

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

Инженерная школа природных ресурсов
Специальность 21.05.03 Геофизические методы исследования скважин
Отделение геологии

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЛУБИННОГО ТЕПЛООВОГО ПОТОКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ГЕОТЕРМИИ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО КОРРЕЛЯЦИИ С ТЕКТОНИКОЙ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ ФУНДАМЕНТА (ЗАПАДНЫЕ РАЙОНЫ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

УДК 553.98:550.836(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226А	Крутенко Даниил Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Исаев В.И.	д. г.-м. н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Дукарт С.А.	к. и. н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Ростовцев В.В.	к. г.-м. н., доцент		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате обучения по направлению «Технология геологической разведки», специальности «Геофизические методы исследования скважин» выпускник обязан получить универсальные компетенции и должен быть готовым применить математические, естественнонаучные, социально-экономические и инженерные знания в профессиональной деятельности (P1), должен уметь анализировать основные тенденции правовых, социальных и культурных аспектов инновационной профессиональной деятельности, демонстрировать компетентность в вопросах здоровья и безопасности жизнедеятельности и понимание экологических последствий профессиональной деятельности (P2), учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности (P3). Специалист обязан владеть общепрофессиональными навыками и уметь идентифицировать, формулировать, решать и оформлять профессиональные инженерные задачи (P4), получить навык разрабатывать технологические процессы на всех стадиях геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых, (P5), умело и ответственно использовать инновационные методы, средства, технологии в практической деятельности, следуя принципам эффективности и безопасности технологических процессов в глобальном, экономическом, экологическом и социальном контексте (P6). Выпускник должен уметь применить знания, современные методы и программные средства проектирования для составления проектной и рабочей документации (P7). В процессе научно-исследовательской деятельности выпускник должен уметь определять, систематизировать и получать необходимые данные с использованием современных методов, средств, технологий в инженерной практике (P8), планировать, проводить, анализировать, обрабатывать экспериментальные исследования с интерпретацией полученных результатов (P9). В организационно-управленческой деятельности необходимо научиться эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой для решения профессиональных инновационных задач в соответствии с требованиями корпоративной культуры предприятия и толерантности (P10), проводить маркетинговые исследования и разрабатывать предложения по повышению эффективности использования производственных и природных ресурсов с учетом современных принципов производственного менеджмента, осуществлять контроль технологических процессов геологической разведки и разработки месторождений полезных ископаемых (P11).



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

Инженерная школа природных ресурсов
Направление / специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки» /
«Геофизические методы исследования скважин»
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) _____
(Дата) Ростовцев В.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
226А	Крутенко Даниилу Сергеевичу

Тема работы:

Моделирование глубинного теплового потока с использованием данных геотермии глубоких скважин и исследование его корреляции с тектоникой и нефтегазоносностью фундамента (западные районы Томской области)

Утверждена приказом директора (дата, номер)

от 14.05.2021 № 134-25/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

Материалы производственной и преддипломной геофизической практики, пройденной в ФБУ ТФГИ по СФО в г. Томске, а также литература и научные статьи по теме работы.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нефтегеологическая характеристика западных районов Томской области 2. Методика исследований 3. Исследования корреляции теплового потока и тектоники фундамента 4. Исследования корреляции теплового потока и нефтегазоносности фундамента 5. Исследования корреляции теплового потока и разрывных нарушений 6. Общая оценка и выводы 7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 8. Социальная ответственность
<p>Перечень графического материала</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзорная карта территории исследования 2. Схема изученности территории Томской области глубоким бурением 3. Фрагмент тектонической карты фундамента Западно-Сибирской плиты (В.С. Сурков, 1981) с добавлениями 4. Структурная карта по отражающему горизонту Φ_2 (подошва юры) 5. Разрывные нарушения в пределах Бакчарской мезовпадины 6. Цифровая модель плотности разрывных нарушений 1 порядка с размером ячеек 20x20 км 7. Цифровая модель плотности разрывных нарушений 2 порядка с размером ячеек 20x20 км 8. Карта теплового потока на фоне фрагмента тектонической карты фундамента Западно-Сибирской плиты 9. Схематическая карта плотности теплового потока западной части Томской области 10. Схематическая карта плотности теплового потока западной части Томской области с месторождениями в палеозое и площадями, имеющими признаки нефтеносности в доюрском комплексе 11. Тепловой поток из подошвы осадочного чехла на фрагменте тектонической карты по сейсмическому горизонту Π_a (подошва баженовской свиты) 12. Карта плотности разрывных нарушений 1 порядка 13. Зависимость плотности глубинного теплового потока от плотности разрывных нарушений 1 порядка 14. Карта плотности разрывных нарушений 2 порядка 15. Зависимость плотности глубинного теплового потока от плотности разрывных нарушений 2 порядка 16. Карта плотности разрывных нарушений 1 и 2 порядков 17. Зависимость плотности глубинного теплового потока от плотности разрывных нарушений 1 и 2 порядков 18. График проведения научного исследования
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент Дукарт С.А.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Ст. преподаватель Гуляев М.В.</p>

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Исаев В.И.	д. г.-м. н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226А	Крутенко Даниил Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа включает 99 страниц, 18 рисунков, 13 таблиц, 69 источников.

ТЕПЛОВОЕ ПОЛЕ, ГЛУБИННЫЙ ТЕПЛОВЫЙ ПОТОК, РИФТОВЫЕ СТРУКТУРЫ, ДИЗЬЮНКТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ, ИНТРУЗИВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ, ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ.

Объектом исследования является тепловое поле западных районов Томской области. Цель заключается в проведении качественной и количественной оценки влияния тектоники фундамента, дизъюнктивной тектоники и нефтегазоносности на тепловое поле.

В ходе исследования проводился качественный сопоставительный анализ между плотностью глубинного теплового потока и рифтовыми структурами, интрузивными комплексами в фундаменте, дизъюнктивными нарушениями в осадочном чехле и локализацией месторождений, в том числе с залежами в доюрском основании. Наряду с этим был проведен количественный анализ влияния мезозойско-кайнозойских дизъюнктивных нарушений на распределение плотности глубинного теплового потока.

Установлено, что тектонические структуры фундамента (рифтовые структуры, интрузивные комплексы) не находят отражение в тепловом поле. Дизъюнктивные нарушения древнего возраста заложения (старше 50 млн лет) независимо от их размера не сопровождаются аномалиями современного теплового потока. Вместе с тем подтвердилось, что в условиях Западной Сибири наблюдается ярко-выраженная приуроченность скоплений УВ к неоднородностям распределения плотности теплового потока.

Работа выполнена в рамках расширения теоретических основ геотермии в целях совершенствования метода термической разведки. Данный результат дает более достоверное представление о структуре теплового поля Западно-Сибирского осадочного бассейна.

ESSAY

Graduation Thesis includes 99 pages, 18 figures, 13 tables, 69 references.

THERMAL FIELD, DEEP HEAT FLOW, RIFT STRUCTURES, DISJUNCTIVE FAULTS, INTRUSIVE COMPLEXES, OIL AND GAS POTENTIAL, TOMSK REGION, WESTERN SIBERIA.

Research object is thermal field of the western part of Tomsk Region. The main aim is to assess qualitatively and quantitatively effect of basement tectonics, disjunctive faults and oil and gas potential on thermal field.

A part of the study is qualitative comparative analysis between deep heat flow density and such factors as rift structures, intrusive complexes in the basement, disjunctive faults in sedimentary cover and locations of hydrocarbon fields including with deposits in the pre-Jurassic play. Additionally, influence of the Mesozoic and Cenozoic faults on deep heat flow distribution was quantitatively analyzed.

It was stated that basement tectonic structures (rift structures, intrusive complexes) do not appear in thermal field distribution. Disjunctive faults of old formation age (older than 50 million years) no matter of their size do not come with anomalies of current heat flow. Beyond that vibrant association of hydrocarbon deposits with nonuniformity of heat flow distribution within Western Siberia was confirmed.

Current work was performed within the framework of development of Geothermal theoretical foundations in order to enhance thermal prospecting method. The result provides more verifiable insight into the thermal field structure within Western Siberian sedimentary basin.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ДД – дизъюнктивные дислокации;

МОГТ – метод общей глубинной точки;

МРОТ – минимальный размер оплаты труда;

НГК – нефтегазоносный комплекс;

НГР – нефтегазоносный район;

НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;

НИР – научно-исследовательская работа;

НК РФ – Налоговый кодекс Российской Федерации;

ОАО – открытое акционерное общество;

ОГГ – определение геотермического градиента;

ОСВ – отражательная способность витринита;

СОУТ – специальная оценка условий труда;

СФО – Сибирский федеральный округ;

СФР – структурно-фациальный район;

УВ – углеводороды;

ФЗ – Федеральный закон;

ЧС – чрезвычайная ситуация.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
1 НЕФТЕГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	13
1.1 Изученность	13
1.2 Стратиграфия, литология	16
1.3 Нефтегазоносные комплексы и месторождения	24
1.4 Тектоника фундамента	27
2 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	30
2.1 Математическая модель и методика расчета плотности теплового потока	30
2.2 Алгоритмы и методика расчета цифровой модели плотности разрывных нарушений.....	32
3 ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА И ТЕКТониКИ ФУНДАМЕНТА	35
4 ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ФУНДАМЕНТА	39
5 ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА И РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ	47
5.1 Исследования корреляции теплового потока и разрывных нарушений 1 порядка	51
5.2 Исследования корреляции теплового потока и разрывных нарушений 2 порядка	53
5.3 Исследования корреляции теплового потока и разрывных нарушений 1 и 2 порядков	56
6 ОБЩАЯ ОЦЕНКА И ВЫВОДЫ	59
7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	61
7.1 SWOT-анализ научно-исследовательского проекта.....	62
7.2 Планирование научно-исследовательских работ	63
7.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ	64
7.2.2 Разработка графика проведения научного исследования.....	67
7.3 Бюджет научного исследования	70

	10
7.3.1 Основная заработная плата исполнителей	70
7.3.2 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	72
7.3.3 Накладные расходы	72
7.3.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	73
7.4 Определение финансовой, социальной и экономической эффективности исследования	73
7.5 Общие выводы.....	74
8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	77
8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
8.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	77
8.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	78
8.2 Профессиональная социальная безопасность	79
8.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	79
8.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действий опасных и вредных факторов	80
8.3 Экологическая безопасность.....	85
8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	85
8.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.....	85
8.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в случае возникновения ЧС	86
8.5 Общие выводы.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	90

ВВЕДЕНИЕ

Согласно [30], наиболее актуальным направлением развития прикладной геотермии в 21 веке станет совершенствование методов термической разведки в сочетании с моделированием глубинных температур, что позволит более точно прогнозировать глубины нахождения зон катагенеза в осадочных бассейнах и давать рекомендации по локализации поисков и разведки нефтегазовых залежей в целях экономии средств на поисково-разведочные работы.

Уже сделано достаточно много важных выводов о наличии закономерностей распределения теплового поля Земли. В ряду таких открытий – закономерное увеличение напряженности современного геотермического режима в направлении с юга на север [25, 31], а также обнаружение корреляции величины тепловых потоков с возрастом складчатого фундамента и с проявлением более поздней тектоно-магматической активизации [17, 19, 20, 21, 22, 32, 33, 34 и др.]. Складчатые блоки молодого возраста (герциниды) в фундаменте характеризуются в целом более высоким тепловым потоком по сравнению с древними складчатыми системами: каледонидами, салаиридами и байкалидами [22].

Тем не менее фундаментальный вопрос о природе вариаций глубинного теплового потока до сих пор остается без полного и обоснованного ответа. Актуальность решения данной проблемы именно для Западно-Сибирского осадочного бассейна обусловлена многообразием геологических, тектонических и геотермических условий, что позволит перенести сделанные выводы и обобщения на другие нефтегазоносные бассейны [19], а также перспективностью применения полученных результатов при поисково-разведочных работах в самом Западно-Сибирском бассейне.

В настоящее время в качестве причин вариаций теплового потока на Западно-Сибирской платформе исследователями выдвигаются различные предположения. Вариации глубинного теплового потока связывают или с

выносом тепла по разломам, ограничивающим мезозойские грабен-рифты (В.С. Сурков), или с движением подземных флюидов [16, 20, 24], или с влиянием вариаций палеоклимата [35], или с изменением генерации радиогенного тепла [20, 22, 32, 33, 35, 36], или с наличием структурно-теплофизических неоднородностей в верхних слоях фундамента и в осадочном чехле (интрузий, глубинных разломов и пр.) [16, 28, 32].

Таким образом, выполненные исследования по изучению природы вариаций теплового потока не являются исчерпывающими.

Цель работы заключается в проведении качественной и количественной оценки влияния тектоники фундамента, дизъюнктивной тектоники и нефтегазоносности на тепловое поле.

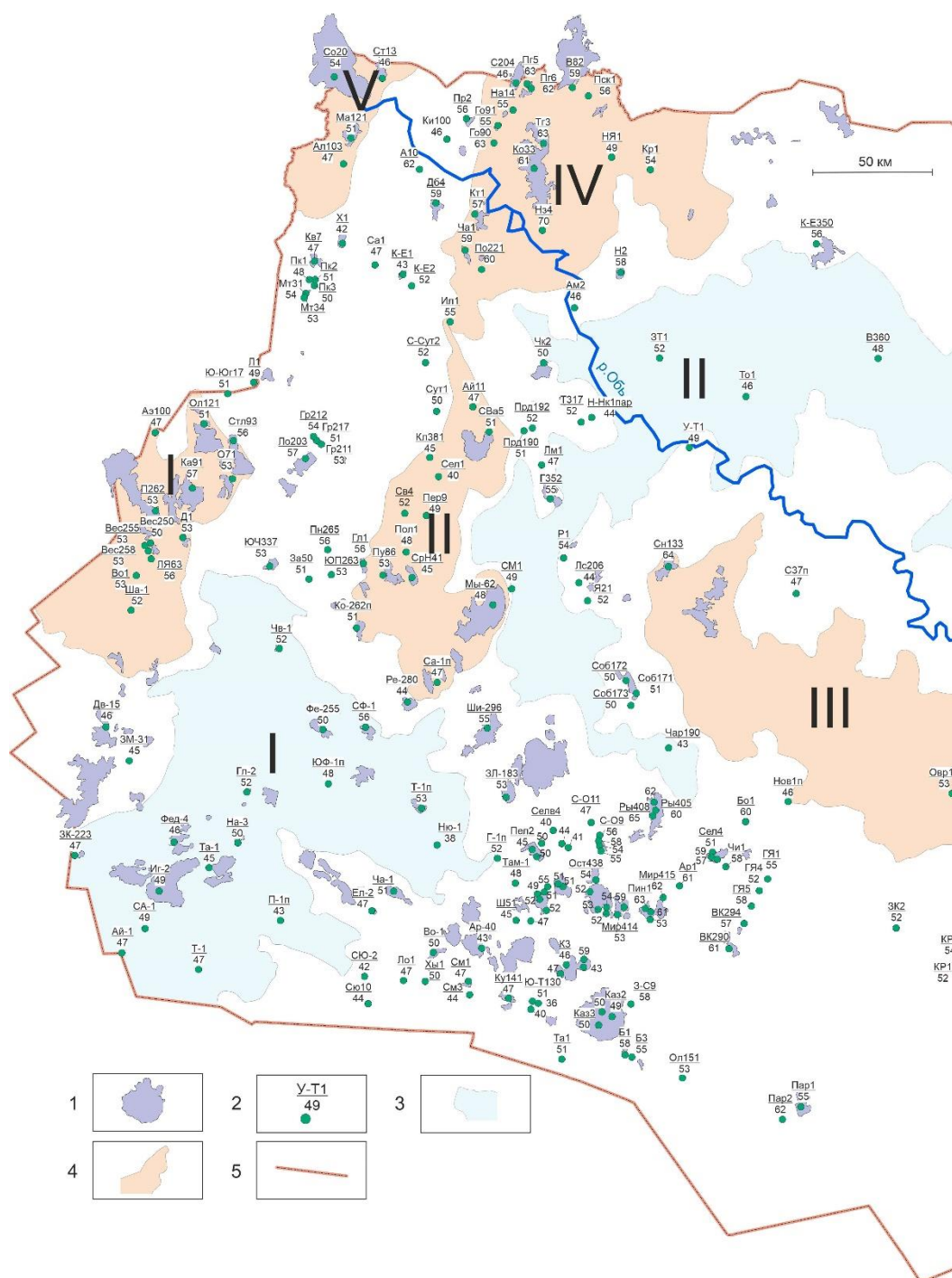
В качестве территории исследования принята территория запада Томской области, в которой сконцентрировано большинство месторождений УВ региона.

Научная новизна обусловлена тем, что до сих пор нет однозначной даже качественной оценки влияния определенных факторов на тепловое поле. Вместе с тем представляется целесообразным провести количественную оценку значимости факторов для формирования объективной картины поведения теплового поля Западно-Сибирского осадочного бассейна.

1 НЕФТЕГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

1.1 Изученность

Исследуемая территория (Левобережье Оби) административно приурочена к западу Томской области (рисунк 1).



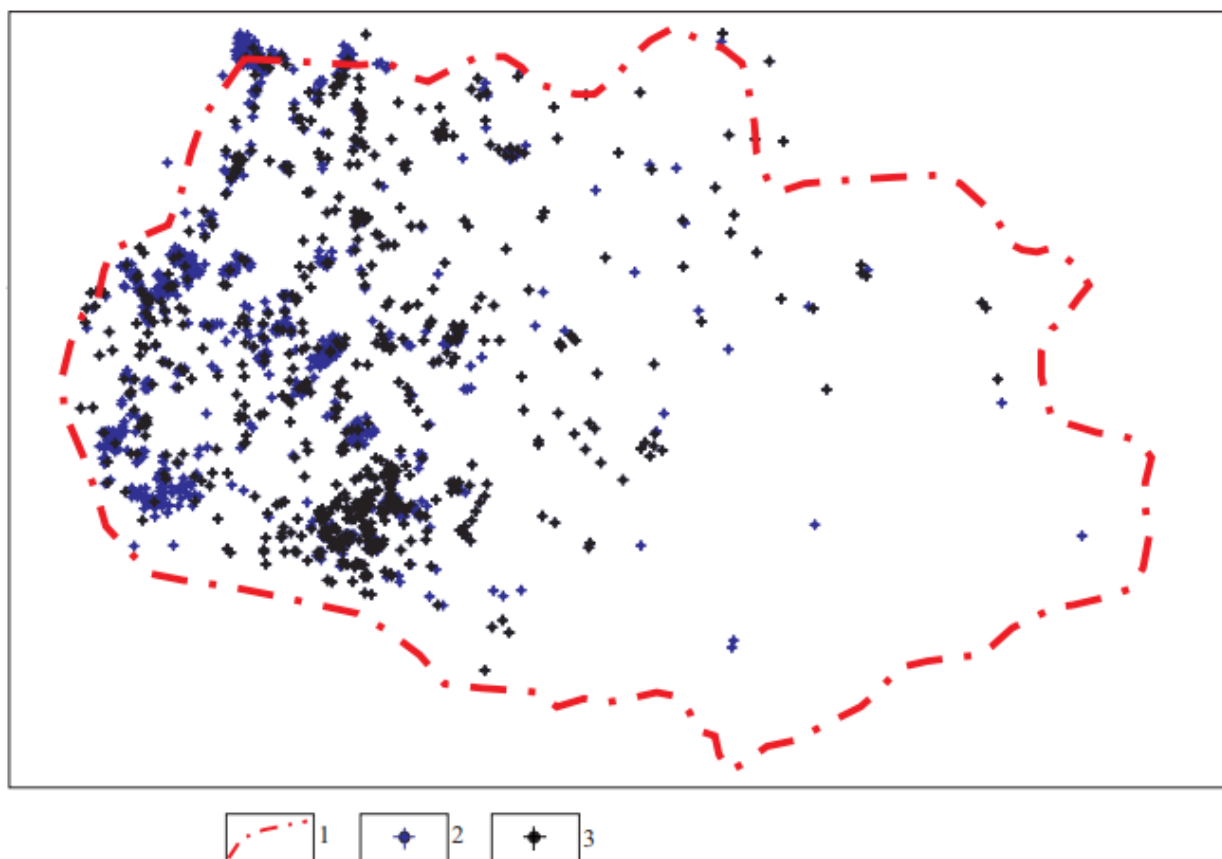
I – месторождения УВ; *2* – скважина: в числителе сокращенное название, в знаменателе – значение теплового потока; *3* – отрицательные структуры I порядка: *I* – Нюрольская мегавпадина, *II* – Усть-Тымская мегавпадина; *4* – положительные структуры I порядка: *I* – Каймысовский свод, *II* – Средневасюганский мегавал, *III* – Парабельский мегавыступ, *IV* – Александровский свод, *V* – Нижневартовский свод; *5* – административная граница Томской области

Рисунок 1 – Обзорная карта территории исследования

Степень изученности территории Томской области сейсморазведочными работами чрезвычайно неравномерна. На западе области средняя плотность сейсмических профилей МОГТ составляет около 1,0 км/км², а в центральной части и на востоке этот показатель колеблется от 0 до 0,4 км/км² [46].

В Томской области в процессе геологоразведочных работ на нефть и газ проводилось опорное, параметрическое, поисковое, разведочное бурение. На территории области пробурено более 1400 скважин, в том числе 7 опорных – (Колпашевская-1, Колпашевская-2, Нововасюганская, Пудинская, Тымская, Максимкин-Ярская, Тегульдетская) и 56 параметрических.

Изученность Томской области глубоким бурением также неравномерна. Наиболее изученными являются Нижневартовский нефтегазоносный район (НГР), затем идут Каймысовский, Средневасюганский, Пудинский и Александровский НГР; наименее изучены – Усть-Тымский, Парабельский НГР и восточные районы области (рисунок 2).



1 – граница Томской области; 2 – скважины, вскрывшие баженовскую свиту;
3 – скважины, вскрывшие доюрское основание.

Рисунок 2 – Схема изученности территории Томской области глубоким бурением [46]

При постановке глубокого бурения большинство скважин было ориентировано на поиск залежей углеводородов в верхнеюрских отложениях, являющихся основным нефтегазоносным комплексом на территории области.

Отложения палеозоя изучены в этом регионе более, чем в 600 скважинах, при этом бурение, нацеленное непосредственно на поиск и разведку нефтегазоперспективных объектов в этих отложениях, было сосредоточено, главным образом, в пределах Казанского НГР, где с этими образованиями связаны промышленные залежи углеводородов.

Отложения раннеюрского возраста вскрыты на территории области в 117 скважинах [46]. Поскольку отложения нижней юры при этом не являлись целевым горизонтом, выбор их местоположения, как правило, не являлся оптимальным для изучения этого комплекса пород.

Изученность отложений средней юры примерно аналогична палеозойской, поскольку скважины, вскрывшие доюрское основание, одновременно в наиболее полном объеме характеризуют и среднеюрский комплекс пород.

Горизонты верхней юры, безусловно, являются наиболее изученными на территории Томской области, как керновым материалом, так и результатами испытаний.

Несмотря на то, что отложения мела вскрыты всеми глубокими скважинами на территории области, реальная изученность этих отложений уступает изученности верхней юры. Набор информации по геологическому строению нижнемеловых отложений определяется практически полным отсутствием кернового материала и незначительными данными по результатам испытаний песчаных пластов неокома.

1.2 Стратиграфия, литология

В геологическом строении изучаемой территории принимают участие образования доюрского фундамента и отложения мезозойско-кайнозойского платформенного чехла. На поверхность фундамента выходят силурийские, девонские, каменноугольные, пермские и вулканогенные триасовые образования. Образования доюрского фундамента представлены отложениями ордовика, силура, девона и карбона (таблица 1).

Таблица 1 – Корреляция стратиграфических подразделений палеозоя на территории исследования и их литологическое описание (по [1])

Ярус	Варьеганский СФР	Нюрольский СФР			Никольский СФР	Колпашевский СФР
P ₂ ur	Приозерная толща Переслаивание углистых аргиллитов, песчаников и гравелитов. Слоистость грубая, местами полосчатая >200 м	Омеличская толща Переслаивание аргиллитов и углистых аргиллитов, сероцветные конгломераты, гравелиты, брекчи 150 м			Чкаловская толща Темно-серые углистые аргиллиты, алевролиты ~400 м	
P ₂ kz						
P ₂ u						
P ₁ k						
P ₁ ar	Айлагринская толща Переслаивание аргиллитов и мергелей >300 м	?			Киевская толща Серые конглобрекчи, конгломераты, песчаники, алевролиты, прослой углей ~1300 м	Углисто-глинистые сланцы >50 м
P ₁ s						
P ₁ a						
C ₃ g						
C ₃ k	Кехорегская свита Известняки, кремнистые аргиллиты ~320 м	Элизаровская свита Известковые аргиллиты, мергели, алевролиты ~120 м				Песчаники, гравелиты >200 м
C ₂ m						
C ₂ b						
C ₁ s						
C ₁ v	Кехорегская свита Известняки, кремнистые аргиллиты ~320 м	Табанская свита	Верхняя подсвита Известняки глинистые ~130 м	Кехорегская свита Темно-серые алевролиты, аргиллиты, прослой известняков, окремнение ~430 м	Кехорегская свита Известняки, глинисто-кремнистые ~100 м	
C ₁ t			Средняя подсвита Аргиллиты, кремнеизвестняки ~231 м			
C ₁ t			Нижняя подсвита Кремнеизвестняки, известняки ~103 м			
D ₃ fm	Лугиницкая свита Известняки, аргиллиты, песчаники 1500 м	Лугиницкая свита	Верхняя подсвита Известняки, известковые аргиллиты, базальтовые туфолавы 505 м	Чайная свита	Верхняя подсвита Переслаивание кремнеизвестняков, аргиллитов ~160 м	
D ₃ f			Нижняя подсвита Илистые известняки, известковые аргиллиты 145 м			Нижняя подсвита Кремнеизвестняки, аргиллиты ~300 м
D ₂ zv	Юбилейная толща Известняки глинистые серые, темно-серые, органогенные, массивные аргиллиты, алевролиты, туфоалевриты, эффузивы >100 м	Герасимовская свита	Верхняя подсвита Известняки слоистые 615 м	Чуанская свита	Верхняя подсвита Известняки глинистые с примесью кремнезема ~70 м	
D ₂ ef			Средняя подсвита Известняки массивные 410 м		Нижняя подсвита Известняки темно-серые детритовые, глинистые ~400 м	
			D ₁ e		Нижняя подсвита Известняки массивные, биолитоластические ~110 м	
D ₁ e	Варьеганская толща Известково-глинистые сланцы	Надеждинская свита Известняки темные, массивные ~220 м	Мирная толща Известняки, аргиллиты, мергели ~400 м		Мирная толща Известковистые аргиллиты	

	алевролиты, известняки, базальты >50 м	Солоновская свита Известняки, аргиллиты, мергели, окремнение 200 м			прослойки известняков >150 м
D _{1p}	Черные глинистые сланцы, известняки >100 м	Армичевская свита Известняки глинистые 630 м	Лесная свита Переслаивание глинистых известняков, аргиллитов ~480 м		
D _{1l}		Кыштовская свита Известняки доломитизированные, известковые песчаники 400 м			
S _{2p}		Межовская свита Известняки белые доломитизированные, доломиты ~360 м	Майзасская свита Известняки, голубоватые мергели, туфы, эффузивы ~200 м		
S _{2ld}		?	Большенечская свита Туфы витрокластические, андезиты, базальтовые порфириды >209 м		
S _{1v}	Ларинская свита Известняки, аргиллиты, песчаники >350 м	Ларинская свита Известняки доломитизированные с линзами аргиллитов, песчаники >360 м			?
S _{1l}					
O _{3as}	Полуденная толща Верхняя часть Темные глинистые комковатые известняки Нижняя часть Красноцветные конгломераты, песчаники, реже – линзы черных илистых известняков >100 м	Павловская толща Известняки тонкозернистые расщепованные зеленоцветные, алевролиты известковистые, аргиллиты, песчаники >250 м			
O _{2k}					
O _{1ld}		?			
O _{1l}					
O _{1a}					
O _{1t}					

Образования доюрского фундамента

Ордовикская система (O)

Ордовикские отложения, палеонтологически охарактеризованные наиболее полно, вскрыты только в Нюрольском структурно-фациальном районе (СФР). Они объединены в *павловскую толщу*. Взаимоотношения с подстилающими и перекрывающими отложениями не установлены.

В Варьеганском СФР условно ордовикку соответствует *полуденная толща*. Предполагается, что в верхней части граничит, с перерывом, с *ларинской свитой* венлокского яруса нижнего силура.

Силурийская система (S)

Отложения силурийской системы вскрыты редкими скважинами, и поэтому они охарактеризованы по фрагментарным геологическим материалам.

В Варьеганском СФР к силуру условно отнесена *ларинская толща*. Границы толщи условны.

Более четко силурийские образования прослежены в Нюрольском СФР. Отложения нижнего силура представлены *ларинской свитой*. В фациях мелкого шельфа отложения верхнего силура представлены *межовской свитой*, которая согласно контактирует с вышележащими отложениями *кыштовской свиты*. В бассейновых фациях к верхнему силуру условно относятся две свиты: нижняя *большеицкая* (лудловский ярус) и верхняя *майзасская* (пржидольский ярус).

Девонская система (D)

Этот стратиграфический интервал выражен в основном морскими фациями и на исследуемой территории представлен наиболее полно и разнообразно.

Наибольший интерес он имеет и с позиций нефтегазоносности. Залежи нефти и газа на Южно-Табаганском, Солоновском, Калиновом и на ряде других месторождений приурочены к зоне контакта палеозойских (девонских) и мезозойских отложений. Особый интерес с этих же позиций имеют многочисленные тела рифогенных известняков [47].

Девонские образования на изучаемой территории неизвестны только в пределах Никольского СФР [1].

В Варьеганском СФР девонские образования представлены в полном объеме. В основании залегает толща черных глинистых сланцев и известняков. Выше залегает *варьеганская толща* эмского возраста. Перекрывается с условной границей *юбилейной толщей*. Заканчивается девонский разрез *лугинецкой свитой* (1500 м).

В Нюрольском СФР распределение фаций контролировалось сформировавшейся в конце раннего палеозоя блоковой структуры фундамента – на территории существовало преимущественно два типа осадочного разреза: рифогенный и депрессионный.

Депрессионный тип разреза начинается *лесной свитой* лохковско-пражского возраста, согласно залегающей на *майзасской свите*.

В основании разреза рифогенного типа осадконакопления залегает *кыштовская свита*, далее *армичевская, солоновская и надеждинская свиты*, залегающие согласно.

В бассейновом типе осадков *солоновской и надеждинской* свитам вместе взятым соответствует *мирная толща*, которая согласно залегает на *лесной свите* и с небольшим скрытым стратиграфическим перерывом перекрыта *чужикской свитой*. Девонский разрез завершает *чагинская свита* франско-фаменского возраста.

В рифогенном типе разреза отложениям *чужикской свиты* соответствуют образования *герасимовской свиты*. Свита согласно перекрыта отложениями *лугинецкой свиты*.

В пределах Колпашевского СФР к девонским образованиям отнесены *мирная толща* эмского яруса и *инская серия* верхнего девона (фран-фамен).

Каменноугольная система (С)

В Варьеганском СФР каменноугольные образования представлены *кехорегской свитой*, которая условно перекрывается *айлагринской толщей*.

В Нюрольском СФР расположен относительно полно представленный разрез каменноугольных отложений. Снизу вверх установлены *кехорегская, табаганская, средневасюганская и елизаровская свиты*. В раннем карбоне существовали две фациальные зоны: карбонатные банки и разделяющие их депрессионные зоны, унаследованные от девона. В пределах поднятий накапливались известковые илы, кремнистые известковые илы (*табаганская свита*, мощность более 460 м). В прогибах формировались глинисто-известковые илы, глины (*кехорегская свита*, мощностью 430 м). Возраст свит – турнейско-раннесерпуховский.

В конце раннего карбона относительно быстро произошло опускание уровня моря, выразившегося в смене осадконакопления. Расширилась область

терригенно-карбонатного и терригенного осадконакопления (*средневасюганская свита и елизаровская свита*).

В Никольском СФР каменноугольные отложения достоверно не выявлены.

В Колпашевском СФР каменноугольные отложения представлены *кехорегской свитой*. Выше располагается толща песчано-гравелитовых образований (более 200 м) условно серпуховско-московского ярусов нижнего и среднего карбона. Выше залегают углисто-глинистые сланцы (более 50 м), нижняя часть которых условно отнесена к верхнему карбону.

Пермская система (Р)

В Варьеганском СФР пермские образования выделены в *приозерную толщу*.

В Нюрольском СФР верхнепермские отложения представлены *омеличской толщей*, которая с угловым несогласием перекрывает карбонатные образования нижнего и среднего карбона.

В Никольском СФР пермские образования представлены *киевской и чкаловской толщами*.

В Колпашевском СФР нижнепермские образования составляют верхнюю часть толщи углистых сланцев.

Мезозойско-кайнозойский осадочный чехол

На территории юго-востока Западной Сибири установлены отложения всех систем мезозоя [46] (таблица 2).

Таблица 2 – Стратиграфические подразделения мезозойско-кайнозойского осадочного чехла на территории исследования и их литологическое описание

Отложения	Время накопления			Мощность, м	Литологический состав
	Начало, млн лет назад	Окончание, млн лет назад	Продолжительность, млн лет		
Четвертичные отложения Q	1,64	0	1,64	0-20	Пески, супеси, глины, суглинки [48]
Плиоценовые N ₂	4,71	1,64	3,07	0-35	-
Миоценовые N ₁	24	4,71	19,29	0-45	Чередование песков, глин, алевролитов [48]
Некрасовская серия P _{g3nk} Средний-верхний олигоцен	32,3	24	8,3	100-150	
Чеганская свита P _{g2-3hq} Верхний эоцен-олигоцен	41,7	32,3	9,4	50-100	Зеленые глины с мергелистыми, известковистыми и сидеритовыми конкрециями, в верхней части с прослоями песков и песчаников [48]
Люлинворская свита P _{g2ll} Эоцен	54,8	41,7	13,1	До 160	Зеленовато-и желтовато-серые алевролитистые и опоковидные глины с прослоями опок [48]
Талицкая свита P _{g1tl} Палеоцен	61,7	54,8	6,9	0-165	Темно-серые, слюдястые глины [48]
Ганькинская свита P _{g1-K2gn} Маастрихт-даний	73,2	61,7	11,5	40-200	Серые известковистые, алевролитистые глины с зеленоватым оттенком [48]
Славгородская свита K _{2sl} Верхний сантон-кампан	86,5	73,2	13,3	30-180	Глины серые и зеленовато-серые, с прослоями глинистых опок, глауконитовых алевролитов и песчаников [48]
Ипатовская свита K _{2ip} Коньяк-нижний сантон	89,8	86,5	3,3	60-190	Зеленовато-серые песчаники и алевролиты с глинистым, известковым и кремнистым цементом, с прослоями серых глин [48]
Кузнецовская свита K _{2kz} Турон	91,6	89,8	1,8	8-60	Преимущественно глинистые породы [48]
Покурская свита K _{1-2pk} Апт-альб-сеноман	114,1	91,6	22,5	До 1000	Чередование (снизу вверх) светло-серых песчаников в сложном сочетании с крупными пачками глин, глинистых алевролитов и уплотненными песками [48]
Алымская K _{1a1-2} Апт	120,2	114,1	6,1	0-200	-
Вартовская свита K _{1vg} / Киялинская свита K _{1kls} Готерив-баррем	132,4	120,2	12,2	До 590 / 400-685	Глины зеленые, зеленовато-серые, реже песчано-алевролитистые породы [48] / Пестроцветные глины с прослоями зеленовато-серых известковистых песчаников и алевролитов [48]
Тарская свита K _{1tr} Валанжин	136,1	132,4	3,7	До 240	Серые и светло-серые мелко- и среднезернистые песчаники [48]
Куломзинская свита K _{1klm} Берриас-валанжин	145,8	136,1	9,7	100-250	Глины аргиллитоподобные темно-серые [48]
Баженовская свита J _{3bg} / Марьяновская свита J _{3mg} Титон	151,2	145,8	5,4	15-30 / 30-220	Черные, буровато-черные, битуминозные аргиллиты с прослоями глинистых известняков [48] / Глины аргиллитоподобные, темно-серые, почти черные, с неравномерным буровато-коричневым оттенком [46]
Георгиевская свита J _{3qr} Кимеридж	156,6	151,2	5,4	0-50	Темно-серые аргиллитоподобные глины [48]
Васюганская свита J _{3vs} / Наунакская свита J _{3np} Келловей-оксфорд	162,9	156,6	6,3	До 120 / 20-70	Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов [48] / Неравномерное переслаивание буровато-серых песчаников, алевролитов и темно-серых с буроватым оттенком аргиллитоподобных глин с обильными растительными остатками, пиритом и встречающимися пластами углей [48]
Тюменская свита J _{2tm} Байос-бат	170,3	162,9	7,4	До 410	Серые песчаники, алевролиты и аргиллиты с прослоями углей [48]
Салатская свита J _{1-2sl} / Пешковская свита J _{1-2ps} Нижний тоар-нижний байос	178,1	170,3	7,8	40-140	Переслаивание песчаников, алевролитов и аргиллитов [46] / Тонкие слои песчаников и алевролитов, в меньшей степени аргиллитов и пластом угля [46]
Тогурская свита J _{1tg} Нижний тоар	182,7	178,1	4,6	0-50	Серые, реже черные аргиллиты с включениями обуглившихся растительных остатков [46]
Урманская свита J _{1ur} Геттанг-нижний тоар	201,3	182,7	18,6	0-180	Песчаники с прослоями гравелитов, аргиллиты серые, темно-серые часто с буроватым оттенком, черные с прослоями углей [46]
Туринская серия T Средний-верхний триас	213	201,3	11,7	0-50	Кремнисто-глинистые породы коры выветривания [48]

Триасовая система (Т)

Триасовые отложения на изучаемой территории распространены не сплошным чехлом, а только на отдельных участках. Триасовые отложения представлены здесь *туринской серией* (нижний, средний, частично верхний триас) по составу существенно базальтовой эффузивно-осадочной толщей. Отложения выполняют впадины и грабены в фундаменте.

Юрская система (J)

Согласно стратиграфической схеме в разрезе юры юго-востока Западной Сибири выделены *урманская, тогурская, салатская, тюменская, васюганская (наунакская), георгиевская и баженовская* свиты.

Нижнеюрские отложения представлены *урманской* и *тогурской* свитами. Эти отложения представляют собой толщу заполнения отрицательных палеоформ доюрского рельефа, они распространены в депрессионных зонах и отсутствуют на выступах доюрского основания.

Урманская свита залегает в пределах отрицательных структур I порядка, выклиниваясь на склонах положительных структур I порядка. *Тогурская* свита перекрывает *урманскую* свиту, она также распространена в депрессионных структурах I порядка. Породы *тогурской* свиты образовались в озерных и ингрессионно-морских обстановках.

Тогурскую свиту перекрывает *салатская* свита. Свита распространена в Нюрольской и Усть-Тымской мегавпадинах, Колтогорском мезопрогибе. На юге Нюрольской мегавпадины и Межовском выступе возрастной аналог *салатской* свиты назван *пешковской* свитой. Свита согласно залегает на глинах *тогурской* свиты и перекрывается *тюменской* свитой.

Тюменская свита образована серией разделенных глинисто-углистыми пачками песчаных резервуаров (Ю₂-Ю₁₄), а также пластами алевролитов и аргиллитов. Характерным для этого интервала разреза является присутствие относительно мощных, трассируемых на значительные расстояния пластов углей, которые служат основными реперами при корреляции отложений.

Угольным пластам присвоены индексы $У_2$ - $У_9$. Перекрыта *тюменская* свита алевролитами и песчаниками *васюганской* и *наунакской* свит.

В отличие от ниже-среднеюрских отложений вышележащие *васюганская*, *георгиевская* и *баженовская* свиты сформировались в прибрежно-, мелководно- и глубоководно-морских условиях.

В восточном направлении отложения *васюганской* свиты замещаются преимущественно континентальными отложениями *наунакской* свиты. Песчаные пласты наунакской свиты не выдержаны по площади.

Аргиллиты *георгиевской* свиты залегают на отложениях *васюганской* (наунакской) свиты.

Завершает юрский разрез *баженовская* свита, образовавшаяся в глубоководном морском бассейне. Породы *баженовской* свиты с несогласием залегают на отложениях *васюганской* свиты или согласно перекрывают аргиллиты *георгиевской* свиты. Свита распространена практически повсеместно. В восточном и юго-восточном направлении содержание органического вещества уменьшается и *баженовская свита* постепенно переходит в *марьяновскую свиту*.

Меловая система (К) и кайнозойская эратема (КЗ)

Меловые и кайнозойские отложения в исследуемом районе представлены *куломзинской*, *тарской*, *вартовской (киялинской)*, *алымской*, *покурской*, *кузнецовской*, *ипатовской*, *славгородской*, *ганькинской*, *талищкой*, *люлинворской* и *чеганской* свитами.

1.3 Нефтегазоносные комплексы и месторождения

Доюрский нефтегазоносный комплекс

Месторождения нефти и газа, открытые в зоне контакта палеозойских и мезозойских отложений, на территории Томской области сосредоточены, главным образом, в Пудинском нефтегазоносном районе [47]. Залежи углеводородов, как правило, приурочены к эрозионно-тектоническим

выступам доюрского основания и связаны со сложнопостроенными литологически-, тектонически- и стратиграфически-экранированными ловушками.

Месторождения приурочены к различным стратиграфическим уровням. Так на Останинской площади продуктивны отложения нижнего девона; Южно-Табаганской – среднего девона, в породах, датируемых верхним девон-нижним карбоном промышленные скопления углеводородов выявлены на Герасимовском месторождении. На территории исследования с палеозойскими залежами представлены следующие площади: Останинская, Северо-Останинская, Селимхановская, Герасимовская, Северо-Калиновая, Калиновая, Нижнетабаганская, Южно-Табаганская, Урманская, Солоновская, Южно-Тамбаевская, Верхнекомбарская, Арчинская, Смоляная, Казанская, Широтная и др.

Литологически залежи приурочены к коллекторам трех типов – рифогенным постройкам, доломитизированным известнякам и кремнисто-глинистым породам. Роль флюидоупоров залежей углеводородов, как правило, выполняют глинистые и углисто-глинистые пачки ниже-среднеюрского возраста, которые с угловым и стратиграфическим несогласием перекрывают породы доюрского основания. По типу залежи, преимущественно, пластовые и массивные.

Нижнеюрский нефтегазоносный комплекс

Нефтегазопроявления в отложениях ранней юры выявлены на исследуемой территории более, чем в 60 скважинах.

Наибольшая часть скважин, в которых в позднеар-ааленских отложениях присутствуют признаки нефти, сосредоточена в Нюрольской мегавпадине. Здесь нефтепроявления в керне отмечены в 27 скважинах, при испытании – в 15 скважинах. Промышленный приток нефти получен в зоне выклинивания песчаных пластов на Фестивальной площади. Признаки нефтегазоносности отмечены также в Колтогорском мезопргибе и в Усть-Тымской мегавпадине.

Среднеюрский нефтегазоносный комплекс

По результатам испытаний байос-батских песчаных пластов непромышленные притоки нефти, а также нефтепроявления выявлены практически по всему байос-батскому разрезу. Промышленные залежи углеводородов открыты на 16 площадях. Большая часть промышленных запасов углеводородов связана с верхней батской частью разреза, где открыты нефтяные, газовые и газоконденсатные залежи на Нижнетабаганской, Казанской, Калиновой, Западно-Лугинецкой, Кулгинской, Северо-Ютымской, Смоляной, Герасимовской, Верхнесалатской, Северо-Калиновой и Мыльджинской площадях.

В песчаных горизонтах байоса значительных скоплений углеводородов меньше. Промышленные притоки нефти и газа получены на Калиновой, Северо-Калиновой, Герасимовской и Вартовской площадях.

Верхнеюрский нефтегазоносный комплекс

Келловей-титонский комплекс пород является основным нефтегазоносным комплексом на юго-востоке Западной Сибири. Наличие в разрезе верхней юры исследуемой территории регионально-развитого горизонта Ю₁, являющегося резервуаром для залежей углеводородов, и перекрывающих его углеродистых глинисто-кремнистых пород баженовской свиты, выполняющих с одной стороны роль основного источника углеводородов, с другой – региональной покрывки, создали исключительно благоприятные предпосылки для формирования месторождений нефти и газа.

Неокомский нефтегазоперспективный комплекс

На юго-востоке Западной Сибири в отложениях неокома отмечено 12 нефтегазопроявлений и непромышленных притоков углеводородов. Промышленные притоки нефти и, реже, газа получены на Советском, Столбовом, Аленкинском, Северном, Южно-Черемшанском, Мыльджинском, Южно-Мыльджинском, Гуларинском, Соболином месторождениях.

1.4 Тектоника фундамента

На тектонической карте фундамента в пределах левобережья Томской области (рисунок 3) глубинные региональные разломы, ограничивающие крупные герцинские структуры, в основном, имеют северо-северо-западное направление. Тектонические нарушения, проявившиеся в триасе, пересекают более древние образования в крест простирания, таким образом образуя сложную структурную решетку [2]. На исследуемой территории получили развитие три грабен-рифта, раннемезозойского возраста, имеющие северо-восточное направление: Колтогорско-Уренгойский, Усть-Тымский и Чузикский. Фундамент локально прорван интрузивными образованиями кислого, основного и ультраосновного состава.

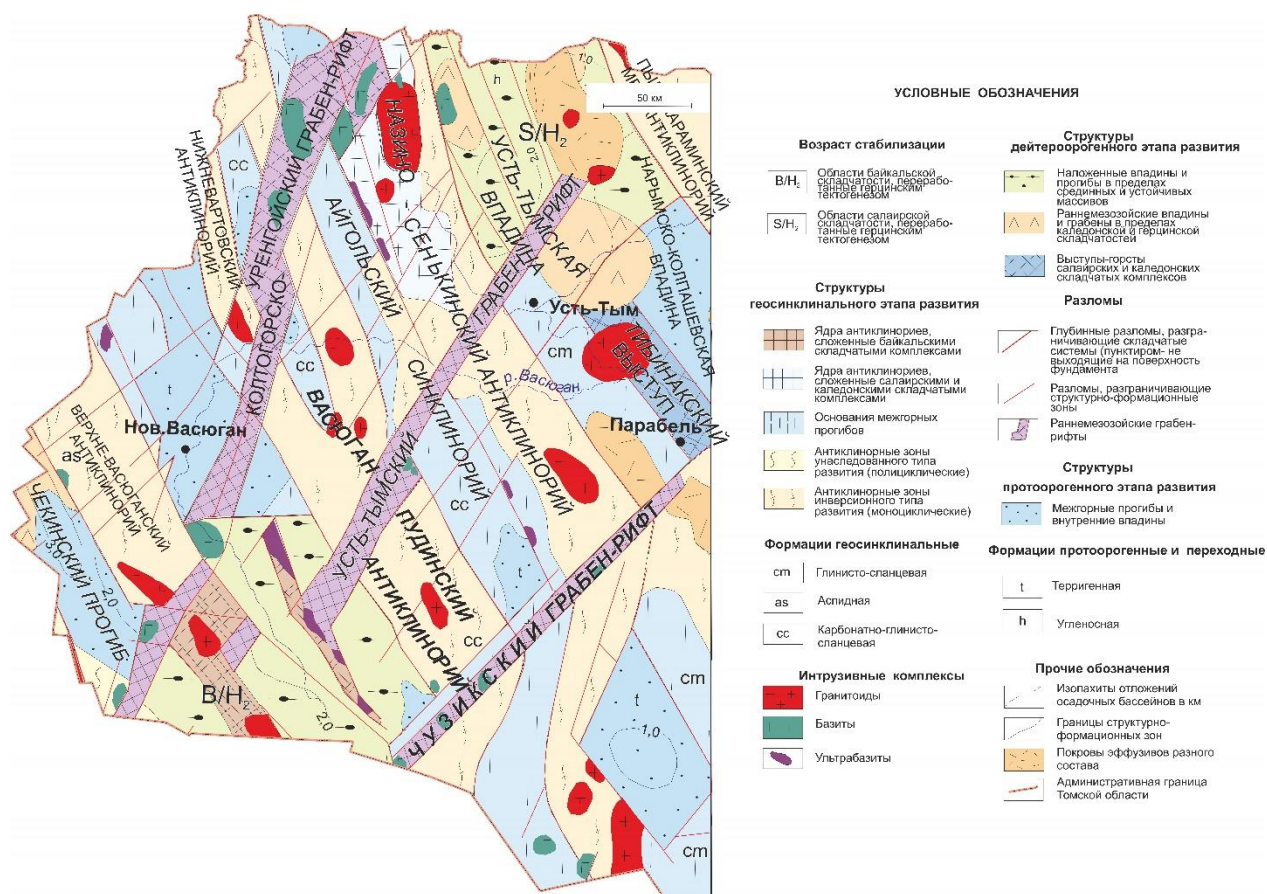
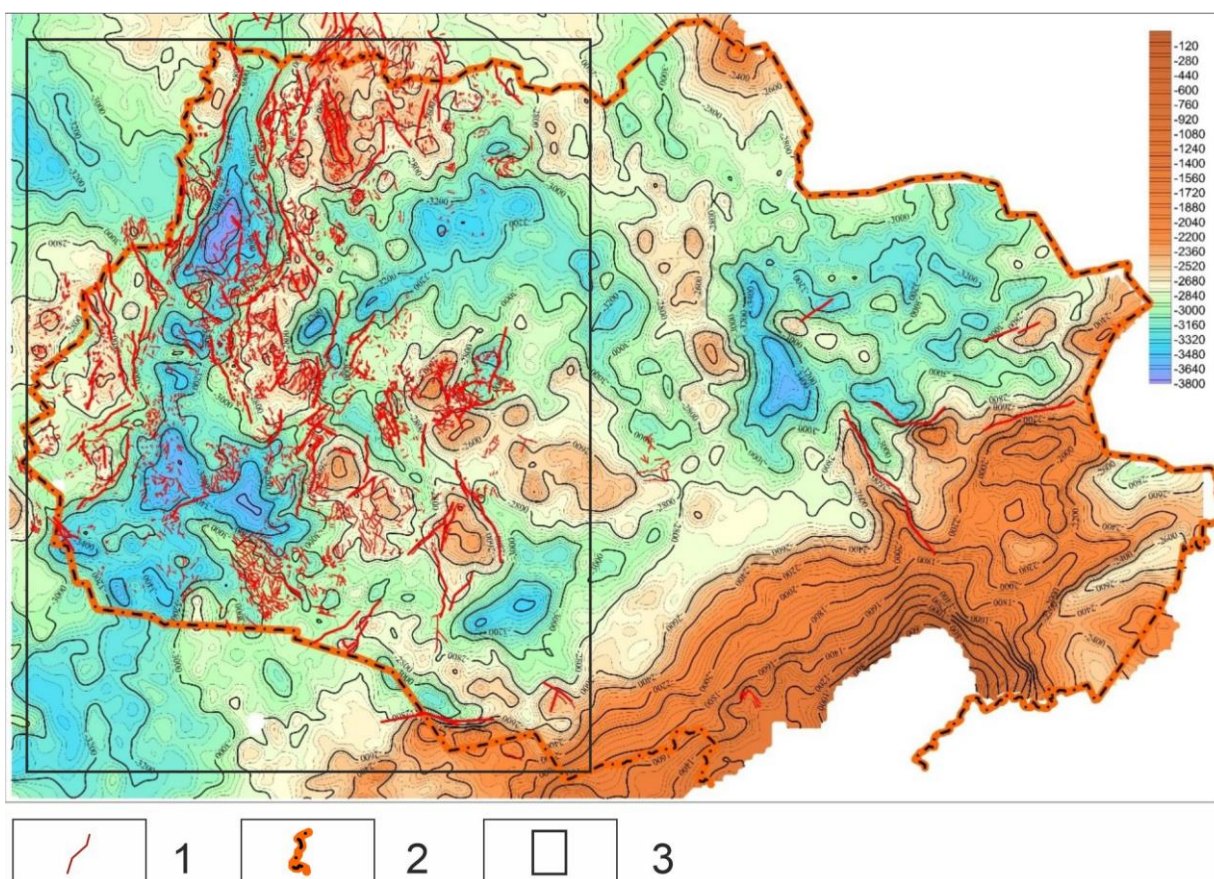


Рисунок 3 – Фрагмент тектонической карты фундамента Западно-Сибирской плиты (В.С. Сурков, 1981) с добавлениями [2]

Перед началом формирования осадочного чехла на поверхность выходит разбитое на блоки глубинными разломами горное плато, созданное преимущественно вертикальными тектоническими движениями. Как отмечает В.А. Конторович в работе [3], крупные блоки разбиты массой разноориентированных разломов различной амплитуды, однако на мелкомасштабной исходной карте (рисунок 3) такие тектонические нарушения не нашли отражения. На рисунке 4 показаны дизъюнктивные дислокации (ДД), закартированные на поверхности сейсмического горизонта Φ_2 . Эти нарушения соотносятся с тектонической активизацией изучаемой территории на протяжении геологического времени формирования осадочного мезозойско-кайнозойского чехла. Визуально практически все, за небольшим исключением, ДД зафиксированы в западной части Томской области.



1 – дизъюнктивные нарушения; 2 – административная граница Томской области; 3 – контур территории исследований

Рисунок 4 – Структурная карта по отражающему горизонту Φ_2 (подошва юры) [3]

Вполне допустимо, что отсутствие разрывных нарушений на правом берегу Оби объясняется, скорее всего тем, что анализируемая карта выполнена на основе сейсморазведочных работ, выполненных до 2000 года, так как при интерпретации более поздних сейсмических материалов [4] в районе Бакчарской мезовпадины такие нарушения были установлены (рисунок 5).



Рисунок 5 – Разрывные нарушения в пределах Бакчарской мезовпадины (из [4])

2 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Математическая модель и методика расчета плотности теплового потока

Величина и динамика теплового потока из основания осадочного чехла является одним из основных параметров бассейнового моделирования [5, 6]. Его количественная оценка сложна из-за связей с тектоникой, поверхностными процессами и климатом, и поэтому его моделирование требует комплексного подхода [7]. Именно такой подход к расчету теплового потока обеспечивает применяемая методика [8], которая предполагает выполнение структурно-тектонических реконструкций, учет климатических изменений, а также использование данных о распределении геотемператур как современных (данные испытаний скважин), так и древних (замеры ОСВ).

Глубинный тепловой поток определяется решением обратной задачи геотермии средствами программного комплекса одномерного бассейнового моделирования *ТерлоDialog* [8]. Решение выполняется в рамках параметрического описания седиментационной истории и истории теплофизических свойств только осадочной толщи, начиная с юрского времени, без привлечения сведений о природе теплового потока и геодинамике ниже основания осадочного разреза. Тепловой поток Западной Сибири, начиная с юрского времени, характеризуется квазистационарностью [9]. Ввиду этого, а также отсутствия необходимости выполнять калибровки по ОСВ на завершающем этапе моделирования, решение обратной задачи геотермии выполняется однозначно.

В качестве входных параметров для геотемпературной модели используются пластовые температуры, полученные при испытаниях скважин, термограммы выстоявшихся скважин (метод ОГГ), а также геотемпературы, пересчитанные [10] из определений отражательной способности витринита (ОСВ).

Первое краевое условие модели определяется палеоклиматом в мезозое-кайнозое и задается в виде кусочно-линейной функции векового хода температур на поверхности Земли. «Местный» вековой ход для юго-востока Западной Сибири построен на основе обобщения экспериментальных определений и палеоклиматических реконструкций [11, 12].

Разбиение осадочного разреза, вскрытого скважиной, принимается в соответствии с литолого-стратиграфической разбивкой скважины [48]. В соответствии со стратиграфической разбивкой задаются параметры седиментационной и теплофизической модели.

Для задания теплопроводности пород используются петрофизические зависимости теплопроводности осадков от их литологии и плотности [13]. Так по плотности пород в интервале $(2,02-2,46)$ г/см³ определена их теплопроводность – $(1,27-1,65)$ Вт/м*град. Коэффициенты температуропроводности $(6,5-8,0)*10^{-7}$ м²/с, плотности тепловыделения радиоактивных источников $(1,1-1,3)*10^{-6}$ Вт/м³ также определены согласно литологии стратиграфических комплексов. Формирование, существование и деградация толщ вечномерзлых пород и ледниковых покровов в неоплейстоцене и голоцене учитываются как своеобразные динамичные литолого-стратиграфические комплексы, обладающие аномальными значениями теплопроводности $(2,09-2,25)$ Вт/м*град, температуропроводности $(1,05-1,20)*10^{-6}$ м²/с и плотности $(0,92-2,10)$ г/см³.

Палеотемпературные реконструкции непосредственно связаны с палеоструктурными реконструкциями. Верхняя граница осадочной толщи принимается за поверхность осадконакопления. Скорость осадконакопления при моделировании может принимать нулевые и отрицательные значения в случае перерывов в осадконакоплении и денудации соответственно.

Основным критерием корректности результатов моделирования выступает *оптимальная* согласованность («невязка») максимума расчетных геотемператур с «наблюденными» температурами «максимального палеотермометра» – с температурами, определенными по ОСВ. В той же

степени важна *оптимальность* «невязки» расчетных геотемператур и с «наблюденными» пластовыми температурами. Оптимальная «невязка», это средняя квадратичная разность расчетных и наблюдаемых значений, равная погрешности наблюдений [14]. В нашем случае погрешность наблюдений порядка ± 2 °C [15].

2.2 Алгоритмы и методика расчета цифровой модели плотности разрывных нарушений

Локализация разрывных нарушений первого и второго порядков была принята согласно карте В.А. Конторовича по отражающему горизонту Φ_2 [3]. Крупные разрывные нарушения отнесены к первому порядку (рисунок 6), более мелкие – ко второму порядку (рисунок 7). Цифровая модель рассчитывалась отдельно для первого и второго порядков разрывных нарушений.

Территория запада Томской области была разделена сеткой на единичные участки 20x20 км, в пределах которых рассчитывалась плотность разрывных нарушений (рисунки 6 и 7). В сумме количество единичных участков составляет 500.

Подсчет плотности разрывных нарушений в каждом участке выполнялся с помощью программного кода, написанного на языке Python. Программный код основан на применении одного из инструментов машинного зрения – выделении контуров объектов. Код реализован посредством функций модуля OpenCV [45]. Функция алгоритма основана на выделении контуров разрывных нарушений и подсчете их суммарной длины в каждой отдельно взятой ячейке – единичном участке. Проверка корректности расчетов выполнялась на основе выборки случайных единичных участков вручную. Данные, полученные посредством кода, выгружаются в файл MS Excel для их удобного последующего использования.

Результатом расчетов является построенная цифровая модель, в которой каждому единичному участку соответствует точка в его центре, характеризующаяся значением суммарной протяженности разрывных нарушений в пределах этого участка – плотностью разрывных нарушений (рисунки 6 и 7).

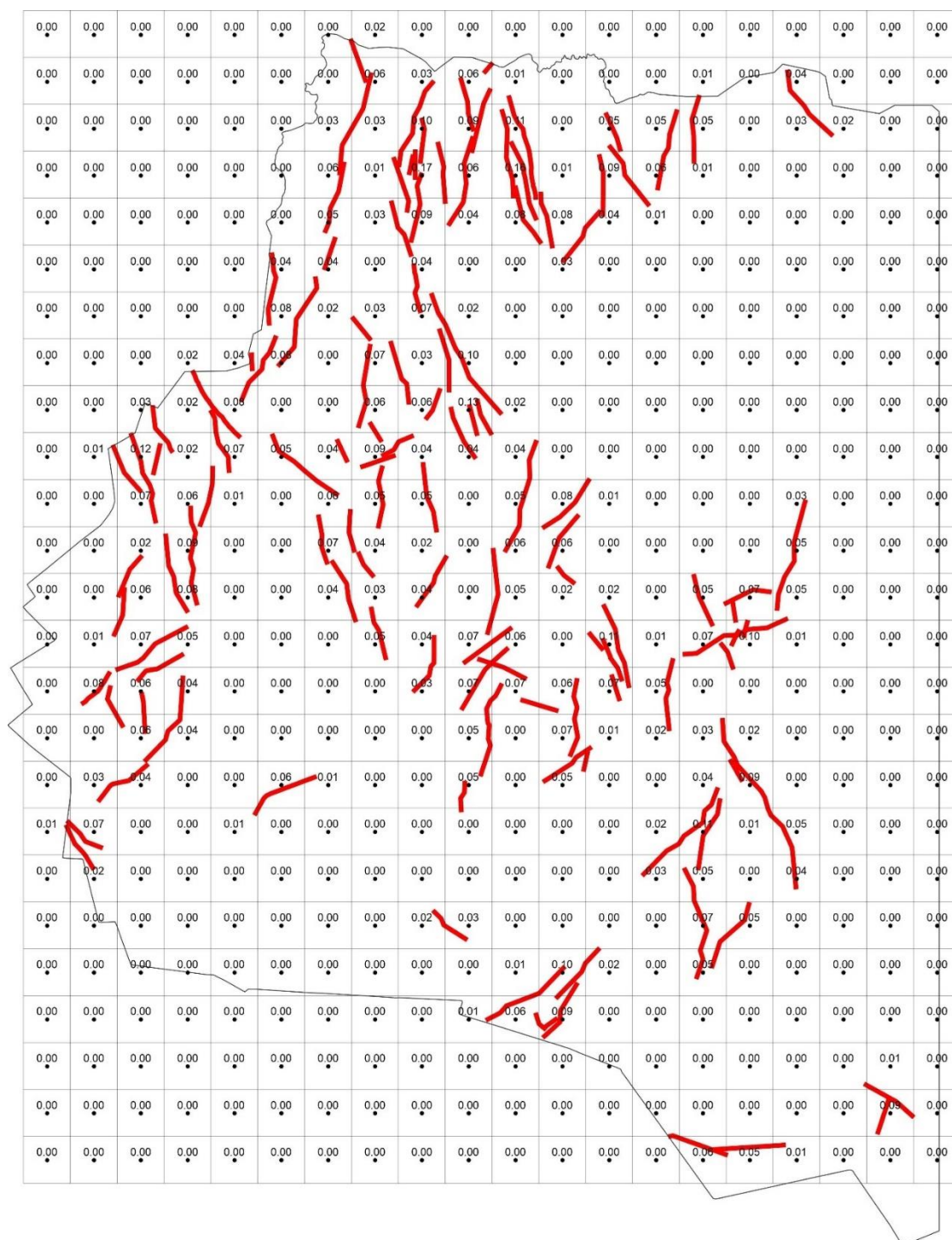


Рисунок 6 – Цифровая модель плотности разрывных нарушений 1 порядка (по [3]) с размером ячеек 20x20 км

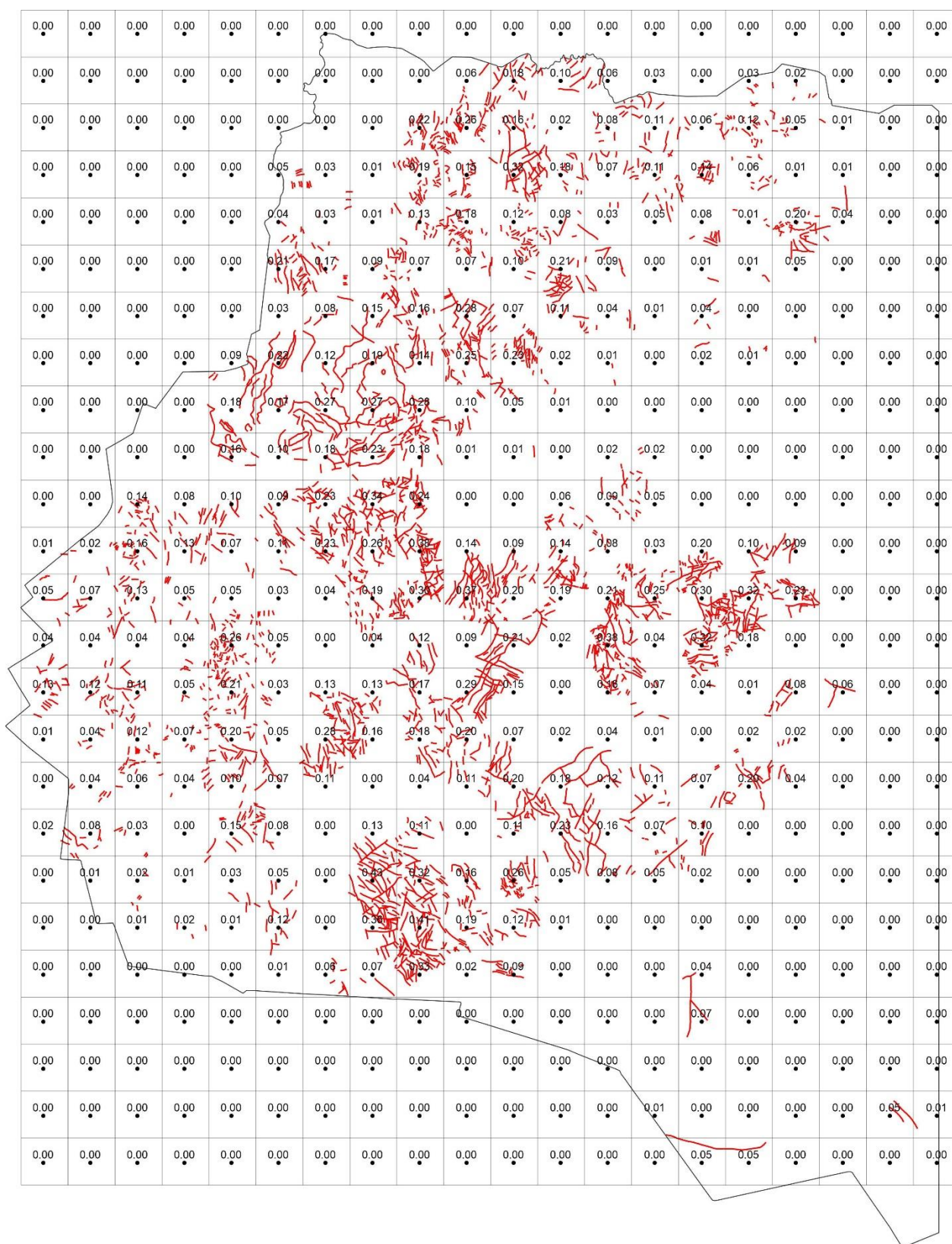


Рисунок 7 – Цифровая модель плотности разрывных нарушений 2 порядка (по [3]) с размером ячеек 20x20 км

3 ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА И ТЕКТониКИ ФУНДАМЕНТА

Ранее неоднократно отмечалось [18], что в Западной Сибири существует зависимость напряженности геотемпературного поля от общей степени наличия в фундаменте кислых интрузий. При этом подчеркивалось, что остаточные положительные аномалии могут быть только над молодыми интрузиями. По оценкам А.Р. Курчикова аномалии в современном геотемпературном поле Западной Сибири, приуроченные к интрузивным телам, могут возникать только тогда, когда эти интрузии существуют не более 5 млн лет [16]. Для небольших интрузий (с минимальными размерами 1-2 км) время остывания составляет порядка первых тысяч лет [17].

Поэтому на вопрос о влиянии интрузивных тел на распределение современного теплового потока существуют различные мнения. Так А.Р. Курчиков в работе [16], ссылаясь на заключение М.Д. Хуторского и С.Г. Краснова о том, что повышение теплопроводности за счет гранитов увеличивает геотемпературный градиент на $0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 100 м, резюмирует, что увеличение содержания радиоактивных элементов в кислых породах интрузий, равно как и повышение теплопроводности за счет гранитов, не может привести к заметному росту глубинного теплового потока [16].

Нами, в целях внести ясность в этот дискуссионный вопрос, был проведен качественный сопоставительный анализ распределения теплового потока и локализации интрузивных комплексов на изучаемой территории (рисунок 8).

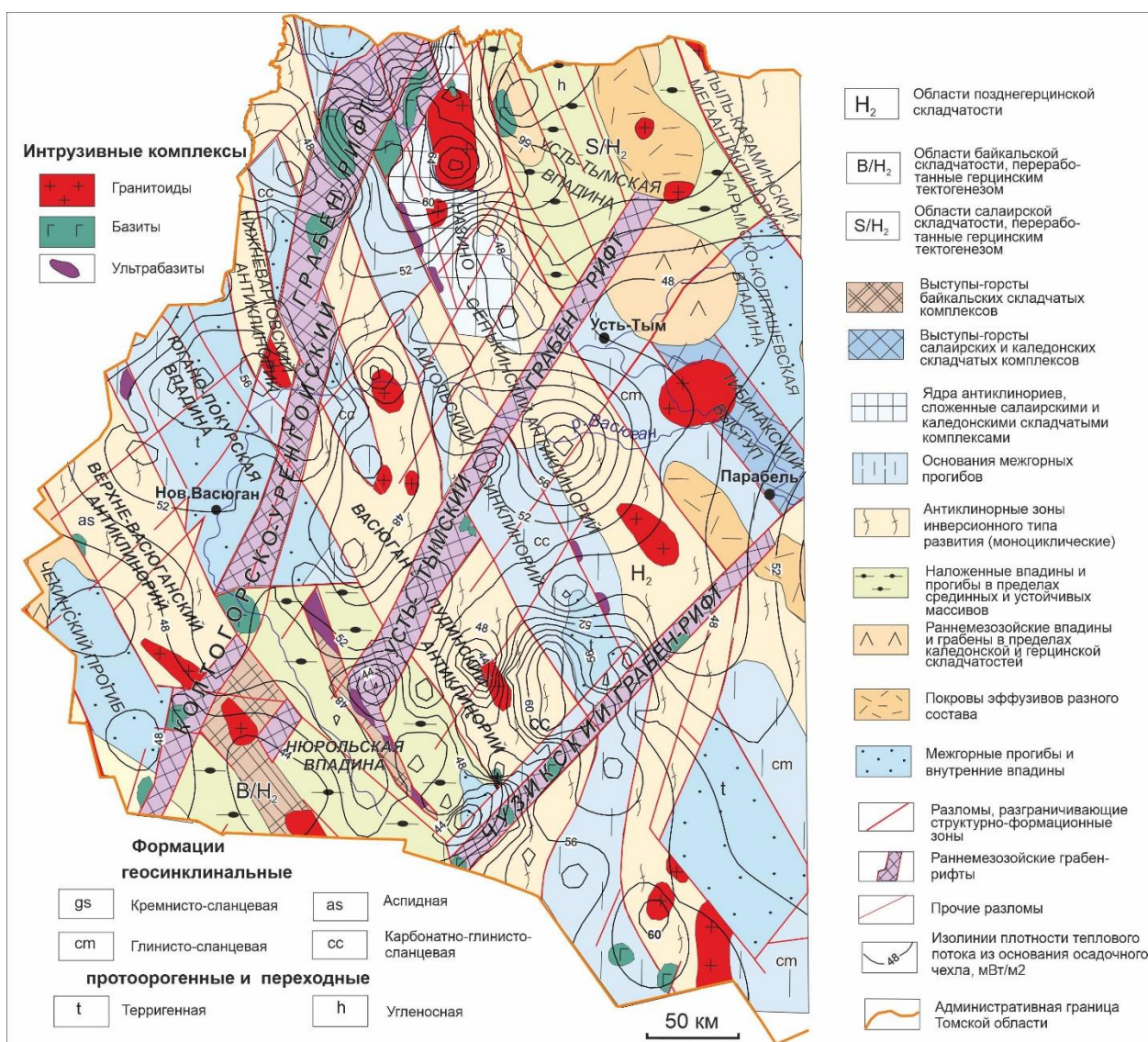


Рисунок 8 – Карта теплового потока на фоне фрагмента тектонической карты фундамента Западно-Сибирской плиты (по [2]). На карте приведены изолинии плотности теплового потока, мВт/м².

При сопоставлении распределения глубинного теплового потока с локализацией интрузивных комплексов на территории не наблюдается однозначных закономерностей. Из 18 интрузий гранитоидного состава: 9 комплексов находятся в зоне повышенных значений теплового потока из основания, 8 – в зоне пониженных значений. 1 – в градиентной зоне. Следовательно, древние интрузивные комплексы не оказывают влияния на поле теплового потока, поскольку энергетические процессы, связанные с их формированием, уже завершились. Вместе с тем полученный результат может свидетельствовать в пользу утверждения о том, что увеличение содержания радиоактивных элементов в кислых породах интрузий, равно как и повышение

теплопроводности за счет гранитов, не может привести к заметному росту глубинного теплового потока.

Тем не менее есть примеры геотемпературных аномалий, природа которых обусловлена, по всей вероятности, именно интрузивной деятельностью. К таким примерам М.Д. Хуторской и А.Р. Курчиков относят аномалию теплового поля в Салымском районе [16]. Причем по мнению А.Р. Курчикова наблюдаемая аномалия может быть связана не столько с вещественным составом и теплофизическими свойствами интрузии, сколько с процессами, сопровождающими внедрение интрузий, например активизацией гидродинамических процессов [16].

Различных мнений придерживаются исследователи и о проявлении процессов рифтогенеза в геотемпературном поле. Так Сурков В.С. говорит об усилении тепловых потоков вдоль рифтовых зон [18]. По его мнению, формирование в раннемезозойское время грабен-рифтов, в частности Колтогорско-Уренгойского, сопровождалось процессами, обусловившими значительный разогрев пород в последующие эпохи вплоть до настоящего времени.

А.Р. Курчиков говорит о неоднозначном проявлении процессов рифтогенеза в современном геотемпературном поле Западной Сибири. Им были выявлены несколько участков повышенной геотермической активности, совпадающих с положением грабен-рифтов, однако более типичными являются ситуации с отрицательными тепловыми аномалиями или с фоновыми характеристиками геотемпературных полей [19].

Для оценки влияния процессов рифтогенеза на распределение теплового потока на изучаемой территории также был проведен качественный сопоставительный анализ. Резюмируя результаты анализа, сделали вывод о том, что на изучаемой территории (рисунок 8) закономерностей поведения теплового поля в окрестностях рифтовых структур не наблюдается.

Предполагаемые причины отсутствия закономерностей описаны А.Р. Курчиковым [19]. Он не опровергает возможность формирования аномалий

теплового потока в зонах развития грабен-рифтов: аномалии могли быть очень значительными, контрастностью 30-50 мВт/м², однако указывает на ограниченное время их существования до 50-100 млн лет. Этим же можно объяснить отсутствие аномалий теплового потока в пределах рифтовых структур на изучаемой территории, поскольку грабен-рифты были сформированы в период герцинской активизации, более 200 млн лет назад.

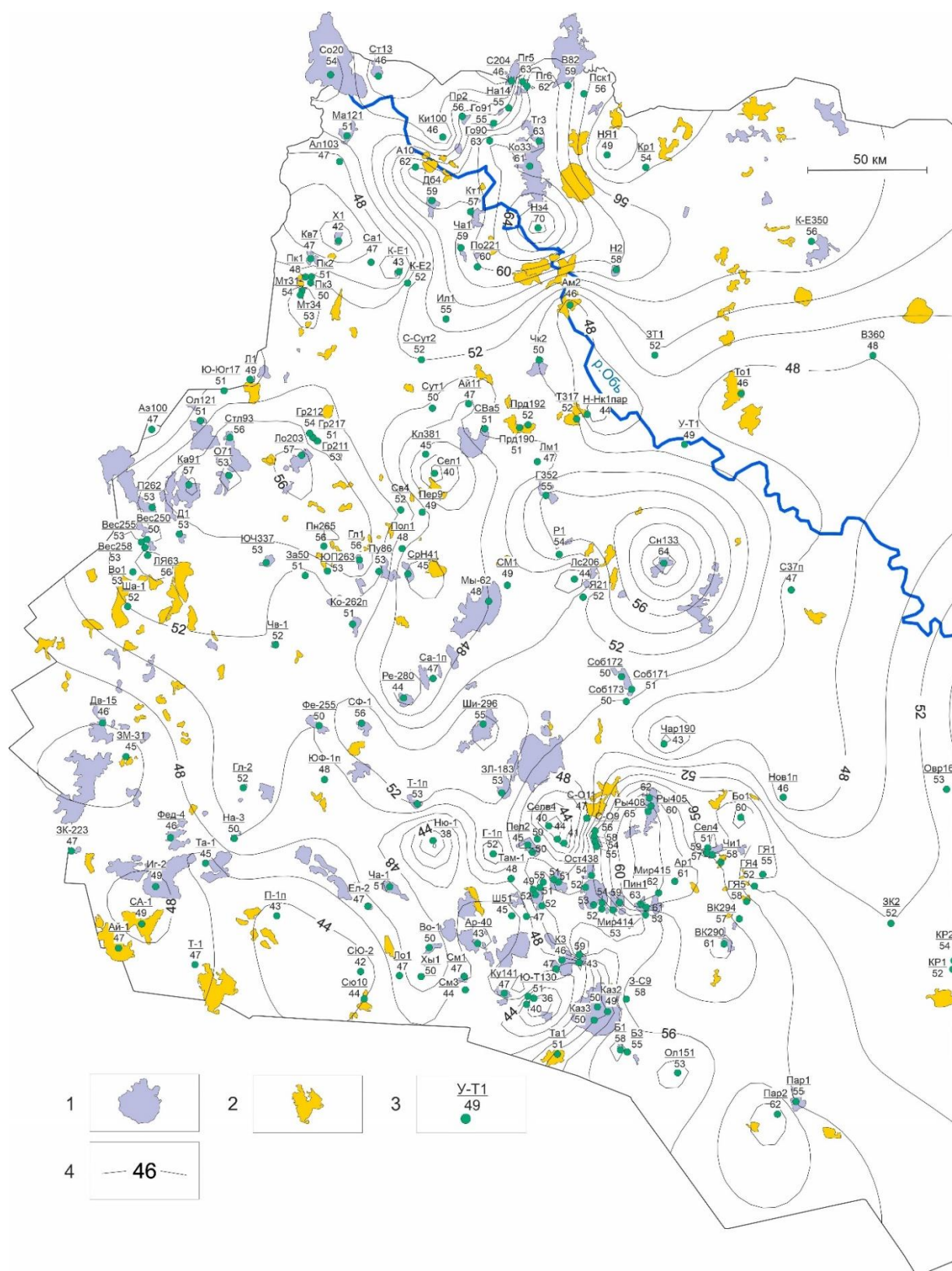
И действительно, в Байкальской рифтовой зоне, сформированной в процессе неоген-четвертичной активизации, в рифтовых впадинах и вдоль зон активных разломов наблюдаются повышенные тепловые потоки (контрастностью более 5-25 мВт/м²), что связывается с процессами рифтогенеза и выносом тепла по разломам флюидами из мантийного магматического очага [20, 21].

Таким образом, интрузивные комплексы и рифтовые структуры древнего возраста формирования не оказывают влияния на структуру современного теплового поля юго-востока Западной Сибири.

4 ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ ТЕПЛОвого ПОТОКА И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ФУНДАМЕНТА

Исследователи в работах [16, 17, 19, 22, 23, 68 и др.] неоднократно отмечали существование корреляции между распределением теплового потока и локализацией месторождений УВ в Западной Сибири. Залежи нефти и газа находятся преимущественно в зонах значительной неоднородности глубинного теплового потока, частным случаем которых являются положительные геотемпературные аномалии [19].

Данная закономерность прослеживается при сопоставлении карты распределения плотности теплового потока и расположением месторождений УВ запада Томской области (рисунок 9).



1 – контур месторождения УВ; 2 – контур перспективной на УВ площади; 3 – скважина палеотемпературного моделирования: в числителе – сокращенное название и ее номер, в знаменателе – значение теплового потока; 4 – изолинии значений плотности теплового потока, $\text{мВт}/\text{м}^2$

Рисунок 9 – Схематическая карта плотности теплового потока западной части Томской области

На схематической карте теплового потока (рисунок 9) наблюдаются следующие аномальные особенности: 4 ярко-выраженные «положительные аномалии», 8 относительно небольших по занимаемой территории «отрицательных аномалий», а также «градиентные зоны», окаймляющие крупные аномалии.

В северной части карты крупная положительная аномалия сформировалась вокруг Трайгородско-Кондаковского месторождения (скважины Ко33 и Тг3). В центральной части карты расположены 2 положительные аномалии: вокруг месторождения Снежное (скважина Сн133) и месторождений Ломовое, Озерное и Катильгинское (скважины Ло203, О71, Ка91). В юго-восточной части карты в обрамлении положительной аномалии расположены месторождения Рыбальное, Пинджинское и Мирное (скважины Ры408, Пин1, Мир415).

Из отрицательных аномалий наиболее крупными являются три: в центральной части карты между двумя положительными аномалиями (скважина Сел1), аномалия в восточной части карты, протягивающаяся от скважины Чар190 до В360, а также аномалия в южной части карты, расположенная к югу от крупной положительной аномалии, вокруг Южно-Табаганского месторождения (скважина Ю-Т130). Остальные отрицательные аномалии сформированы вокруг скважин: на севере – Х1, на юге – Дв-15, СА-1, на юго-востоке Нью-1, Селв4.

Важно заметить, что в большинстве зон отрицательных аномалий месторождения отсутствуют, за исключением трех областей, расположенных в районе скважин Дв-15, СА-1 и Ю-Т130. Этот факт, вероятно, свидетельствует о недостаточном прогреве пород. При этом наибольшая концентрация месторождений наблюдается в градиентных зонах вокруг положительных аномалий.

Что касается вопроса о природе этой корреляции, то мнения у исследователей-геотермиков расходятся.

М.Д. Хуторской в своей ранней работе [22] и В.Г. Левашкевич [24] в качестве физической основы появления аномалий на месторождениях нефти и газа предлагают миграционные процессы УВ из залежи к поверхности. Углеводороды переносят тепло из глубинных слоев конвективным путем. Кроме того, по М.Д. Хуторскому, в толщах осадочных пород могут происходить экзотермические реакции окисления УВ при их взаимодействии с сульфатными подземными водами, а также при участии кислорода, выделяющегося в результате естественного радиолитического разложения подземных вод. В зоне аэрации окисление УВ, мигрирующих из залежи, осуществляется микроорганизмами. Значимость бактериального окисления сульфатных вод в формировании геотемпературных аномалий отвергается исследователями Р.И. Кутасом и В.В. Гордиенко [17], как незначительная.

В [22] отмечается, что над нефтяными залежами по их контурам иногда фиксируются кольцевые отрицательные аномалии теплового потока. Они объясняются влиянием естественной конвекции в залежах. При этом для зон расположения преимущественно газовых залежей характерна более высокая плотность теплового потока, чем для зон нефтяных месторождений [24, 25], что вызвано более высокой подвижностью газа по сравнению с нефтью.

По мнению А.Р. Курчикова, в условиях Западной Сибири геотемпературные аномалии не обусловлены наличием в их пределах УВ скоплений, поскольку размеры и форма зон повышенных глубинных тепловых потоков не совпадают с размерами и формой месторождений. Отсюда следует, что либо энергетический эффект процессов образования залежей нефти и газа незначителен, либо формирование подавляющего числа залежей завершилось достаточно давно [19]. В таком случае причины формирования самой геотемпературной аномалии неясны.

Авторы [25] предлагают объяснять аномалии в масштабе всего нефтегазоносного района влиянием структурно-теплофизических неоднородностей, обусловленных увеличенной мощностью относительно низкотеплопроводных пород. Геотемпературные аномалии, так называемые

«термические купола», могут появиться только при сосуществовании двух факторов: при наличии контраста теплопроводности внутри слоев осадочного чехла и при нарушении их плоско-параллельного залегания. Именно этим объясняется связь между распределением температурного поля и локализацией структур-ловушек [26].

Авторы [17], напротив, отвергают структурный фактор как возможную причину формирования геотемпературных аномалий над нефтегазонасыщенными структурами, а вместе с этим и фактор движения подземных вод. Не раскрывая своих предположений о возможных причинах, они лишь отмечают, что, судя по характеру и размерам аномалий, они не могут быть вызваны объектами, залегающими на глубинах, превышающих несколько километров.

Вышеописанные рассуждения о связи нефтегазоносности и теплового поля касаются только залежей УВ, расположенных в осадочном чехле. Между тем в Томской области известно достаточно много месторождений с залежами в доюрском фундаменте. В этом контексте интересно сопоставить локализацию месторождений с залежами в доюрском НГК и распределение теплового потока.

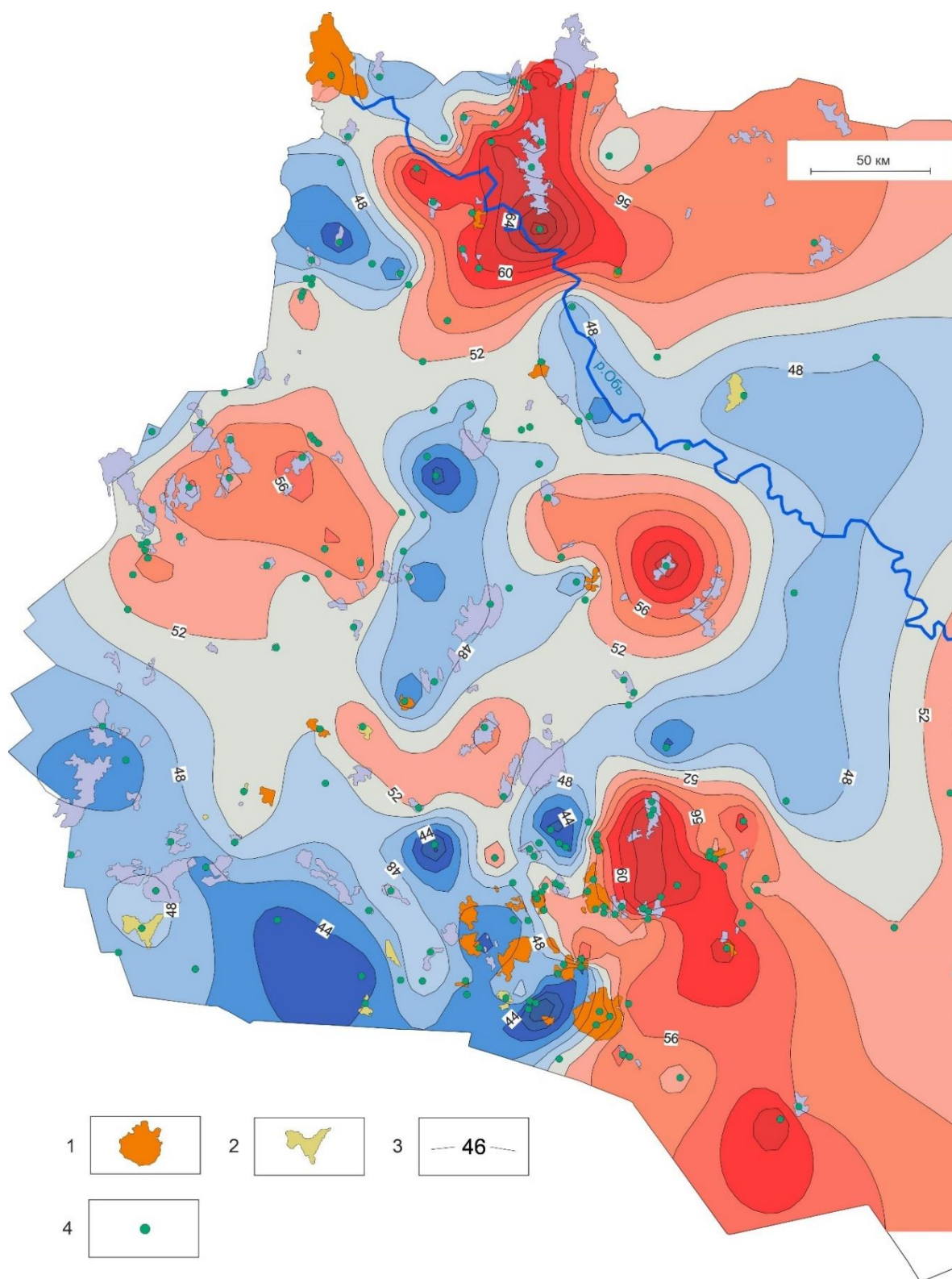
Согласно [27, 37, 47] к месторождениям с продуктивным доюрским НГК относятся: Останинское, Герасимовское, Северо-Останинское, Селимхановское, Северо-Калиновое, Калиновое, Солоновское, Верхнекомбарское, Смоляное, Казанское, Широтное, Чкаловское, Ясное, Советское, Конторовичское, Нижнетабаганское, Южнетабаганское, Речное, Фестивальное, Тамбаевское, Среднеглуховское, Южно-Тамбаевское, Урманское, Арчинское, Южно-Урманское и Никольское.

Кроме того, в работах [27, 37] были выделены площади, в скважинах которых были выявлены признаки нефтеносности в керне и по результатам испытания скважин – наличию притоков УВ. К таким площадям относятся Глуховская, Северо-Тамбаевская, Кулгинская, Среднеюлжавская, Северо-Юлжавская, Еллей-Игайская, Хылькинская, Северо-Табаганская, Северо-

Фестивальная, Поньжевая, Северо-Айсазская, Северо-Сутыгинская, Чебачья, Ступенчатая, Приколтогорская, Колпашевская, Толпаровская.

Месторождения и площади с признаками нефтеносности были нанесены на карту теплового потока (рисунок 10).

На карте видно, что как месторождения, так и площади, имеющие признаки нефтеносности, расположены при различных особенностях поведения теплового поля: и в спокойном поле 50-52 мВт/м², и в повышенных значениях теплового потока, и в пониженных. Однако наибольшая густота месторождений с залежами в доюрском НГК наблюдается в южной части карты в месте резкого градиентного перехода значений теплового потока из высоких в низкие. Вывод о корреляции градиентных зон теплового потока с локализацией месторождений был также сделан в работе [69]. Чем обусловлена эта корреляция – еще предстоит выяснить.



1 – контур месторождения с залежами УВ в доюрском НГК; 2 – контур перспективной площади на УВ в доюрском НГК; 3 – изолинии значений плотности теплового потока, $\text{мВт}/\text{м}^2$; 4 – скважина палеотемпературного моделирования

Рисунок 10 – Схематическая карта плотности теплового потока западной части Томской области с месторождениями в палеозое и площадями, имеющими признаки нефтеносности в доюрском комплексе

Таким образом, была подтверждена фундаментальная закономерность между распределением плотности теплового потока и локализацией месторождений УВ. Было выявлено, что наибольшая густота месторождений с залежами УВ в доюрском комплексе коррелирует с расположением высокоградиентной зоны. При этом вопрос, являются ли УВ скопления причиной геотемпературных аномалий, или неоднородности теплового поля обуславливают расположение УВ скоплений в их окрестностях, до сих пор является дискуссионным.

5 ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА И РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ

На первых этапах изучения геотемпературного поля Западно-Сибирского бассейна его дифференцированность связывали с дизъюнктивной тектоникой [20]. В работе [27] была сделана попытка количественной оценки корреляции плотности теплового потока с плотностью разрывных нарушений, которая, напротив, не выявила значимой корреляции. А.Р. Курчиковым показано, что на некоторых площадях вблизи отдельных участков разломов имеется повышение глубинного теплового потока до 6-8 мВт/м², однако эти примеры являются скорее исключением, чем правилом [19].

Принимая во внимание неоднозначность существующих представлений об отражении дизъюнктивной тектоники в тепловом поле, был выполнен качественный сопоставительный анализ локализации разрывных нарушений по сейсмическому горизонту II^a 2 и 3 классов с неоднородностями распределения теплового потока. В качестве классификации для разрывных нарушений применяется методика, предложенная В.А. Конторовичем в [3]. Ко *второму* классу относятся разрывные нарушения, проникающие в нижнемеловые горизонты, берриас-барремского времени заложения. К *третьему* классу относятся разрывные нарушения, проникающие в кайнозойские отложения, позднепалеоценового времени формирования, имеющие преимущественно северо-северо-восточное простирание. Разрывные нарушения были разделены на два класса в целях оценки влияния их возраста формирования на тепловое поле. Сопоставительный анализ проводился по карте, представленной на рисунке 11.

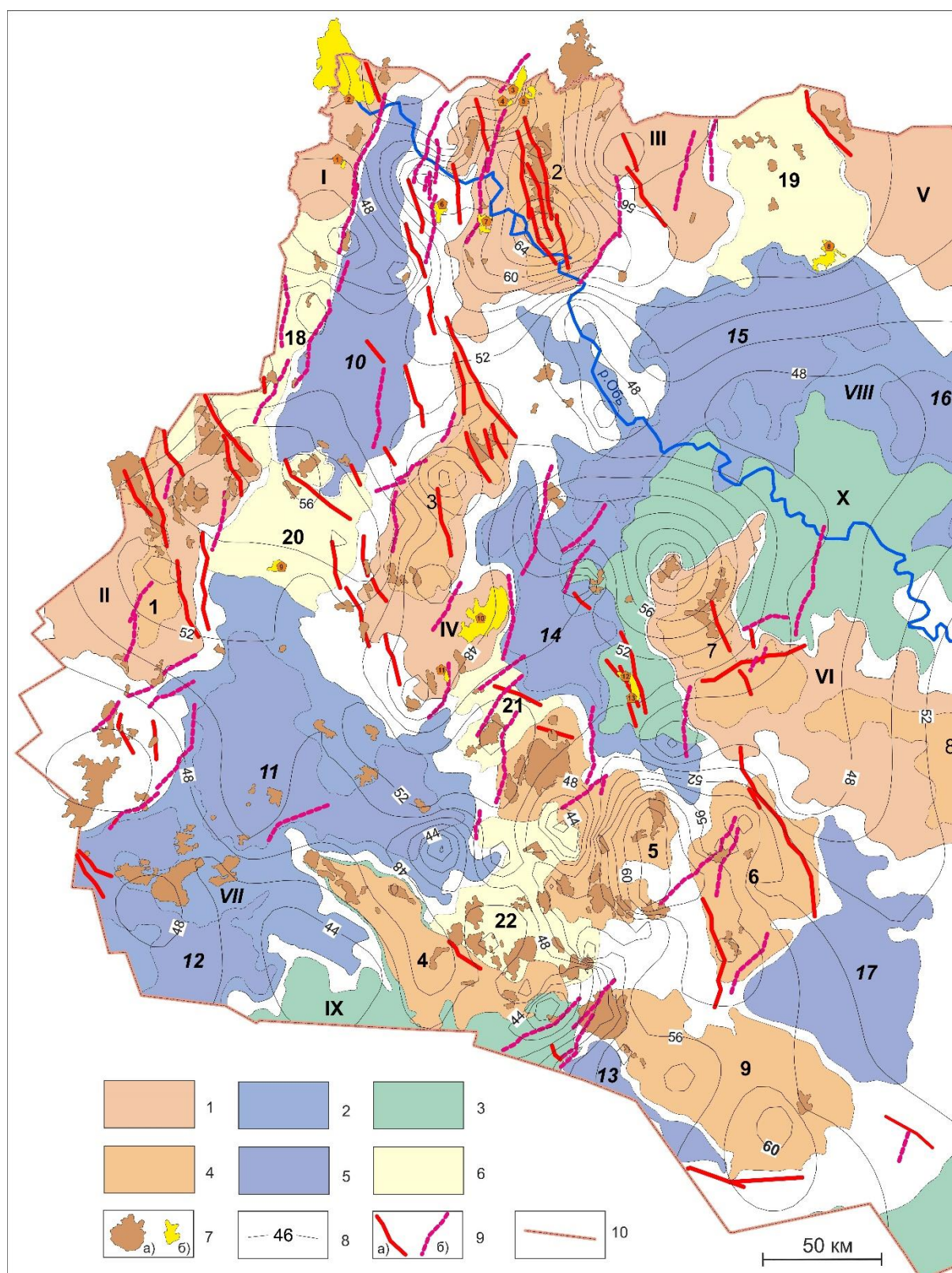


Рисунок 11 – Тепловой поток из подошвы осадочного чехла на фрагменте тектонической карты по сейсмическому горизонту Па (подошва баженовской свиты) на основе [3] с добавлениями: 1 – положительная структура I порядка: I – Нижневартовский свод, II – Каймысовский свод, III – Александровский свод, IV – Средневазюганский мегавал, V – Пыль-Караминский мегавал, VI – Парабельский мегавыступ; 2 – отрицательная структура I порядка: VII – Нюрольская мегавпадина, VIII – Усть-Тымская мегавпадина; 3 –

промежуточная структура I порядка: IX – Межовско-Барабинская мегамоноклиналь, X – Северо-Парабельская мегамоноклиналь; 4 – положительная структура II порядка: 1 – Нововасюганский мезовал, 2 – Трайгородский мезовал, 3 – Средневасюганский мезовал, 4 – Лавровский мезовыступ, 5 – Пудинское мезоподняtie, 6 – Горелоярское мезоподняtie, 7 – Восточно-Чижапское мезоподняtie, 8 – Колпашевский мезовал, 9 – Калгачский мезовыступ; 5 – отрицательная структура II порядка: 10 – Колтогорский мезопрогиб, 11 – Центральнoнюрoльcкая мезовпадина, 12 – Южно-Нюрoльcкая мезовпадина, 13 – Кocетский мезопрогиб, 14 – Самлатский мезопрогиб, 15 – Неготский мезопрогиб, 16 – Пыжинский мезопрогиб, 17 – Бакчарская мезовпадина; 6 – мезоседловины: 18 – Ледянская, 19 – Караминская, 20 – Черемшанская, 21 – Шингинская, 22 – Чузикско-Чижапская; 7 – месторождения углеводородов: а) в доюрском и/или юрском НГК, б) в доюрском и/или юрском и меловом НГК; 8 – тепловой поток из основания осадочного чехла; 9 – разломы: а) 2 класса, б) 3 класса; 10 – административная граница Томской области

Изучив расположение дизъюнктивных нарушений 2 и 3 классов на территории исследования и сопоставив его с распределением плотности глубинного теплового потока, можно однозначно выделить лишь одну зону положительной корреляции – район Александровского свода, где наблюдается самая высокоамплитудная аномалия теплового потока. В остальных районах карты визуальная корреляция повышенных значений теплового потока с локализацией дизъюнктивных нарушений отчетливо не прослеживается. Здесь важно отметить, что положительная визуальная корреляция не наблюдается как для разломов, сформировавшихся 140-125 млн лет назад, так и для разломов, закончивших свое формирование 56 млн лет назад.

Возможность существования корреляционной связи дизъюнктивной тектоники с вариациями теплового потока может быть обусловлена двумя причинами. Первая заключается в энергетике образования глубинных разломов, а вторая – в движении по ним подземных флюидов.

По представлениям А.Р. Курчикова, при рассмотрении воздействия некоторых источников тепла, обусловивших тектонические подвижки, область аномалии может быть значительна. Однако если возраст их значительный, то они вряд ли могли сохраниться до настоящего времени. Поэтому в тепловом поле, вероятно, могут проявляться лишь разломы, сформированные за

последние несколько миллионов лет [16]. В работе [28] области повышенных тепловых потоков связывают с зонами новейших, омоложенных и более древних (позднемеловой эпохи) глубинных разломов, по которым поднимаются кондуктивные теплотокеты из более глубинных горизонтов, где, по предположению авторов, существуют в той или иной мере застывшие интрузивные тела.

Некоторые ученые [22, 24, 29] появление аномалий в разломных и проницаемых зонах объясняют конвективным теплопереносом подземными флюидами, движущимися по разломам. Согласно [29], при отсутствии процессов флюидодинамики глубинные разломы себя никак не проявляют. По оценкам М.Д. Хуторского, при скоростях фильтрации подземных вод порядка нескольких метров в сутки температурные аномалии могут достигать единиц градусов в приповерхностных слоях [22]. А.Р. Курчиков высказал предположение о том, что аномальные характеристики геотемпературного поля могут иметь место только в узких полосах (шириной 5-10 км) вдоль разлома, поскольку при растекании по проницаемым горизонтам температура подземных вод уже на расстоянии первых километров от разломов становится равной фоновой [16].

Поэтому полученный при анализе отрицательный результат может быть вызван несколькими причинами. Во-первых, отсутствие корреляции может являться подтверждением того, что глубинные разломы древнего возраста заложения (старше 50 млн лет) не сопровождаются аномалиями современного теплового потока. Во-вторых, результат может свидетельствовать о неполной изученности распространения разрывных нарушений на исследуемой территории. В-третьих, необходим более детальный анализ на предмет наличия корреляций в узких полосах вдоль разломов.

Таким образом, поскольку в настоящее время нет однозначной оценки влияния дизъюнктивной тектоники на тепловое поле: невозможно по данным о тепловом поле прогнозировать глубинные разломы, а по разрывным нарушениям – геотермическую обстановку, то представляет интерес

выполнить количественный сопоставительный анализ плотности разрывных нарушений с плотностью теплового потока.

5.1 Исследования корреляции теплового потока и разрывных нарушений 1 порядка

Анализируемые разрывные нарушения выявлены по отражающему горизонту Φ_2 . Для учета возможного влияния размеров дизъюнктивов на структуру теплового поля разломы были разделены на 2 порядка. К первому порядку отнесены наиболее крупные разрывные нарушения.

Количественный анализ выполнялся путем сопоставления значений плотности теплового потока и плотности разрывных нарушений 1 порядка в пределах каждого единичного участка и нахождения численной зависимости между параметрами. Каждому единичному участку в его центре присваивалась точка, охарактеризованная двумя значениями: 1 – значением плотности теплового потока в этой точке; 2 – значением плотности разрывных нарушений.

Для большей детализации исследования были построены 4 цифровые модели плотности разрывных нарушений 1 порядка: с первоначальным положением сетки; со смещением сетки по оси x на 10 км; со смещением сетки по оси y на 10 км; со смещением сетки по осям x и y на 10 км. Это позволило в конечном счете увеличить число анализируемых точек и, соответственно, детальность в 4 раза. На основе совмещенных цифровых моделей для удобной визуализации информации была построена карта плотности разрывных нарушений 1 порядка (рисунок 12), на которой отчетливо выделяются локальные максимумы. Видим, что наибольшей плотностью разрывных нарушений 1 порядка характеризуется северная часть карты.

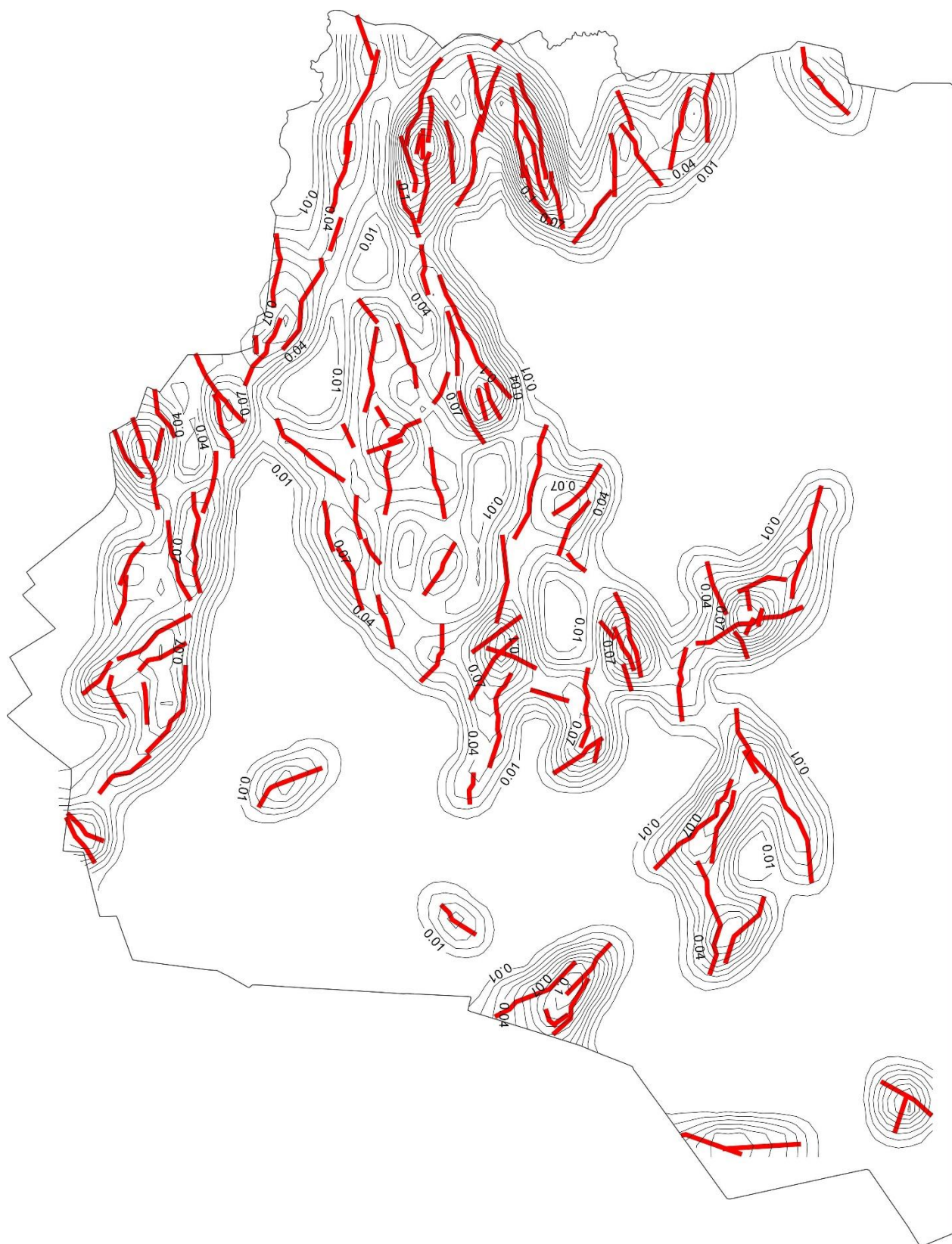


Рисунок 12 – Карта плотности разрывных нарушений 1 порядка. Показаны изолинии плотности разрывных нарушений с сечением $0,01 \text{ км}^{-1}$.

В результате сопоставительного анализа значимой корреляции между тепловым потоком и плотностью разрывных нарушений получено не было

(рисунок 13). При построении зависимости были исключены участки, где плотность разрывных нарушений равна нулю, в целях минимизации неточности расчетов, связанной с невыявленными разрывными нарушениями. Коэффициент корреляции зависимости составляет порядка 18,5 %. Точки на графике формируют облако значений.

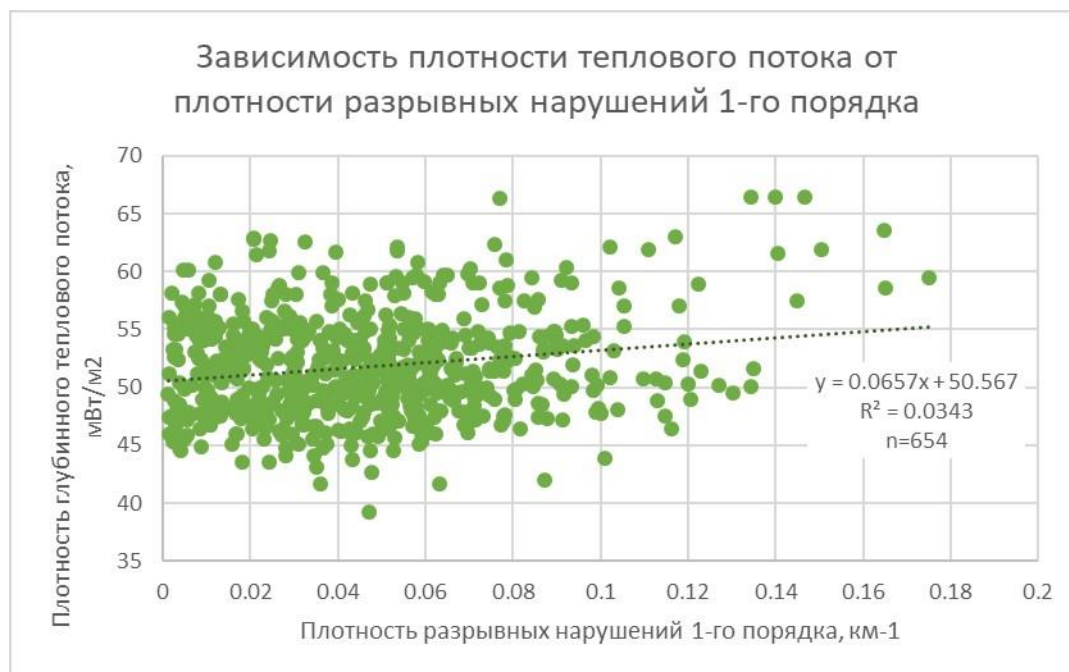


Рисунок 13 – Зависимость плотности глубинного теплового потока от плотности разрывных нарушений 1 порядка

Таким образом, более детальный количественный сопоставительный анализ не выявил значимой корреляционной связи между поведением теплового поля и расположением дизъюнктивных нарушений 1 порядка.

5.2 Исследования корреляции теплового потока и разрывных нарушений 2 порядка

Ко второму порядку отнесены более мелкие разрывные нарушения. Количественный анализ выполнялся путем сопоставления значений теплового потока и плотности разрывных нарушений 2 порядка в пределах каждого единичного участка и нахождения численной зависимости между

параметрами. Каждому единичному участку в его центре присваивалась точка, охарактеризованная двумя значениями: 1 – значением теплового потока в этой точке; 2 – значением плотности разрывных нарушений 2 порядка.

Для большей детализации исследования были построены 4 цифровые модели плотности разрывных нарушений 2 порядка: с первоначальным положением сетки; со смещением сетки по оси x на 10 км; со смещением сетки по оси y на 10 км; со смещением сетки по осям x и y на 10 км. Это позволило в конечном счете увеличить число анализируемых точек и, соответственно, детальность в 4 раза. На основе совмещенных цифровых моделей для удобной визуализации информации была построена карта плотности разрывных нарушений 2 порядка (рисунок 14), на которой отчетливо выделяются локальные максимумы. Видим, что наибольшей плотностью разрывных нарушений 2 порядка характеризуется центральная, южная и северная части карты.

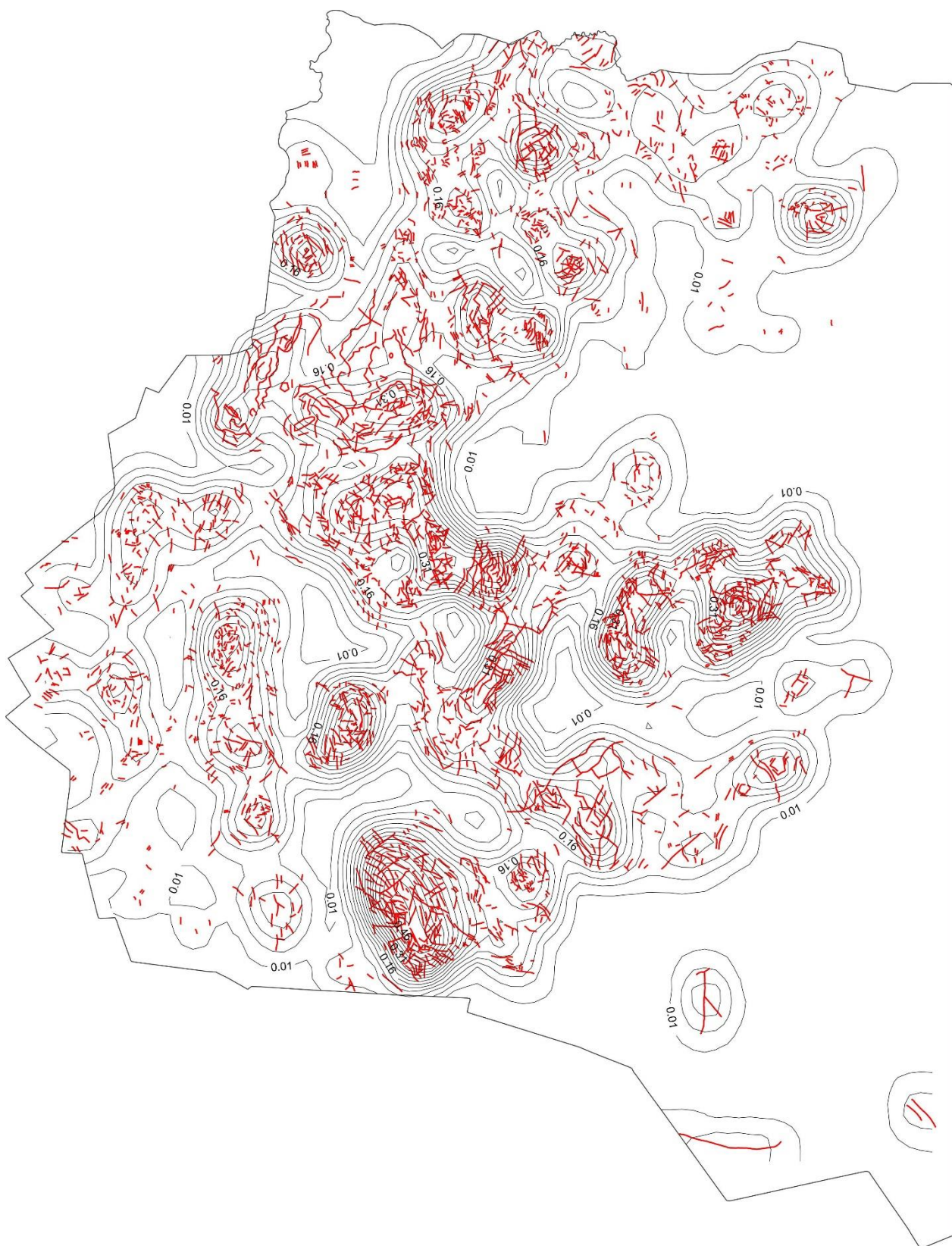


Рисунок 14 – Карта плотности разрывных нарушений 2 порядка. Показаны изолинии плотности разрывных нарушений с сечением $0,03 \text{ км}^{-1}$.

В результате сопоставительного анализа значимой корреляции между тепловым потоком и плотностью разрывных нарушений получено не было

(рисунок 15). При построении зависимости были исключены участки, где плотность разрывных нарушений равна нулю, в целях минимизации неточности расчетов, связанной с невыявленными разрывными нарушениями. Коэффициент корреляции зависимости составляет порядка 3,3 %. Точки на графике формируют облако значений.

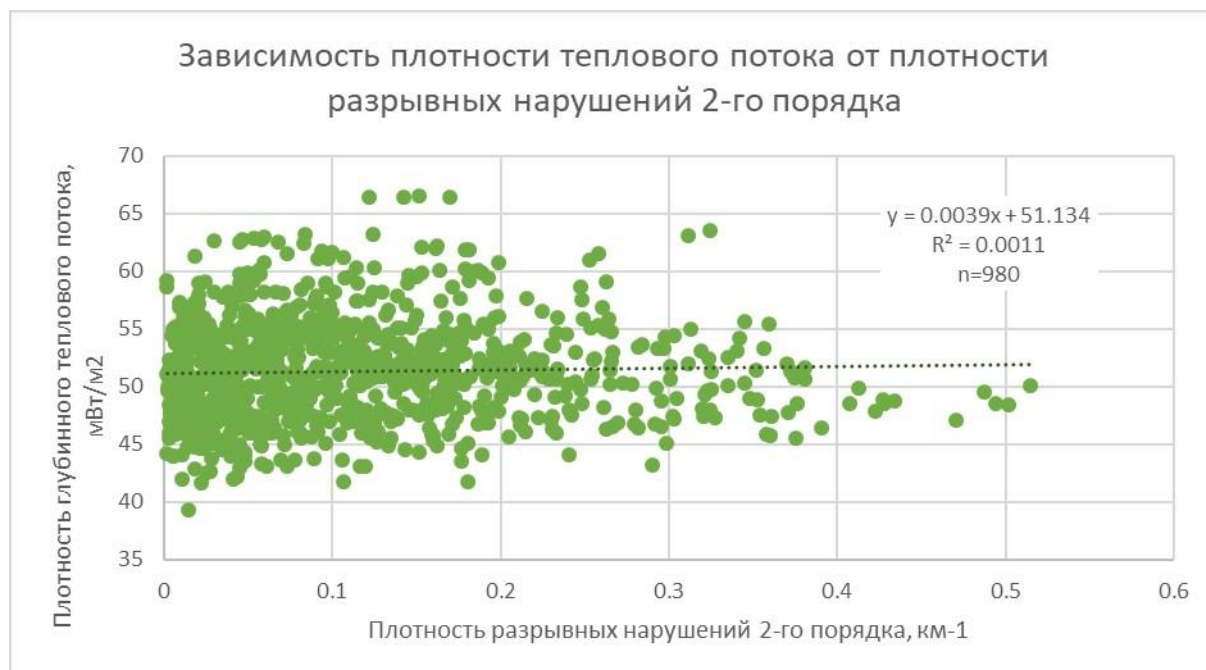


Рисунок 15 – Зависимость плотности глубинного теплового потока от плотности разрывных нарушений 2 порядка

Таким образом, более детальный количественный сопоставительный анализ не выявил значимой корреляционной связи между поведением теплового поля и расположением дизъюнктивных нарушений 2 порядка.

5.3 Исследования корреляции теплового потока и разрывных нарушений 1 и 2 порядков

Для оценки суммарного эффекта дизъюнктивных нарушений в тепловом поле провели количественный сопоставительный анализ распределения теплового потока и плотности разрывных нарушений вместе и 1, и 2 порядков. Каждому единичному участку в его центре присваивалась точка,

охарактеризованная двумя значениями: 1 – значением теплового потока в этой точке; 2 – значением суммы плотностей разрывных нарушений 1 и 2 порядков.

На основе совмещенных цифровых моделей для удобной визуализации информации была построена карта плотности разрывных нарушений 1 и 2 порядков (рисунок 16).

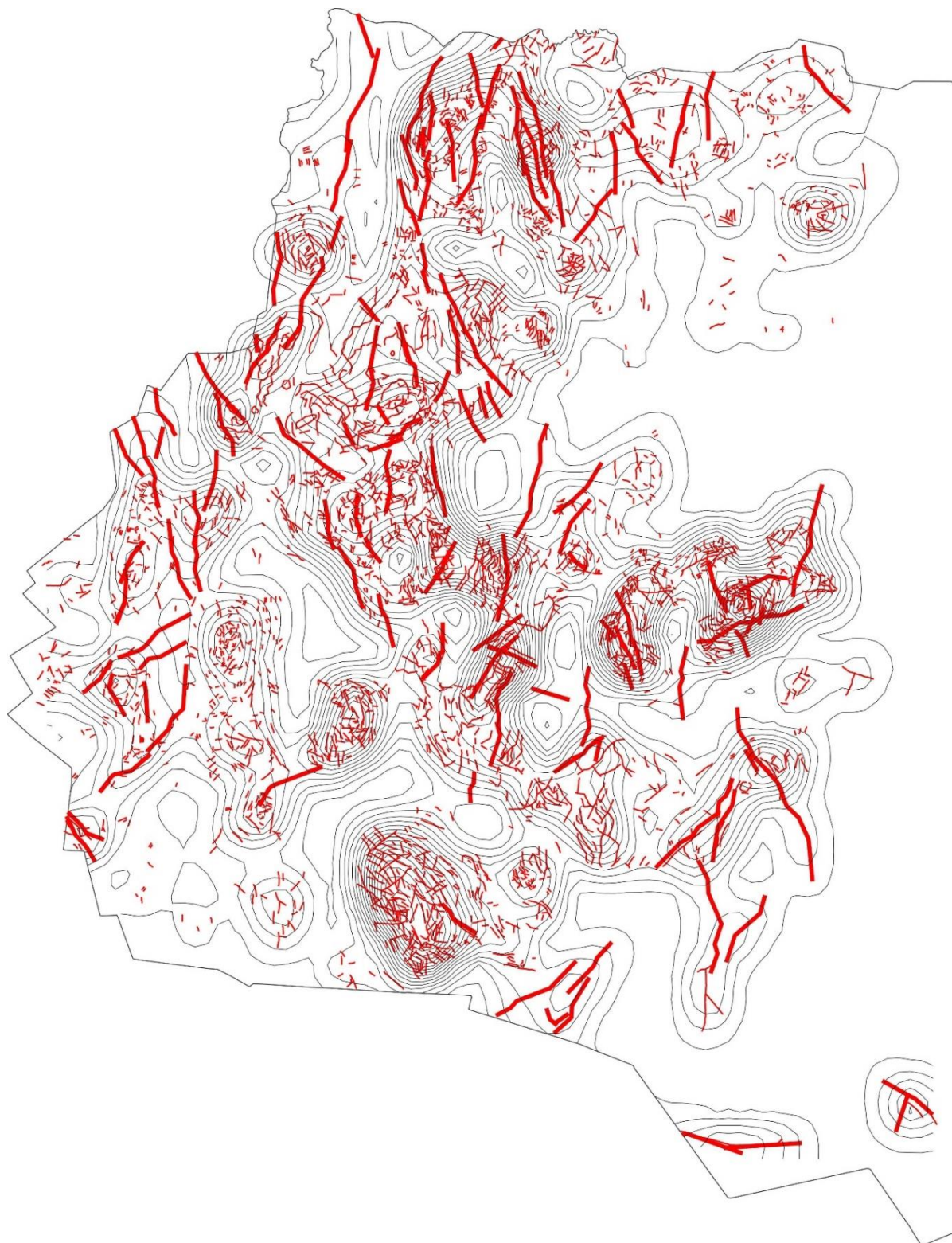


Рисунок 16 – Карта плотности разрывных нарушений 1 и 2 порядков. Показаны изолинии плотности разрывных нарушений с сечением $0,03 \text{ км}^{-1}$.

В результате сопоставительного анализа значимой корреляции между тепловым потоком и плотностью разрывных нарушений получено не было (рисунок 17). Коэффициент корреляции зависимости составляет порядка 7,6 %. Точки на графике формируют облако значений.

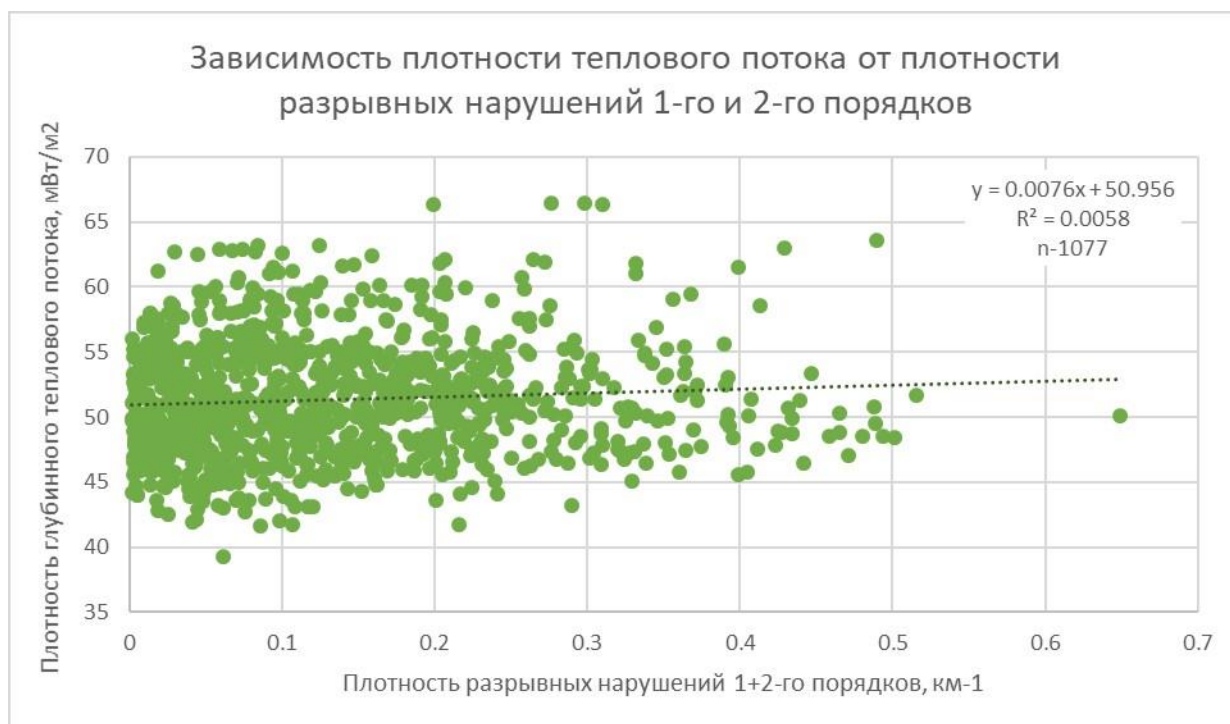


Рисунок 17 – Зависимость плотности глубинного теплового потока от плотности разрывных нарушений 1 и 2 порядков

Таким образом, более детальный количественный сопоставительный анализ не выявил значимой корреляционной связи между поведением теплового поля и расположением как крупных (1 порядок), так и более мелких (2 порядок) дизъюнктивных нарушений. Полученный результат подтверждает вывод о том, что разрывные нарушения древнего возраста заложения не сопровождаются аномалиями в современном тепловом поле.

6 ОБЩАЯ ОЦЕНКА И ВЫВОДЫ

В условиях юго-востока Западной Сибири (западные районы Томской области) наблюдается ярко-выраженная приуроченность скоплений УВ к неоднородностям распределения теплового потока. При этом месторождения, особенно с залежами в доюрском комплексе, преимущественно тяготеют к градиентным зонам теплового потока. Однако основание для наличия такой закономерности пока не выявлено.

На примере запада Томской области показано, что рифтовые структуры и интрузивные комплексы герцинского возраста формирования не находят отражение в тепловом поле, поскольку энергетические процессы, сопровождавшие их возникновение, хоть и не завершились, но значительно ослабели. Что касается интрузивных комплексов, то увеличение содержания радиоактивных элементов в кислых породах интрузий, равно как и повышение теплопроводности за счет гранитов, не может привести к заметному росту глубинного теплового потока.

Выявлено, что дизъюнктивная тектоника не проявляется в структуре теплового поля Западной Сибири ни на качественном, ни на количественном уровне. Такой результат может являться подтверждением того, что глубинные разломы древнего возраста заложения (старше 50 млн лет) независимо от их размера не сопровождаются аномалиями современного теплового потока. Получение отрицательной корреляции между расположением дизъюнктивных нарушений и распределением теплового потока позволяет заключить, что либо роль флюидодинамических процессов вдоль разломов в формировании структуры теплового поля в региональном масштабе незначительна, либо большинство изученных дизъюнктивных нарушений не являются флюидопроводящими.

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

Студенту:

Группа	ФИО
226А	Крутенко Даниилу Сергеевичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	ОГ
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 Технология геологической разведки

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 1,50 млн. руб.
2. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Районный коэффициент – 1,3 Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 0,30 Коэффициент накладных расходов – 0,16

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. SWOT-анализ научно-исследовательского проекта	Оценка конкурентных и коммерческих преимуществ проекта
2. Планирование научно-исследовательских работ	Определение этапности работ, расчет трудоемкости каждого вида работ и разработка графика проведения научного исследования
3. Бюджет научного исследования	Расчет финансовых затрат на осуществление научно-исследовательского проекта
4. Определение финансовой, социально, экономической эффективности исследования	Теоретическая оценка коммерческого потенциала исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

График проведения научного исследования

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Дукарт Сергей Александрович	к.и.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226А	Крутенко Даниил Сергеевич		

7 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В рамках парадигмы развития нефтегазового сектора, предложенной А.Э. Конторовичем [38], одними из приоритетных задач нефтегазовой отрасли Российской Федерации будут являться поиски, разведка и разработка мелких, мельчайших и средних месторождений в зрелых нефтегазоносных бассейнах. Для поиска таких месторождений, не обещающих колоссальных объемов добычи, необходимо сформировать комплексную методику поисков, которая отвечает наиболее актуальным потребностям в максимальной достоверности прогнозов и минимизации финансовых затрат. Одной из составляющих такой комплексной методики может и должна стать прикладная геотермия, позволяющая с высокой точностью прогнозировать глубины нахождения зон катагенеза в осадочных бассейнах и давать рекомендации по локализации поисков и разведки нефтегазовых залежей.

Однако прежде, чем стать функциональным методом поисков, прикладная геотермия должна решить ряд основополагающих вопросов, в том числе о взаимосвязи фундаментального геодинамического параметра – теплового потока – с различными геологическими факторами. Следовательно, данное исследование является очень важным не только с научной точки зрения, но также согласуется с экономическими потребностями развития нефтегазового сектора России.

7.1 SWOT-анализ научно-исследовательского проекта

Таблица 3 – SWOT-анализ научно-исследовательского проекта

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Фундаментальное значение С2. Отсутствие необходимости в специализированном оборудовании и материальных ресурсах С3. Отсутствие необходимости в экспериментальных натурных испытаниях С4. Экономичность С5. Возможность создания на базе исследования новейшей поисковой методики	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Трудоемкость Сл2. Большие временные затраты Сл3. Отсутствие прямой финансовой выгоды от исследования
Возможности: В1. Повышение цены сбыта нефти В2. Появление дополнительного спроса на новые технологии	Повышение цен сбыта нефти может привести к формированию больших прибылей у нефтегазовых компаний. При этом складывается благоприятная обстановка для инвестирования в НИОКР. В таком случае грандиозное фундаментальное значение исследования выделит его среди подобных. При появлении дополнительного спроса на новые технологии будет раскрыт потенциал исследования в разработке нового поискового метода. При любых обстоятельствах на нефтегазовом рынке и востребованности НИОКР ключевым преимуществом этого исследования является экономичность.	Слабые стороны проекта никак не повлияют на его реализацию при появлении дополнительного спроса на новые технологии. Повышение цен сбыта нефти принесет для проекта не только необходимые инвестиции, но и запас времени на выполнение трудоемкого и времязатратного исследования.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии	При отсутствии спроса на новые технологии проект будет ориентирован на решение фундаментального	При отсутствии спроса на новые технологии отрицательно на исследование может

<p>У2. Падение цены сбыта нефти У3. Сокращение темпов добычи нефти</p>	<p>научного вопроса и выполнен за счет бюджетных ассигнований, а именно в рамках работы над грантами государственных научных фондов. При падении цены сбыта нефти или сокращении темпов добычи нефти будет складываться ситуация, когда объем инвестиций будет достаточно сокращен. Однако потребность в наращивании добычи, в целях компенсировать падение прибыли, заставит недропользователей вкладываться в научно-исследовательские разработки, и при выборе проектов упор будет сделан на те, которые требуют меньше затрат. Наш проект заинтересует недропользователей отсутствием необходимости в специализированном оборудовании, материальных ресурсах и экспериментальных испытаний, то есть его экономичностью. Вместе с тем сокращение темпов добычи нефти еще более обострит вопрос о разработке принципиально новых поисковых методик. В этом аспекте данное исследование выглядит привлекательно, поскольку на его базе можно разработать такую методику.</p>	<p>повлиять трудоемкость и времязатратность. При падении цены сбыта нефти или сокращении темпов добычи инвесторы будут настороженно относиться к исследованию, которое не принесет им прямой финансовой выгоды.</p>
--	---	---

7.2 Планирование научно-исследовательских работ

Планируется, что исследование будет выполнено двумя научными сотрудниками: руководителем проекта и исполнителем – инженером. Ход

исследования разделен по этапам, к каждому из которых прикреплен ответственный исполнитель (таблица 4).

Таблица 4 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Изучение литературных источников по тематике	1	Изучение факторов строения фундамента, выделяемых российскими и зарубежными учеными, которые могут влиять на распределение теплового потока. Написание литературного обзора на эту тематику	Инженер
Исследование корреляции распределения теплового потока и тектонических структур фундамента	2	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	Инженер
	3	Качественный анализ	Инженер
	4	Количественный анализ	Инженер
	5	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	Руководитель, инженер
Исследование корреляции распределения теплового потока и нефтегазоносности фундамента	6	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	Инженер
	7	Качественный анализ	Инженер
	8	Количественный анализ	Инженер
	9	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	Руководитель, инженер
Исследование корреляции распределения теплового потока и разрывных нарушений в фундаменте	10	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	Инженер
	11	Качественный анализ	Инженер
	12	Количественный анализ	Инженер
	13	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	Руководитель, инженер
Исследование корреляции распределения теплового потока и вещественного состава фундамента	14	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	Инженер
	15	Качественный анализ	Инженер
	16	Количественный анализ	Инженер
	17	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	Руководитель, инженер
Оформление отчета по НИР	18	Составление пояснительной записки	Руководитель, инженер

7.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Поскольку трудовые затраты образуют основную часть стоимости выполнения данного исследования, то важно определить трудоемкость работ

каждого его участника. Трудоемкость зависит от множества трудно учитываемых факторов, поэтому рассчитывается лишь ожидаемое значение трудоемкости по формуле:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

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

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждого вида работ в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность i -ой работы, раб. дн.;

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

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

В таблице 5 приведены сведения о продолжительности выполнения каждого вида работ и суммарная продолжительность исследования.

Таблица 5 – Перечень этапов, работ и их трудоемкость

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Продолжительность вида работ, раб. дни	Продолжительность этапа работ, раб. дни
Изучение литературных источников по тематике	1	Изучение факторов строения фундамента, выделяемых российскими и зарубежными учеными, которые могут влиять на распределение теплового потока. Написание литературного обзора на эту тематику	10	10
Исследование корреляции распределения теплового потока и тектонических структур фундамента	2	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	7	52
	3	Качественный анализ	7	
	4	Количественный анализ	29	
	5	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	10	
Исследование корреляции распределения теплового потока и нефтегазоносности фундамента	6	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	7	52
	7	Качественный анализ	7	
	8	Количественный анализ	29	
	9	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	10	
Исследование корреляции распределения теплового потока и разрывных нарушений в фундаменте	10	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	7	52
	11	Качественный анализ	7	
	12	Количественный анализ	29	
	13	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	10	
Исследование корреляции распределения теплового потока и вещественного состава фундамента	14	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	7	52
	15	Качественный анализ	7	
	16	Количественный анализ	29	
	17	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	10	
Оформление отчета по НИР	18	Составление пояснительной записки	22	22
ИТОГО				241

Таким образом, выполнение исследования займет с учетом выходных и праздничных дней около года. Временные затраты оцениваются как очень высокие.

7.2.2 Разработка графика проведения научного исследования

График проведения научного исследования будет представлен в виде диаграммы Ганта. Для построения графика длительность каждого из этапов работ переводится в календарные дни по формуле:

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

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

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

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

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

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

Результаты расчетов сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – Временные показатели проведения научного исследования

№ работ	Название работы	Трудоемкость работ, чел-дни	Исполнители	Длительность работ T_{pi} , раб. дни	Длительность работ T_{ki} , кал. дни
1	2	3	4	5	6
1	Изучение факторов строения фундамента, выделяемых российскими и зарубежными учеными, которые могут влиять на распределение теплового потока. Написание литературного обзора на эту тематику	9.8	Инженер	10	15
2	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	7	Инженер	7	10
3	Качественный анализ	7	Инженер	7	10
4	Количественный анализ	28.6	Инженер	29	43
5	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	19.2	Руководитель, инженер	10	15
6	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	7	Инженер	7	10
7	Качественный анализ	7	Инженер	7	10
8	Количественный анализ	28.6	Инженер	29	43

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
9	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	19.2	Руководитель, инженер	10	15
10	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	7	Инженер	7	10
11	Качественный анализ	7	Инженер	7	10
12	Количественный анализ	28.6	Инженер	29	43
13	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	19.2	Руководитель, инженер	10	15
14	Подготовка карт для анализа и другого фактического материала	7	Инженер	7	10
15	Качественный анализ	7	Инженер	7	10
16	Количественный анализ	28.6	Инженер	29	43
17	Формулирование выводов и подготовка результатов в виде таблиц и графиков	19.2	Руководитель, инженер	10	15
18	Составление пояснительной записки	44	Руководитель, инженер	22	33

График работ строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках исследования с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) (рисунок 18).

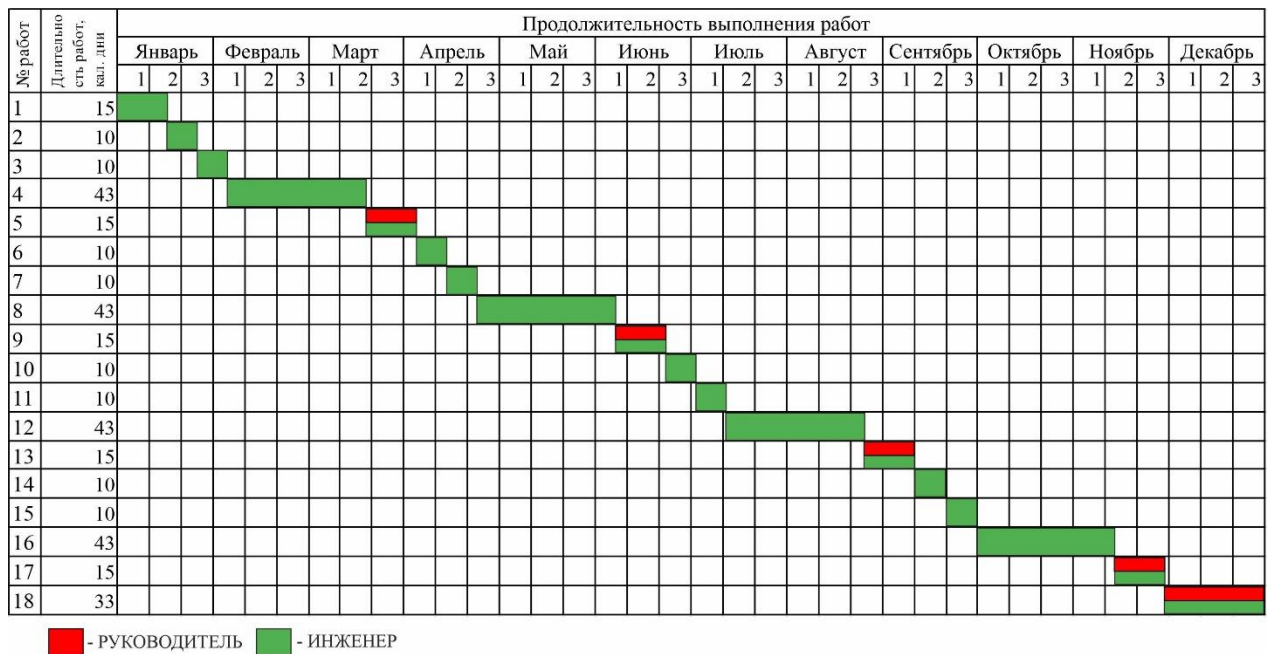


Рисунок 18 – График проведения научного исследования

7.3 Бюджет научного исследования

Основные статьи бюджета затрат включают заработную плату исполнителям проекта и отчисления во внебюджетные фонды, поскольку исследование носит теоретический характер.

7.3.1 Основная заработная плата исполнителей

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 6);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

Где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:
при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 7).

Таблица 7 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	120	120
- выходные дни		
- праздничные дни		
Потери рабочего времени		
- отпуск		
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	245	245

Месячный должностной оклад исполнителя проекта:

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

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет 0,4 (в диапазоне 0,2-0,5);

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

Тарифная заработная плата $Z_{\text{тс}}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1 разряда (МРОТ) $T_{\text{с1}} = 12792$ руб. на тарифный коэффициент $k_{\text{т}}$ и учитывается по единой для бюджетных организаций тарифной сетке.

Расчет основной заработной платы приводится в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	k_T	$Z_{ТС}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Инженер	8	2,02	25 839	0,3	0,4	1,3	57 104	2424	241	584 184
Руководитель	15	3,62	46 307	0,3	0,4	1,3	102 338	4344	62	269 328
Итого $Z_{осн}$										853 512

7.3.2 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Статья расходов включает обязательные отчисления по установленным законодательством РФ нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется по следующей формуле:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot Z_{осн}$$

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

Согласно подпункту 1 пункта 1 статьи 419 НК РФ установлен размер страховых взносов равный 30 %.

Таким образом, отчисления по основной заработной плате исполнителей проекта составляет 256 054 руб.

7.3.3 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии и пр. Их величина составляет:

$$Z_{накл} = \text{сумма расходов} \cdot k_{нр}$$

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

Величину коэффициента накладных расходов принимаем в размере 16 % [39].

7.3.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведено в таблице 9.

Таблица 9 – Расчет бюджета затрат научного исследования

Наименование статьи	Сумма, руб	Примечание
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	853 512	Пункт 7.5.1
2. Отчисления во внебюджетные фонды	256 054	Пункт 7.5.2
3. Накладные расходы	177 531	16 % от суммы ст 1-2
4. Бюджет затрат исследования	1 287 097	Сумма ст. 1-3

Таким образом, основная заработная плата исполнителей научного исследования формирует 66 % бюджета затрат.

7.4 Определение финансовой, социальной и экономической эффективности исследования

Геотермия уже является результативным поисковым методом, позволяющим ответить на вопросы о глубинах нахождения зон катагенеза в осадочных бассейнах и давать рекомендации по локализации поисков и разведки нефтегазовых залежей. Однако на данном этапе ее развития она не находит такого широкого применения в поисково-разведочных работах, как другие геофизические методы, например, сейсморазведка, магниторазведка, гравиразведка. Такие работы, как данное исследование, направлены на расширение теоретической базы, формулирование поисковых критериев в

целях завершить формирование прикладной геотермии как поискового метода. Это позволит сделать более обоснованными прогнозы по геотермическим данным и, в конце концов, поставит геотермию в ряд наиболее результативных и применяемых поисковых геофизических методов. Ожидается, что в результате пополнения комплекса геологоразведочных работ еще одним методом успешность при прогнозировании залежей УВ должна заметно возрасти и привести к значительному сокращению затрат на поисковом этапе.

Таким образом, выполняемое исследование носит фундаментальный характер: его результаты абстрактны и существуют в форме научных гипотез. Практическое приложение этих исследований может дать в последующем значительный экономический эффект, но на данном этапе оценить его не представляется возможным.

7.5 Общие выводы

В данном разделе была обоснована необходимость проведения фундаментального научного исследования и рассмотрены финансовые и организационные аспекты его осуществления. Была дана оценка коммерческой устойчивости проекта исследования перед внешними факторами, спланирован график работ, сформирован бюджет затрат и теоретически обоснована эффективность исследования.

Коммерческая устойчивость проекта научного исследования обоснована выводами, полученными в результате проведения SWOT-анализа. Были рассмотрены слабые и сильные стороны проекта, возможности и угрозы для его развития.

Вместе с тем было проведено планирование научно-исследовательских работ. Выполнение исследования поделено на несколько этапов, за каждым видом работ закреплены ответственные исполнители, а также составлен календарный график работ. Трудоемкость исследования оценена как очень высокая. Продолжительность работ должна составить около года.

С учётом продолжительности исследования сформирован бюджет затрат, размер которого составляет 1 287 097 рублей. Наибольший удельный вес в структуре бюджета составляет основная заработная плата исполнителям (66 %).

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
226А	Крутенко Даниилу Сергеевичу

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	Отделение геологии
Уровень образования	Специалитет	Направление/специальность	21.05.03 Технология геологической разведки

Тема ВКР:

Моделирование глубинного теплового потока с использованием данных геотермии глубоких скважин и исследование его корреляции с тектоникой и нефтегазоносностью фундамента (западные районы Томской области)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования является тепловое поле западных районов Томской области. В рамках дипломной работы решается научная задача картирования аномалий распределения плотности глубинного теплового потока и их корреляции с нефтегазоносностью палеозойского фундамента промышленных районов Томской области. Рабочее место 414 аудитория 20 корпуса ТПУ.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны в 414 аудитории учебного корпуса № 20 Томского политехнического университета.
2. Производственная безопасность	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: – Неудовлетворительный микроклимат; – Повышенный уровень шума; – Недостаточная освещенность рабочей зоны; – Повышенный уровень напряженности электростатического и электромагнитного полей; – Поражение электрическим током; Выводы на соответствие допустимым условиям труда согласно специальной оценке условий труда
3. Экологическая безопасность	Анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу. Решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – Выбор наиболее типичной ЧС; – Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожароопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гуляев Милий Всеволодович	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
226А	Крутенко Даниил Сергеевич		

8 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Объектом исследования является тепловое поле западных районов Томской области. В рамках дипломной работы решается научная задача картирования аномалий распределения плотности глубинного теплового потока и их корреляции с нефтегазоносностью палеозойского фундамента промышленных районов Томской области. Работа над исследованием носит теоретический характер и предполагает работу с большим объемом информации. В связи с этим работа выполняется с использованием компьютера в 414 аудитории 20 корпуса ТПУ.

Данная работа реализуется в рамках расширения теоретических основ геотермии в целях совершенствования метода термической разведки. Результаты, полученные в ходе данного исследования, впоследствии позволят давать более точные рекомендации локализации поисково-разведочных работ.

8.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

8.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

В трудовом кодексе РФ содержатся основные положения, закрепляющие права и обязанности при возникновении трудовых отношений между организацией и сотрудниками, включая оплату и нормирование труда, условия труда, режим труда и отдыха.

Согласно ст. 219 ТК РФ [40] сотрудник имеет право на рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда. Проверка на соответствие условий труда работников государственным нормативным требованиям охраны труда осуществляется в рамках мероприятий по специальной оценке условий труда. Правовые и организационные основы и порядок проведения

этой процедуры закреплены в Федеральном законе РФ «О специальной оценке условий труда» [50].

Учитывая специфику выполняемых работ, их можно отнести ко второй категории тяжести труда – работы выполняются при оптимальных условиях внешней производственной среды и при оптимальной величине физической, умственной и нервно-эмоциональной нагрузки.

В соответствии со ст. 91 ТК РФ [40], продолжительность рабочего дня работников не должна превышать 40 часов в неделю.

8.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Проектируемые работы производятся с использованием электронно-вычислительной техники, для упрощения работы с большим объемом информации. После утраты силы документа СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» с 1 января 2021 года условия работы за компьютером регламентирует раздел XXII СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» [53].

В соответствии с настоящим документом [53], площадь на одно постоянное рабочее место пользователей персональных компьютеров на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллических, плазменных) должна составлять не менее 4,5 м². Оснащение светопроницаемых конструкций и оконных проёмов должно позволять регулировать параметры световой среды в помещении. Персональные компьютеры следует размещать таким образом, чтобы показатели освещенности не превышали установленных гигиенических нормативов утвержденных в соответствии с п. 2 ст. 38 Федерального закона от 30.03.1999 N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Поскольку работа выполняется в положении сидя за столом, то согласно [53], рабочие столы должны иметь пространство для размещения ног высотой

не менее 600 мм, глубиной – не менее 450 мм на уровне колен и 600 мм на уровне стоп, шириной не менее 500 мм. В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ [54] оптимальное положение работающего достигается регулированием высоты рабочей поверхности, сиденья и пространства для ног. Рабочий стол может быть любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики и позволяющий удобно разместить на рабочей поверхности оборудование.

8.2 Профессиональная социальная безопасность

Выполнение исследования подразумевает использование компьютера. С точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при работе за компьютером, а также требования по организации рабочего места.

8.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [41]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 10.

Таблица 10 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы по [41]	Опасные	Вредные	Нормативные документы
1. Отклонение показателей микроклимата в помещении		+	СанПиН 2.2.4.548-96 [42] СП 60.13330.2016 [43]
2. Повышенный уровень шума		+	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ [49] ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ [51] СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [52]
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [44] СП 52.13330.2016 [55]
4. Повышенный уровень напряженности электростатического и электромагнитного полей		+	ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ [58]
5. Поражение электрическим током	+		ГОСТ 12.1.038-82 [56] ГОСТ 12.1.019-2017 [57]
6. Пожароопасность	+		ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ [60] ГОСТ 12.4.009-83 [61]

8.2.2 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действий опасных и вредных факторов

Отклонение показателей микроклимата в помещении

Неблагоприятный микроклимат оказывает вредное влияние на самочувствие и функциональную деятельность человека. Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочем помещении регламентируют санитарные правила [42] (таблица 11).

Таблица 11 – Оптимальные нормы микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1

Примечание – проектируемые работы относятся к категории Ia – работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Для создания и автоматического поддержания в аудитории 414, 20 корпуса ТПУ независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное время года осуществляется централизованное отопление, регулярное проветривание и вентилирование, а в теплое – регулярное проветривание.

Аудитория 414, 20 корпуса ТПУ является помещением Ia категории. В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы за компьютерами.

Согласно проведенной в 2016 г. СОУТ микроклимат аудитории 414, 20 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам [66].

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Повышенный уровень шума оказывает вредное влияние на организм человека. Шум создает значительную нагрузку на нервную систему человека, может вызвать различные заболевания и даже сокращает продолжительность жизни. В целях недопущения негативного влияния шума на организм человека были разработаны санитарные нормы [52].

В аудитории 414, 20 корпуса ТПУ источником шума является компьютер. Предельно допустимые параметры шума с учетом специфики планируемых работ приведен в таблице 12, согласно [52].

Таблица 12 – Предельно допустимые параметры шума

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны вызывает напряжение зрительных анализаторов. Длительная работа за компьютером при недостаточной освещенности повышает утомляемость работника, снижает внимательность, ухудшает зрительные функции, уменьшает производительность труда и способствует развитию близорукости. Недостаточная освещенность может возникать при неправильном выборе осветительных приборов при искусственном освещении и при неправильном направлении света на рабочее место при естественном освещении.

Нормирование освещенности производится согласно нормативным документам [44, 55], в которых регламентируются требования к качеству освещения в рабочих помещениях.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [44] устанавливает, что освещенность в аудиториях высших учебных заведений, оборудованных компьютерами, должна составлять 300 лк. При этом коэффициент пульсации света должен составлять не более 10 %. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана.

В аудитории 414, 20 корпуса ТПУ в которой выполняются исследования, комбинированное освещение: естественное и искусственное. В качестве источников света применяются люминесцентные лампы. В результате специальной оценки условий труда было выявлено, что освещенность рабочей зоны находится в пределах нормы [66]. Попадание бликов солнечного света на экран не допускается – на окнах имеются жалюзи.

Повышенный уровень напряженности электростатического и электромагнитного полей

При работе в помещении с большим количеством компьютеров возникает опасность воздействия на человека напряженности электромагнитного и электростатического полей, напряженности электрического поля. Воздействие вышеперечисленных факторов негативно сказывается на ЦНС человека, сердечно-сосудистую систему, анализаторы. Возникают жалобы на раздражительность, головную боль, нарушение сна, снижение аппетита.

Предельно допустимые параметры электромагнитного и электростатического полей регламентируются [58] (таблица 13).

Таблица 13 – Предельно допустимые параметры электромагнитного поля на рабочем месте

Предельно допустимое значение параметра	Предельные значения в диапазонах частот, МГц		
	от 0,06 до 3	св. 3 до 30	св. 30 до 300
Напряженность электрического поля, В/м	500	300	80
Напряженность магнитного поля, А/м	50	-	-
Энергетическая нагрузка в течение рабочего дня, (В/м) ² ·ч	20000	7000	800
Энергетическая нагрузка в течение рабочего дня, (А/м) ² ·ч	200	-	-

Уровни электромагнитного и электростатического полей в аудитории 414, 20 корпуса ТПУ не превышают нормативных значений, согласно СОУТ [66].

Мероприятия по снижению воздействия компьютеров в рабочей зоне включают: рациональное размещение компьютеров, снижение количества удлинителей.

Электрический ток

Источником электрического тока в помещении является электрическая сеть. Причинами поражения электрическим током могут быть повреждение изоляции электропроводки, неисправное состояние электроустановок, случайное прикосновение к токоведущим частям и др.

По опасности поражения электрическим током аудитория 414 с компьютерами, в которой проводятся исследования, относятся к сухим помещениям, к классу без повышенной опасности, т.к. в данных помещениях преобладают следующие условия: относительная влажность составляет 50-60%; температура воздуха в помещениях не превышает 35 °С [59]. Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в аудитории 414, 20 корпуса ТПУ, оборудование оснащено защитным заземлением, занулением и соответствует ПУЭ [59].

8.3 Экологическая безопасность

В процессе проведения исследования на рабочем месте выявлен только один источник, способный оказать негативное воздействие на окружающую среду. При поломке предметов вычислительной техники и оргтехники образуются отходы, способствующие загрязнению литосферы.

Оргтехника, в том числе вышедшие из строя компьютеры, относятся к IV классу опасности (малоопасные отходы) [62] и подлежат специальной утилизации. При этом большая часть отходов будет подвергнута вторичной переработке и менее 10% будет отправлена на свалки. Процедура утилизации должна соответствовать ГОСТ Р 53692-2009 [63].

В ходе исследования создается также различный бытовой мусор (канцелярские, пищевые отходы, искусственные источники освещения), который должен быть утилизирован в соответствии с определенным классом опасности или переработан, чтобы не оказывать негативное влияние на состояние литосферы. Предлагается вести отдельный сбор мусора и сдавать в пункты переработки макулатуру, пластик, подлежащий переработке, использованные лампы и батарейки.

8.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

8.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 [64], ЧС – обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или

окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Возможными ЧС при выполнении исследования в 414 аудитории, 20 корпуса ТПУ признаны ЧС техногенного характера. Наиболее вероятной ЧС является пожар на рабочем месте. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара в аудитории, оборудованной компьютерами, могут быть:

- неисправность электрических сетей и электрооборудования;
- токи короткого замыкания;
- воспламенение компьютера из-за перегрузки.

8.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действий в случае возникновения ЧС

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Рабочее помещение должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ [60] и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83 [61].

Работы ведутся при строгом соблюдении правил пожарной безопасности. В помещении запрещается курить и пользоваться открытым огнем (свечи, лампы). Запрещается работать за компьютером мокрыми руками или употреблять пищу на рабочем месте. Вокруг стола не должно быть свисающих проводов, пользователь не должен с ними контактировать. Необходимо внимательно следить за целостностью изоляции проводов, корпуса розетки и штепсельной вилки – нельзя начинать работу на технике с видимым повреждением. Не допускается работа при повышенной влажности в

помещении, а также при наличии рядом открытых источников влажности (мокрый пол). При неполадках в электроснабжении устройства, его необходимо сразу отключить от сети.

Все работники проходят первичный и повторный противопожарные инструктажи. За каждой аудиторией закреплен ответственный за пожарную безопасность.

Согласно НПБ 104-03 [65] и ФЗ-123 [67] для оповещения о возникновении пожара в 20 корпусе ТПУ действует система пожарной сигнализации и звукового оповещения, трансляция текстов о необходимости эвакуации и предотвращению паники. На путях эвакуации размещены эвакуационные знаки безопасности. Для быстрой ликвидации возможного пожара в рабочей аудитории 414, 20 корпуса ТПУ имеется огнетушитель ОУ-3. В коридорах имеются пожарные краны. Класс помещения по пожарной опасности П-Ша. Класс пожара А.

8.5 Общие выводы

В данном разделе были рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением безопасности исследователя при выполнении работ в аудитории 414, 20 корпуса ТПУ.

Были рассмотрены правовые аспекты обеспечения безопасности работнику, а также особенности компоновки рабочего места для исследователя при работе с компьютером.

Выполнение проектируемого исследования сопряжено с наличием опасных и вредных факторов, в числе которых неблагоприятный микроклимат, недостаточное освещение, опасность поражения электрическим током, повышенный уровень шума, повышенный уровень напряженности электростатического и электромагнитного полей и пожароопасность. Для каждого опасного и вредного фактора были изучены оптимальные или предельно допустимые параметры воздействия на организм человека. Был

проведен анализ на соответствие условий труда исследователя необходимым нормам, а также предложены мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на человека.

Процесс выполнения исследования был проанализирован с точки зрения воздействия на окружающую среду. Был предложен комплекс мер снижения этого воздействия.

Был проведен анализ пожара как наиболее вероятной ЧС, которая может возникнуть на рабочем месте, в том числе были выявлены возможные источники пожара. Был обоснован комплекс мероприятий по предотвращению ЧС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для территории запада Томской области было проведено комплексное исследование причин вариаций плотности теплового потока. Анализ был выполнен как на качественном, так и, для некоторых факторов, на количественном уровне.

Основные выводы исследования заключаются в следующем.

1. В условиях Западной Сибири наблюдается ярко-выраженная приуроченность скоплений УВ к неоднородностям распределения плотности теплового потока.

2. Тектонические структуры фундамента (рифтовые структуры, интрузивные комплексы) не находят отражение в тепловом поле.

3. Дизъюнктивные нарушения древнего возраста заложения (старше 50 млн лет) независимо от их размера не сопровождаются аномалиями современного теплового потока.

Данный результат хоть и не является исчерпывающим, но дает более достоверное представление о структуре теплового поля Западно-Сибирского осадочного бассейна. Данная работа выполнена в рамках расширения теоретических основ геотермии в целях совершенствования метода термической разведки. Результаты, полученные в ходе данного исследования, впоследствии позволят давать более точные рекомендации локализации поисково-разведочных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Опубликованная:

1. Решения совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск, 1999. – 80 с.
2. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – 143 с.
3. Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 253 с.
4. Сапьяник В.В., Лаптева Е.Ю., Щигорева Н.В. Комплексный подход при прогнозе нефтегазоперспективных объектов в депрессионных зонах внешнего пояса Западно-Сибирской плиты (на примере Бакчарской впадины) // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Том 1. – Ханты-Мансийск: ИздатНаукаСервис, 2016. – С. 269-380.
5. Theissen S., Rüpke L.H. Feedbacks of sedimentation on crustal heat flow: New insights from the Voring Basin, Norwegian Sea // Basin Research – 2010. – V. 22. – P. 976–990.
6. Fuchs S., Balling N., Mathiesen A. Deep basin temperature and heat-flow field in Denmark – New insights from borehole analysis and 3D geothermal modelling // Geothermics. – 2020. – V. 83. – P. 1-18.
7. Towards stratigraphic-thermo-mechanical numerical modelling: Integrated analysis of asymmetric extensional basins / A. Balázs, L. Mañenco, D. Granjeon, K. Alms, T. François, O. Sztanó // Global and Planetary Change. – 2021. – V. 196. – P. 1-21.
8. Районирование мегавпадин юго-востока Западной Сибири по плотности ресурсов сланцевой нефти тогурской и бажендовской материнских

свит / В.И. Исаев, Г.А. Лобова, А.К. Мазуров, В.И. Старостенко, А.Н. Фомин // Геология нефти и газа. – 2018. – № 1. – С. 49-73.

9. Курчиков А.Р. Геотермический режим углеводородных скоплений Западной Сибири // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42. – № 11-12. – С. 1846-1853.

10. Isaev V.I., Fomin A.N. Loci of Generation of Bazhenov- and Togur-Type Oils in the Southern Nyuro1,ka Megadepression // Russian Geology and Geophysics. – 2006. – V. 47(6), P. 734-745.

11. Палеоклиматические факторы реконструкции термической истории баженовской и тогурской свит юго-востока Западной Сибири / В.И. Исаев, А.А. Искоркина, Г.А. Лобова, А.Н. Фомин // Геофизический журнал. – 2016. – Т. 38. – № 4. – С. 3-25.

12. Iskorkina A., Isaev V., Terre D. Assessment of Mesozoic-Kainozoic climate impact on oil-source rock potential (West Siberia) // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2015, 27. <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/27/1/012023/pdf> (дата обращения 26.04.2021)

13. Компьютерная технология комплексной оценки нефтегазового потенциала осадочных бассейнов / В.И. Исаев, Р.Ю. Гуленок, О.В. Веселов, А.В. Бычков, Ю.Г. Соловейчик // Геология нефти и газа. – 2002. – № 6. – С. 48-54.

14. Strakhov V.N., Golizdra G.Ya., Starostenko V.I. Theory and practice of interpreting potential fields: Evolution in the 20th century // Izvestiya, Physics of the Solid Earth. – 2000. – V. 36. – no. 9. – P. 742-762.

15. Mesozoic-Cenozoic Climate and Neotectonic Events as Factors in Reconstructing the Thermal History of the Source-Rock Bazhenov Formation, Arctic Region, West Siberia, by the Example of the Yamal Peninsula / V.I. Isaev, A.A. Iskorkina, G.A. Lobova, V.I. Starostenko, S.A. Tikhotskii, A.N. Fomin // Izvestiya, Physics of the Solid Earth. – 2018. – V. 54. – no. 2. – P. 310-329.

16. Курчиков А.Р. Гидрогеотермические критерии нефтегазоносности. – М.: Недра, 1992. – 231 с.
17. Кутас Р.И., Гордиенко В.В. Тепловое поле Украины. – Киев: Наукова Думка, 1971. – 142 с.
18. Триасовая рифтовая система Западно-Сибирской плиты, ее влияние на структуру и нефтегазоносность платформенного мезозойско-кайнозойского чехла / В.С. Сурков, А.А. Трофимук, О.Г. Жеро, А.Э. Конторович, Л.В. Смирнов // Геология и геофизика. – 1982. – Т. 8. – С. 3-15.
19. Курчиков А.Р. Тепловой режим нефтегазоносных областей Западной Сибири: автореф. дис. д. геол.-минер. наук. – Новосибирск, 1995. – 61 с.
20. Тепловой поток Сибири / А.Д. Дучков, В.Т. Балобаев, С.В. Лысак, Л.С. Соколова, В.Н. Девяткин, Б.В. Володько, А.Н. Левченко // Геология и геофизика. – 1982. – №. 1. – С. 42-51.
21. Дучков А.Д., Соколова Л.С. Температура литосферы Сибири по геотермическим данным // Геология и геофизика. – 1985. – №. 12. – С. 60-71.
22. Хуторской М.Д. Введение в геотермию: курс лекций. – М.: Изд-во РУДН, 1996. – 328 с.
23. Хуторской М.Д., Поляк Б.Г. Геотермические модели геодинамических обстановок разного типа // Геотектоника. – 2014. – №1. – С. 77-96.
24. Левашкевич В.Г. Закономерности распределения геотермического поля окраин Восточно-Европейской платформы (Баренцевоморский и Беларусско-Прибалтийский регионы): автореф. дис. д. геол.-минер. наук. – М., 2005. – 44 с.
25. Геотермия арктических морей / М.Д. Хуторской, В.Р. Ахмедзянов, А.В. Ермаков, Ю.Г. Леонов, Л.В. Подгорных, Б.Г. Поляк, Е.А. Сухих, Л.А. Цыбуля. – М.: ГЕОС, 2013. – 232 с.

26. Хуторской М.Д. Применение трехмерного геотемпературного моделирования для расчета условий катагенеза органического вещества // Литология и полезные ископаемые. – 2008. – №4. – С. 441-452.
27. Лунёва Т.Е. Зональное районирование доюрского нефтегазоносного комплекса с использованием данных геотермии (промысловые районы Томской области): дисс. канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2020. – 182 с.
28. Веселов О.В., Семакин В.П., Кочергин А.В. Тепловой поток и неотектоника района впадины Дерюгина (Охотское море) // Геосистемы переходных зон. – 2018. – Т. 2. – №. 4. – С. 312-322.
29. Предтеченская Е.А., Фомичев А.С. Влияние разрывных нарушений на температурный режим и катагенетические преобразования мезозойских отложений Западно-Сибирской плиты // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2011. – Т. 6. – №. 1. URL: http://www.ngtp.ru/rub/4/2_2011.pdf (дата обращения 01.06.2021).
30. Поляк Б.Г., Хуторской М.Д., Кононов В.И. Проблемы геотермии: XX – XXI // Уральский геофизический вестник. – 2006. – №1(9). – С. 34-51.
31. Глубинное строение и нефтегазоносность северо-восточной части Баренцевоморского шельфа / Д.С. Никитин, М.Д. Хуторской, Д.А. Иванов, П.П. Горских. – М.: ГЕОС, 2020. – 148 с.
32. Кутас Р.И. Тепловой поток и геотермические модели земной коры Украинских Карпат // Геофизический журнал. – 2014. – Т. 36. – № 6. – С. 3-27.
33. Растворов В.И., Фризен Л.Ф. Новые данные о тепловом потоке Западной Сибири / А.Д. Дучков, Л.С. Соколова, В.И. Лебедев, И.В. Молчанов, Г.Н. Новиков // Геология и геофизика. – 1989. – №. 1. – С. 140-144.
34. Горнов П.Ю. Сейсмичность, границы и тепловое поле литосферных плит северо-востока Евразии // Геодинамические процессы и природные катастрофы. Опыт Нефтегорска. Всероссийская научная конференция с международным участием: сборник материалов. В 2-х томах. под ред. Б.В. Левина, О.Н. Лихачевой. – 2015. – С. 55-59.

35. Голованова И.В., Сальманова Р.Ю., Демежко Д.Ю. О роли теплового климатического сигнала в верхней части земной коры в формировании аномалий теплового потока на Урале // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2009. – №. 2. – С. 46-52.

36. Косарев А.М., Голованова И.В., Шафигуллина Г.Т. Особенности распределения оксида калия, урана и тория в вулканитах Южного Урала в связи с проблемой генезиса минимума теплового потока // Литосфера. – 2009. – №. 6. – С. 17-32.

37. Нефтегазоносность нижнеюрских и доюрских резервуаров Усть-Тымской мегавпадины / Г.А. Лобова, А.А. Искоркина, В.И. Исаев, В.И. Старостенко // Геофизический журнал. – 2015. – Т.37. – № 1. – С. 3-20.

38. Конторович А.Э., Эдер Л.В. Новая парадигма стратегии развития сырьевой базы нефтедобывающей промышленности Российской Федерации // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2015. – №. 5. – С. 8-17.

39. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

40. Трудовой кодекс Российской Федерации. Текст с изменениями и дополнениями на 24 июня 2018 года. – М.: Эксмо, 2018. – 336 с.

41. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2016. – 10 с.

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

43. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Санитарные правила. – М.: Стандартинформ, 2016. – 95 с.

44. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий: Санитарные правила и нормативы. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 35 с.

45. Bradski G., Kaehler A. Learning OpenCV: Computer vision with the OpenCV library. – Sebastopol, O'Reilly Media, Inc. – 2008. – 556 p.

Фондовая:

46. Отчет по договору № ИЦЮ-0140/2000 от 03.07.2000 г. «Научное обобщение геолого-геофизических материалов и разработка концепции геолого-разведочных работ в зоне деятельности ОАО «Томскнефть» в Томской области» / А.Э. Конторович, В.Б. Белозеров, Л.М. Бурштейн, В.А. Конторович, С.Ф. Бахтуров, Г.Ф. Букреева, Е.А. Елкин, И.В. Жилина, И.А. Иванов, Д.В. Косяков, В.О. Красавчиков, В.Р. Лившиц, С.А. Моисеев, П.С. Лапин, А.А. Поляков, Ю.Ф. Филиппов, Б.Н. Шурыгин. – Новосибирск, 2001.

47. Отчет по договору 14-96 с Комитетом природных ресурсов по Томской области «Количественная оценка ресурсов углеводородного сырья Томской области, с уточнением ресурсов по лицензионным участкам» / А.Э. Конторович, Л.М. Бурштейн, Е.А. Елкин, И.В. Жилина, И.А. Иванов, В.А. Конторович, В.Р. Лившиц, С.А. Моисеев, С.В. Рыжкова, Г.И. Тищенко, Б.Н. Шурыгин. – Новосибирск, 2001.

48. Дела скважин, пробуренных на месторождениях Томской области. Томский филиал ФГУ «ТФГИ по СФО».

Электронные ресурсы

49. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118606> (дата обращения 04.05.2021).

50. Федеральный закон Российской Федерации от 28.12.2013 N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» (ред. от 01.05.2016) [Электронный ресурс] // СПС «Консультант плюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/ (дата обращения 04.05.2021).

51. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200292> (дата обращения 04.05.2021).

52. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/901703278> (дата обращения 04.05.2021).

53. СП 2.2.3670-20. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда: Санитарные правила [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/573230583> (дата обращения 04.05.2021).

54. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения 04.05.2021).

55. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение: Санитарные правила [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения 04.05.2021).

56. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов [Электронный

ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200313> (дата обращения 04.05.2021).

57. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200161238> (дата обращения 04.05.2021).

58. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200272> (дата обращения 04.05.2021).

59. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200030218> (дата обращения 04.05.2021).

60. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/9051953> (дата обращения 04.05.2021).

61. ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003611> (дата обращения 04.05.2021).

62. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2014 г. N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую

среду» [Электронный ресурс] // Информационно-правовой портал «ГАРАНТ». URL: <http://base.garant.ru/71296500/> (дата обращения 04.05.2021).

63. ГОСТ Р 53692-2009. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200081740> (дата обращения 04.05.2021).

64. ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139176> (дата обращения 04.05.2021).

65. НПБ 104-03. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях [Электронный ресурс] // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_43036/64bd720fc0f589ab6edcfc33c309562a06321645/ (дата обращения 04.05.2021).

66. Сводная ведомость результатов проведения специальной оценки условий труда [Электронный ресурс] // Корпоративный портал ТПУ. URL: https://portal.tpu.ru/departments/otdel/oot/Tab1/Tab1/svod_2016_16.06.2016_07.12.2016.pdf (дата обращения 04.05.2021).

67. Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 30.04.2021) [Электронный ресурс] // СПС «Консультант плюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения 04.05.2021).

Работы автора:

68. Корреляция теплового потока Земли и нефтегазоносности – фундаментальная закономерность Западной Сибири / М.Ф. Галиева, В.И. Исаев, Д.С. Крутенко, Г.А. Лобова, А.С. Меренкова // Вопросы теории и

практики геологической интерпретации геофизических полей: материалы 47-й сессии Международного научного семинара Д. Г. Успенского - В. Н. Страхова. – Воронеж, 2020. – С. 79-84.

69. Тепловой поток и нефтегазоносность (полуостров Ямал, Томская область / В.И. Исаев, Г.А. Лобова, А.Н. Фомин, В.И. Булатов, С.Г. Кузьменков, М.Ф. Галиева, Д.С. Крутенко // Георесурсы. – 2019 – Т. 21 – №. 3. – С. 125-135.