание | 24 |
| 2.1 Общее описание месторождение | 24 |
| 2.2 Геологическое описание Осинского горизонта | 27 |
| Глава 3. Краткое описание и гетерогенность карбонатных пород | 33 |
| 3.1 Классификация карбонатных пород | 33 |
| 3.2 Гетерогенность карбонатных коллекторов | 38 |
| Глава 4. Геологическое моделирование | 41 |
| 4.1 Распределение пористости | 46 |
| 4.4 Литологическая гетерогенность | 49 |
| 4.5 Распределение проницаемости | 51 |
| Глава 5. Потенциальное влияние петрофизических свойств на разработку | 55 |
| Глава 6. Социальная ответственность | 60 |
| 6.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды | 60 |
| 6.1.1 Физико-химическая природа вредности и воздействие факторов на организм человека | 60 |
| 6.1.2 Допустимые нормы | 64 |
| 6.2 Предлагаемые средства защиты | 68 |
| 6.2.1 Защита в чрезвычайных ситуациях | 71 |
| 6.3 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 72 |
| 6.3.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны | 72 |
| Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 75 |
| 7.1 Материальные затраты исследования | 75 |
| 7.2 Расходы, связанные с заработной платой | 76 |
| 7.3 Прочие отчисления | 77 |
| 7.4 Расходы, связанные с аппаратом управления и хозяйственными нуждами | 78 |
| 7.5 Определение различных типов эффективности | 79 |
| Заключение | 83 |
| Список использованных источников | 86 |
| 1. Review of the literature | 90 |

Результаты освоения основной образовательной программы (DD)

| Код | Результат обучения* | Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон |
|--|---|---|
| Общие по направлению подготовки (специальности) | | |
| Р1 | <p>Применять естественнонаучные, математические, гуманитарные, экономические, инженерные, технические и глубокие профессиональные знания в области современных нефтегазовых технологий для решения прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем, соответствующих профилю подготовки</p> | <p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1; УК-2; УК-3, УК-4; УК-5; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6; ПК-7; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-23), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами), (40.116 Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений), (40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам), (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)</p> |
| Р2 | <p>Планировать и проводить аналитические и экспериментальные исследования с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в сложных и неопределённых условиях; использовать принципы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности</p> | <p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1; УК-2; УК-4; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-22; ПК-23), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами), (40.116 Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений), (40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским</p> |

| | | |
|-----------|--|--|
| | | <i>разработкам), (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)</i> |
| Р3 | Проявлять профессиональную осведомленность о передовых знаниях и открытиях в области нефтегазовых технологий с учетом передового отечественного и зарубежного опыта; использовать инновационный подход при разработке новых идей и методов проектирования объектов нефтегазового комплекса для решения инженерных задач развития нефтегазовых технологий, модернизации и усовершенствования нефтегазового производства | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (<i>УК-1; УК-2; УК-4; УК-5; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-18; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23</i>), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами), (40.116 Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений), (40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам); (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии) |
| Р4 | Выбирать оптимальные решения в многофакторных ситуациях, владеть методами и средствами технического моделирования производственных процессов и объектов нефтегазовой отрасли; управлять технологическими процессами, обслуживать оборудование, использовать любой имеющийся арсенал технических средств, обеспечивать высокую эффективность при разработке нефтегазовых объектов | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (<i>УК-1; УК-2; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-15; ПК-16; ПК-17; ПК-20</i>), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами), (40.116 Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений), (40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам); (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии) |

| | | |
|-----------|---|---|
| P5 | Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности; активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (<i>УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; ОПК-2; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ПК-1; ПК-2; ПК-8; ПК-16; ПК-18; ПК-21; ПК-23</i>), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 <i>Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами</i>), (40.116 <i>Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений</i>), (40.011 <i>Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам</i>); (19.007 <i>Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата</i>), (19.021 <i>Специалист по промысловой геологии</i>) |
| P6 | Работать эффективно в качестве члена и руководителя команды, умение формировать задания и оперативные планы всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, нести ответственность за результаты работы; координировать работу групп по извлечению и совершенствованию добычи нефти, газа и газового конденсата, передавать знания через наставничество и консультирование | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (<i>УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-6; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-15; ПК-23</i>), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 <i>Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами</i>), (40.116 <i>Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений</i>), (40.011 <i>Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам</i>); (19.007 <i>Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата</i>), (19.021 <i>Специалист по промысловой геологии</i>) |
| P7 | Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы для реализации техно-логических процессов нефтегазовой области, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (<i>УК-3; ОПК-1; ОПК-2; ПК-1; ПК-3; ПК-6; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-21; ПК-22</i>), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 <i>Специалист в области проектирования</i> |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды</p> | <p>автоматизированных систем управления технологическими процессами), (40.116 Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений), (40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам); (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)</p> |
| <p>Профиль 1 – Геолого-геофизические проблемы освоения месторождений нефти и газа</p> | | |
| <p>Р8</p> | <p>Предлагает процедуры анализа и оценки геологических объектов по данным геолого-геофизической изученности и скважинных исследований в целях разработки программы исследований и технологических мероприятий для конкретного типа месторождений углеводородов</p> | <p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1; УК-2; УК-3; УК-5; ОПК-1; ОПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-12; ПК-15; ПК-17; ПК-19; ПК-20), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами), (40.116 Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений), (40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам); (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)</p> |

| | | |
|--|--|--|
| P9 | Предлагать процедуры оценки эффективности промышленных работ и оптимизации работы оборудования при добыче нефти, газа и газового конденсата, обеспечение энергоэффективности технологических процессов | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (<i>УК-1; УК-2; УК-3; УК-5; ОПК-1; ОПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-12; ПК-15; ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-23</i>), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 <i>Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами</i>), (40.116 <i>Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений</i>), (40.011 <i>Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам</i>); (19.007 <i>Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата</i>), (19.021 <i>Специалист по промышленной геологии</i>) |
| P10 | Обеспечивать внедрение новых методов при построении геолого-геофизических моделей; материалов и нефтегазового оборудования в осложненных условиях эксплуатации нефтяных и газовых скважин | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (<i>УК-1; УК-2; УК-4; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6; ПК-8; ПК-12; ПК-12; ПК-13; ПК-16; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-21</i>), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 <i>Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами</i>), (40.116 <i>Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений</i>), (40.011 <i>Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам</i>); (19.007 <i>Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата</i>), (19.021 <i>Специалист по промышленной геологии</i>) |
| Профиль 2. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений | | |
| P11 | Контролировать выполнение требований регламентов для обеспечения добычи нефти, газа | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (<i>УК-1; УК-2; УК-4; ОПК-1; ОПК-4; ОПК-6; ПК-1; ПК-5; ПК-6; ПК-12; ПК-15; ПК-16; ПК-18; ПК-19; ПК-23</i>), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, |

| | | |
|------------|---|--|
| | и газового конденсата | 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами) , (40.116 Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений) , (40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам) ; (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата) , (19.021 Специалист по промысловой геологии) |
| P12 | Совершенствовать, разрабатывать мероприятия и/или подготавливать бизнес-предложения по технологическому процессу и технологическим мероприятиям при добыче нефти, газа и газового конденсата | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1; УК-2; УК-3; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами) , (40.116 Специалист по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений) , (40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам) ; (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата) , (19.021 Специалист по промысловой геологии) |
| P13 | Корректировать программы работ по добыче нефти, газа и газового конденсата, выбирать и принимать решения в нестандартных ситуациях, опираясь на государственные стандарты в области нефтегазодобычи | Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2; УК-3; УК-4; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ПК-1; ПК-3; ПК-6; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-18; ПК-19; ПК-21; ПК-22), CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10...), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: (40.178 Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами) , (40.116 Специалист |

| | | |
|--|--|--|
| | | <i>по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением, и/или подъемных сооружений), (40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам); (19.007 Специалист по добыче нефти, газа и газового конденсата), (19.021 Специалист по промысловой геологии)</i> |
|--|--|--|

Введение

На данный момент, большая часть нефти и газа, добывается из терригенных отложений. Однако, немалая часть углеводородов сосредоточена и в карбонатных коллекторах. Например, по некоторым оценкам (например, см. журнал «Сибирская нефть», номер 138 за февраль 2017 года), на данный момент до 60% нефти в мире сейчас содержится в карбонатных коллекторах.

Почему же карбонатным породам уделяется недостаточное внимание, по сравнению с терригенными работами? Дело в том, что карбонаты являются более сложным объектом разработки, в силу ряда причин, таких как высокое влияние вторичных процессов на петрофизические свойства, необходимость дополнительных исследований и т.д.

Таким образом, для того чтобы эффективно решать проблемы, связанные с разработкой карбонатных коллекторов, необходимо постоянно проводить соответствующие исследования в данной области. Учитывая сложность строения карбонатных коллекторов, особенно необходимы исследования в области литологической и петрофизической зонации карбонатных коллекторов.

Именно на этом основана важность данной исследовательской работы в контексте сегодняшнего дня.

Главная цель моей выпускной квалификационной работы «Литологическая и петрофизическая зонация карбонатных коллекторов в модели окаймленного шельфа на примере Осинского горизонта Непского свода (Восточная Сибирь)» заключается в том, чтобы построить трехмерное изображение петрофизических и литологических свойств карбонатных пород на примере упомянутого выше горизонта и оценить их влияние на разработку на качественном уровне.

Значимость моей работы также подтверждается тем фактом что множество нефтегазовых ресурсов в мире аккумулированы в карбонатах,

например, Приразломное нефтегазовое месторождение, Верхнечонское нефтяное, газовое и газоконденсатное месторождение. В наши дни, инженеры нефтегазовой сферы вынуждены решать новые вызовы, связанные с извлечением этих ресурсов наиболее эффективными методами, и им необходимо понимать, как литологическая и петрофизическая зонация в карбонатах может повлиять на разработку в моделях окаймленного шельфа.

Таким образом, в данной выпускной квалификационной работе представлена попытка решить эту проблему для одной небольшой локальной структуры.

Объектом данной работы является Осинский карбонатный горизонт Верхнечонского нефтеконденсатного месторождения.

Предметом данной работы является литологическая и петрофизическая зонация карбонатного коллектора Осинского горизонта.

В русской литературе нет подобных работ, посвященных именно Осинскому горизонту. Самой близкой к данной теме работой является, скорее всего, статья «A case study of the Verkhnechenskoye field: Theory and Practice of Eastern Siberia Complex Reservoir Development.», написанной для конференции «SPE Oil and Gas Conference 2017» авторами-сотрудниками компании ПАО «Верхнечонскнефтегаз». В данной статье рассматриваются проблемы, связанные в целом с Верхнечонским месторождением, однако здесь также затрагиваются вопросы, связанные с геологией и петрофизикой Осинского горизонта.

Некоторые из использованных ниже данных были взяты мной из данной статьи.

Что касается методов исследования, использованных в данной работе, ниже представлен их полный список.

1. Сбор, классификация и анализ научных данных
2. Моделирование с использованием специального программного продукта;
3. Сравнение полученных данных;

4. Синтез результатов на основании полученных данных.

Как было сказано выше, в русской литературе нет подобных работ, посвященных Осинскому горизонту. Этим объясняется научная новизна и важность данной работы.

Реализация и апробация данной работы не проводилась на практике, так как ее результаты в большей степени являются сугубо теоретическими, и проверить их возможно лишь в результате дальнейшей доразведки месторождения и эксплуатации месторождения. Тем не менее, проводилось сопоставление полученных результатов с имеющимися данными разведки горизонта. Результат такого сопоставления был признан удовлетворительным для целей данной работы.

Глава 1. Обзор литературы

В данной работе было использовано несколько англоязычных научных статей. Их список вместе с кратким описанием их содержания представлен ниже:

1) Permeability Estimation for Carbonate Reservoir (Case Study/ South Iraqi Field)

В статье “Permeability Estimation for Carbonate Reservoir (Case Study/ South Iraqi Field)”, написанной Самахером А. Лазимой, Самирой М. Хамд-Аллахб и Али Гуссейном Джавадом, описаны несколько умозаключений о гетерогенности карбонатов месторождения Мишриф в южном Ираке, определенное по методу гидравлических единиц (ГЕ) и глобальных гидравлических элементов (ГГЭ), которые зависят от концепции индекса качества коллекторов (ИКК). В первой части статьи, авторы рассуждают о том, что проницаемость и ее распределение играют большую роль в эффективном процессе разработки. Помимо этого, они также заявляют о том, что вторичная имеет огромное влияние на проницаемость в карбонатных коллекторах. Далее, авторы анализируют данные с образцов керна для определения уравнения отношения проницаемость-пористости. Для этого они начертили график зависимости проницаемости от пористости для формации Мишриф. Далее, авторы статьи дают некоторую информацию о концепции гидравлических единиц коллектора. Гидравлические единицы коллектора представляют собой элементарные единицы объема коллектора, обладающие общими геологическими и петрофизическими свойствами. ГЕ играют важную роль в предсказании характеристик потока. Авторы начертили график зависимости индекса качества коллекторов (ИКК) от $RNI Z$ (объем пор деленный на объем скелета) и определили зависимости. После этого, авторы рассказали о проблеме ГЕ – гидравлических единиц слишком много. Здесь же они сообщают о решении этой проблемы – Глобальных Гидравлических Единицах (всего их десять), и каждая из них содержит свой

набор гидравлических единиц. ГГЕ выделяются в зависимости от набора гидравлических единиц потока. Такая петрофизическая классификация коллекторов особенно полезна для карбонатных коллекторов. Карбонаты могут иметь как простой, (например, мел) так и очень сложный набор ГГЕ. Именно такая ситуация сложилась в формации Мишриф. Таким образом, анализ и описание керна играет важную роль в петрофизическом моделировании. Карбонаты обладают сложным строением, часто без адекватной зависимости проницаемость-пористость, поэтому необходимо использовать концепцию кластеров ГГЕ, в формации Мишриф существует три таких кластера.

2) A case study of the Verkhnechenskoye field: Theory and Practice of Eastern Siberia Complex Reservoir Development.

**примечание: данная статья представляет собой большую и монументальную работу, рассматривающую большое количество проблем, связанных с разработкой Верхнечонского НГКМ. В моей работе будут использованы только данные, связанные с Осинским горизонтом, обзор ниже сделан только по этим разделам статьи.*

В статье «A case study of the Verkhnechenskoye field: Theory and Practice of Eastern Siberia Complex Reservoir Development», написанной для конференции «SPE Oil and Gas Conference 2017» авторами: А. Чиргуном, А. Левановым, Ю. Гордеевым и А. Лазеевым, А. Тимчуком, рассказывается о разработке Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения, сложных случаях и вызовах, стоящих перед инженерами-разработчиками, например, высокая соленость пластовой воды или даже поры, забитые солью. Авторы дают множество информации о строении пласта и его свойствах. В первой части статьи, авторы дают некоторую информацию о Верхнечонском НГКМ; например, они рассказывают, что месторождение было открыто в 1978 году. Это произошло в Восточной Сибири, примерно в 1000 километрах от озера Байкал. Разработка месторождения началась в 2008 году. Что же касается данных об Осинском горизонте, в первую очередь, авторы

отмечают, что горизонт является частью усольской свиты и залегает в среднем на глубине в 1000 метров (или 3281 фут). Далее, Осинский горизонт представлен доломитами с преобладающим типом вторичной пористости, и в основном наполнен природным газом. В настоящее время, Осинский горизонт находится на стадии оценки запасов. Авторы также отмечают, что продуктивность новых скважин, пробуренных вблизи зон с высоким содержанием солей, далека от предсказанных значений, что является большим вызовом. На базе Осинского горизонта планируется сделать подземное газохранилище, чтобы закачивать туда попутный газ из нефти других пластов, т.к. Осинский горизонт обладает плохими коллекторскими свойствами, к примеру, средней проницаемостью на уровне 1,6 мД. В конце статьи, авторы сообщают, что Осинский горизонт, вероятно, обладает очень большими запасами природного газа. Обобщая вышесказанное, большая часть статьи посвящена данным о разработке и связанных с ней экономике, неопределенностях, рисках, но в ней есть также некоторая информация об Осинском горизонте, что является важным для моей работы.

Помимо этих статей, также было использовано несколько объемных научных работ: 1) “Характеристика карбонатных коллекторов. Интегрированный подход” Джерри Люсиа; 2) “Гетерогенность карбонатных коллекторов. Преодолевая вызовы” Валида Таваколи и 3) “Технологическая схема разработки Верхнечонского месторождения (2011 года)”; 4) “Атлас структур и текстур осадочных пород” Михаила Хабакова; 5) “Уплотнение осадка и применение его в геологической науке (Глава 2: «Пористость в карбонатах»)» авторства Тройи Даз and Соумьяджит Мухерджи; 6) Другие работы, полный перечень которых представлен в «списке использованных источников» в конце данной работы (смотри содержание).

Глава 2. Геологическое описание

Нэпский свод относится к Верхнечонскому нефтегазоконденсатному месторождению (смотри Рисунок 2.1). Верхнечонское месторождение расположено в Восточной Сибири, примерно в 1000 километрах к северу от озера Байкал.

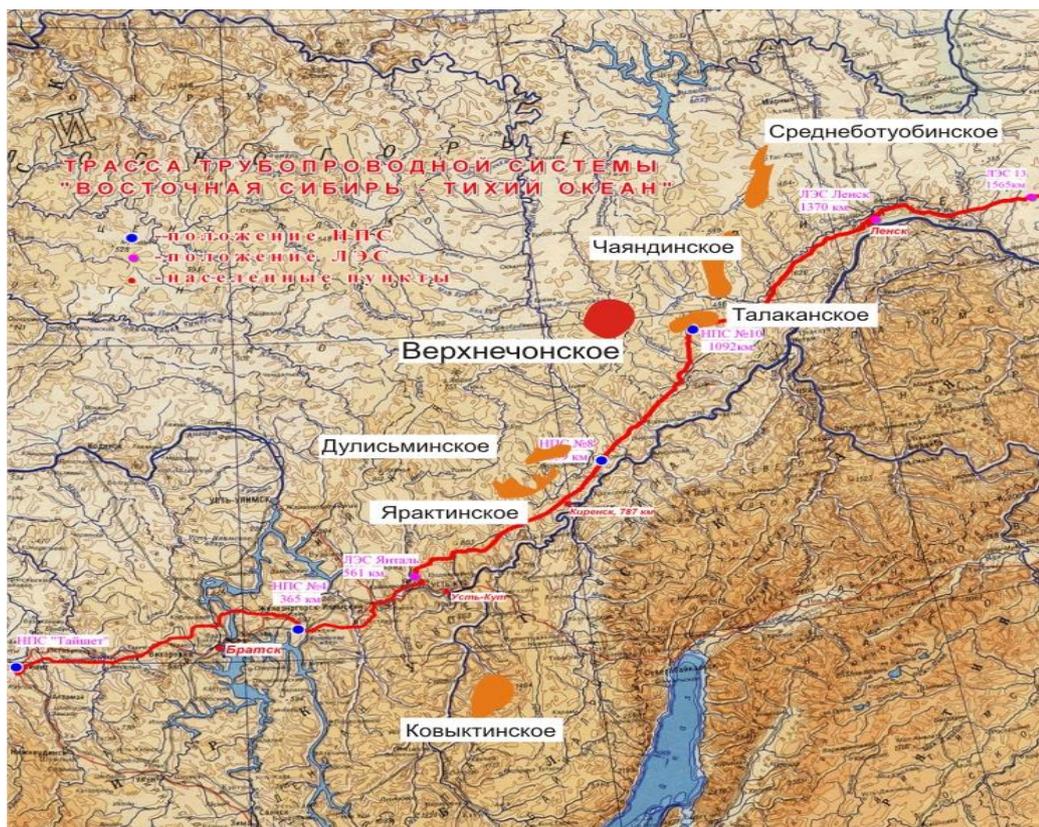


Рисунок 2.1 –расположение Верхнечонского НГКМ

2.1 Общее описание месторождение

Верхнечонское НГКМ - одно из крупнейших нефтяных и газоконденсатных месторождений в Сибири. Доказанные запасы месторождения оцениваются в 201.6 миллионов тонн нефти; 3.4 миллиона тонн газового конденсата и 95.5 миллиардов кубических метров природного газа.

Месторождение открыто в 1978 году. Накопленная добыча нефти к 2011 году составила 3980.6 тысяч тонн.

Геологическая структура Верхнечонского месторождения сложена породами Протерозойского возраста (Архей), а также Палеозойского (Кембрийская система), Мезозойского (Юрская система), Кайнозойского (Четвертичная система).

Общая толщина осадочных отложений колеблется от 1176 до 1729 м, при этом среднее значение составляет примерно 1550 м.

Верхнечонское НГКМ включает в себя три продуктивных горизонта: Верхнечонский, Преображенский, Осинский.

В моей работе, речь пойдет о карбонатном Осинском горизонте.

Необходимо также сказать несколько слов о районе проведения работ, а также сделать краткий экскурс в историю разработки месторождения и рассказать о климатических условиях месторождения.

Данный район является мало заселенной и слабо обустроенной территорией, местность покрыта труднопроходимой тайгой. Транспортная инфраструктура района работ ограничивается постоянно действующей автомобильной дорогой, соединяющей Верхнеченское и Талаканское месторождения, рекой Тунгуска, которая является судоходной лишь 20-30 дней, в период паводков, и рекой Лена, которая судоходна на участке от поселка Качуг до устья, и имеет выход к порту «Осетрово» (г. Усть-Кут). Основной грузовой трафик в период активного разбуривания месторождения проходил от города Усть-Кут, расположенного на Байкало-Амурской железной дороге, до месторождения по зимнику (длина пути – 660 км). Летом доставка грузов производилась по реке Лена от Усть-Кута до Витима (741 км) и от Витима автотранспортом еще 246 км.

Из строительных материалов, местность лучше всего обеспечена лесом; кроме того, для строительства дороги могут быть использованы выходы на поверхность известняков и доломитов литвинцевской свиты в качестве источника бутового камня.

В качестве источников электроэнергии при проведении буровых работ использовались дизельные станции внутреннего сгорания.

Изучение северных районов Иркутской области с целью поиска залежей углеводородов началось в 1962 году. В этом году Марковская опорная скважина получила приток нефти, что послужило толчком для дальнейших исследований.

Месторождение было открыто советскими геологами в 1978 году. Долгое время активной хозяйственной деятельности на ВЧНГ не велось (стоимость продукции была за границей рентабельности). В 2005 году началась стадия опытно-промышленной эксплуатации, а уже в 2008 году началась промышленная эксплуатация и продукция месторождения стала поступать в Восточный нефтепровод, который соединяет Восточную Сибирь с Тихим Океаном.

Объем инвестиций в месторождение (как частных, так и государственных) составил, по меньшей мере, 1 миллиард долларов США.

Климат в районе работ резко-континентальный, со среднегодовой температурой $-5,5$ °С. Первые заморозки начинаются уже в конце августа. Снеговой покров появляется в середине осени и сохраняется до середины весны. Его толщина, как правило, 40-70 см.

С точки зрения геокриологического районирования, месторождение относится к переходной области развития многолетних мерзлых пород (далее ММП) – от островного типа к прерывистому типу. Температура ММП составляет примерно $-0,2 \div -1,5$ °С.

ММП занимают значительную часть площади Верхнечонского месторождения. Толщина ММП колеблется от 0 до 180-210 м.

Сейсмическая активность в районе работ не наблюдается. Направление ветров: юго-восток и юго-запад; скорость 1-3 м/с.

Глубокое разведочное бурение на Верхнечонском нефтегазоконденсатном месторождении началось в 1976 году. Месторождение открыто параметрической скважиной 122 в 1978 году. В

2005 году на месторождении начато эксплуатационное бурение.

С геологической точки зрения, Верхнечонское нефтегазоконденсатное месторождение представляет собой слабовсхолмленную равнину, расположенную в пределах Среднесибирского плоскогорья, альтитуда составляет от 320 до 470 м. Территорию пересекает река Чона, имеющая многочисленные притоки (через территорию месторождения проходят такие притоки как Нельтошка, Вирая, Модчалун, Игналя). Кроме того, в районе месторождения имеются пойменные и термокарстовые озера, болота надмерзлотного типа. Техническое водоснабжение осуществляется с помощью нагнетательных скважин, для пищевых нужд могут быть использованы подземные воды верхоленских и четвертичных отложений.

Все эти данные имеют большое значение с точки зрения организации буровых и разведочных работ, однако в контексте данной работы не будут иметь большого значения, поэтому здесь приводится лишь для ознакомления и общего развития.

2.2 Геологическое описание Осинского горизонта

Осинский горизонт относится к усольской свите. Он находится в нижней части свиты, 18-29 метров над подошвой. Осинский горизонт сложен в основном известняками и доломитами. Над кровлей Осинского горизонта, в 53-140 м прослеживаются 2-3 слоя карбонатов (УС1 и УС2), 13-34 м толщины. Толщина усольской свиты по большей части 323-335 м.

Осинский продуктивный горизонт выделяется в нижней части отложений усольской свиты, сложен известняками и доломитами в различных соотношениях. Породы органогенные, водорослевые, прослоями хемогенные, с порами перекристаллизации, порами и кавернами выщелачивания, частично заполненными галитом, ангидритом, реже кальцитом.

Вскрыт всеми пробуренными на месторождении скважинами. В

скважине 30 горизонт ассимилирован траппами. Общая средняя толщина горизонта составляет 42,2 м.

Промышленная добыча углеводородов на месторождении связана с песчаниками Непского свода (Верхнеченский горизонт, ВЧ1, ВЧ2, ВЧ1 + 2), карбонатами Катангского свода (Преображенский горизонт - Пр), Карбонатами усольской свиты (Осинский горизонт - Ос). Осинский горизонт состоит из 4 залежей, которые экранированы литологически и тектонически. Они представлены в Таблице 2.1 ниже.

Таблица 2.1 – конфигурация и насыщенность залежей Осинского горизонта

| Горизонт | Номер залежи* | Размер, км х км | Площадь, тыс. км ² | Кровля TVD, м | Толщина, м |
|----------|----------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------|
| Осинский | 15 нефтяная | 2 х 2 | 3139 | -953.0 (-949.5- 957.6)** | 21 |
| Осинский | 16 газовая | 21.5 х 13 | 140222 | -966.0 (-945.4 -996.2) | 62.8 |
| Осинский | 17 газовая | 31 х 12.5 | 189385 | -979.6 (-955.6 -1002.7) | 65.0 |
| Осинский | 18 газовая | 20.5 х 11.5 | 142745 | -942.8 (-941.0 -945.0) | 49.2 |

* нумерация согласно схеме разработки (2011 year)

** в круглых скобках интервал изменения

Насыщенность, представленная ниже, является оценочной, и не является окончательным вариантом, на котором можно было бы основывать твердые заключения по поводу дальнейшей разработки Осинского горизонта в рамках плана по разработке Верхнеченского нефтегазоконденсатного месторождения.

Насыщенность показана в графической форме на Рисунке 2.2

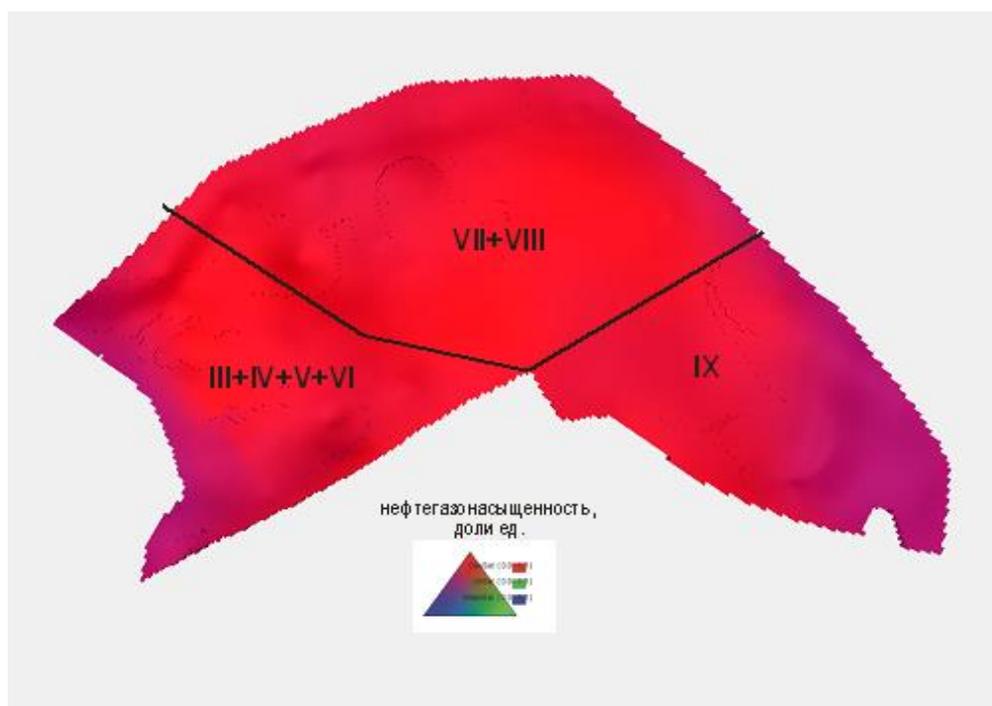


Рисунок 2.2 – насыщенность Осинского горизонта

Ниже представлено подробное описание потенциала нефтегазоносности этих залежей и их блоков (из Таблицы 2.1).

Залежь 15, блоки 1+2 – нефтяная, вскрыта скважиной 113. Залежь околонтурена техническими границами, проведенными по кругу радиусом 1 км с центром в продуктивной скважине 113. Такое ограничение залежи по площади обусловлено тем, что на остальной территории насыщение осинского горизонта фактически не изучено. Суммарная эффективная толщина в скважине 113 равна 9,6 м, а в скважине 643 – 12,5 м. При опробовании ИПТ в процессе бурения (инт. 1345-1405 м) притока из пласта не получено. При испытании в колонне (инт. 1342-1355 м, 1367-1373 м) с применением кислотной обработки пласта получен приток нефти дебитом 14,7 м³/сут при депрессии на пласт 8,3 МПа.

Высота залежи на данный момент определяется по данным скважины 113 и составляет 21 м.

Залежь 16, блоки 3+4+5+6 – газоконденсатная, вскрыта скважинами

46, 55, 66, 72, 86, 101, 112 и 900. С запада ограничена линией отсутствия коллектора и технической границей разведанности залежи; с северо-северо-востока и юго-юго-запада – пересекающимися тектоническими нарушениями, экранирующими залежь. Максимальная протяженность залежи с запада на восток составляет 21,5 км, с севера на юг – 13,0 км. Эффективная газонасыщенная толщина в пределах залежи варьирует от нулевых значений на юго-западе и до 15,9 м в скважине 46. По направлению к линии разломов эффективные толщины равномерно снижаются до 7,2-9,8 м.

При испытании скважины 66 без кислотной обработки получен незначительный приток газоконденсатной смеси – около 0,32 тыс. м³/сут. В скважинах 46, 72, 112 и 900 после кислотных обработок пласта получен газ дебитом 14-109 тыс. м³/сут. Притоки воды не зафиксированы. Высота залежи составляет 62,8 м.

Залежь 17, блоки 7+8 – газоконденсатная, вскрыта скважинами 11, 32, 50, 59, 73, 75, 77, 78, 79, 81, 83, 105, 114 и 122, с севера и северо-запада оконтурена техническими границами, с юго-запада и юго-востока – разломами, с северо-востока – грабенном. Максимальная протяженность залежи в субширотном направлении – 31 км, в субмеридианальном – 12,5 км. Эффективная газонасыщенная толщина меняется в довольно широких пределах: от 4,7 до 20,3 м. Два участка с максимальными толщинами выделяются в центральной части залежи (скв. 77, 114) и на юге (скв. 122). Зона минимальных толщин вытянута в северо-восточном направлении (район скв. 32, 78).

Насыщение пласта и его продуктивность выяснены в результате испытаний скважин в колонне с применением методов интенсификации: кислотных ванн (скважины 73, 114), кислотных обработок (скв. 77, 78), ПГД-БК с последующей кислотной обработкой (скв. 122). Во всех скважинах получены притоки газа дебитом от 13,7 до 54,8 тыс. м³/сут.

В границах категории С₂ в большинстве скважин (32, 50, 59, 75, 79,

105) Осинский горизонт не опробовался, в скважинах 11, 81, 93 опробован пласт ИПТ, притока не получено.

Высота газовой залежи равна 65,0 м.

На Рисунке 2.3 [9] представлена тектоническая схема района работ

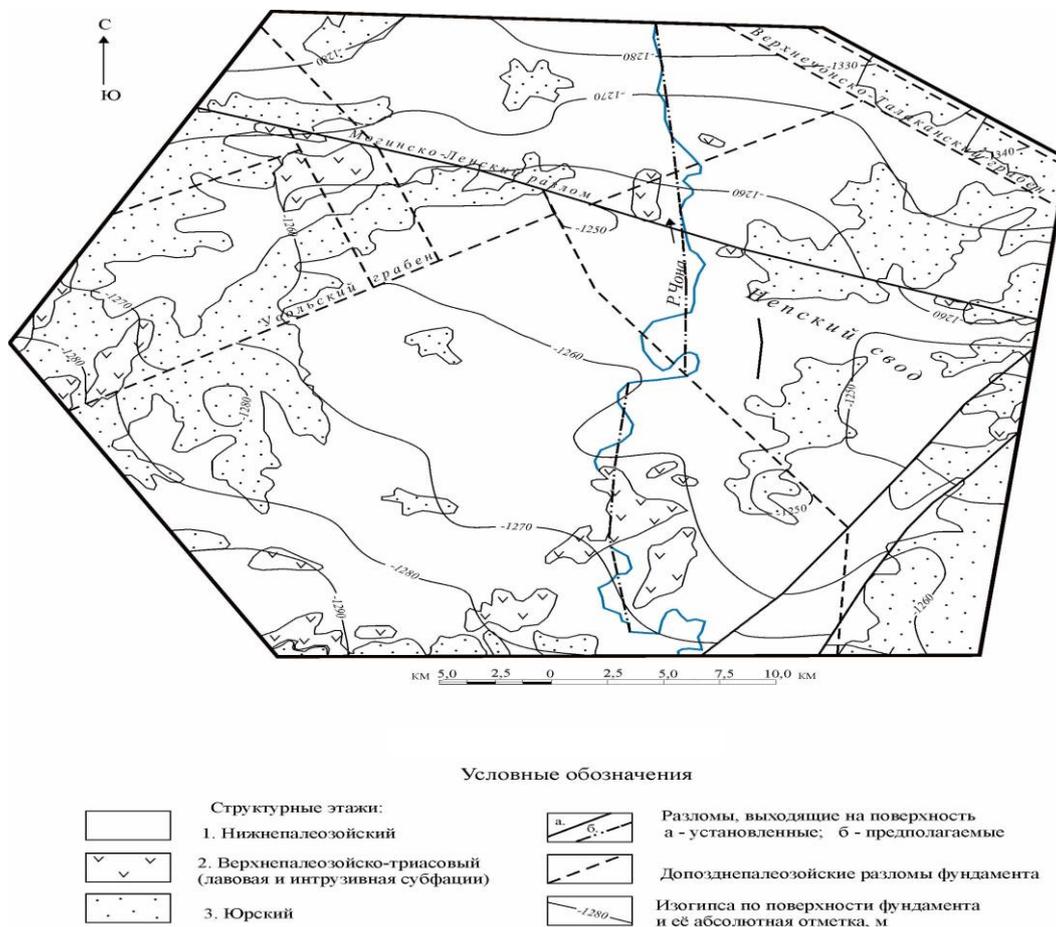


Рисунок 2.3 – Тектоническая схема района работ

Залежь 18, блок 9 – газоконденсатная, вскрыта скважинами 31, 53, 74, 76, 91. Залежь литолого-тектонически экранированная. Максимальная протяженность ее в направлении с северо-запада на юго-восток составляет 20,5 км, а в перпендикулярном направлении – 11,5 км. Эффективная газонасыщенная толщина, выделенная по данным интерпретации материалов ГИС, равномерно увеличивается от линии отсутствия коллектора в западном направлении к центральной части месторождения до 18,8 м (скв. 91), а затем снижается до 10,4 м (скв. 76).

В скважинах 76, 91 осинский горизонт испытан в колонне после

кислотной обработки пластов. Получены притоки газа дебитом 22,5-29,2 тыс. м³/сут. В скважинах 31, 53, 74 осинский горизонт опробовался ИПТ в процессе бурения. Притоков не получено. Газоводяные или газонефтяные контакты в залежи не вскрыты. Высота залежи достигает 49,2 м, а в районе скважин 71, 73 – 17,2 м. Наблюдается пластовая интрузия долеритов, приуроченная к отложениям ангарской, верхоленской, литвинцевской свит и карбона.

Вывод: Таким образом, имеется большое количество геологической информации по месторождению. Тем не менее, непосредственно по Осинскому горизонту нет достаточного количества информации, в частности, насчет положения ВНК. Необходима доразведка. Месторождение обладает большими запасами сырья, но его разработка связана с трудностями логистического характера в силу расположения и климата.

Глава 3. Краткое описание и гетерогенность карбонатных пород

В данной части моей работы будут рассмотрены петрофизические свойства и классификация карбонатных пород, так как необходимо понять некоторые зависимости, которые пригодятся в последующих частях моей работы.

3.1 Классификация карбонатных пород

Необходимо отдать себе отчет в том, что в мире существует огромное количество классификаций карбонатных пород, и все они достаточно условны.

Однако, наиболее широко используются две: классификация Фолка, которая была сформирована в 1959-1962 годах, и классификация Данэма – 1962.

Дополнительно будет рассмотрена, классификация по материальному составу, созданная Г. Теодоровичем в 1935.

Классификация Фолка была улучшена К. Кендаллом в 2005. В итоге, the карбонатные породы были разделены на две большие группы: 1) алерохимические и 2) микритовые.

Необходимо добавить, что классификация Фолка используется для пород, которые содержат 10 и больше процентов аллохем. Аллохемы – обломочные, переносимые зерна карбонатов. Классификация Фолка базируется на процентном отношении и типе цемента.

Алерохимические карбонаты - это породы, содержащие в своем составе кальцитовый цемент из прозрачных крупнокристаллических мозаичных кристаллов кальцита.

Микритовые - это карбонаты, содержащие в основном микрокристаллический кальцитовый цемент, микрит, представляющий собой полупрозрачные сероватые или коричневатые частицы размером менее 5

микрон.

Помимо этих двух основных групп, классификация Фолка включает в себя несколько подгрупп (смотри Рисунок 3.1 и Рисунок 3.2 [18]).

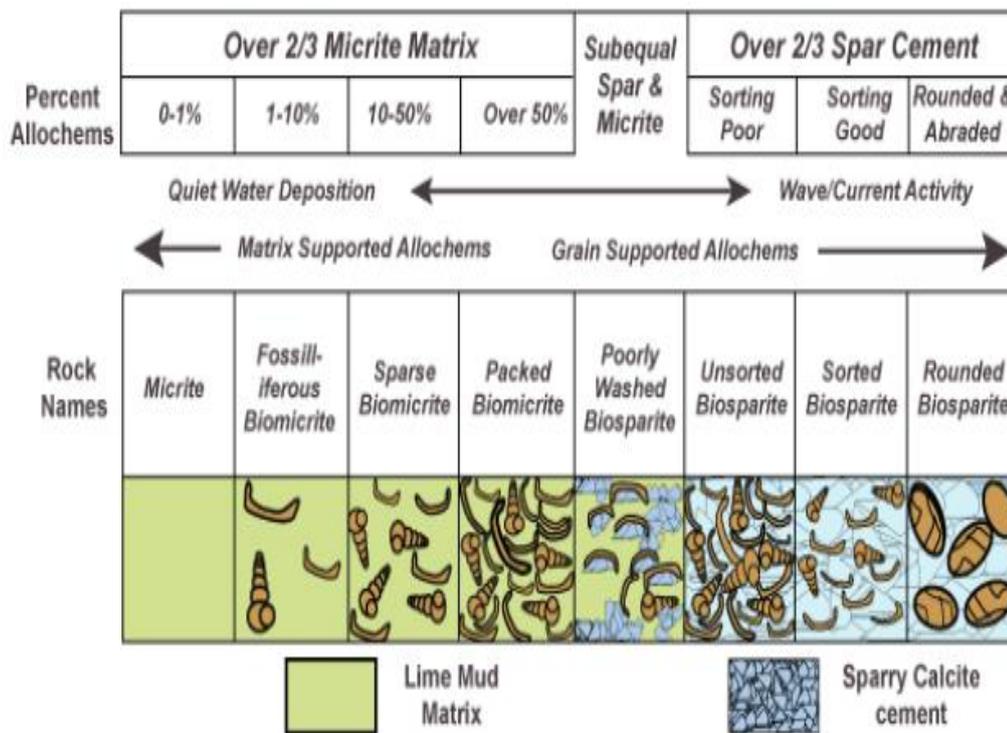


Рисунок 3.1 – структурная классификация Фолка 1959, улучшенная Кендаллом в 2005.

Разница между известняками и доломитами заключается в количестве of CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{CO}_3)_2$ (так пишет Г. Теодорович, его классификацию приводит М. Кабаков в “Атласе текстур и структур осадочных пород”, 1969 года, см. Таблицу 3.1 ниже.

Что касается классификации Данэма – 1962 год, улучшенной Клованом в 1972 и Джеймсом в 1984, она в основном базируется на структурных особенностях породы. По этой причине классификация Данэма удобна для пород, которые исследуются с помощью ручных линз и бинокулярных микроскопов.

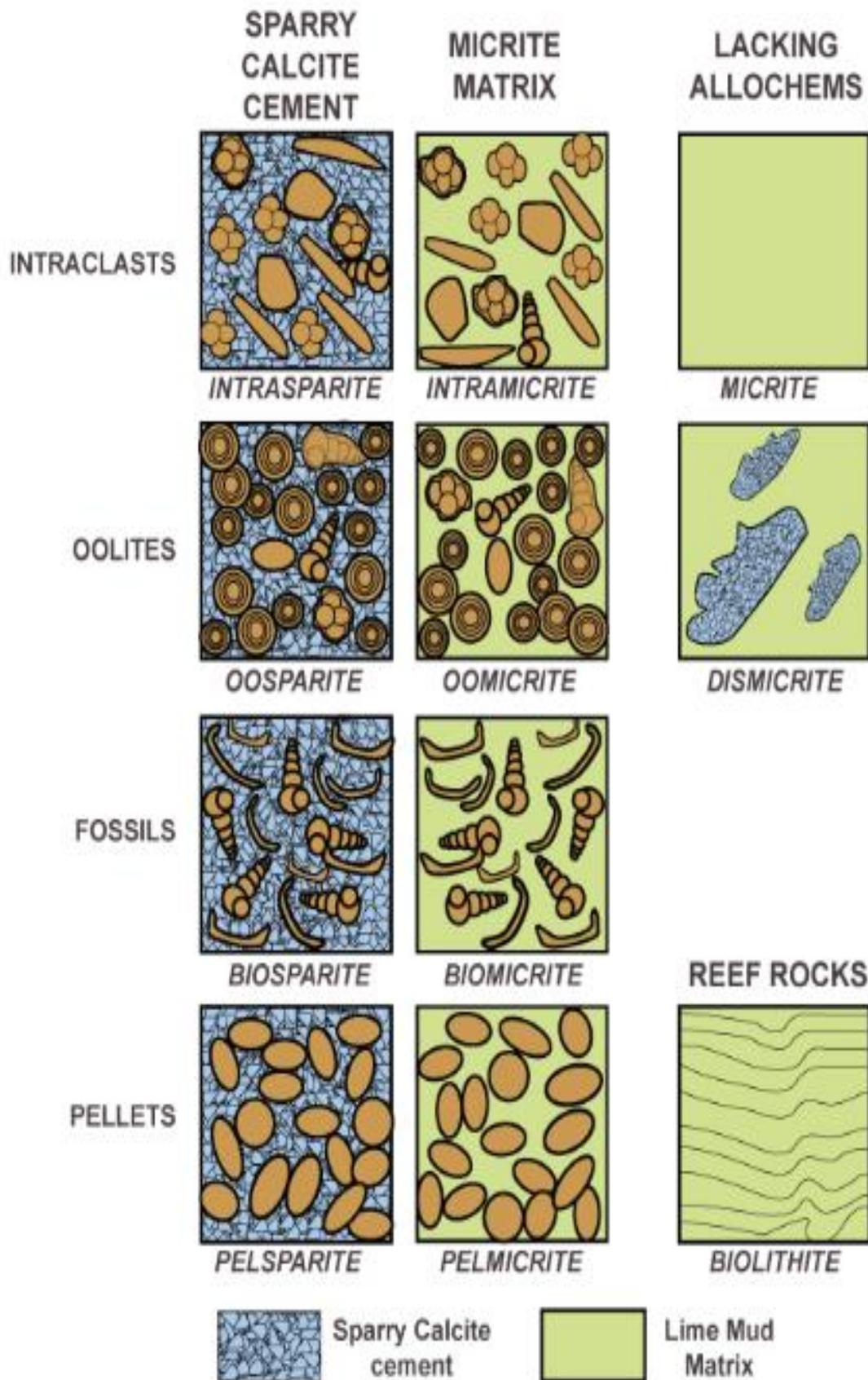


Рисунок 3.1 – текстурная классификация Фолка

Таблица 3.1 – классификация по Г. Теодоровичу

| Порода | Процентное содержание, % | |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| | CaCO ₃ | Mg(CO ₃) ₂ |
| Известняк | 95-100 | 5-0 |
| Слабодоломитовый извест. | 80-95 | 20-5 |
| Доломитовый извест. | 65-80 | 35-20 |
| Сильно доломитовый изв. | 50-65 | 50-35 |
| Сильноизвестковистый дол | 35-50 | 65-50 |
| Известковистый доломит | 20-35 | 80-65 |
| Слабоизвестковистый дол. | 5-20 | 95-80 |
| Доломит | 0-5 | 100-95 |

Если сравнить эти две классификации, порода богатая карбонатным цементом и называемая микритом в классификации Фолка, в классификации Дунхама называется цементной породой (в оригинале «mudstone») или ваккитом (в оригинале «wackestone»). Порода, называемая спаритом у Фолка, у Данэма – зернистая («grainstone») или пакстон («packstone», осадочная карбонатная порода, зерна которой образуют самостоятельный каркас, содержащая также некоторое количество карбонатного илистого цемента).

Классификация Данэма представлена на Рисунке 3.2

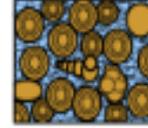
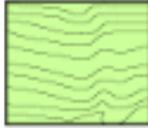
| | | | | |
|---|---|---|--|--|
| Original components not bound together at deposition | | | | Original components bound together at deposition. Intergrown skeletal material, lamination contrary to gravity, or cavities floored by sediment, roofed over by organic material but too large to be interstices |
| Contains mud (particles of clay and fine silt size) | | Lacks Mud | | |
| Mud-supported | | Grain-supported | | |
| Less than 10% Grains | More than 10% Grains | | | |
| Mudstone | Wackestone | Packstone | Grainstone | |
|  |  |  |  | |
| | | | | Boundstone |
| | | | |  |

Рисунок 3.2 – структурная классификация Данэма

Модификация, сделанная Джеймсом, Эмбри и Клованом представлена на Рисунке 3.3 ниже

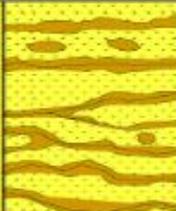
| Allochthonous | | Autochthonous | | |
|---|---|---|--|---|
| Original components not bound organically at deposition | | Original components bound organically at deposition | | |
| >10% grains >2mm | | | | |
| Matrix supported | Supported by >2mm component | By organisms that act as baffles | By organisms that encrust and bind | By organisms that build a rigid framework |
| Floatstone | Rudstone | Bafflestone | Bindstone | Framestone |
|  |  |  |  |  |

Рисунок 3.3 – классификация Данэма с модификациями

Породы Осинского горизонта относятся к автохтонным, цементным, перегородчатым (mud-supported bafflestone) по Данэму [18].

3.2 Гетерогенность карбонатных коллекторов

В упрощенном виде, термин «гетерогенность» означает, что свойства внутри объекта не равны в различных направлениях.

С точки зрения нефтегазовой индустрии, термин “гетерогенность” означает различия в свойствах коллекторских пород и флюидов, содержащихся в породах. Например, проницаемость, пористость, пьезопроводность и горное давление для пород или, для флюида, плотность, вязкость и т.д.

В зависимости от того, что нас интересует, гетерогенность может относиться к одному или нескольким свойствам. Например, некий объем породы может быть гетерогенным по проницаемости и гомогенным по водонасыщенности.

Фитч определяет термин “гетерогенность” как “изменение одного или комбинации некоторых различных параметров в пространстве и / или времени, которые сильно зависят от желаемого масштаба.” [15].

Так же необходимо пояснить, что “гетерогенность” и “гомогенность” не тождественны терминам “анизотропный” и “изотропный”. Термины “гетерогенность” и “гомогенность” описывает изменения свойств в крупных пространствах, с другой стороны, термины “анизотропный” и “изотропный” описывает изменения в свойствах по различным направлениям. Другими словами, термины “анизотропный” и “изотропный” являются более локальными, в отличие от терминов “гетерогенный” “гомогенный”. Эти термины не являются взаимозаменяемыми. Эта разница подробно показана на Рисунке 3.3 [18].

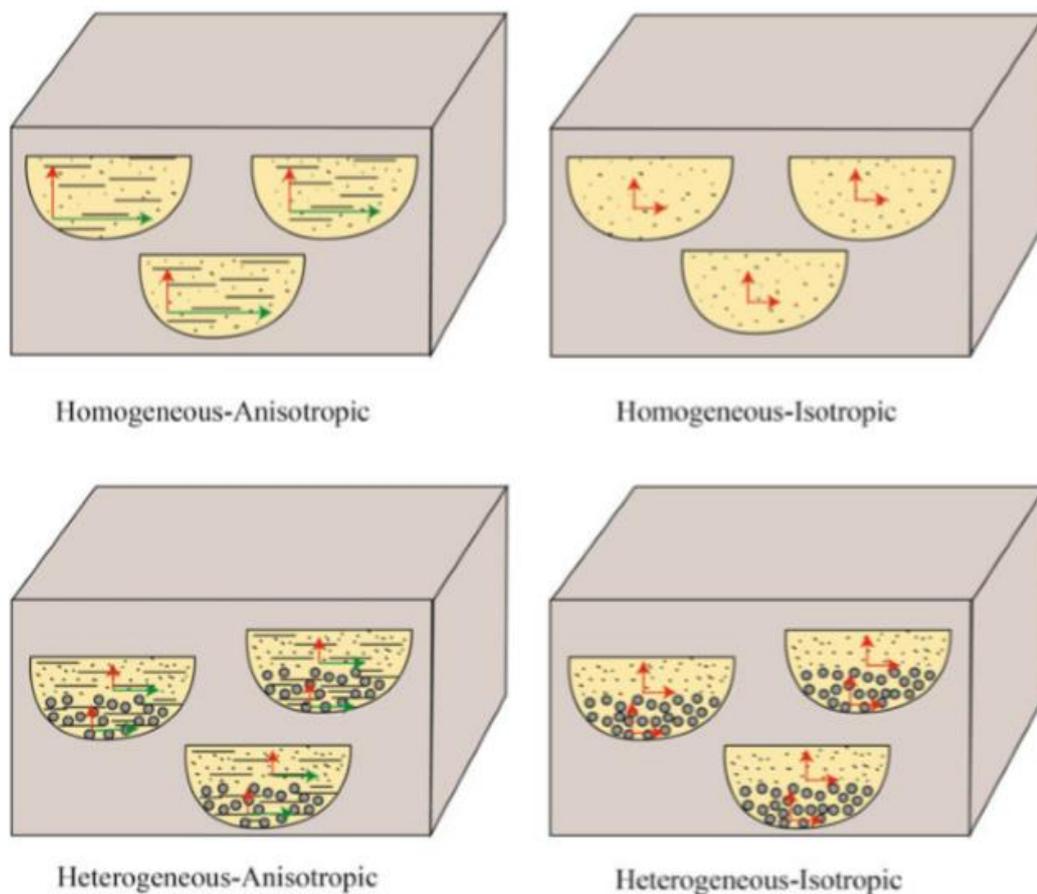


Рисунок 3.3 – детальное описание вышеуказанных терминов

Гетерогенность в карбонатных коллекторах делится на три класса: 1) микроскопическая; 2) мезоскопическая; 3) макроскопическая.

Микроскопическая гетерогенность основана на микрошкале. Микроскопическая гетерогенность в карбонатных породах зависит от преобладающего типа пористости. Диагенетические воздействия и состав материала также влияют на микроскопическую гетерогенность в карбонатных породах, например, известняковые коллекторы обычно неоднородны по своей минералогии. Такая разница сильно влияет на их поздние стадии диагенеза. Согласно Сиблею и Греггу (1987), доломиты более неоднородны, чем известняки.

Мезоскопическая гетерогенность основана на мезо-шкале, с большими подразделениями чем в случае с микрошкалой, основные подразделения микроскопической шкалы - фации, основные подразделения мезоскопической шкалы — это группы фаций или “пояса фаций”. Именно на

этом уровне применяется удобный подход гидравлических единиц, которые представляют собой зоны с низким уровнем гетерогенности. ГЕ, в свою очередь, частью десяти больших, глобальных, гидравлических единиц. ГЕ определяются посредством оценки индекса качества коллектора (ИКК), и индикаторов зоны потока (ИЗП)– смотри формулы 1, 2, 3.

$$\text{ИКК} = 0.0314 * \left(\frac{K}{\Phi}\right)^{0.5} \quad (1);$$

$$\text{ИЗП} = \text{ИКК}/\Phi_z \quad (2);$$

$$\Phi_z = \Phi/(1 - \Phi) \quad (3)$$

Где Φ - фракционная пористость, K - проницаемость в мД, и Φ_z – нормализованная пористость

Мезоскопическая гетерогенность очень важна для принципа апскейлинга.

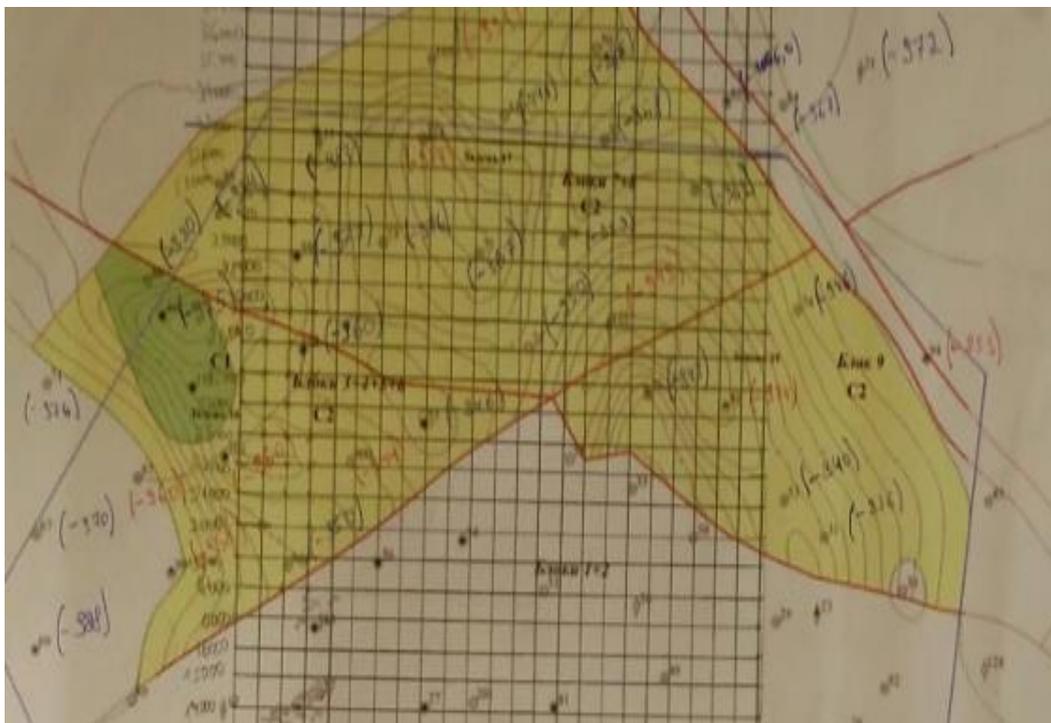
Макроскопическая гетерогенность базируется на макрошкале, подразделениями которой являются пласты или месторождения. Важной частью макроскопической гетерогенности. Одним из наиболее важных отличий от микроскопической гетерогенности является то, что микроскопическая гетерогенность очень подвержена изменениям в местных условиях условий осадконакопления, но весь бассейн менее подвержен таким изменениям. В моей работе используются особенности микроскопической и мезоскопической гетерогенности.

Вывод: Обобщая все вышесказанное, существуют три типа гетерогенности, и в данной работе наибольшую значимость играет микроскопическая и мезоскопическая гетерогенность. Породы Осинского горизонта относятся к автохтонным, цементным, перегородчатым (mud-supported bafflestone) по Данэму.

Глава 4. Геологическое моделирование

В этой главе будет построена геологическая модель центральной части Осинского горизонта. Эта модель будет основана на исследованиях свойств и неопределенностей, которые частично были рассмотрены в главе “2” моей работы; также они будут рассмотрены и в этой части. После построения, будут рассмотрены несколько распределение свойств, характерных для окаймленного шельфа, с целью оценки их влияния на разработку.

Необходимо отметить, использованные данные были изменены, чтобы предотвратить утечку конфиденциальной информации. Однако, большая точность не требуется в данной работе, т.к. анализ будет проводиться на качественном уровне. В качестве исходных данных использовались данные о глубине кровли и подошвы горизонта во вскрытых скважинах. Основываясь на них, вручную были построены структурные карты и поверх них были наложены координатные сетки (см. Рисунки 4.1 и 4.2 ниже).



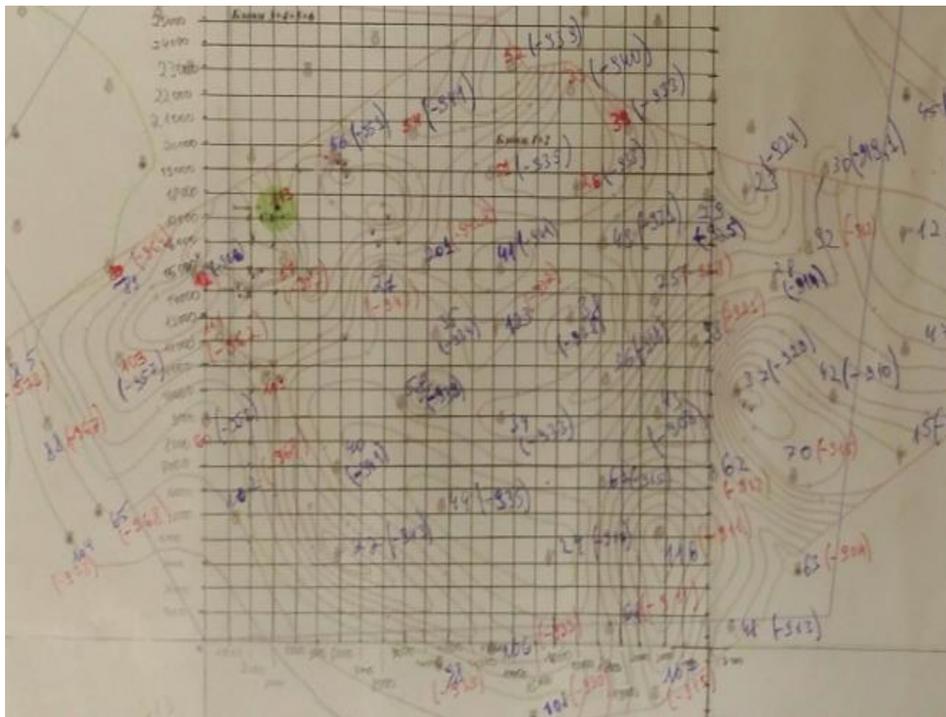


Рисунок 4.2 – структурная карта кровли газонасыщенных части

Структурная карта (также построенная вручную) подошвы на Рисунке 4.3.

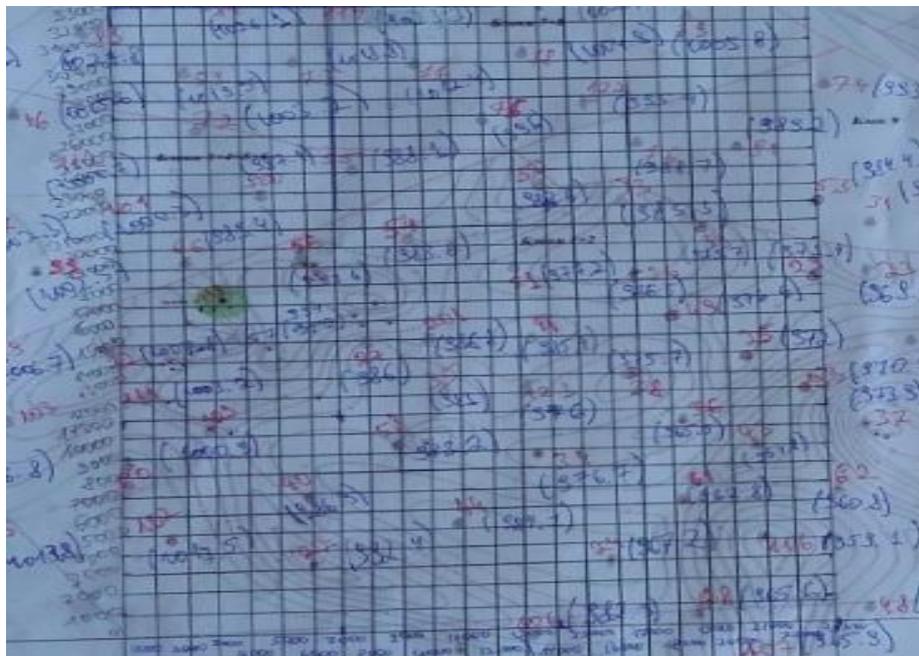


Рисунок 4.3 – структурная часть подошвы Осинского горизонта (ручная работа)

Приведенная выше структурная карта стала основой для моделирования геологических структурных карт кровли (Рисунок 4.4) и

подошвы (Рисунок 4.5) Осинского горизонта в программе RMS 2013 (продукт компании ROXAR). Для моделирования использовался метод β -spine.

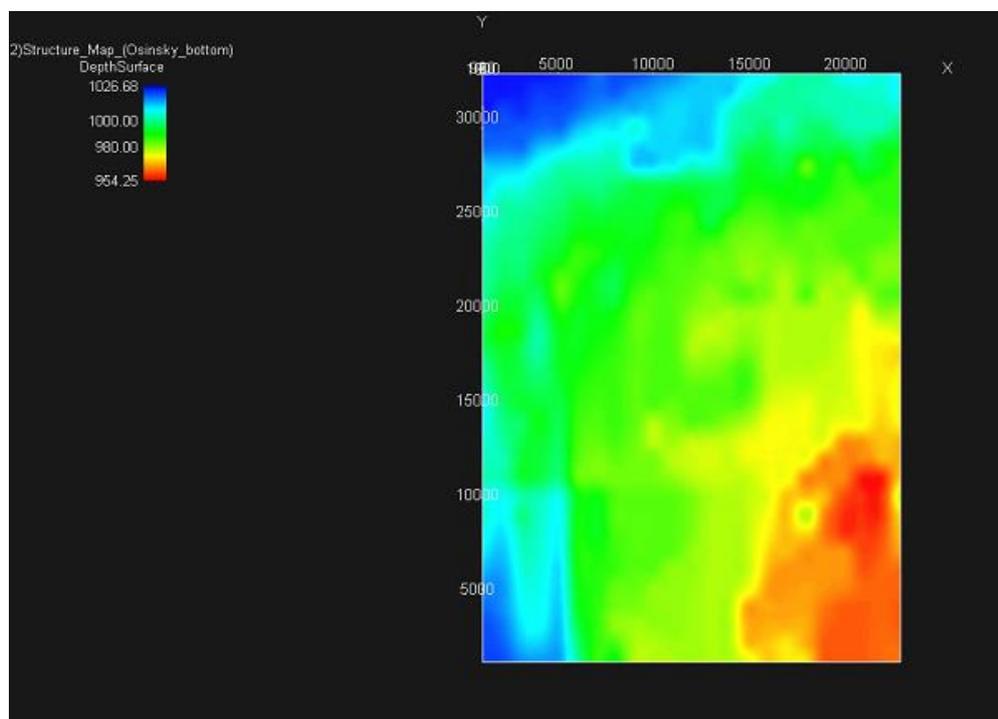


Рисунок 4.4- структурная карта кровли в RMS 2013

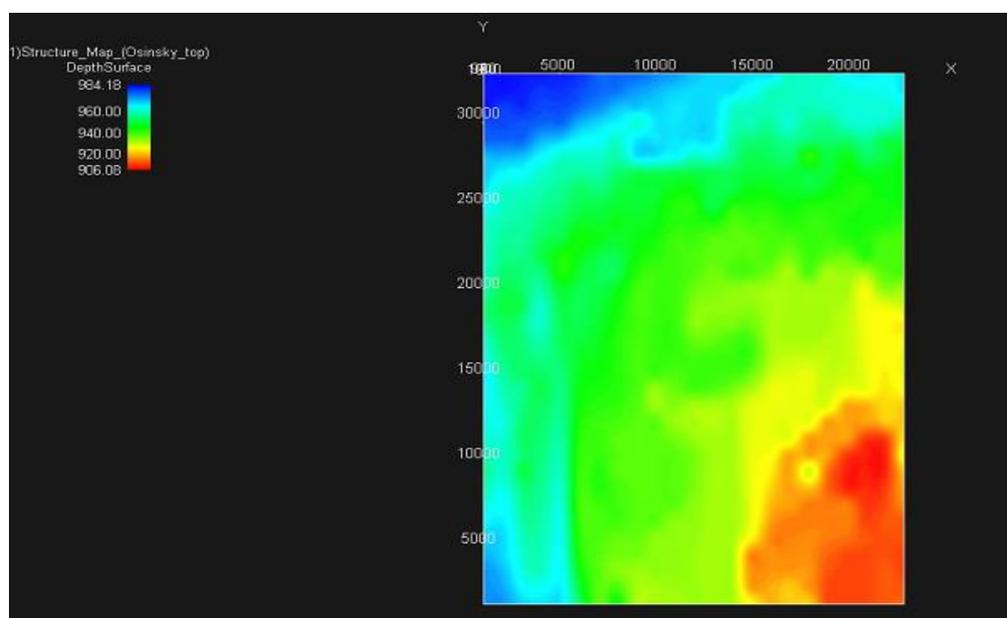


Рисунок 4.5 – структурная часть подошвы в RMS 2013

Следует отметить, что моделировалась только центральная часть коллектора. Следующим шагом является определение распределения

петрофизических свойств, таких как пористость и проницаемость. Было проведено некоторое исследование точек керна из разведочной скважины для оценки пористости и проницаемости. Уравнение связи между ними приведено на Рисунке 4.6 ниже. Три наиболее распространенных стандартных зависимости для типов карбонатных коллекторов (глобальных единиц потока) представлены на Рисунке 4.7 ниже.

Упростим уравнения (для удобства, здесь не использовалась сквозная нумерация, как в остальной работе) с Рисунка 4.6:

$$1) 1.1) y = 10^{\frac{\log(x)-1.3886}{0.2473}} \quad 1.4) y = \frac{10^{\log(x)^{1/0.2473}}}{10^{5.615}}$$

$$1.2) y = 10^{\left(\frac{\log(x) - 13886}{0.2473} - \frac{13886}{0.2473}\right)} \quad 1.5) y = \frac{x^{4.044}}{10^{5.615}}$$

$$1.3) y = \frac{10^{\frac{\log(x)}{0.2473}}}{10^{5.615}}$$

$$2) 2.1) y = 10^{\frac{\log(x)-1.2856}{0.1653}} \quad 2.3) y = \frac{x^{6.05}}{10^{8.4}}$$

$$2.2) y = \frac{10^{\frac{\log(x)}{0.1653}}}{10^{8.4}}$$

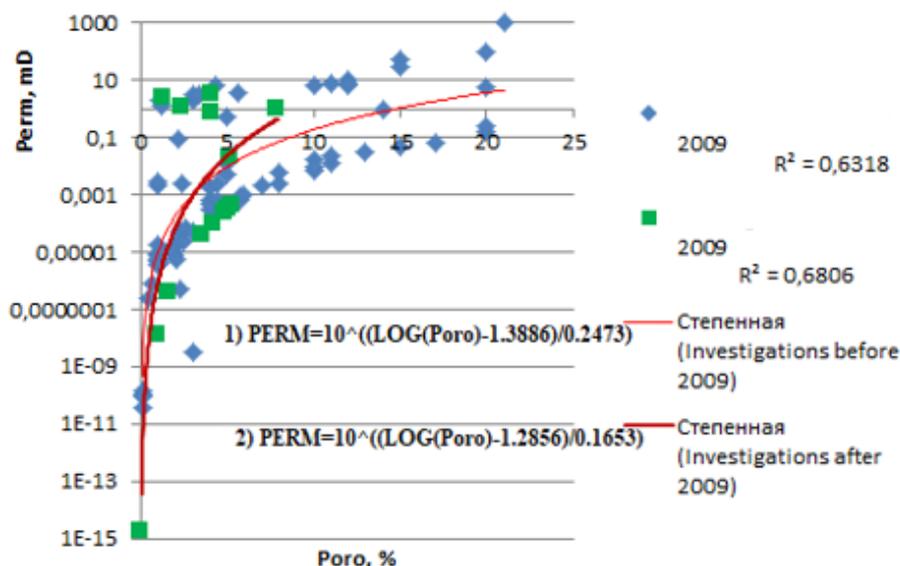


Рисунок 4.6 – зависимость проницаемость-пористость для Осинского горизонта

Следующим шагом, приведем уравнения 1.5 и 2.3 в стандартный вид, чтобы сравнить с уравнениями с Рисунка 4.7, чтобы определить, к какому из них они находятся ближе всего.

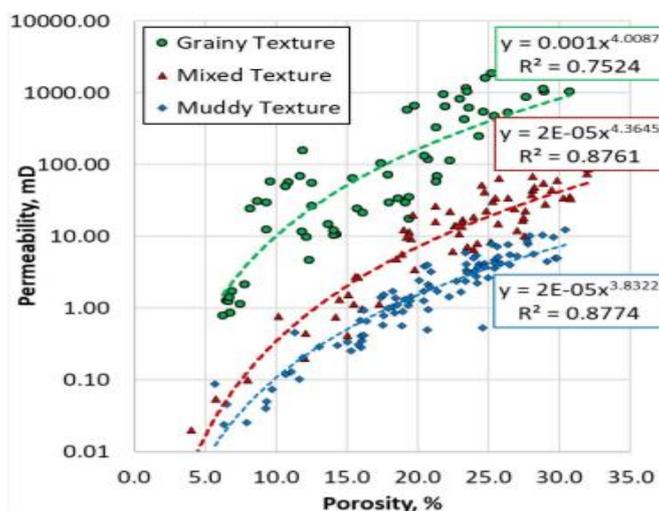


Рисунок 4.7 - три наиболее распространенных в карбонатах зависимости

$$1.6) \quad y = \frac{x^{4.044}}{10^{5.615}} = 2,43 \cdot 10^{-6} \cdot x^{4.044}$$

$$1.7) \quad y = \frac{x^{6.05}}{10^{8.4}} = 3.98 \cdot 10^{-9} \cdot x^{6.05}$$

На Рисунке 4.8 представлено сравнение зависимостей упомянутых выше формул с базовыми зависимостями, представленными на Рисунке 4.7 [20].

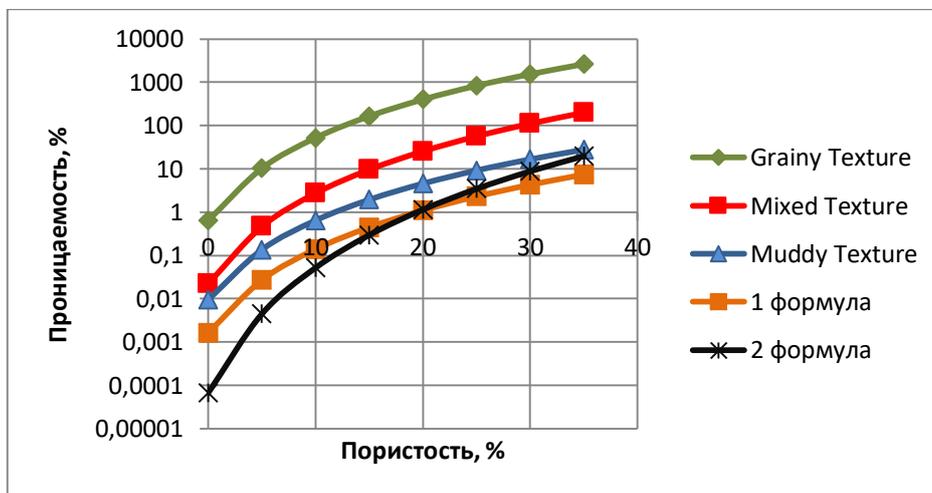


Рисунок 4.8 – сравнение зависимостей

Как можно видеть на Рисунке 16, исследования керна, как до 2009 года, так и после, показывают, что коллекторские породы Осинского горизонта ближе всего подходят к типу «Muddy Texture». Более того, необходимо заметить, что первое уравнение обеспечивает более высокие значения проницаемости при тех же значениях пористости, но только до уровня пористости 20% (см. ось абсцисс на Рисунке 16). В нашем случае, у нас в основном нет значений пористости выше 20% (как будет показано ниже).

4.1 Распределение пористости

На данный момент, Осинский горизонт находится на стадии оценки запасов. Тем не менее, существует много разведочных скважин, которые вскрыли рассматриваемую часть горизонта на протяжении всей мощности (всего 40 скважин). Расположение их (вместе с подписями) представлено на Рисунке 4.9.

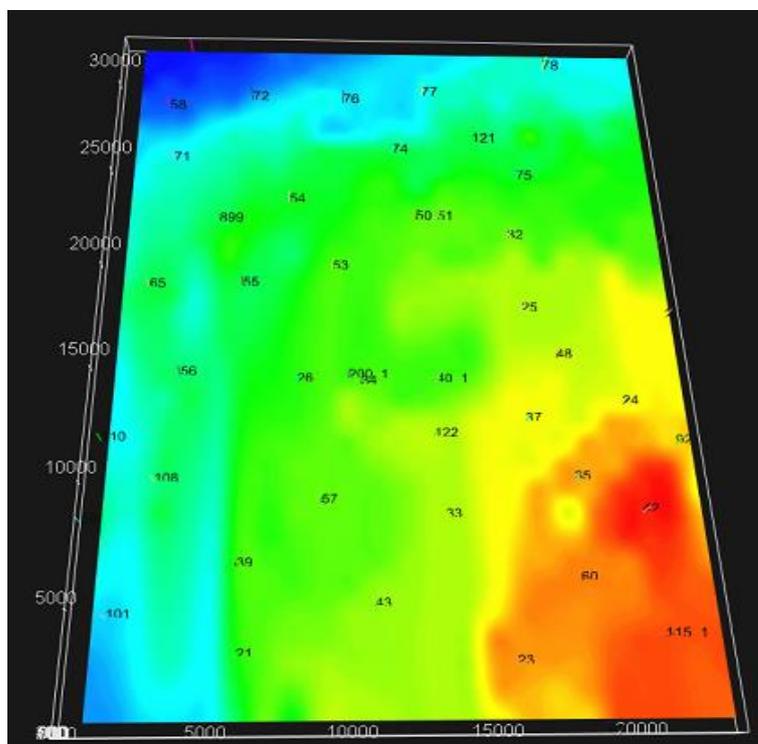


Рисунок 4.9 – расположение скважин с подписями на участке

За исключением данных о глубинах вскрытия кровли и подошвы пласта, полученных с разведочных скважин, которые были использованы для построения структурной карты (смотри часть 4.1), также имелось некоторое количество геофизических исследований, а именно:

- Акустический каротаж;
- Гамма-каротаж;
- Нейтронный каротаж;
- Каверномер;
- Боковой каротаж;
- Набор микробоковых каротажей;
- Индукционный каротаж;
- Гамма-гамма плотностной каротаж;
- Спектральный гамма-каротаж.

В схеме разработки, пористость для каждой скважины была определена посредством эмпирической формулы, представленной ниже:

$$\phi_{sv} = C \frac{(t_{LOG} - t_{ma})}{t_{LOG}} \quad (4)$$

Где t_{LOG} - время пробега волны с кривой каротажа, мкс/м;

t_{ma} – стандартное время пробега волны в матриксе, мкс/м;

C – эмпирическая константа, безразмерная.

Для нашего случая, $t_{ma} = 142,7$ мкс/м, значение эмпирической константы C принято для газонасыщенных пород как 0,6.

Таким образом, пористость по ГИС была определена для каждой скважины. Затем, пористость была распространена на весь рассматриваемый участок используя метод семивариограмм с помощью программных инструментов ПО Roxar RMS2013. Полка вариограммы составляет $4,368 \cdot 10^3$. Получившаяся вариограмма представлена на Рисунке 4.10.

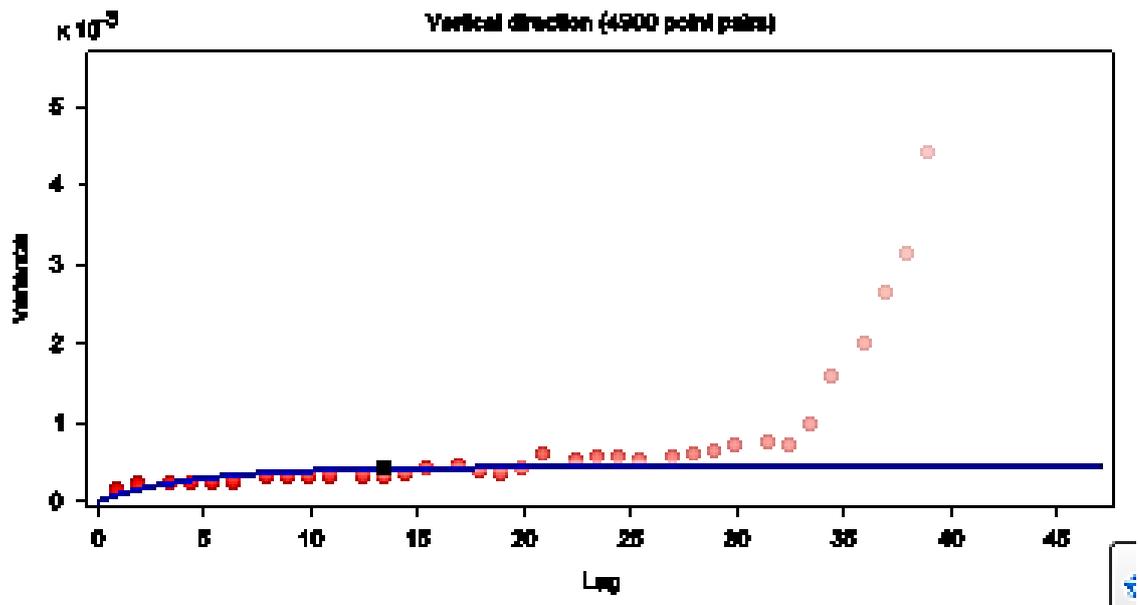


Рисунок 4.10 – вариограмма для рассматриваемого случая

Необходимо также принять во внимание, что доминирующим типом пористости в карбонатах является вторичная пористость. Поэтому пористость в целом неоднородна в рассматриваемом участке.

Результат моделирования пористости представлен на Рисунке 4.11.

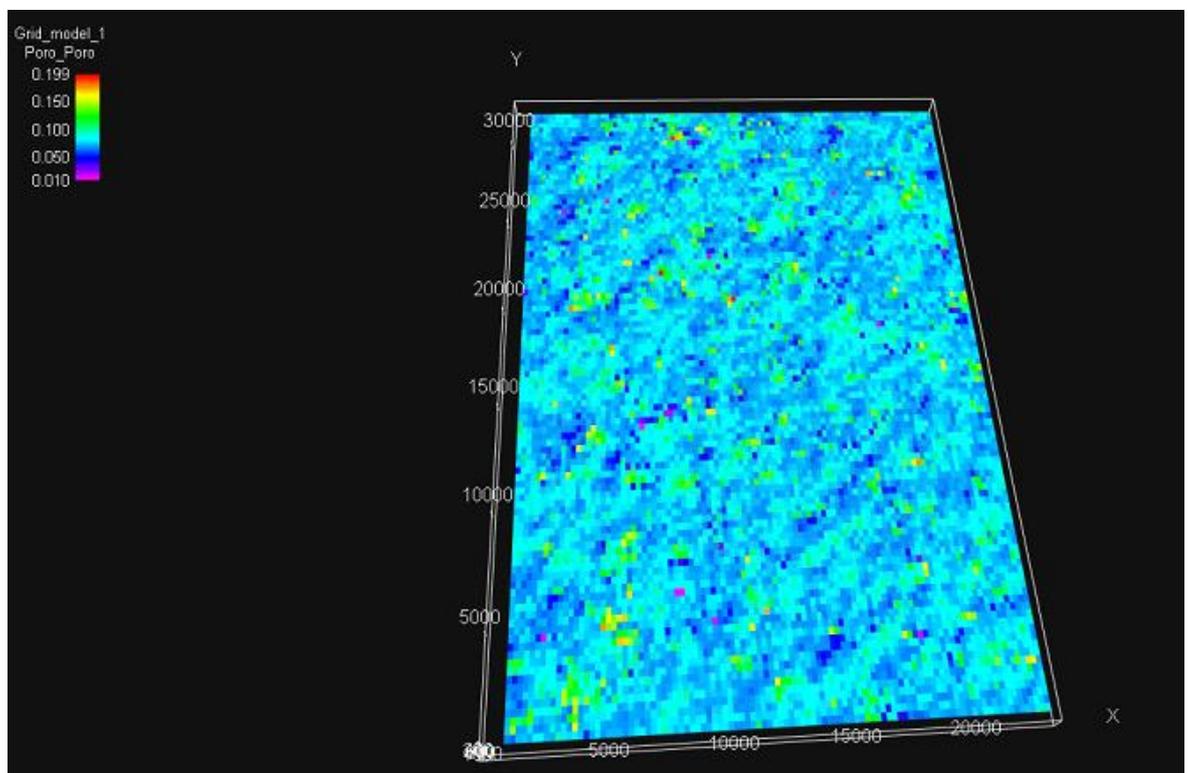


Рисунок 4.11 – распределение пористости

Изучив Рисунок 4.11 можно сделать важный вывод: средняя пористость рассматриваемого участка горизонта примерно 10% (светло-голубой цвет на рисунке выше).

4.4 Литологическая гетерогенность

Дополнительно, может быть рассмотрена некоторая информация о гетерогенности, несмотря на тот факт, что это не будет играть большую роль в данной работе. Литология была определена для каждой скважины с помощью графика CP-1 из сборника интерпретационных графиков Schlumberger с помощью Гамма-плотностного каротажа и нейтронного каротажа (смотри Рисунок 4.12).

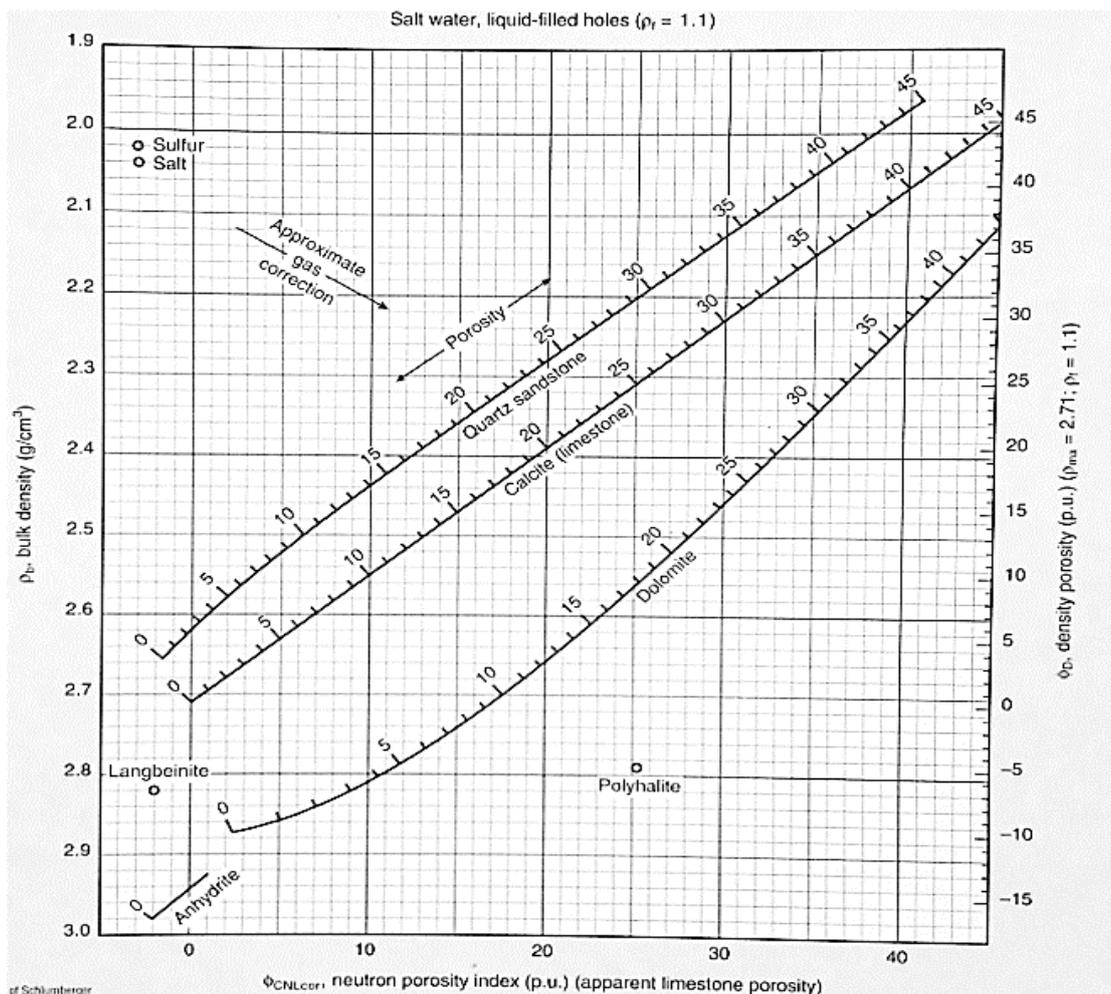


Рисунок 4.12 – интерпретационный график CP-1

Затем, литология была распространена для всего рассматриваемого участка с помощью программных инструментов ПО Roxar RMS2013. Вариограмма с полкой 0,033294 (смотри Рисунок 4.13).

При этом стоит отметить, что данный способ распределения литологии достаточно условен, т.к. были проигнорированы различные включения «мусорных» пород (глины, песчаник-«плотняк»). Кроме того, здесь не учитывается особенности распределения литологии в мекважинном пространстве, связанные с неопределенностью.

Тем не менее, для целей данной работы подобной точности моделирования достаточно, так как оценка производится в первом приближении и на качественном уровне.

Кроме того, имея столь высокую степень неопределенности в исходных данных, большой точности добиться в геологической модели добиться нельзя.

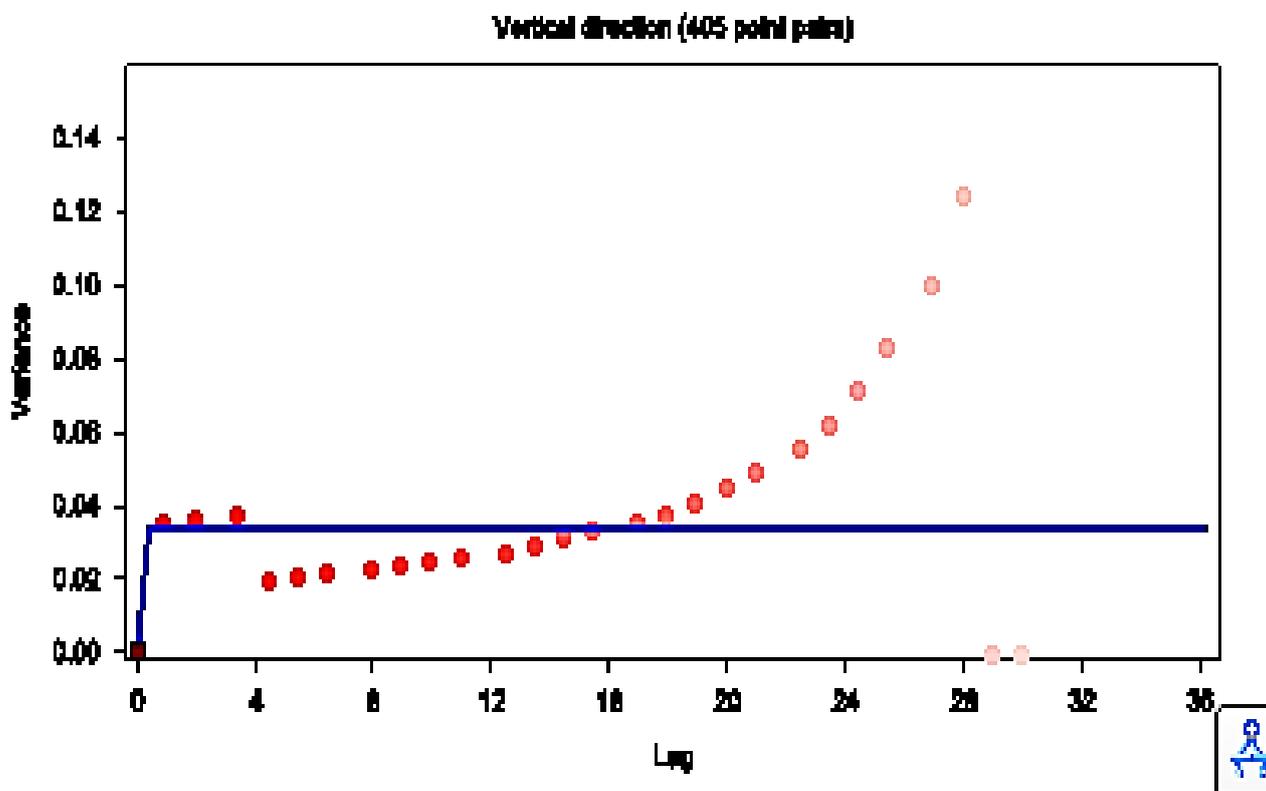


Рисунок 4.13 – вариограмма для литологии

Результат представлен на Рисунке 4.14.

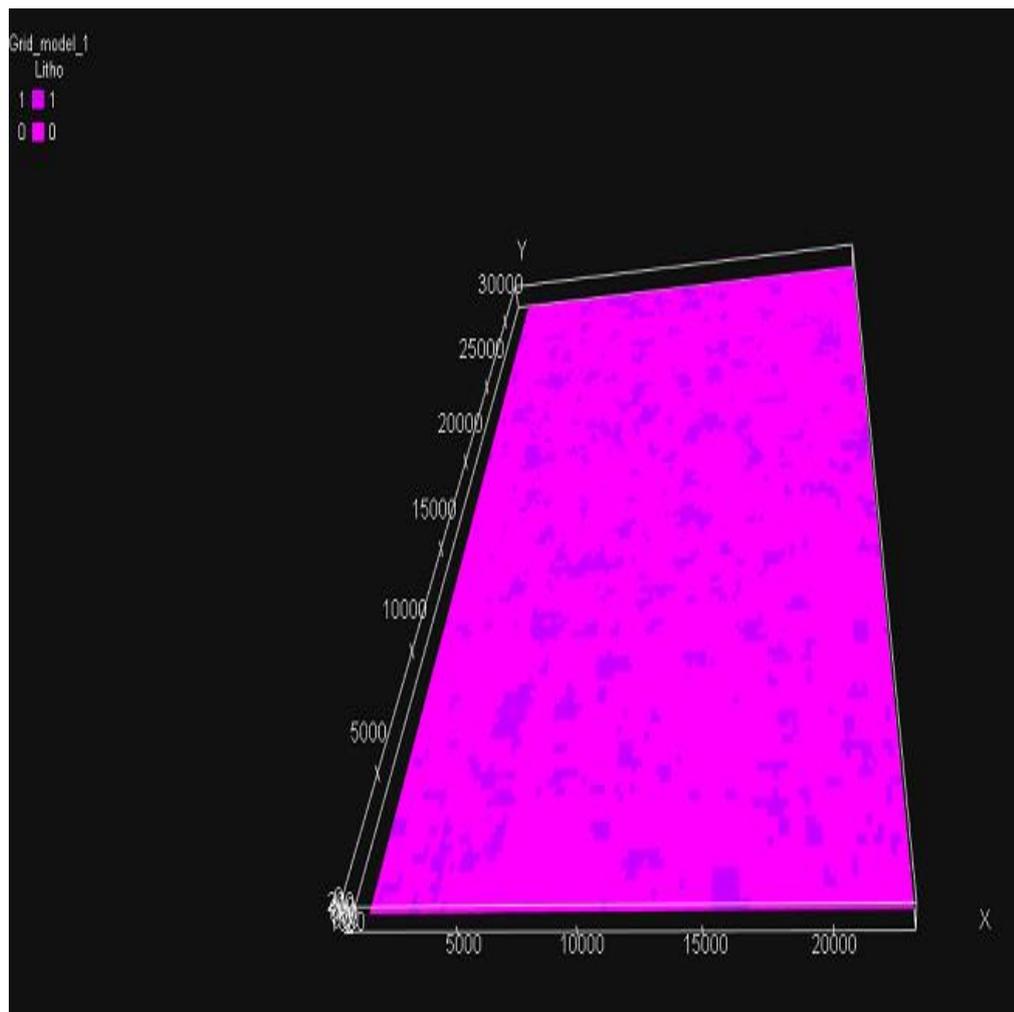


Рисунок 4.14 – распределение литологии

1 – доломит, 0 – известняк.

4.5 Распределение проницаемости

Вернемся теперь к петрофизическим свойствам. Как уже было показано на Рисунке 4.6, у нас есть два возможных типа распределения проницаемость-пористость описанные уравнениями 1.5 и 2.3. Оба из этих варианта были смоделированы с помощью ПО Roxar RMS 2013, модель, основанная на уравнении 1.5 представлена на Рисунке 4.15, а модель, основанная на уравнении 2.3 представлена на Рисунке 4.16.

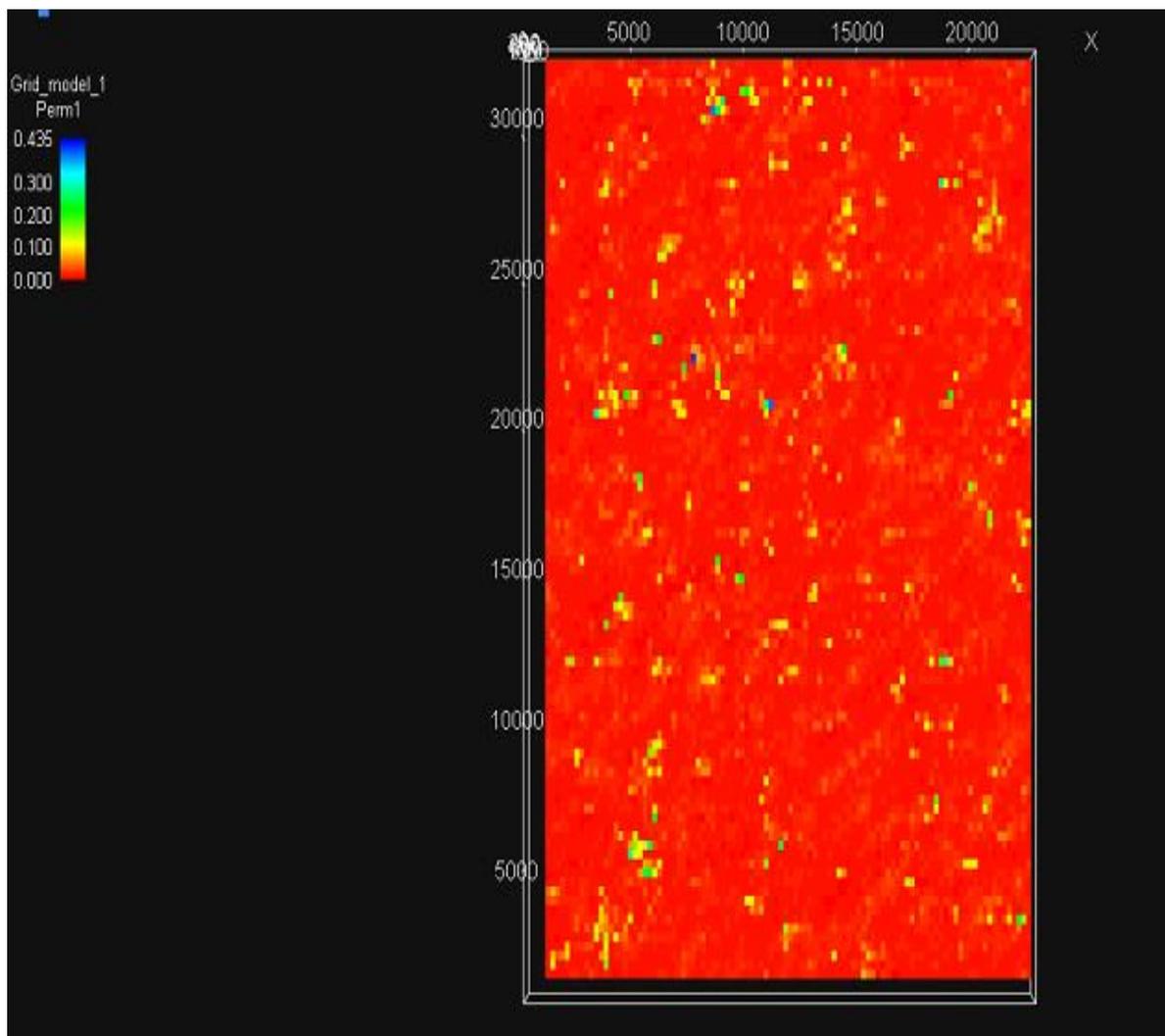


Рисунок 4.15 – распределение проницаемости, формула 1.5

Необходимо отметить, что среди точек исследования керна, представленных в исходных данных, были точки с довольно высокими показателями относительной фазовой проницаемости (ОФП). Тем не менее, таких точек было немного, и они не укладывались в общий тренд (смотри Рисунок 4.6), поэтому они были расценены как аномальный выброс и при моделировании не учитывались. Этим объясняется такой пессимистичный сценарий распределения свойств.

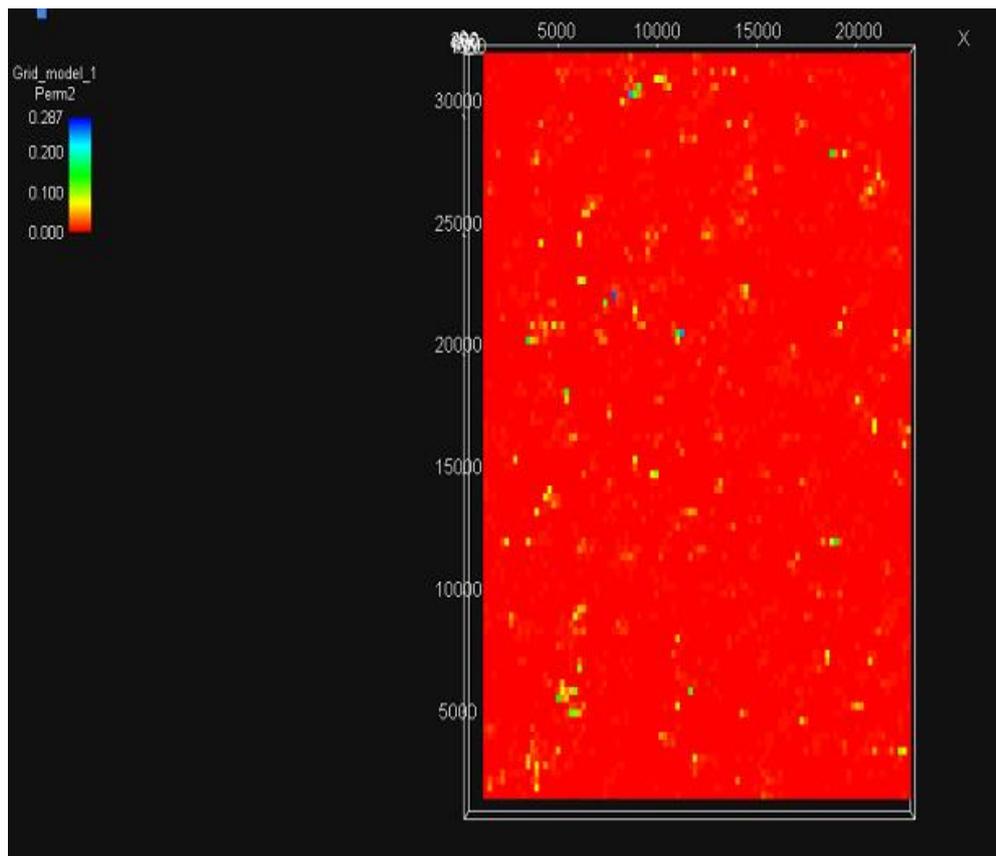


Рисунок 4.16 – распределение проницаемости, формула 2.3

Как можно заметить, в обоих случаях проницаемость очень невелика, несмотря на то, что ситуация с пористостью не выглядит безнадежной с точки зрения разработки (смотри Рисунок 4.11). Это является уникальной особенностью именно данного определенного горизонта, и именно она является причиной того, почему компания-оператор решила, что горизонт непригоден к разработке, что будет отражено ниже. Есть основания полагать, что, такая особенность является отражением того факта, что породы относятся к типу «bafflestone». Тем не менее, необходимо отметить, что средняя проницаемость для модели, описанной уравнением 1.5 несколько выше, как и было предсказано в подразделе 4.2. Также необходимо отметить, что приведенные модели достаточно условны. Карбонаты являются породами, которые характеризуются высокой степенью микроскопической гетерогенности (смотри раздел 3, подраздел 3.2). Более того, в этом конкретном случае у нас нет достаточно данных из-за

того факта что Осинский горизонт находится лишь на стадии оценки. Исследования керна основаны на изучении только лишь 62 точек для всего горизонта. Этого, разумеется, недостаточно. Присутствует слишком высокая степень неопределенности.

По упомянутым выше причинам, распределения проницаемости и пористости выше не являются финальными вариантами, только лишь возможные случаи, причем распределения проницаемости основаны на эмпирических формулах, базирующихся на 62 точках. Тем не менее, этого достаточно для целей данной работы, где не требуется высокая степень точности, т.к. оценка идет на качественном уровне.

Вывод: Таким образом, в данной главе были смоделированы в два варианта распределения проницаемости, и по одному варианту пористости и литологии. Было определено, что из двух невыгодных с точки зрения варианта распределения проницаемости один, тем не менее, является несколько лучше. Тем не менее, изложенные выше модели не являются надежными из-за высокой неопределенности, а являются лишь «первой прикидкой».

Глава 5. Потенциальное влияние петрофизических свойств на разработку

Прежде всего, необходимо оценить потенциальные запасы углеводородов. Отметим, что в нашем случае у нас нет достаточного количества данных, чтобы рассчитать доказанные запасы, или хотя бы разведанные, но лишь предварительно оцененные (C2). Таким образом, для подсчета запасов был вынужденно использован ряд предположений:

- 1) Замоделированная часть горизонта целиком заполнена газом;
- 2) Нет ВНК, величина связанной водонасыщенности 0.15;
- 3) NTG равен 0.8.

С использованием этих предположений, получаются (с помощью программного инструмента из ПО Roxar RMS 2013) следующие значения (смотри Таблицу 5.1).

Таблица 5.1 – запасы газа и связанного с ним газового конденсата

| Газ, стандартные кубометры | Связанный конденсат, ст. м ³ |
|----------------------------|---|
| 1,6912E+11 | 1,18384E+11 |

Для большей наглядности, смоделированная часть коллектора была разделена на 9 частей по количеству запасов (смотри Рисунок 5.1). Таким образом, здесь можно наблюдать наиболее богатую и наименее богатую углеводородами части.

Как можно видеть из рисунка ниже, наиболее «выгодная» часть — это часть под номером 9, а наименее «выгодная» обозначена под номером 4.

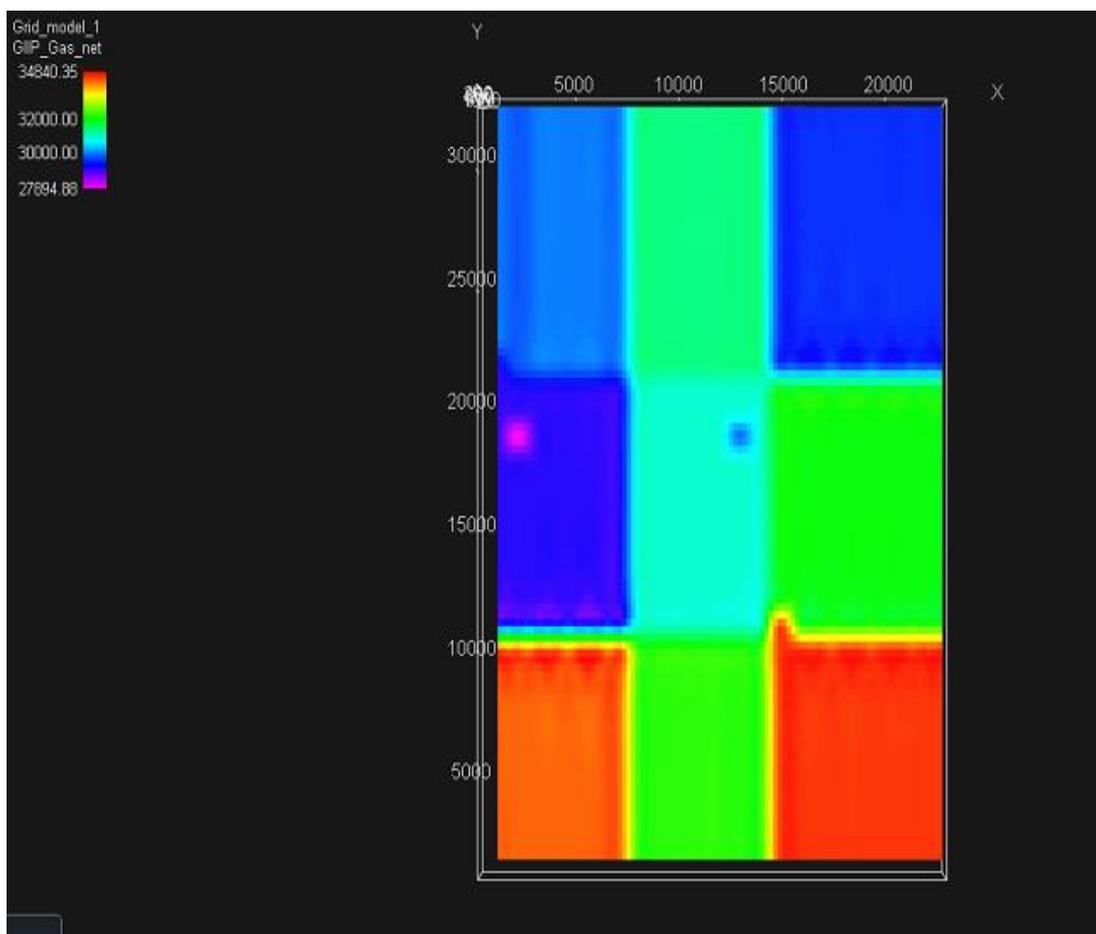


Рисунок 5.1 – запасы рассматриваемой части резервуара

Далее, необходимо знать некоторые свойства коллекторов и флюида. Эти данные представлены в Таблице 5.2 ниже. Свойства флюида были исследованы в лабораториях компании ПАО «Верхнечонскнефтегаз» а также в лабораториях Тюменского нефтяного научного центра.

Основные методы исследования свойств были стандартными для подобного коллектора и флюида.

Для исследования конденсатной фазы использовались:

- сепаратор-тест;
- тест дифференциального разгазирования;
- тест свободного разгазирования;
- ротационный визкозиметр.

Для исследования газовой фазы использовались:

- термометрия;

- хроматографический анализ;
- другие методы.

Таблица 5.2 – некоторые свойства коллектора и флюида

| Параметер | Значение |
|---|-----------------|
| Газ | |
| Пластовое давление, МПа | 13,6 |
| Пластовая температура, °С | 8,8 |
| Давление начала конденсации, МПа | 13,7 |
| Плотность в пласте, кг/м ³ | 0,8 |
| Вязкость в пласте, мПа·с | 0,02 |
| Газоконденсатный фактор, г/м ³ | 38,4 |
| Конденсат | |
| Плотность в поверхностных условиях, кг/м ³ | 724,8 |
| Вязкость в поверхностных условиях, мПа·с | 0,4 |
| Температура начала кипения °С | 123,0 |

Итак, основываясь на вышеизложенных данных были смоделированы два варианта в программе Roxar TEMPEST. Первый вариант базировался на распределении проницаемости из рисунка 4.15, второй же вариант базировался на распределении проницаемости из рисунка 4.16.

Необходимо отметить, что в данной работе не преследовалась цель найти наиболее выгодный или наиболее оптимистичный сценарий, цель заключалась в том, чтобы только сравнить базовые коэффициенты

извлечение для обоих вариантов. Другими словами, для обоих вариантов использовались только уже пробуренные скважины (смотри рисунок 4.9) без использования поддержания пластового давления или каких-либо методов увеличения нефтеотдачи.

Дата начала симуляции разработки была 1-ое марта 2020 года.

Первый вариант (более хороший) с окончательным коэффициентом извлечением равным 0,04 % показан на Рисунке 5.2. Средняя проницаемость равна 0,1 мД.

Второй вариант с коэффициентом извлечения 0,01 % и со средней проницаемостью 0,05 мД представлен на Рисунке 5.3

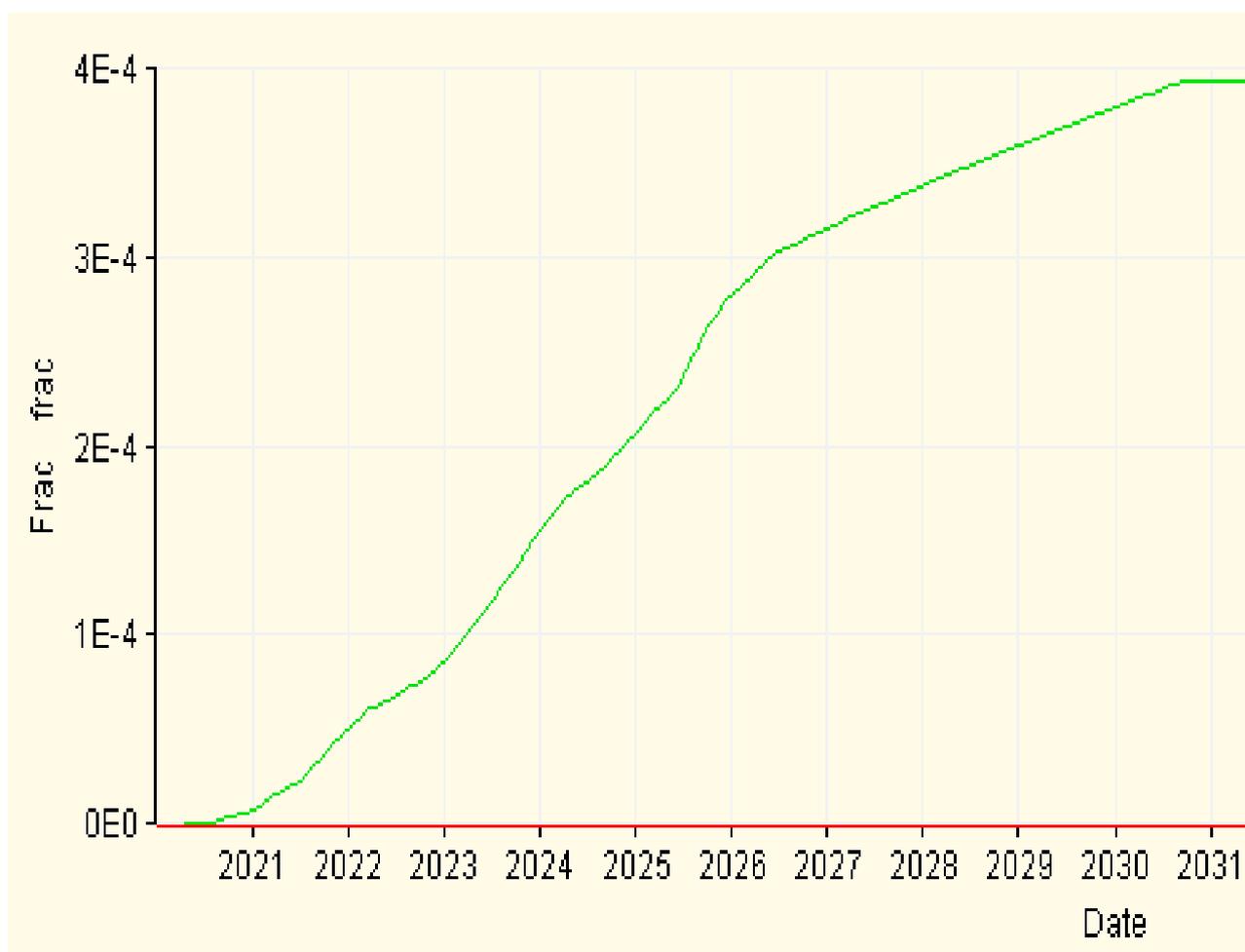


Рисунок 5.2 – коэффициент извлечения для первого варианта

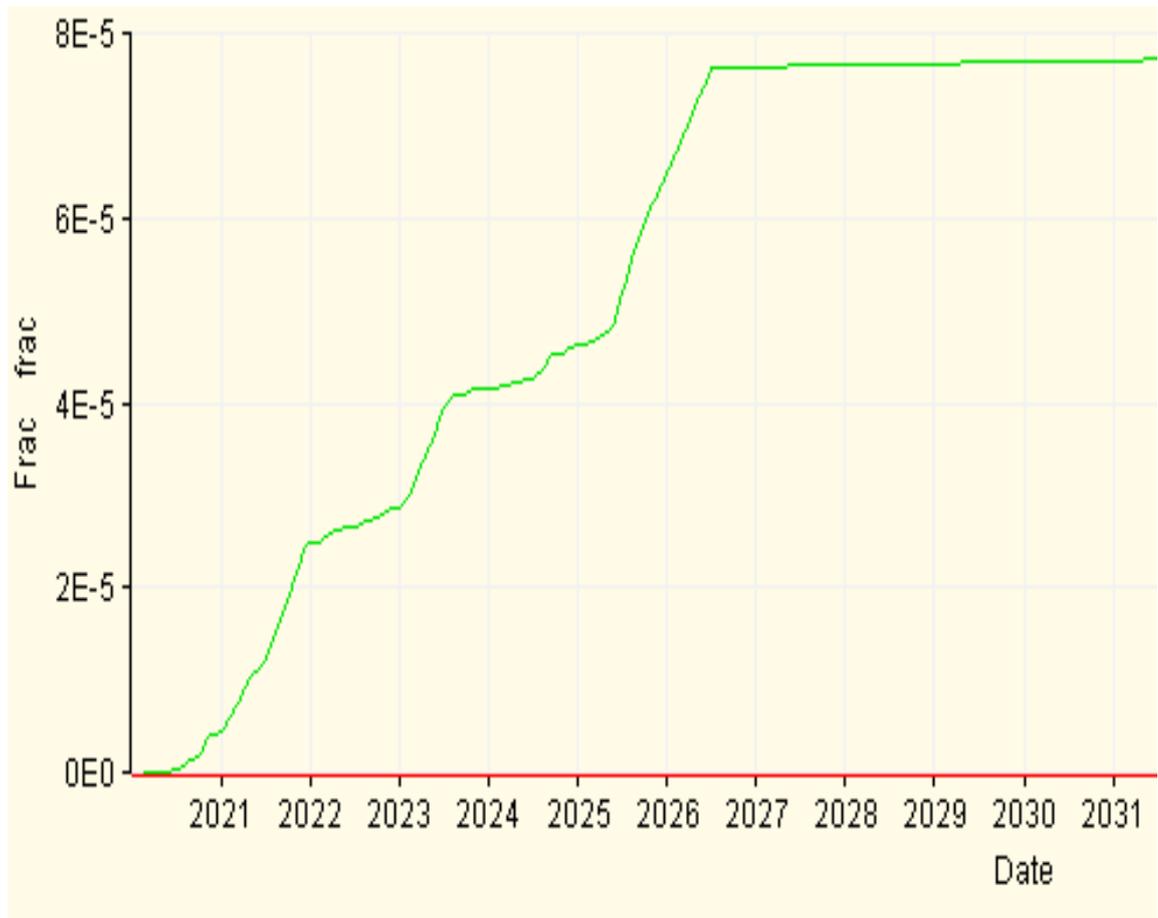


Рисунок 5.3 – коэффициент извлечения для второго варианта

Таким образом, оба варианта неудовлетворительны. Разработка смоделированной части горизонта представляется невозможной или, по крайней мере, невероятно затрудненной. В проекте разработки 2011 года [9], инженеры-разработчики компании оператора делают подобное заключение для всего горизонта в целом.

Причина заключается в особенности распределения петрофизических свойств. Альтернативой является использования Осинского горизонта как подземного хранилища попутного газа из нефти соседних горизонтов.

Вывод: в данной главе в первом приближении были рассмотрены т.н. базовые варианты разработки, с помощью которых был подтвержден вывод, сделанный в предыдущей главе. Однако, оба варианта являются неудовлетворительными.

Глава 6. Социальная ответственность

В данном разделе будут рассмотрены вредные факторы рабочего места и способы противодействия им.

Предметом изучения данной работы являлись карбонатные породы Осинского горизонта. Осинский горизонт в данный момент находится на стадии оценки запасов. В таких условиях было важно построить один из возможных вариантов распределения петрофизических свойств и оценить потенциальное влияние неоднородности коллектора на разработку.

Данная работа выполнялась на персональном компьютере (далее сокращенно ПК), работающем на операционной системе Microsoft Windows 10 Pro (далее сокращенно ОС Windows 10).

Таким образом, данный раздел ориентирован на сокращение влияния вредных факторов работы ПК на работника, а также на обеспечение нормирования труда и организацию рабочей деятельности работника.

6.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

6.1.1 Физико-химическая природа вредности и воздействие факторов на организм человека

При работе с ПК возникают (в соответствии с ГОСТ 12.003-2015) следующие неблагоприятные физико-химические факторы трудового процесса и рабочей среды:

- отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения;
- отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения;
- пониженная световая и цветовая контрастность;

- электромагнитное излучение (ЭМИ);
- аномальные микроклиматические параметры воздушной среды на местонахождении работающего: температура и относительная влажность воздуха;
- приборы и сети под электрическим напряжением без обеспечения достаточного уровня электробезопасности;
- физические перегрузки, связанные со статичной рабочей позой;
- нервно-психические перегрузки, такие как: 1) умственное перенапряжение, в том числе вызванное информационной нагрузкой; 2) перенапряжение анализаторов, в том числе вызванное информационной нагрузкой; 3) монотонность труда, вызывающая монотонию; 4) эмоциональные перегрузки.

Большая часть упомянутых выше факторов обладают физическим воздействием на человек, кроме того, также есть факторы, воздействующие на психику и нервную систему человека. Ниже будет рассмотрено потенциальное воздействие каждого упомянутого выше фактора.

1) Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения. Освещение является первичным стимулом циркадной нервной системы. Многочисленными исследованиями доказано, что элементы сетчатки, не участвующие в формировании зрительного восприятия, передают энергию света, в основном, в незрительные отделы головного мозга, которые регулируют нейроэндокринную систему организма, определяют циркадные биоритмы жизнедеятельности, сбой которых приводит к серьезным нарушениям здоровья. Циркадная система, начинающая нервный путь от сетчатки глаза, контролирует суточные ритмы сна и бодрствования, температуры тела, артериального давления, гормональную секрецию и многие другие физиологические функции организма. Установлен факт циркадных колебаний около 300 физиологических функций организма, которые, безусловно, в первую очередь зависят от воздействия на человека световой среды его обитания.

При этом необходимо отметить, что наилучшим влиянием на организм обладает именно естественный свет. При его недостатке возникает т.н. эффект «светового голодания», наблюдающийся в основном у жителей Крайнего Севера, а также у людей, работающих по ночам, под землей, или в плохо освещенных помещениях офисов, заводов и т.п.

2) Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения. О необходимости света для нормального функционирования человеческого организма было сказано выше. Помимо этого, следует отметить, что в случае временного недостатка или отсутствия естественного освещения, необходимо обеспечить достаточное искусственное освещение. В противном случае, могут развиваться различные заболевания зрения, такие как миопия и т.п. Минимально необходимый уровень освещения будет изложен ниже.

3) Электромагнитное излучение. Системные блоки и экран компьютера производят электромагнитное излучение (ЭМИ). Основными источниками излучения является системный блок и видеокабель.

4) Повышенная температура воздуха может приводить к ухудшению самочувствия в связи с перегревом организма и, в дальнейшем, к тепловому удару. Пониженная температура воздуха может приводить к острым респираторным заболеваниям и прочим простудным заболеваниям.

Помимо этого, также могут возникнуть (и, как правило, возникают) следующие проблемы: При повышении температуры окружающего воздуха происходит увеличение активности системы терморегуляции, что выражается в усилении процессов теплоотдачи.

5) Электрические приборы и сети под повышенным напряжением угрожают при недостаточной электробезопасности ударами электрическим током, которые грозят ожогами различной степени, судорогами, потерей сознания, остановкой сердца.

6) Пониженная световая и цветовая контрастность. Пониженная световая и цветовая контрастность может возникнуть в результате

неисправности в мониторе ПК, либо же в результате неправильной настройке монитора ПК.

Несмотря на то, что эта проблема, на первый взгляд, не кажется столь актуальной, тем не менее, отсутствие (или переизбыток) контрастности заставляет перенапрягать глаза, во время попытки рассмотреть информацию с монитора. Это, опять же, может привести к таким заболеваниям зрения как миопия, синдром сухого глаза. Кроме того, важно отметить, что существует такое напрямую имеющее отношение к контрастности понятие как «цветовая температура». Цветовая температура - это характеристика хода интенсивности излучения источника света как функции длины волны в оптическом диапазоне. Считается, что человек склонен более комфортно воспринимать теплое освещение и колорит, смещенный в область желтых оттенков.

7) физические перегрузки, связанные со статичной рабочей позой. В процессе работы за ПК, работник на протяжении длительного времени находится в статичной позе, представленной на Рисунке 6.1.

В данной позе, если нахождение в ней происходит достаточно долго, происходит перенапряжение некоторых групп мышц (шейных мышц, например) и, наоборот, недостаточная нагрузка других групп мышц. Кроме того, происходит в целом недостаток двигательной активности. В сумме, это может привести к таким проблемам, как: 1) Нарушение осанки; 2) Сколиоз; 3) Накопление избыточного веса; 4) Ожирение.

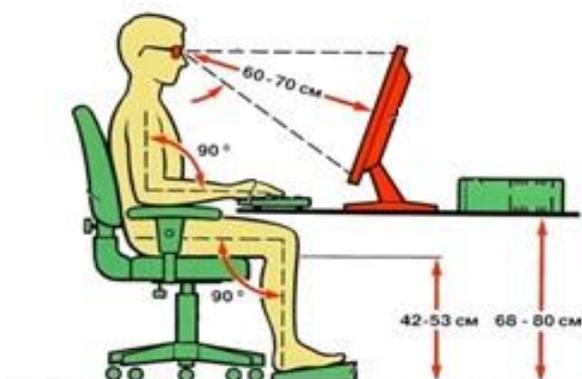


Рисунок 6.1 – нормальная поза работника за ПК

8) Нервно-психические перегрузки. В данном случае, основные проблемы связаны с умственным перенапряжением, в том числе вызванным информационной нагрузкой; перенапряжением анализаторов, в том числе вызванным информационной нагрузкой; монотонностью труда, вызывающей монотонию; эмоциональными перегрузками. Все это может приводить к различным нервно-психическим проблемам, таким как бессонница, переутомление, повышенная тревожность, нервное перевозбуждение и т.п.

6.1.2 Допустимые нормы

По освещению допустимые нормы согласно ГОСТ Р 55710-2013 следующие: «средняя освещенность на рабочих местах с постоянным пребыванием людей должна быть не менее 200 лк (люксов). Равномерность освещенности должна быть не менее 0,40 для зоны непосредственного

окружения; 0,10 - для зоны периферии. При равномерности освещенности 0,10 освещенность поверхностей должна быть не менее 50 лк на стенах, 30 лк - на потолке».

Что касается контрастности, то необходимо учесть, цветовая температура должна быть невысокой. Подойдет точка белого D55 (5500 К – градусов Кельвина).

Согласно ГОСТ Р 50948-96 контрастность деталей изображения и фона, должна быть не менее 3:1 для деталей изображения с размером один пиксель, разделенных интервалом один пиксель, не менее 1,5:1.

Электромагнитное излучение, согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96, должно не превышать ПДУ, представленные в Таблице 6.1.

Таблица 6.1 – предельно-допустимые уровни для ЭМИ

| Предельно допустимая энергетическая экспозиция | | | |
|--|---|---|--|
| Диапазоны частот | По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$ | По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$ | По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$ |
| 30 кГц - 3 МГц | 20000,0 | 200,0 | - |
| 3 - 30 МГц | 7000,0 | Не разработаны | - |
| 30 - 50 МГц | 800,0 | 0,72 | - |
| 50 - 300 МГц | 800,0 | Не разработаны | - |
| 300 МГц - 300 ГГц | - | - | 200,0 |

Оптимальные и допустимые значения характеристик микроклимата устанавливаются в соответствии с СНиП 2.2.2/2.4.1340-03 приведены в Таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Оптимальные и допустимые параметры микроклимата

| Период года | Температура, °С | Относительная влажность, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-----------------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|
| Холодный и переходный | 23–25 | 40–60 | 0,1 |
| Теплый | 23–25 | 40 | 0,1 |

Что касается электробезопасности, то безопасной для человека является величина переменного тока – 10 мА, постоянного – 50 мА, безопасное напряжение 12В.

Что касается нервно-психических нагрузок, то здесь ситуация сложнее. Нет определенных, строго признаваемых официально исследований о нормах рабочего процесса, связанного с нервно психическими нагрузками. Поэтому, в начале определимся с некоторыми научно-исследовательскими определениями в данной области, а затем обратимся к официальным документам, чтобы найти наиболее близко стоящие нормы.

Стресс (нервно-психические нагрузки) проявляется во всеобщем адаптационном синдроме как необходимая и полезная реакция организма на резкое увеличение его общей внешней нагрузки. Он состоит в целом ряде физиологических сдвигов в организме, способствующих повышению его энергетических возможностей и успешности выполнения сложных и опасных действий. Поэтому сам по себе стресс является не только целесообразной защитной реакцией человеческого организма, но и механизмом, содействующим успеху трудовой деятельности в условиях помех.

Стресс оказывает положительное влияние на результаты труда лишь до тех пор, пока он не превысил определенного критического уровня. При превышении же этого уровня в организме развивается так называемый процесс гипермобилизации, который влечет за собой нарушение механизмов саморегуляции и ухудшение результатов деятельности, вплоть до ее срыва. Гипермобилизация организма приводит к чрезмерным формам психического состояния, которые называются дистрессом или запредельными формами. Можно выделить два типа запредельного психического напряжения – тормозной и возбудимый.

Тормозной тип характеризуется скованностью и замедленностью движений. Специалист не способен с прежней ловкостью производить профессиональные действия. Снижается скорость ответных реакций. Замедляется мыслительный процесс, ухудшается воспоминание, проявляются рассеянность и другие отрицательные признаки, несвойственные данному человеку в спокойном состоянии.

Возбудимый тип проявляется гиперактивностью, многословностью, дрожанием рук и голоса. Операторы совершают многочисленные, не диктуемые конкретной потребностью действия. Они проверяют состояние приборов, поправляют одежду, растирают руки, в общении с окружающими они обнаруживают раздражительность, вспыльчивость, несвойственную им резкость, грубость, обидчивость. Длительные психические напряжения и особенно их запредельные формы ведут к выраженным состояниям утомления.

Умеренное напряжение – нормальное рабочее состояние, возникающее под мобилизирующим влиянием трудовой деятельности. Это состояние психической активности является необходимым условием успешного выполнения действий и сопровождается умеренным изменением физиологических реакций организма, проявляется в хорошем самочувствии, стабильном и уверенном выполнении действий. Умеренное напряжение соответствует работе в оптимальном режиме. Оптимальный режим работы

осуществляется в комфортных условиях, нормальной работе технических устройств. В оптимальных условиях промежуточные и конечные цели труда достигаются при невысоких нервно-психических затратах. Обычно здесь имеют место длительное сохранение работоспособности, отсутствие грубых нарушений, ошибочных действий, отказов, срывов и других аномалий.

Повышенное напряжение сопровождает деятельность, протекающую в экстремальных условиях, требующих от работающего максимального напряжения физиологических и психических функций, резко выходящего за пределы физиологической нормы.

Нервно-психические нагрузки связаны с продолжительностью работы. Согласно Трудовому Кодексу Российской Федерации (далее в тексте ТК РФ), глава 15, статья 91 «нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю.» Согласно статье 108 ТК РФ: «В течение рабочего дня (смены) работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут, который в рабочее время не включается. Правилами внутреннего трудового распорядка или трудовым договором может быть предусмотрено, что указанный перерыв может не предоставляться работнику, если установленная для него продолжительность ежедневной работы (смены) не превышает четырех часов».

6.2 Предлагаемые средства защиты

Для защиты от ЭМИ необходимо:

- Увеличить расстояние от оператора до источника;
- Применить приэкранные фильтры, специальные экраны и другие СИЗ.

Для защиты от неблагоприятных факторов микроклимата необходимо использовать обогревательные приборы в зимний период и

кондиционеры в летний период, чтобы обеспечить комфортную температуру воздуха для работы на уровне 23-25 градусов Цельсия.

К мероприятиям по обеспечению электробезопасности относятся:

- Отключение напряжения от токоведущих частей, на которых или вблизи которых будет проводиться работа;
- Подготовка и вывешивание плакатов, которые указывают место работы;
- Заземление корпусов всех установок;
- Покрытие токоведущих поверхностей инструментов надежной изоляцией.

Требования электробезопасности изложены в ряде нормативных документов, основными из которых являются:

- Правила устройства электроустановок (ПУЭ), издание седьмое;
- Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП), утвержденные приказом Минэнерго России от 13.01.2003 N 6;
- Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные приказом Минтруда России от 24.07.2013 N 328н;
- Инструкция по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках, утвержденная приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 N 261 и др.

Названные нормативные документы распространяются на работников из числа электротехнического, электротехнологического и неэлектротехнического персонала, а также на работодателей (физических и юридических лиц независимо от форм собственности и организационно-правовых форм), занятых техническим обслуживанием электроустановок, проводящих в них оперативные переключения, организующих и выполняющих строительные, монтажные, наладочные, ремонтные работы, испытания и измерения. В организациях должен осуществляться контроль за

соблюдением требований электробезопасности и инструкций по охране труда, контроль за проведением инструктажей по электробезопасности. Нарушение требований электробезопасности влечет за собой ответственность в соответствии с действующим законодательством.

Государственный надзор за соблюдением требований электробезопасности осуществляется органами федерального государственного энергетического надзора.

Работодатель обязан обеспечить:

- содержание электроустановок в работоспособном состоянии и их эксплуатацию в соответствии с требованиями нормативно-технических документов;
- своевременное и качественное проведение технического обслуживания, планово-предупредительного ремонта, испытаний, модернизации и реконструкции электроустановок и электрооборудования;
- подбор электротехнического и электротехнологического персонала, периодические медицинские осмотры работников, проведение инструктажей по безопасности труда, пожарной безопасности;
- обучение и проверку знаний электротехнического и электротехнологического персонала;
- надежность работы и безопасность эксплуатации электроустановок;
- охрану труда электротехнического и электротехнологического персонала;
- охрану окружающей среды при эксплуатации электроустановок;
- учет, анализ и расследование нарушений в работе электроустановок, несчастных случаев, связанных с эксплуатацией электроустановок, и принятие мер по устранению

- причин их возникновения;
- представление сообщений в органы госэнергонадзора об авариях, смертельных, тяжелых и групповых несчастных случаях, связанных с эксплуатацией электроустановок;
 - разработку должностных, производственных инструкций и инструкций по охране труда для электротехнического персонала;
 - укомплектование электроустановок защитными средствами, средствами пожаротушения и инструментом;
 - учет, рациональное расходование электрической энергии и проведение мероприятий по энергосбережению;
 - проведение необходимых испытаний электрооборудования, эксплуатацию устройств молниезащиты, измерительных приборов и средств учета электрической энергии;
 - выполнение предписаний органов государственного энергетического надзора.

Для предотвращения физических факторов, связанных со статической позой, а также для предотвращения психоневрологических вредных факторов необходимо делать перерывы в рабочее время, каждые полчаса перерыв на 5 минут с разминкой, не считая обеденного перерыва в 30 минут.

6.2.1 Защита в чрезвычайных ситуациях

Работа с ПК происходит, как правило, в офисном здании. Таким образом, здесь нет каких-либо специфических чрезвычайных ситуаций (далее ЧС), однако, следует учитывать ряд общих ЧС природного и техногенного характера, такие как:

- Землетрясение (в сейсмически активных районах);
- Ураганы, смерчи, торнадо и т.п.;
- Пожары и т.п.

Далее будет более подробно рассмотрены ЧС, связанные с пожарами. Для того, чтобы предотвратить связанные с ними потенциальные жертвы среди работников и имущества, следует использовать следующие превентивные меры (учитывая, что помещение относится к категории «В» по взрывопожароопасности по СНиП 21-01-97):

- Организационные мероприятия (правильное содержание зданий и территорий, эксплуатацию оборудования, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, обучение производственного персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации);
- Технические мероприятия (соблюдение противопожарных правил и норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования);
- Режимные мероприятия (соблюдение противопожарных мер, установление правил организации работ).

В случае, если пожар все-же приключился, необходимо сделать следующие действия:

- Сообщить руководству (дежурному);
- Позвонить в соответствующую аварийную службу или МЧС по телефону 112;
- Принять меры по ликвидации аварии в соответствии с инструкцией.

6.3 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.3.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Предметы должны занимать определенное доступное место на столе, находящееся на определенном расстоянии от сидящего за столом работника. Рабочее пространство работника делится на несколько зон, представленных на Рисунке 6.2.

Правильное расположение предметов на рабочем месте будет стимулировать соответствующую скорость работы и снизить переутомление. Поэтому является более важным фактором, чем может показаться на первый взгляд.

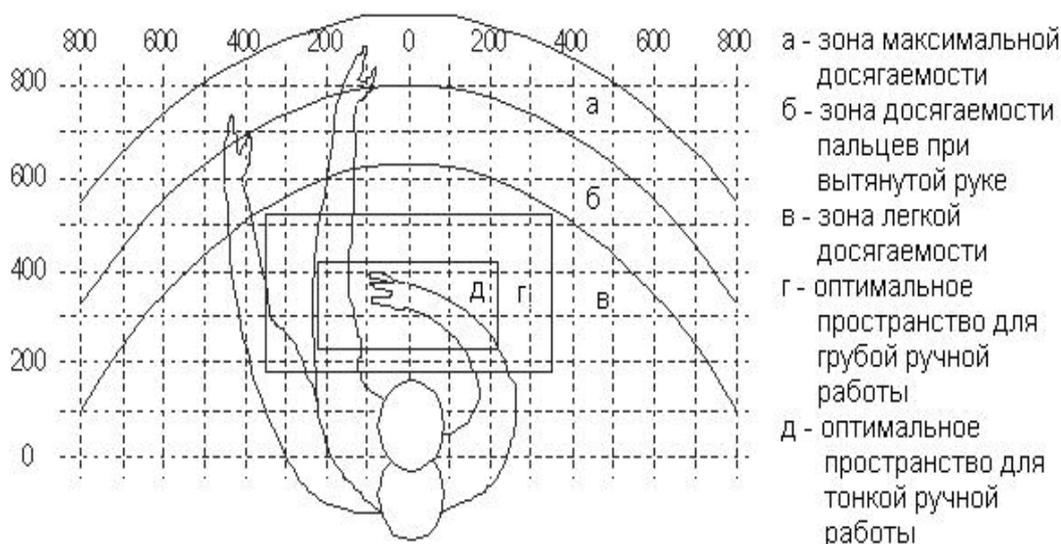


Рисунок 6.2 - зоны досягаемости рабочего пространства работника

"Освободите свой письменный стол от всех бумаг, кроме тех, что имеют непосредственное отношение к решаемой сейчас проблеме", — Д.Карнеги (американский педагог, писатель).

На столе должно быть достаточно свободного места, чтобы было удобно работать, не отрываясь по пустякам. Если приходится делить свое время между компьютером и работой с бумагами, подумайте о панорамном методе, который позволит вам перемещаться между традиционным столом и компьютером не вставая. Если есть возможность, необходимо постараться найти стол с регулируемой высотой.

Необходимо продумать, как установить стол таким образом, чтобы он

составлял единое целое со всем офисом.

Установив стол напротив стены, можно создать удобное место для размещения книжных полок, навесных плакатов и т.п. Если рабочее место находится в офисе с открытой планировкой, то такое размещение стола способствует исключению случайных помех и снижению отвлечения внимания. Кроме того, можно принять необходимость следования следующим правилам:

1. Компьютеры в помещении должны находиться не ближе 2 метров друг от друга, ни в коем случае не напротив.

2. Желательно установить монитор в углу.

3. 50 см — минимальное расстояние от глаз до экрана.

4. Клавиатуру располагайте в 10 — 30 см от себя.

5. Системный блок и другие элементы ПК нельзя ставить вплотную к стене или к другим предметам во избежание перегрева.

6. В офисе должна обеспечиваться достаточная вентиляция и увлажнение воздуха. Если этого недостаточно, проветривайте помещение.

7. Оконный и ламповый свет должны падать слева.

8. В помещениях без естественного освещения нужно совмещать общий (потолочный) и рабочий (настенный, настольный) свет. Желательно, чтобы он имел не направленный, а рассеянный характер.

9. Установите подставку для ног, если об этом не позаботился работодатель.

10. Лазерный принтер испускает вредное излучение, и желательно установить его как можно дальше от стола, лучше всего в отдельной комнате. Струйный принтер не вреден. При размещении учтите: оба они боятся пыли, прямого солнечного освещения и близости нагревательных приборов.

Вывод: Работа над данным проектом не велась в неких особо сложных или опасных условиях, поэтому необходимо обеспечить базовый уровень безопасности и индивидуальной защиты. Этот уровень достигается путем следования нормативным документам и организации рабочего пространства.

Глава 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе будут рассмотрены затраты по таким статьям, как:

- Материальные затраты;
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Затраты научные и производственные командировки;
- Накладные расходы.

Необходимо отметить, что данный проект имеет теоретическую направленность и коммерческая выгода от применения полученных результатов пока неочевидна. Тем не менее, в данном разделе будут представлены некоторые общие соображения на этот счет. Кроме того, будут даны некоторые объективные оценки эффективности, подходящие для данного проекта.

7.1 Материальные затраты исследования

Основные затраты связаны с электроэнергией и покупкой лицензии на необходимое программное обеспечение (ПО) для выполнения работы либо в случае установленного лицензированного ПО, затраты будут связаны только с электроэнергией. Потребление электроэнергии персональным компьютером в месяц: 28,8 кВт*ч. Работа велась в течение 2 месяцев.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле (5):

$$C = C_{\text{эл}} \cdot P \cdot F_{\text{об}}, \quad (5)$$

где $C_{\text{эл}}$ – тариф на промышленную электроэнергию (2,93 руб. за 1 кВт*ч);

P – мощность оборудования, кВт, 28,8 кВт*ч;

$F_{об}$ – время использования оборудования, ч.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в Таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Материальные затраты

| Наименование | Единица Измерения | Количество | Цена за ед., Руб. (по ценам Томской области) | Затраты на материалы, руб. |
|---------------------|-------------------|------------|--|----------------------------|
| Электроэнергия | кВт*ч | 57,60 | 2,93 | 168,76 |
| Канцелярские товары | | | | 1500 |
| Доступ в интернет | Месяц | 2 | 350 | 700 |
| Итого, руб | | | | 2368,76 |

7.2 Расходы, связанные с заработной платой

В настоящую статью включается основная заработная плата сотрудника компании за время, занятое моделированием (2 месяца). Основная заработная плата рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Для сотрудника на должности ведущего инженера в отделе геологии оклад составляет 40000 руб.

Среднедневная заработная плата определяется по формуле (6):

$$Z_{зпi} = \frac{(D+D \cdot K)}{F}, \quad (6)$$

где D – месячный оклад работника;

K – районный коэффициент (для г. Томск – 30%);

F – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Тогда,

$$Z_{\text{зпi}} = \frac{(51000+51000 \cdot 0,3)}{22} = 2363,63 \text{ руб}$$

Основная заработная плата сотрудника, рассчитывается по формуле (7):

$$C_{\text{осн.зп}} = \sum t_i \cdot C_{\text{зпi}}, \quad (7)$$

где t_i – затраты труда, необходимые для выполнения проекта, в рабочих днях, 90 дней;

$C_{\text{зпi}}$ – среднедневная заработная плата работника, выполняющего проект, (руб./день), 2363,63.

Тогда,

$C_{\text{осн.зп}} = 90 * 2363,63 = 212726,7$ руб – зарплата за 90 дней (3 месяца)

7.3 Прочие отчисления

В данной статье расходов отображаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников. Величина отчислений во внебюджетные формы определяется по формуле (8):

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (8)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

Налоговый Кодекс РФ устанавливает размер страховых взносов в размере 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в Таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель | Сотрудник |
|---|-----------|
| Основная заработная плата, руб. | 212726,7 |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, % | 30% |
| Сумма отчислений | 63818,01 |

Итого во внебюджетные фонды за два месяца будет переведено 63818,01 руб.

7.4 Расходы, связанные с аппаратом управления и хозяйственными нуждами

В данную статью входят расходы на содержание аппарата управления и общехозяйственных служб. По этой статье учитываются оплата труда административно-управленческого персонала, содержание знаний, оргтехники и хозинвентаря, амортизация имущества, расходы по охране труда и подготовке кадров.

Накладные расходы компании составляют 25% – 30% от суммы заработной платы сотрудника. Расчет накладных расходов ведется по формуле (8):

$$P_{\text{накл}} = (Z_{\text{внеб}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}}) \cdot k_{\text{накл}}, \quad (8)$$

где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов, равный 25%.

$Z_{\text{внеб}}$ – затраты внебюджетные;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты основные;

Затраты дополнительные ($Z_{\text{доп}}$) = 0

Тогда накладные расходы составят:

$C_{\text{накл}} = (63818,01 + 212726,7) \cdot 0,25 = 69136,1775$ руб – такая сумма будет затрачена на накладные расходы за два месяца выполнения работы.

Определение бюджета затрат на проект по каждому варианту исполнения приведен в Таблице 7.3.

Таблица 7.3. – Расчет бюджета затрат проекта

| Наименование статьи | Сумма, руб. |
|--|-------------|
| Материальные затраты проекта | 2368,76 |
| Затраты по основной заработной плате исполнителей работы | 212726,7 |
| Отчисления во внебюджетные фонды | 63818,01 |
| Накладные расходы | 69136,1775 |
| Бюджет затрат | 345680,8875 |

7.5 Определение различных типов эффективности

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

Интегральный показатель финансовой эффективности работы получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов проекта. 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 проекта определяется по формуле (9) как:

$$I_{\text{фин}}^{\text{исп}} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (9)$$

где $I_{\text{фин}}^{\text{исп}}$ – интегральный финансовый показатель проекта;

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения проекта.

Полученная величина интегрального финансового показателя проекта отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости проекта в разах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Так как проект имеет одно исполнение, то

$$I_{\text{фин}}^{\text{исп}} = \frac{345680,8875}{345680,8875} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения работы можно определить по формуле (10):

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (10)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения проекта;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения проекта;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в Таблице 7.4.

Таблица 7.4– Оценка характеристик исполнения проекта

| | Весовой коэффициент параметра | Оценка |
|-------------------------|-------------------------------|--------|
| 1. Энергоэффективность | 0,1 | 5 |
| 2. Точность результатов | 0,1 | 5 |
| 3. Оперативность | 0,1 | 4 |

Продолжение таблицы 7.4

| | | |
|---|-----|----|
| 4. Унифицированность | 0,1 | 5 |
| 5. Надежность | 0,1 | 4 |
| 6. Помехоустойчивость | 0,1 | 5 |
| 7. Безопасность | 0,1 | 5 |
| 8. Конкурентоспособность | 0,1 | 3 |
| 9. Цена | 0,1 | 4 |
| 10. Финансовая эффективность научной работы | 0,1 | 4 |
| Итого | 1 | 44 |

Тогда $I_{pi} = 4,4$.

Сравнительная эффективность проекта рассчитана по формуле (11):

$$Э_{cp} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}}, \quad (11)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта, представленную в Таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Эффективность проекта

| Показатели | Оценка |
|--|--------|
| Интегральный финансовый показатель | 1 |
| Интегральный показатель ресурсоэффективности и разработки | 4,4 |
| Интегральный показатель эффективности | 0,22 |

Вывод: на основании всего вышеизложенного можно сделать два вывода. Первый заключается в том, что данный проект имеет теоретическую направленность и его экономическая выгода на данном этапе неочевидна. Второй заключается в том, что приведенная в данном разделе методика оценки экономической эффективности является справедливой.

Заключение

Целью данной работы является построение трехмерного изображения петрофизических и литологических свойств карбонатных пород на примере Осинского горизонта и оценка их влияние на разработку на качественном уровне.

Ниже представлен пошаговый список работ, проведенных для исполнения указанных выше целей:

1. Во-первых, были собраны геологические данные и данные петрофизических исследований Осинского горизонта;
2. Собранные данные были проанализированы, систематизированы, и приведены в подходящий для дальнейшей работы вид;
3. Были построены структурные карты кровли и подошвы центральной части Осинского горизонта, вначале на бумаге вручную, затем в специальной программе Roxar RMS2013.
4. Были выделены определенные зависимости между различными петрофизическими свойствами;
5. На основании вышеуказанных зависимостей, были построены кубы распределения пористости, литологии, и два куба распределения проницаемости;
6. На основании построенных выше моделей, были построены две простейшие гидродинамические модели в программе ROXAR Tempest для качественной оценки влияния различных вариантов распределения петрофизических свойств на разработку. При этом в данной работе не ставится цели рассчитать наиболее выгодный экономически вариант разработки.

Таким образом, в процессе данной работы, большой массив данных об Осинском горизонте был проанализирован. Базируясь на этом анализе используя специальный программный продукт, были смоделированы варианты распределения петрофизических свойств. В результате были

сделаны следующие выводы:

1. Карбонаты Осинского горизонта относятся к глобальному типу «Muddy Texture»;
2. Несмотря на тот факт, что пористость является нормальной, значения проницаемости очень низкие; это ключевая особенность карбонатов данного горизонта;
3. Распределение пористости и проницаемости очень сложное;
4. Зависимость пористость-проницаемость может быть описано двумя степенными функциями (см. выражения 1.5 и 2.3 в подразделе 4.2);
5. Разработка очень затруднена, но горизонт может быть использован как подземное хранилище для попутного газа из нефти других горизонтов;

В качестве предложений для дальнейшей работы, предлагается собрать гораздо больше данных об исследуемом горизонте, особенно данных исследований петрофизических свойств точек керн. Это позволит создать новые, более точные эмпирические формулы зависимости проницаемости от пористости и новые, более точные варианты геологических и гидродинамических моделей.

Возможно, это позволит пересмотреть прогноз по разработке.

Помимо этого, следует также отметить, что несмотря на то, что результаты, полученные в данной работе, страдают от высокой степени неопределенности, они все же могут быть использованы в практических целях. Под «практическими целями» в данном конкретном случае подразумевается целый комплекс задач, связанных с проектированием разработки, составлением плана разбуривания месторождения, определение состава программы доразведки, прикидка направления дальнейших работ и т.д.

Для большей конкретики, ниже приводится список из результатов, полученных в данной исследовательской работе, и тех возможностей для их использования, которые им соответствуют.

Например, построенные в рамках работы модели распределения свойств (см. рисунки 4.11 – 41.16) могут быть использованы для:

- Построения первичных геологических моделей;
- Предварительной оценки запасов;
- Построения диаграммы чувствительности (т.н. «спайдер-диаграммы»);
- Расчет перспективных программ доразведки;
- Оценки неопределенностей;

Построенные в рамках данной работы зависимости пористости от проницаемости (см. Рисунок 4.6) и полученные с них формулы могут быть использованы для:

- Теоретического прогнозирования свойств отдаленных, незатронутых пока что бурением участков пласта;
- В перспективе: разбивка коллектора на зоны с различным фациальным составом.

Кроме того, не стоит недооценивать и теоретические материалы, собранные в рамках данной работы. Например, собранные во второй главе материалы могут быть использованы в любых последующих работах, связанных с Верхнечонским нефтегазоконденсатным месторождением, а также в работах, связанных непосредственно с Осинским горизонтом.

Материалы, собранные в третьей главе, могут быть использованы для любых работ, связанных с изучением карбонатных коллекторов, их неоднородности различного уровня, их литологической и петрофизической зональности.

Таким образом, данная работа обладает определенной практической и теоретической составляющей, которые могут быть использованы в дальнейшем другими исследователями.

Список использованных источников

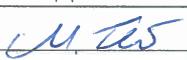
- 1) Антипин Ю.В., Гумеров Р.Р., Исхаков И.А., Ягафаров Ю.Н. «Развитие газовых методов увеличения нефтеотдачи месторождений рифогенного типа». ж-л. «Нефтяное хозяйство» – 2002. - №4. – с. 45 -56.
- 2) Батурин Ю.Е., Бродский П.А., Лисовский Н.Н., Цой В.Е. и другие. «Методические рекомендации по проектированию разработки нефтяных и газонефтяных месторождений». М., 2007.
- 3) Гайдукова Т.А. Нефтегазоносные провинции и области России. М.: 2006. – 113 с
- 4) Гринченко В.А. Дополнение к технологической схеме разработки Верхнеченского конденсатогазонефтяного месторождения. Книга 1. Тюмень, ТННЦ, 2011, 372 с.;
- 5) Дияшев Р. Н. и др. «Технологическая схема разработки Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения в Иркутской области» (протокол №2356 от 22.04.1999г.). Бугульма, 1998.
- 6) Желтов Ю. П. Разработка нефтяных месторождений: Учебник для вузов. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: НЕДРА, 1998. – 332 с.
- 7) Закревский К.Е. Геологическое 3D моделирование. М: «ИПЦ Маска», 2009 – 20с;
- 8) Мерзляков В.Ф. «Обоснование и совершенствование технологий разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами». М., ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003.
- 9) Мирошниченко А.В. и др. «Дополнение к технологической схеме разработки Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения» (протокол №4708 от 22.10.2009 г.). Тюмень, 2009.
- 10) Мищенко И.Т. «Расчеты в добычи нефти». М., 1989.
- 11) Новицкий Н.И.– Основы менеджмента: Организация и планирование производства. М.: Финансы и статистика, 2008. – 208с.

- 12) Неустроев В.Л. и др. «Отчет по подсчету нефти и газа Верхнечонского нефтегазоконденсатного месторождения. Иркутская область, Катангский район (по состоянию на 01.06.94 г.)», Иркутск, Фонды «РУСИА Петролиум», 1994.
- 13) Смехов Е.М., Дорофеева Т.В. Вторичная пористость горных пород-коллекторов нефти и газа, Ленинград, Недра, 1987, 96 с.;
- 14) Фортунатова Н.К. Седиментологическое моделирование карбонатных осадочных комплексов. – М: РЭФИА, 2000;
- 15) Хабаков А. В. Атлас структур и текстур осадочных пород. М.: Недра, 1969. – 169 с
- 16) Chirgun A., Levanov A., Gordeev Y., Lazeev A., Timchuk A. - A case study of the Verkhnechenskoye field: Theory and Practice of Eastern Siberia Complex Reservoir Development // Russian SPE Oil and Gas Conference 2017. - M.: SPE edition, 2017. - P. 3749-3829.
- 17) Trevor P. Burchette. Carbonate rocks and petroleum reservoirs: a geological perspective from in industry. Geological Society, London, Special Publications, 2012;
- 18) Tavakoli V. - Carbonate Reservoir Heterogeneity. Overcoming the Challenges. - Cham: Springer, 2020.
- 19) Samaher A. Lazima, Sameera M. Hamd-Allahb, Ali Hussain Jawad - Permeability Estimation for Carbonate Reservoir (Case Study/ South Iraqi Field) // Iraqi Journal of Chemical and Petroleum Engineering. - 2018. - P. 41-45.
- 20) Dernaika M., Masalmeh S., Mansour B., O. Al Jallad, Koronfol S. - Geology based porosity-permeability correlations in carbonate rock types // the SPE Reservoir Characterisation and Simulation Conference and Exhibition held in Abu Dhabi. - Abu Dhabi: SPE edition, 2019.
- 21) Troyee Das, Soumyajit Mukherjee - Sediment Compaction and Applications in Petroleum Geoscience (Chapter 2: «Porosity in carbonates») Springer, 2017. P. 9-18.

- 22) ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
- 23) ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность;
- 24) ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями N 1, 2, 3, 4);
- 25) ГОСТ Р ИСО 9241-5-2009. Эргономические требования к проведению офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (VDT). Часть 5. Требования к расположению рабочей станции и осанке оператора;
- 26) ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;
- 27) РД 39-133-94 «Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин на нефть и газ на суше». (утв. Роскомнедрами 28.12.1993, РАО «Газпром» 18.01.1994, ГП «Роснефть» 04.01.1994).
- 28) РД 08-435-02. «Инструкция по безопасности одновременного производства буровых работ, освоения и эксплуатации нефтяных скважин на кусте». М., 2002.
- 29) СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы;
- 30) СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений.

Review of the literature

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---|----------|
| 2ТМ81 | Тепляшин Михаил Андреевич |  | 14.08.20 |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------|--------------|------------------------|--|----------|
| Ведущий эксперт | Чернова О.С. | д.г-м.н |  | 14.08.20 |

1. Review of the literature

In my work, several scientific articles are used. The full list of them with their brief summaries is represented below:

1) Permeability Estimation for Carbonate Reservoir (Case Study/ South Iraqi Field)

In the article “Permeability Estimation for Carbonate Reservoir (Case Study/ South Iraqi Field)” written by Samaher A. Lazima, Sameera M. Hamd-Allahb and Ali Hussain Jawad we can see some consideration about heterogeneity of carbonate rocks of Mishrif Formation in south Iraqi oil field determined by the methods of hydraulic units (HU's) and global hydraulic elements (GHE) methods that depending on Reservoir Quality Index(RQI) concepts. In the first part of the article, authors say that permeability and permeability distribution play a great role in effective development. Moreover, they say that the secondary porosity have a great influence on the permeability in the carbonates. Next, the authors analyze core plugs data to determine porosity-permeability equation. They graph porosity-permeability plot for studied reservoir (Mishrif reservoir) to do this. After that, the authors say that several words about hydraulic units concept. Hydraulic units (HU) are the elementary reservoir volumes that have the similar geologic and petrophysical properties. HU plays an important role in predicting flow characteristics. They graph the plot RQI (reservoir quality index) vs. PHI Z (pore volume divided by solid volume) and determine dependencies. After that, the authors say about the problem with HU concept – there are too, too much hydraulic units. On the other hand, Lazima and Co. report about the decision of the problem by using Global Hydraulic Elements (10), and every one of them includes the group of HU. The GHE selected thanks to different similarities in Flow Zone Indicators (FZI). That petrophysical rock typing is very useful and necessary for carbonate reservoir. Carbonate reservoirs can have from simple (uni- petrotype, such as a chalk) to very complex (multi- petrotype) distributions of GHE's. This approach was applied to Mishrif formation. To conclude, core analysis and

description plays important role and petrophysical modeling. Carbonate rocks are very complex, there is no strong permeability – porosity correlation, so, it is needed to use GHE approach, and we have three clusters in Mishrif formation.

2) A case study of the Verkhnechenskoye field: Theory and Practice of Eastern Siberia Complex Reservoir Development.

**remark: this article is a very big and monument work that covers a lot of questions connected with Verkhnechenskoye field development. In my work, I use only the data associated with Osinsky horizon, and only this data is presented in the summary below.*

In the article “A case study of the Verkhnechenskoye field: Theory and Practice of Eastern Siberia Complex Reservoir Development” that was written for the Russian SPE Oil and Gas Conference 2017, the authors: A. Chirgun, A. Levanov, Y. Gordeev and A. Lazeev, A. Timchuk tell about development of the Verkhnechenskoye field, complex cases and challenges for reservoir engineers provided the development, such as very high salinity of reservoir water or even the pores filled by salt. They give a lot of information about reservoir structure and reservoir properties. In the first part of their article, the authors give some information about the Verkhnechenskoye field; they say the Verkhnechenskoye field was discovered in 1978. It is situated in Eastern Siberia, approximately 1000 km north of Lake Baikal. Commercial development started in 2008. Concerning the data about Osinsky horizon, first of all, the authors say that the Horizon is a part of usolskaya suite and have a depth of 1200 m (or 3937 ft). Next, the Osinsky horizon is represented by secondary type dolomites, and contains commonly free gas. The Osinsky horizon is at the appraisal stage nowadays. The authors also say that the productivity of new wells drilled near the zones with high salinities is very far from predicted values. This is a big challenge, as the authors say. It is planned to create the underground reservoir on the Osinsky horizon base to store separated solution gas, because this reservoir has bad reservoir properties, for example, average permeability around 1.6 mD. At the end of the article, the authors tell that the gas reserves of the Osinsky horizon are very large. To sum up, the biggest part

of this article is devoted to the data of the development, economy, uncertainties, risks of the Verkhnechenskoye field, but there is also some information about Osinsky horizon, that plays important role in my own work.

Except of the articles, I also use in my work several scientific books: 1) “Carbonate Reservoir Characterization. An Integrated Approach” by F. Jerry Lucia; 2) “Carbonate Reservoir Heterogeneity. Overcoming the Challenges” by the Vahid Tavakoli and 3) The development project of the Verkhnechenskoye field (2011 year); 4) Atlas of sedimentary rock textures and structures by Khabakov M; 5) Sediment Compaction and Applications in Petroleum Geoscience (Chapter 2: «Porosity in carbonates») by Troyee Das and Soumyajit Mukherjee.