

*На правах рукописи*

**ПОНОМАРЕВА Елена Владимировна**

**ГЕОХИМИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА  
В БАЖЕНОВСКОМ ГОРИЗОНТЕ ЗАПАДНО-  
СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАСЕЙНА**

25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных  
ископаемых

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Новосибирск – 2021

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук

**Научный руководитель:**

**Конторович Алексей Эмильевич,**

доктор геол.-минер. наук, академик РАН, профессор, советник РАН Группы советников РАН ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск.

**Официальные оппоненты:**

**Лебедев Михаил Валентинович,**

доктор геол.-минер. наук, эксперт Управления геологоразведочных работ – Западная Сибирь, ООО «Тюменский нефтяной научный центр», ПАО «НК-Роснефть», г. Тюмень;

**Соболев Петр Николаевич,**

кандидат геол.-минер. наук, заведующий лабораторией геохимического прогноза, АО «СНИИГГиМС», г. Новосибирск.

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», г. Санкт-Петербург.

**Защита состоится 16 июня 2021 г.** в 11 час. на заседании диссертационного совета Д 003.068.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), в конференц-зале, г. Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, 3.

Отзыв в двух экземплярах, оформленный в соответствии с требованиями Минобрнауки России (см. вклейку), просим направлять по адресу:

630090, г. Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, 3;

факс (8-383) 330-28-07; e-mail: KostyrevaEA@ipgg.sbras.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ИНГГ СО РАН

<http://www.ipgg.sbras.ru/ru/education/commettee/>

Автореферат разослан 14 мая 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного  
совета, к.г.-м.н.  
8(383)3309517



Е.А. Костырева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Объектом исследования** в настоящей работе являются баженовская свита и нижнетутлеймская подсвита и их стратиграфические аналоги (нижняя подсвита мулымьинской свиты, верхняя подсвита даниловской свиты, верхние части марьяновской, яновстанской, гольчихинской, баганской и максимоярской свит) волжско-раннеберриасского возраста в Западно-Сибирском осадочном мегабассейне, т.е. в баженовском стратиграфическом горизонте. **Предметом исследования** является распределение концентраций органического углерода ( $C_{орг}$ ) в породах баженовского горизонта.

**Цель исследования** – выявить главные закономерности распределения и оценить средние содержания органического углерода в породах баженовского горизонта и отдельных свит в его составе; построить карту средних концентраций органического углерода в породах горизонта масштаба 1 : 2 500 000; построить численные модели пространственного распределения концентраций органического углерода в породах горизонта.

**Научная задача** – изучить закономерности распределения концентраций органического углерода в породах баженовского горизонта Западно-Сибирского нефтегазосного бассейна и выполнить построение набора карт, дающих детальное, и по возможности, трёхмерное распределение  $C_{орг}$  в его породах.

Решение этой задачи является необходимым элементом работы (одной из перечисленных выше подзадач)-при оценке ресурсов и выборе методики прогноза нефтеносности, поиска и разведки скоплений нефти в баженовской свите, чем определяется ее **актуальность и экономическая значимость**. До последнего времени, в силу ограниченности исходного аналитического материала, часто строились схематические карты распределения  $C_{орг}$  в породах баженовской свиты и нижнетутлеймской подсвиты, которые при решении задачи зонального и локального прогноза нефтеносности самой баженовской свиты не отвечали по уровню детальности необходимым требованиям. Исследования поставленной задачи в диссертационной работе должны были компенсировать этот пробел.

**Актуальность и степень разработанности.** Уже в самом начале шестидесятых годов XX века благодаря работам Ф.Г. Гурари, Н.П. Запывалова, А.Э. Конторовича, И.И. Нестерова, В.Ф. Никонова, Г.П. Сверчкова, К.А. Черникова стало ясно, что баженовская свита обогащена органическим веществом (ОВ) и является одной из главных нефтепроизводящих свит в осадочном чехле Западно-Сибирской геосинеклизы. Выделил в 1959 г. эту толщу в разрезе осадочного чехла

первоначально как пачку, а затем как свиту, Ф.Г. Гулари. Через два года, в 1961 г. он выдвинул гипотезу, что эта свита является не только нефтепроизводящей, но и нефтеносной. В 1967 г. Ф.К. Салманов, Г.Р. Новиков и А.В. Тянь на Салымском месторождении впервые получили фонтан нефти из баженовской свиты.

В 70-е-80-е годы XX века исследованиями баженовской свиты занимались научные коллективы ВНИГРИ, ЗапСибНИГНИ, ИГГ СО АН СССР, ИГИРГИ, СНИИГГиМС, Главтюменьгеологии – Тюменского, Новосибирского, а затем, после создания, и Томского геологического управлений. В последующие тридцать лет баженовскую свиту исследовали специалисты ВНИГНИ, ИГГ СО АН, ныне ИНГГ им. А.А. Трофимука СО РАН, МГУ, РГУ им. И.М. Губкина, Центра рационального природопользования им. В.И. Шпилемана, ТИУ, ведущих нефтегазовых компаний ПАО «НК «Роснефть», ПАО «Газпром нефть», ПАО «НК «Лукойл», ПАО «Сургутнефтегаз» и других институтов, университетов, компаний.

В настоящее время Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция, в особенности территории ХМАО, юга ЯНАО и Томской области, вступила в зрелый этап развития, и добыча нефти из традиционных берриас-аптских и оксфордских (горизонт Ю<sub>1</sub>) залежей в ней падает. В этой связи, баженовская свита приобретает особое значение не только как главная нефтепроизводящая формация в осадочном чехле Западно-Сибирского осадочного бассейна, но и как одна из ведущих нефтеносных формаций. По данным ИНГГ СО РАН свыше 80 % от общей массы геологических ресурсов нефти в традиционных залежах Западно-Сибирского осадочного бассейна является продуктом нефтеобразования в баженовской свите [Западная..., 2000, с. 117]. Перспективы дальнейшей добычи нефти в Западной Сибири в значительной мере связаны с ресурсами нефти в самой баженовской свите. Она становится основным объектом потенциального прироста запасов и добычи легкой высококачественной нефти [Нестеров и др., 1987; Конторович и др., 2014; и др.].

Проблема нефтеносности баженовской свиты изучается с начала 60-х годов прошлого века. Однако, до настоящего времени не выработано единой методики выявления и оконтуривания залежей нефти в ней, не решен однозначно вопрос о природе и типах коллекторов, что не позволяет эффективно проектировать поисковые и геологоразведочные работы, научно обосновать методику подсчета запасов нефти месторождений в баженовской свите и оценить ресурсы нефти и газа.

Баженовская свита представляет собой уникальный по генезису, содержанию органического вещества, литологии, геохимии и роли в нефтегазоносности Западной Сибири объект. Образование баженовских

осадков происходило в глубоком эпиконтинентальном море в результате захоронения продуктов жизнедеятельности простейших морских эукариотов и прокариотов (архей, бактерий). Органическое вещество (кероген) баженовской свиты «представляет собой комплекс полимерлипидов (былых липидов) планктонных и бентосных архей, бактерий, простейших эукариотов» [Конторович и др., 2014, с. 2].

На начало 2017 года в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции в результате поисково-разведочных работ в пласте Ю<sub>0</sub> баженовской свиты было открыто более 180 залежей нефти на 92 месторождениях. Большинство этих месторождений находится в западных районах ХМАО – в пределах Среднеобской, Фроловской, Красноленинской НГО.

В южной части ЯНАО и северной части Тюменской области открыто по шесть месторождений с залежами в пласте Ю<sub>0</sub>. Одно месторождение открыто на территории Томской области. Залежи нефти в пласте Ю<sub>0</sub>, выявлены в классических и аномальных разрезах баженовской свиты.

Основные объемы опытно-промышленной эксплуатации залежей нефти в пласте Ю<sub>0</sub> баженовской свиты выполняют четыре нефтегазовые компании: ПАО «Газпром нефть», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «НК «Роснефть» и ОАО «РИТЭК», в разработке которых находится около 40 залежей на 24 месторождениях. Наиболее крупными объектами с накопленной добычей нефти из пласта Ю<sub>0</sub> являются Салымское (4.1 млн т) и Ай-Пимское (1.8 млн т) месторождения.

Несмотря на то, что в ближайшее десятилетие баженовская свита должна стать одним из главных объектов добычи нефти в Российской Федерации, многие теоретические и прикладные вопросы ее нефтеносности, оценки ресурсов, методики поисков и разведки залежей нефти, методики подсчета запасов, технологий разработки залежей нефти до сих пор не решены.

Многолетние исследования позволили выявить главные факторы, контролирующие формирование залежей нефти в баженовской свите. Выделим главные из них:

- литологический состав пород;
- обстановки захоронения органического вещества в относительно глубоководном морском эпиконтинентальном бассейне;
- аномально высокие концентрации органического вещества;
- планктоно- и бентосогенная природа органического вещества (аквагенное, тип II), источником которого являлись археи, бактерии, сине-зеленые водоросли и простейшие одноклеточные организмы (радиолярии, фораминиферы и др.);
- среда превращений осадков и ОВ в диагенезе;

- глубина переработки пород и ОВ в катагенезе;
- уровень изоляции пород баженовского горизонта непроницаемыми породами от подстилающих или перекрывающих отложений и др.

Каждый из этих факторов требует самостоятельного и глубокого анализа.

Обычно при изучении распределения органического углерода в баженовской свите исследователи (Н.П. Запывалов, В.Ф. Никонов, Ф.Г. Гулари, И.И. Нестеров, А.Э. Конторович и др.) ограничивались построением карт средних содержаний  $S_{орг}$  или ОВ, используя при этом ограниченные по объему выборки. Для решения задачи прогноза и поиска залежей нефти в баженовской свите и ее стратиграфических аналогах схематических построений недостаточно. Необходимы максимально детальные, по возможности, трёхмерные построения.

#### **Этапы исследования:**

1. Изучение геологии баженовского горизонта и геохимии органического вещества в породах в Западно-Сибирском осадочном бассейне по опубликованным и фондовым материалам (А.Д. Алексеев, Т.Ф. Антонова, О.К. Баженова, Н.С. Балущкина, В.И. Белкин, Ф.Я. Боркун, Ю.В. Брадучан, Л.М. Буруштейн, Н.Б. Вассович, Ф.Г. Гулари, Т.И. Гурова, М.В. Дахнова, В.М. Добрынин, Т.В. Дорофеева, Т.П. Емец, А.Г. Замирайлова, Ю.Н. Занин, Н.П. Запывалов, О.Г. Зарипов, М.С. Зонн, М.Ю. Зубков, В.П. Казаринов, Г.А. Калмыков, Ю.Н. Карогодин, Т.Т. Клубова, А.Э. Конторович, Е.А. Костырева, Б.А. Лебедев, Н.В. Лопатин, В.Н. Меленевский, В.И. Москвин, В.Д. Наливкин, В.Д. Немова, С.Г. Неручев, И.И. Нестеров, Г.М. Парпарова, Г.Н. Перозио, И.И. Плуман, Е.А. Предтеченская, Г.Э. Прозорович, Б.Н. Пьянков, З.З. Ронкина, С.В. Рыжкова, А.В. Рыльков, Ф.К. Салманов, С.В. Сараев, Р.С. Сахибгареев, Г.П. Сверчков, З.Я. Сердюк, В.П. Сонич, А.В. Тянь, И.Н. Ушатинский, А.А. Трофимук, П.А. Трушков, В.С. Славкин, В.П. Степанов, С.И. Филина, А.Н. Фомин, А.С. Фомичев, В.В. Хабаров, В.Г. Эдер, П.А. Ян, и др.).
2. Проведение детальной корреляции свит в пределах баженовского горизонта (баженовская свита, нижние подсвиты тутлеймской и мулымьинской свит, верхняя подсвита даниловской свиты, верхние части баганской, максимоярской, марьяновской, яновстанской и гольчихинской свит) по данным геофизических исследований скважин (ГИС) с учётом опубликованной литературы по корреляции баженовского горизонта,

палеонтологическим данным и структурным построениям по данным сейсморазведки МОГТ.

3. Сбор материалов о концентрациях органического углерода в породах по данным аналитических (химический и пиролитический методы) исследований керна, проведенных в геохимических лабораториях ИНГГ СО РАН, ВНИГНИ, ЗапСибНИГНИ, ИГИРГИ, СНИИГГиМС и других организаций.
4. Сбор данных гамма-каротажа о поле естественной радиоактивности пород из электронного банка данных ИНГГ СО РАН.
5. Построение, после привязки керна и ГИС по глубине, зависимостей «кern – ГИС» для скважин хорошо охарактеризованных керном с аналитическими данными и значениями радиоактивности по данным гамма-каротажа (ГК).
6. Районирование территории по типам зависимостей «кern – ГИС», выявленных в эталонных скважинах.
7. Построение в пределах зон развития различных фациальных типов разреза диаграмм распределения органического углерода в каждой скважине с использованием корреляционных зависимостей «кern – ГИС» в программе Geosolver.
8. Составление баз данных в формате Microsoft Excel по соответствующим целевым характеристикам: толщины, содержание органического углерода в породах по данным керна и ГИС.
9. Анализ распределения содержаний  $C_{орг}$  в породах и частоты встречаемости значений  $C_{орг}$  в интервале баженовского горизонта в целом и в каждой свите по отдельности.
10. Построение в программе Surfer детальных карт распределения  $C_{орг}$  в породах баженовского горизонта.

**Фактический материал и методы исследования.** В процессе выполнения работы были использованы материалы ГИС, собранные специалистами ИНГГ СО РАН, в том числе и автором, в геологических организациях гг. Новосибирск, Омск, Красноярск, Тюмень, Томск, в ходе работ по изучению геологического строения и перспектив нефтеносности баженовской свиты и ее возрастных аналогов; аналитические определения  $C_{орг}$  по керновому материалу, полученные в разные годы в геохимических лабораториях ИНГГ СО РАН, ВНИГНИ, СНИИГГиМС и др. Лабораторные исследования выполнялись на экспресс-анализаторе АН 7529 (высокотемпературный нагрев породы в токе кислорода и определение количества образующегося  $CO_2$  методом титрования), пиролиз Rock Eval (The SR Analyzer™ TPH/TOC WorkStation).

Интерпретация ГИС ГК осуществлялась с использованием зависимостей «кern – ГИС». Всего в работе были использованы 4998 химико-аналитических определений (в том числе пиролиз – 3325 анализов из 135 скважин) содержания  $C_{орг}$  в породах баженовского горизонта из 268 скважин и результаты 102320 замеров  $C_{орг}$  по данным ГИС в 1627 скважинах, пробуренных на территории Западно-Сибирского осадочного бассейна. Замеры по данным ГИС проводились в разрезах баженовского горизонта через 0.5 м.

При проведении исследования было принято решение комплексировать определения  $C_{орг}$ , полученные при лабораторных методах изучения керна скважин (химический и пиролитический методы) и определения  $C_{орг}$ , оцененные по данным ГК с помощью зависимости «кern – ГИС», имеющей вид:

$$C_{орг} = a \cdot y + b,$$

где  $a$  и  $b$  – параметры, значения которых определены по выборке лабораторных определений  $C_{орг}$  в кернах и замеров по каротажу;

$y$  – значения естественной радиоактивности пород по ГК.

Подобный методический подход применялся и ранее И.И. Плуманом, В.И. Москвиным, В.А. Конторовичем и др., но авторы этих работ искали корреляционную зависимость между средним содержанием  $C_{орг}$  (по керну) в разрезе свиты в каждой скважине и средним значением радиоактивности пород (по ГИС), также в целом в разрезе свиты. Такой методический подход обеспечивал необходимую детальность построений 2D, но не давал характеристики изменения значений  $C_{орг}$  в разрезе каждой скважины.

В настоящей работе зависимости «кern – ГИС» строились для всей совокупности значений  $C_{орг}$  в каждой скважине, хорошо охарактеризованной керном с аналитическими данными и значениями радиоактивности по данным ГК-каротажа. Это позволило значительно увеличить плотность наблюдений на площади и оценить концентрации  $C_{орг}$  в породах баженовского горизонта для каждой изученной скважины во всем разрезе точно через каждые 0.5 м. Затем осуществлялось районирование территории по виду зависимости «кern – ГИС» (Рисунок 1). При этом, как это принято в промыслово-геофизических исследованиях по подсчету запасов, предварительно в каждой скважине осуществлялась увязка данных керна и ГИС по глубине. Критерием эффективности привязки был принят максимум коэффициента корреляции между  $C_{орг}$  – аналитическое и  $C_{орг}$  – измеренное на диаграмме. В таблице 1 приведены основные результаты статистической обработки исходной информации.

В ходе выполнения настоящей работы было построено значительное количество целевых (итоговых) и вспомогательных карт различных геологических параметров и характеристик баженовского горизонта. Была



принята следующая методика картопостроения. На первом этапе были сформированы базы данных по соответствующим целевым характеристикам (толщины, содержания органического углерода по данным керн и ГИС (с применением программы Geosolver) в формате Microsoft Excel. При построении предварительных вариантов карт из баз исключались данные с «ураганными» значениями, существенно уклоняющимися от значений в ближайшей окрестности. В итоговые базы вошли данные по разрезам скважин с аналитическими определениями по керну, а также по ГИС, в т.ч. 1023 скважины центральных и южных районов Западной Сибири. Следует заметить, что исходные данные размещены по территории исследований достаточно неравномерно.

Таблица 1 – Сводные показатели зависимости «кern – ГИС»  $C_{орг} = a \cdot \gamma + b$  в эталонных скважинах

№ п.п.	Скважина	a	b	R <sup>2*</sup>	n**
1	Горшковская 1017	0.17	0.35	0.70	21
2	Салымская 2802	0.23	3.09	0.79	21
3	Малобалькская 901	0.19	1.17	0.91	26
4	Чупальская 67	0.22	4.08	0.70	24
5	Эниторская 971	0.20	3.16	0.60	32
6	Столбовая 84	0.20	0.82	0.89	9
7	Толпаровская 2	0.21	- 0.04	0.65	15
8	Западно-Квензерская 4	0.14	2.30	0.61	19
9	Среднеюлжавская 10	0.37	- 2.22	0.78	18
10	Ракитинская 4	0.19	1.31	0.78	14
11	Боровая 8	0.14	2.09	0.68	10

\*R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации.

\*\*n – количество лабораторных определений  $C_{орг}$  в керне, по которым оценивались параметры зависимости.

В независимости от используемого метода интерполяции, это может приводить к недостаточно обоснованным результатам в зонах отсутствия фактических данных, например, на периферии бассейна. Для предотвращения этого эффекта в таких зонах экспертно, на основе общих тенденций пространственного изменения картируемого параметра, вводились дополнительные данные. Например, для учета тенденции к снижению содержания органического углерода к периферии Западно-

Сибирского бассейна за пределами границы распространения верхнеюрских отложений были введены дополнительные искусственные точки с содержаниями  $C_{орг}$  менее 1 %.

Каждой карте соответствует равномерная сеточная модель с шагом 1 км, построенная в проекции Гаусса-Крюгера (система координат Пулково 1942, 14 зона). Интерполяция исходных данных выполнялась методом «Kriging» в программе Surfer (разработка Golden Software, LLC). Дополнительная обработка (сглаживание, зональная и точечная коррекция) проводилась в программе GridMaster (разработка В.В. Лапковского, ИНГГ СО РАН). Для окончательного графического оформления карт использовалась программа CorelDRAW X4.

Итоговыми (результатирующими) являлись следующие 8 карт:

- Средние концентрации органического углерода в породах баженовского горизонта на территории Западно-Сибирского бассейна, в %;
- Толщины пород баженовского горизонта с современным содержанием органического углерода менее 5 % на территории Западно-Сибирского бассейна;
- Толщины пород баженовского горизонта с современным содержанием органического углерода 5-7 % на территории Западно-Сибирского бассейна;
- Толщины пород баженовского горизонта с современным содержанием органического углерода 7-10 % на территории Западно-Сибирского бассейна;
- Толщины пород баженовского горизонта с современным содержанием органического углерода более 10 % на территории Западно-Сибирского бассейна;
- Карта средних концентраций органического углерода в породах нижней части разреза баженовского горизонта центральных и южных районов Западно-Сибирского бассейна, в %;
- Карта средних концентраций органического углерода в породах средней части разреза баженовского горизонта центральных и южных районов Западно-Сибирского бассейна, в %;
- Карта средних концентраций органического углерода в породах верхней части разреза баженовского горизонта центральных и южных районов Западно-Сибирского бассейна, в %.

**Достоверность** полученных научных результатов и обоснованность выводов автора обусловлена:

- опорой на теоретические основы осадочно-миграционной (биогенной) теории образования нефти и газа, разработанные в

трудах Н.Б. Вассоевича, В.С. Вышемирского, И.М. Губкина, Н.А. Еременко, А.Э. Конторовича, С.Г. Неручева, И.И. Нестерова, Б.А. Соколова, А.А. Трофимука, В.А. Успенского, Д. Вельте, Б. Тиссо, Дж. Ханта и др.;

- максимально полным использованием имеющихся геофизических исследований скважин и геолого-геохимических (аналитические определения  $C_{орг}$  по керну) данных для формирования представительной коллекции фактического материала;
- применением современного программно-методического комплекса вычислений (Geosolver, Microsoft Excel) и картопостроений (Surfer, GridMaster, CoreDRAW X4);
- комплексным характером выполненного исследования для выявления закономерностей распределения современных и на начало катагенеза содержаний органического углерода и органического вещества.

### **Защищаемые научные положения и результаты:**

1. Методика определения концентраций органического углерода в породах баженовского горизонта, основанная на комплексировании лабораторных определений и результатов интерпретации ГИС и адаптированная для зон развития различных типов разреза.

2. Оценка на представительной выборке (4998 прямых определений, 102320 определений по результатам интерпретации ГИС) средних содержаний органического углерода в осадочных породах баженовского горизонта и отдельных свит, его образующих.

3. Карта и численная модель латерального распределения современных средних концентраций органического углерода в баженовском горизонте Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна.

*Под численной (сеточной) моделью автор понимает совокупность значений картируемой величины, привязанных к равномерной координатной сетке с шагом 1 км. Основным преимуществом использования численного представления карт геолого-геохимических параметров является возможность их непосредственного использования в различных системах компьютерного моделирования, включая системы моделирования процессов нефтегазообразования в осадочных бассейнах.*

4. Численная модель пространственного распределения концентраций органического углерода в баженовском горизонте Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна, представленная в виде набора карт концентраций органического углерода в нижней, средней и верхней частях горизонта и карт толщин пород с содержанием органического углерода менее 5 %, 5-7 %, 7-10 %, более 10 %.

**Личный вклад автора.** Автором в составе рабочих групп собрана и

лично систематизирована в 2012-2016 гг. первичная информация по ГИС (КС, ПС, ИК, БК, ГК, НГК, АК, КВ). Составлена база разбивок баженовской свиты и её стратиграфических аналогов на территории Западно-Сибирского осадочного бассейна. Сформирован банк данных по распределению концентраций  $C_{орг}$  в породах баженовского горизонта (аналитические определения  $C_{орг}$  – по керну; определения  $C_{орг}$  – по материалам интерпретации ГИС (гамма-каротаж) на основании зависимостей «кern – ГИС»). Оценены по большим выборкам средние содержания  $C_{орг}$  в отдельных свитах, входящих в баженовский горизонт, и в породах баженовского горизонта в целом. Построены численные модели пространственного (латерального) распределения концентраций  $C_{орг}$  в породах баженовского горизонта в пределах Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна.

**Научная новизна.** За последние 60 лет неоднократно предпринимались попытки описать закономерности распределения органического углерода в породах баженовского горизонта, и особенно баженовской свиты. Однако это были схематические построения и, они, как правило, опирались на относительно ограниченный аналитический материал. В настоящей работе была выбрана методика, которая опиралась не только на аналитические данные, а также и на определения  $C_{орг}$ , полученные с помощью зависимости «кern – ГИС». Это резко повысило плотность наблюдений на площади. Кроме того, использование зависимостей «кern – ГИС» позволило охарактеризовать распределение органического углерода в породах баженовского горизонта не только в отдельных точках отбора проб керна, а для каждой изученной скважины во всем разрезе. Это, в свою очередь, позволило решить три независимые подзадачи:

- оценить средние содержания органического углерода в породах отдельных свит баженовского горизонта;
- построить для большей части территории Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна карту средних концентраций органического углерода в породах баженовского горизонта масштаба 1 : 2 500 000;
- построить численные модели пространственного распределения концентраций органического углерода в породах баженовского горизонта.

**Теоретическая и практическая значимость полученных результатов.** В настоящее время, когда баженовская свита становится одним из ведущих объектов добычи нефти в уникальном Западно-Сибирском бассейне, детальное изучение литологии и органической геохимии баженовского горизонта становится не только важнейшей

задачей фундаментальной геологии (геохимия органического вещества, геохимия урана, нефтидогенез, природа и механизм формирования коллектора и др.), но и прикладной научной задачей государственной важности при решении широкого круга задач прогноза, поисков и разведки залежей нефти в баженовской свите.

Полученные материалы могут использоваться в бассейновом моделировании и являются исходной базой при оценке перспектив нефтеносности оксфордских (васюганский горизонт), волжско-нижнеберриасских (баженовский горизонт) и берриас-аптских отложений.

**Апробация работы и публикация результатов.** Основные результаты проведенных исследований полностью изложены в 20 публикациях, в том числе в 9 статьях в журналах, входящих в Перечень научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций («Доклады Академии наук», «Геология нефти и газа», «Геология и геофизика», «Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири», «Литология и полезные ископаемые», «Нефтегазовая геология. Теория и практика»).

Основные результаты, представленные в работе, докладывались автором на международных (междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология». Новосибирск, 2013, 2014, 2017, 2018, 2019; 4-й междунар. научно-практическая конференция, г. Тюмень, 2015) и всероссийских (научно-практические конференции «Геомодель», г. Геленджик, 2013, 2014, 2015) научных конференциях.

**Объем и структура работы.** Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав и заключения. Объем диссертации составляет 212 страниц машинописного текста, включая 63 рисунка и 21 таблицу. Список литературы содержит 178 наименований, включая 6 иностранных работ.

**Благодарности.** Работа выполнена в ИНГГ СО РАН в лаборатории теоретических основ прогноза нефтегазоносности под руководством д.г.-м.н., профессора, академика РАН А.Э. Конторовича. Автор выражает ему, своему учителю на протяжении обучения в Новосибирском государственном университете и во время работы в ИНГГ СО РАН, глубокую признательность и благодарность.

Также автор выражает благодарность за консультации, рекомендации, предоставленные материалы и ценные советы при подготовке работы чл.-корр. РАН В.Н. Глинских, чл.-корр. РАН В.А. Каширцеву, д.г.-м.н. Л.М. Бурштейну, д.г.-м.н. В.В. Лапковскому, д.г.-м.н. А.Н. Фомину, к.г.-м.н. В.А. Казаненкову, к.г.-м.н. Е.А. Костыревой, к.ф.-м.н. В.Н. Меленевскому, к.г.-м.н. М.А. Павловой, к.г.-м.н. С.В. Рыжковой, к.г.-

м.н. А.Г. Замирайловой, к.г.-м.н. В.Г. Эдер, к.г.-м.н. П.А. Яну, Е.В. Беловой, О.А. Мосиной, а также Н.В. Аксёновой, выполнившей аналитические определения  $C_{орг}$  по керну в ИНГТ СО РАН.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. Краткий очерк геологии баженовского горизонта

В главе освещаются общие вопросы стратиграфии, литологии, палеогеографии, истории геологического развития баженовского горизонта и тектонического строения верхнеюрского комплекса, а также катагенез органического вещества и современные температуры пород.

### Глава 2. Методика и материал исследования

В главе приведены используемые в работе материалы исследования: перечень скважин с аналитическими определениями  $C_{орг}$  по керну; скважины с измерениями  $C_{орг}$  в породах по ГИС. Рассматриваются лабораторные методы определения концентраций  $C_{орг}$  в породах (химический и пиролитический (Rock-Eval) и метод определения  $C_{орг}$  по данным ГИС с использованием гамма-каротажа. Приводится обзор работ исследователей, занимавшихся выявлением корреляционной связи органического углерода и значений каротажа (в основном, гамма-картаж) в высокоуглеродистых нефтематеринских формациях мира. Значительный вклад в изучение корреляционных зависимостей  $C_{орг}$  и ГИС в баженовской свите внесли И.И. Плуман (1975), В.В. Хабаров (1980), Ф.Г. Гулари (1988), В.И. Москвин (1984), В.М. Гавшин, В.А. Захаров (1991), В.А. Конторович (2002), В.Н. Глинских, М.А. Павлова (2012) и др.

Выполненные автором исследования показали, что уравнения связи «кern – ГИС» для разных литолого-фациальных зон баженовского горизонта не остаются постоянными. В связи с этим, для разных зон (Рисунок 1) были построены уравнения зависимости между содержанием органического углерода ( $C_{орг}$ , %) и радиоактивностью ( $\gamma$ -активность) по гамма-каротажу (ГК, мкР/ч) по скважинам, хорошо охарактеризованным керном с аналитическими данными  $C_{орг}$ , и значениями радиоактивности по данным ГК-каротажа. Для корректного сопоставления значений аналитических определений  $C_{орг}$  и полученных по зависимости «кern – ГИС», предварительно проводилась увязка данных керна и ГИС как это принято в промыслово-геофизических исследованиях по подсчету запасов. Всего в работе использовано 11 корреляционных уравнений для эталонных скважин: Горшковская 1017, Салымская 2802, Малобалыкская 901, Чупальская 67, Эниторская 971, Столбовая 84, Толпаровская 2, Западно-Квензерская 4, Среднеюлжавская 10, Ракитинская 4, Боровая 8. Важным примечанием является то, что линейная зависимость « $C_{орг}$  – радиоактивность пород» имеет место при концентрации  $C_{орг}$  больше 5 %.

Для остальной территории (Рисунок 1) построение карт выполнялось методом интерполяции по тренду аналитических данных (желтая краска на схеме районирования).

### **Глава 3. Распределение концентраций органического углерода в осадочных породах баженовского горизонта**

В главе описываются карты распределения концентраций  $C_{орг}$ , перечисленные выше. Для построения карт автор использовал средние значения  $C_{орг}$ , полученные по комплексу методов: химического, Rock-Eval и результатов интерпретации ГИС с помощью зависимостей «керна – ГИС».

**Раздел 3.1** посвящён определению основных параметров распределения  $C_{орг}$  в породах баженовского горизонта и отдельных свитах, входящих в него, по данным керна и ГИС. Выявлено, что органическое вещество в баженовском горизонте распределено крайне неравномерно. Количество определений по свитам и концентрации в них  $C_{орг}$  составляют:

- для баженовской свиты – 88948 определений (по 1667 скважинам), среднее значение – 7.1 %;
- для нижнетутлеймской подсвиты – 5198 определений (по 63 скважинам), среднее значение 6.1 %;
- для нижней подсвиты мулымьинской свиты – 5466 определений (по 49 скважинам), среднее значение – 4.4 %;
- для марьяновской свиты (верхняя часть) – 3683 определения (по 47 скважинам), среднее значение – 2.9 %;
- для даниловской свиты (верхняя подсвита) – 2937 определений (по 30 скважинам), среднее значение – 2.0 %;
- для максимоярской свиты (верхняя часть) – 428 определений (по 3 скважинам), среднее значение – 1.7 %;
- для баганской свиты (верхняя часть) – 338 определений (по 2 скважинам), среднее значение – 2.3 %;
- для гольчихинской свиты (верхняя часть) – 133 определений (по 15 скважинам), среднее значение – 2.4 %;
- для яновстанской свиты (верхняя часть) – 187 определений (по 19 скважинам), среднее значение – 1.5 %.

Результаты изучения распределений  $C_{орг}$  в породах приведены в Таблице 2.

**В разделе 3.2** прослежены пространственные закономерности распределения современных концентраций  $C_{орг}$  в баженовском горизонте. Согласно выполненным в настоящей работе исследованиям значения  $C_{орг}$  в разрезе горизонта изменяются от долей процента до 25 % и более, среднее содержание  $C_{орг}$  в породах – 4.5 %, модальное значение – 3 %.

Наиболее часто встречаемые концентрации (по керну и ГИС) в породах

баженовской и тутлеймской (нижняя подсвита) свит составляют от 6.0 % до 10,0 %, среднее по результатам 94146 анализов – 6.6 %.

Концентрации  $C_{орг}$  в периферийной части бассейна – в западных, юго-западных, южных и юго-восточных районах, где развиты мулымьинская (нижняя подсвита), даниловская (верхняя подсвита), марьяновская, максимоярская и баганская (верхние части) свиты, изменяется от долей процента до 10-11 %. По результатам 12852 анализов среднее значение  $C_{орг}$  составляет 2.7 %. На северо-восточной и восточной окраинах бассейна, где развиты гольчихинская и яновстанская (верхние части) свиты, концентрация органического углерода изменяется от долей процента до 5-6 %. Среднее по результатам 320 анализов – 2.0 %.

Таблица 2 – Распределение концентраций  $C_{орг}$  по свитам

№ п.п.	Свита	$C_{орг}$ среднее, %	$C_{орг}$ макс., %	$C_{орг}$ мода, %
1.	Баженовская	7.1	25.0	9.0
2.	Тутлеймская (нижняя подсвита)	6.1	25.0	6.0
3.	Мулымьинская (нижняя подсвита)	4.4	11.0	5.0
4.	Даниловская (верхняя подсвита)	2.0	5.0	3.0
5.	Гольчихинская (верхняя часть)	2.4	6.0	2.0
6.	Яновстанская (верхняя часть)	1.5	6.0	2.0
7.	Марьяновская (верхняя часть)	2.9	9.0	3.0
8.	Максимоярская (верхняя часть)	1.7	3.0	2.0
9.	Баганская (верхняя часть)	2.3	5.0	1.0

На приведенной карте (Рисунок 2) показано, что средние концентрации  $C_{орг}$  возрастают долей процента – по периферии бассейна, до 10-12 % – в его центральной части. Область современных высоких концентраций  $C_{орг}$  (более 8 %) в баженовском горизонте занимает территорию значительной части Мансийской синеклизы, Хантейской гемиянтеклизы, Средне-Тобольского наклонного мегапрогиба и Колтогорско-Нюрольского жёлоба [Тектоническая карта. Конторович и др., 2001]. В Мансийской синеклизе выделены отдельные участки, где концентрация  $C_{орг}$  превышает 10 %. Они локализованы в Тундринской и Юганской мегавпадинах, на севере Хантейской гемиянтеклизы (между Сургутским и Нижневартовским сводами). Еще одна область высоких концентраций  $C_{орг}$  находится в Нюрольской мегавпадине, а также на склонах некоторых сводов и антеклиз. На севере Западно-Сибирского бассейна кольцо концентраций 6-8 % замыкается на территории Южно-Надымской мегамоноклизы.



Области максимальных концентраций  $C_{\text{орг}}$  в баженовском горизонте концентрически окаймляются территориями, на которых концентрация органического углерода равна 6-8 % и, вокруг них, образуются еще две кольцеобразные полосы – 4-6 % и 2-4 %. В тектоническом плане кольца с концентрациями 2-6 % занимают на западе – территорию погруженных склонов Красноленинской мегамоноклизы, на юго-западе – склоны Тюменской мегамоноклизы, на юге – северные склоны Каймысовского свода и Верхнедемьянского мегавала, на востоке – восточного склона Александровского свода и Усть-Тымской мегавпадины.

**В разделе 3.3** для получения более объективной характеристики распределения  $C_{\text{орг}}$  в баженовском горизонте были рассмотрены толщины пород с разными концентрациями  $C_{\text{орг}}$  и распределение  $C_{\text{орг}}$  в разных частях разреза. Для этого были построены карты толщин пород горизонта с содержанием  $C_{\text{орг}}$  менее 5 %, 5-7 %, 7-10 % и более 10 %. При анализе толщин пород с повышенными и пониженными концентрациями  $C_{\text{орг}}$  установлено, что ОВ в Западно-Сибирском осадочном бассейне распределено асимметрично. Толщины (более 60 м) пород с концентрацией  $C_{\text{орг}}$  менее 5 % (Рисунок 3) приурочены к восточной окраине бассейна, что соответствует представлениям о действии маргинального фильтра в восточной части баженовского моря. Отложения с концентрацией 5-7 % развиты повсеместно в центральной части бассейна. Породы с концентрацией  $C_{\text{орг}}$  более 7 % сосредоточены в южной половине бассейна и наибольшие их толщины (до 15 м) находятся в центральных, западных и юго-западных районах. При анализе толщин выявлено, что наиболее обогащенные органическим углеродом породы с концентрацией более 10 % (Рисунок 4) приурочены к центру бассейна, со смещением в юго-западную область глубоководной части волжско-раннеберриасского бассейна.

Для того, чтобы понять, как изменяются концентрации  $C_{\text{орг}}$  в интервале баженовского горизонта по вертикали, разрезы баженовской и тутлеймской (нижняя подсвита) свит были условно разделены в каждой изученной скважине на три равные по толщине «пачки». Для каждой из «пачек» выполнены оценки средних значений  $C_{\text{орг}}$  и построены карты средних содержаний  $C_{\text{орг}}$  в породах. Было выявлено для всех уровней, что наиболее высокие концентрации сосредоточены в центральных районах, но при этом, в нижней пачке  $C_{\text{орг}}$  не превышают 10 %, в средней пачке они достигают 16 %, а в верхней пачке, сформированной на завершающем этапе накопления баженовских отложений, максимальные современные концентрации  $C_{\text{орг}}$  снижаются до 12 %.

Таким образом, проведённые исследования позволили оценить средние содержания органического углерода в породах баженовского горизонта и

отдельных свит в его составе, построить карту средних концентраций  $C_{орг}$  и создать численные модели пространственного распределения концентраций органического углерода в баженовском горизонте. В результате было выявлено, что область максимальных содержаний  $C_{орг}$  распределена ассиметрично и смещена в юго-западную часть бассейна, были оконтурены территории с концентрациями  $C_{орг} < 5 \%$ ,  $5-7 \%$ ,  $7-10 \%$ ,  $>10 \%$ , и показано, что более всего в разрезе обогащены органическим углеродом средняя и верхняя «пачки» баженовского горизонта.

## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ**

Осадочно-миграционная (биогенная) теория образования нефти и газа позволяет создать целостную, непротиворечивую схему количественной оценки перспектив нефтегазосности, и изучение распределения органического углерода и органического вещества в породах является первым шагом такой оценки. Методика и результаты первого этапа работы были изложены в главах 2 и 3 настоящей работы. Главной её особенностью является избранный автором комплексный подход к решению этой задачи, который позволил использовать при определении содержания  $C_{орг}$  в образцах пород сочетание химического метода определения органического углерода, метода Rock-Eval и геофизического метода «кern – ГИС». Это, в свою очередь, обеспечило максимальную плотность наблюдений, как на площади развития баженовского горизонта, так и в интервале каждой скважины, охарактеризованной данными радиоактивного каротажа. При применении такой комплексной методики удалось получить максимально полную аналитическую информацию для построения карты распределения средних в каждой скважине значений  $C_{орг}$  и численных моделей пространственного распределения концентраций  $C_{орг}$  в баженовском горизонте. Ранее с такой детальностью подобные исследования баженовского горизонта, и насколько известно автору, других нефтепроизводящих горизонтов и свит ни в Западной Сибири, ни в других регионах не проводились. Полученные результаты крайне важны для понимания закономерностей накопления органического вещества в осадочных бассейнах.

Однако, только знания закономерностей распределения органического вещества в нефтепроизводящих породах для прогноза нефтегазосности недостаточно. Для этого необходимо так же детально изучить генетический тип органического вещества, особенности его диагенеза, уровень катагенетических преобразований, состав и распределение в породах битумоидов. Сам такой подход был разработан Н.Б. Вассоевичем, В.А. Успенским, А.А. Трофимуком, Д. Вельте, А.Э. Конторовичем, С.Г. Неручевым, Б. Тиссо, Т.К. Баженовой, Е.А. Рогозиной и др. В

Западной Сибири он в разные годы был реализован Н.М. Бабиной, Л.И. Богородской, Л.С. Борисовой, Л.М. Бурштейном, Ф.Г. Гурари, Г.Ф. Григорьевой, Н.П. Запиваловым, А.Э. Конторовичем, М.М. Колгановой, Н.С. Ким, Е.А. Костыревой, Л.Ф. Липницкой, В.Н. Меленевским, В.М. Мельниковой, В.И. Москвиным, И.И. Нестеровым, Г.М. Парпаровой, И.И. Плуманом, Е.А. Рогозиной, А.В. Рыльковым, Ф.К. Салмановым, П.А. Трушковым, А.Н. Фоминым, А.С. Фомичевым, К.А. Черниковым и др. На современном этапе исследования с использованием единого методического подхода задачу изучения распределения  $C_{орг}$  в породах баженовского горизонта полностью решала автор.

1. На основании 107318 определений  $C_{орг}$  (по керну и ГИС) в 1895 скважинах установлено, что современные концентрации  $C_{орг}$  в породах баженовского горизонта меняются от долей процента до 25 % и более, среднее содержание – 4.5 %, модальное значение – 3.0 %. Богаче всего органическим углеродом породы баженовской свиты и нижнетуглеймской подсвиты, в которых средние содержания  $C_{орг}$  равны 7.1 % и 6.1 %, соответственно. В остальных свитах распределение средних значений  $C_{орг}$  следующее: в нижней подсвите мулымьинской свиты – 4.4 %; в марьяновской (верхняя часть) – 2.9 %; в гольчихинской (верхняя часть) – 2.4 %; в баганской (верхняя часть) – 2.3 %; в верхнеданиловской подсвите – 2.0 %; в максимоярской (верхняя часть) – 1.7 %; в яновстанской (верхняя часть) – 1.5 %.

2. В центральной части Западно-Сибирского бассейна, где развиты баженовская и туглеймская (нижняя подсвита) свиты, содержание  $C_{орг}$  в породах меняется от 1-2 % до 25 % и выше. Наиболее часто встречаемые значения органического углерода в породах этих свит составляют от 6.0 % до 10.0 %, среднее по результатам 94146 анализов – 6.6 %. На западной (южная половина), южной, юго-западной и юго-восточной периферии бассейна, где развиты мулымьинская (нижняя подсвита), даниловская (верхняя подсвита), верхние части марьяновской, баганской и максимоярской свит, по результатам 12852 анализов среднее значение  $C_{орг}$  составляет 2.7 %. В этой части бассейна концентрация  $C_{орг}$  меняется от долей процента до 10-11 %. На восточной периферии бассейна, где развиты гольчихинская и яновстанская свиты (верхние части) по результатам 320 анализов концентрация  $C_{орг}$  меняется от долей процента до 5-6 %. Наиболее часто встречаемые значения органического углерода в породах этих свит от – 1.0 % до 2.0 %.

3. В Западно-Сибирском осадочном бассейне наблюдается асимметричное распределение концентраций органического

вещества в породах баженовского горизонта: максимальные концентрации  $C_{орг}$  смещены на юго-запад глубоководной части бассейна; наибольшие толщины (до 15-20 м) пород с концентрацией  $C_{орг}$  более 7.0 % находятся в южной половине бассейна – в центральных, западных и юго-западных районах; в разрезе баженовской и тутлеймской свит более всего обогащены органическим углеродом средняя и верхняя (условное разделение по толщине отложений) «пачки» горизонта.

Выявленные автором закономерности распределения концентраций  $C_{орг}$  в баженовском горизонте подтверждают и на представительном материале детализируют закономерности, описанные ранее в Западно-Сибирском нефтегазоносном бассейне.

Полученные материалы являются исходной базой для количественной оценки перспектив нефтеносности оксфордских (васюганский горизонт) и берриас-аптских отложений. По оценкам Л.М. Бурштейна и А.Э. Конторовича несколько большая масса баженовской нефти сосредоточена в открытом поровом пространстве самой баженовской свиты.

**Перспективой дальнейшей разработки** изученной автором темы должно быть уточнение закономерностей распределения концентраций органического углерода в северных и арктических, а также периферийных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна.

## **ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

*Статьи в рецензируемых журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций*

1. Дешин, А.А. Распределение органического углерода в баженовской свите по данным геофизических исследований скважин (Салымский нефтегазоносный район) / Дешин А.А., **Пономарева Е.В.** // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № S2. – С. 99-104.

2. Конторович, А.Э. Распределение органического вещества в породах баженовского горизонта / Конторович А.Э., **Пономарева Е.В.**, Бурштейн Л.М., Глинских В.Н., Ким Н.С., Костырева Е.А., Павлова М.А., Родченко А.П., Ян П.А. // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 59. – № 3. – С. 357-371.

3. **Пономарева, Е.В.** Органический углерод в породах баженовского горизонта Западно-Сибирского мегабассейна / **Пономарева Е.В.**, Бурштейн Л.М., Конторович А.Э., Костырева Е.А. // Доклады академии наук. – 2018. – Т. 481. – № 2. – С. 189-192.

4. Рыжкова, С.В. Баженовский горизонт Западной Сибири: строение, корреляция и толщины / Рыжкова С.В., Бурштейн Л.М., Ершов С.В., Казаненков В.А., Конторович А.Э., Конторович В.А., Нехаев А.Ю., Никитенко Б.Л., Фомин М.А., Шурыгин Б.Н., Бейзель А.Л., Борисов Е.В., Золотова О.В., Калинина Л.М., **Пономарева Е.В.** // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 59. – № 7. – С. 1053-1074.

5. Конторович, А.Э. Маргинальный фильтр волжско-раннеберриасского Западно-Сибирского морского бассейна и его влияние на распределение осадков / Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Никитенко Б.Л., Рыжкова С.В., Борисов Е.В., Ершов С.В., Костырева Е.А., Конторович В.А., Нехаев А.Ю., **Пономарева Е.В.**, Фомин М.А., Ян П.А. // Литология и полезные ископаемые. – 2019. – № 3. – С. 199-210.

6. Рыжкова, С.В. Перспективы нефтегазоносности стратиграфических аналогов баженовской свиты в западных районах Западно-Сибирского мегабассейна [Электронный ресурс] / Рыжкова С.В., **Пономарева Е.В.**, Фомин М.А. // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2019. – Т. 14. – № 4. – С. 1-24.

7. Рыжкова, С.В. Фациально-стратиграфическое районирование келловей-кимериджских отложений Западно-Сибирского осадочного бассейна / Рыжкова С.В., Вакуленко Л.Г., Казаненков В.А., Конторович А.Э., Конторович В.А., Никитенко Б.Л., Шурыгин Б.Н., Борисов Е.В., Калинина Л.М., Нехаев А.Ю., **Пономарева Е.В.**, Фомин М.А., Ян П.А. // Геология и геофизика. – 2020. – Т. 61. – № 3. – С. 409-421.

8. Эдер, В.Г. Литолого-геохимические и геофизические особенности приграничных толщ баженовского и куломзинского горизонтов (основание нижнего мела) центральных районов Западной Сибири / Эдер В.Г., Рыжкова С.В., Костырева Е.А., Павлова М.А., Сотнич И.С., Замирайлова А.Г., **Пономарева Е.В.** // Геология и геофизика. – 2020. – Т. 61. – № 7. – С. 943-961.

9. Рыжкова, С.В. Строение баженовского резервуара и прогноз нефтеносности горизонта Ю<sub>0</sub> баженовской свиты в юго-восточных районах Западной Сибири [Электронный ресурс] / Рыжкова С.В., **Пономарева Е.В.**, Замирайлова А.Г. // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2020. – Т. 15. – № 4. – С. 1-23.

#### *Публикации в материалах научных конференций*

1. **Пономарева, Е.В.** Исторический обзор и современные результаты изучения корреляционных связей между органическим углеродом и данными гамма- и электрокаротажа в баженовской свите / Пономарева Е.В. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. Т. 1. Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии

поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геозкология»: сборник материалов IX Междунар науч. конгресса, г. Новосибирск, 15-26 апреля 2013 г. – Новосибирск: СГГА, 2013. – С. 48-52.

2. **Пономарева, Е.В.** Строение разреза баженовской свиты в центральной части Мансийской синеклизы по данным радиоактивного и электрического каротажа / Пономарева Е.В. // 15-я научно-практическая конференция по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа «Геомодель-2013», г. Геленджик, 7-10 сентября 2013 г. – Геленджик, 2013. – С. We 02 11. [www.earthdoc.org](http://www.earthdoc.org).

3. **Пономарева, Е.В.** Распределение органического углерода в разрезе волжско-раннеберриасских отложений юго-восточных районов Западной Сибири по данным радиоактивного и электрического каротажа / Пономарева Е.В. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгресс и выставка, 8-18 апреля 2014 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геозкология»: сб. материалов в 4 т. Т. 1. – Новосибирск: СГГА, 2014. – С. 115-119.

4. **Пономарева, Е.В.** Распределение органического углерода в разрезе волжско-раннеберриасских отложений Хантейской гемиянтеклизы по данным радиоактивного и электрического каротажа / Пономарева Е.В. // 16-я научно-практическая конференция по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа «Геомодель-2014», г. Геленджик, 8-11 сентября, 2014 г. – Геленджик, 2014. – С. WE BL 02. [www.earthdoc.org](http://www.earthdoc.org).

5. Бурштейн, Л.М. Нефтегазопроизводящий потенциал баженовской свиты и ее аналогов (центральные и южные районы Западно-Сибирского бассейна) / Бурштейн Л.М., Казаненков В.А., Киреева А.А., Конторович В.А., Костырева Е.А., Меленевский В.Н., **Пономарева Е.В.**, Сафронов П.И., Фомин А.Н. // 4-я междунар. научно-практическая конференция, г. Тюмень, 23-27 марта 2015 г. – Тюмень, 2015. – С. VM02. [www.earthdoc.org](http://www.earthdoc.org).

6. **Пономарева, Е.В.** Геологические факторы, влияющие на распределение органического углерода в баженовской свите / Пономарева Е.В., Павлова М.А. // 17-я научно-практическая конференция по вопросам геологоразведки и разработки месторождений нефти и газа «Геомодель-2015», г. Геленджик, 7-10 сентября, 2015 г. – Геленджик, 2015. – С. 111. [www.earthdoc.org](http://www.earthdoc.org).

7. **Пономарева, Е.В.** Палеогеография и распределение органического углерода в породах баженовского горизонта Приуральской части Западно-Сибирского осадочного бассейна / Пономарева Е.В. // Интерэкспо ГЕО-

Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгресс и выставка, 17-21 апреля 2017 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология»: сб. материалов в 4 т. Т. 1. – Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – С. 16-20.

8. Рыжкова, С.В. Фациально-стратиграфическое районирование васюганского и георгиевского горизонтов (Западная Сибирь) / Рыжкова С.В., Борисов Е.В., Вакуленко Л.Г., Казаненков В.А., Калинина Л.М., Конторович А.Э., Конторович В.А., Нехаев А.Ю., **Пономарева Е.В.**, Ян П.А. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2018. XIV Междунар. науч. конгресс и выставка, 25-27 апреля 2018 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. "Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология": сб. материалов в 6 т. – Новосибирск, 2018. – Т. 1. – С. 136-144.

9. **Пономарева, Е.В.** Распределение значений естественной гамма-активности в породах баженовской свиты в центральных и южных районах Западно-Сибирского осадочного бассейна / Пономарева Е.В. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2018. XIV Междунар. науч. конгресс и выставка, 23-27 апреля 2018 г., Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология": сб. материалов в 6 т. – Новосибирск, 2018. – Т. 1. – С. 128-135. <http://geosib.sgugit.ru/>

10. **Пономарева, Е.В.** Палеогеография волжского времени юго-западных районов Западно-Сибирского осадочного бассейна / Пономарева Е.В., Рыжкова С.В. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Междунар. науч. конгр., 24-26 апреля 2019 г., Новосибирск [Текст]: сб. материалов в 9 т. Т. 2: Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология». – Новосибирск: СГУГиТ, 2019. – № 1. – 229 с. – С. 156-162.

11. **Пономарева, Е.В.** Типы коллекторов баженовской свиты / Пономарева Е.В., Рыжкова С.В. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология: Материалы XVI Междунар. науч. конф. (20-24 апреля 2020 г., Новосибирск) / Сетевое электронное издание. – Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука. – Новосибирск, 2020. – С. 195-204.

Технический редактор Т.С. Курганова

---

Подписано в печать 06.04.2021

Формат 60x84/16. Бумага офсет №1. Гарнитура Таймс

Печ.л. 1,0. Тираж 155. Зак. № 197

---

ИНГГ СО РАН, 630090, Новосибирск, просп. Акад. Коптюга, 3



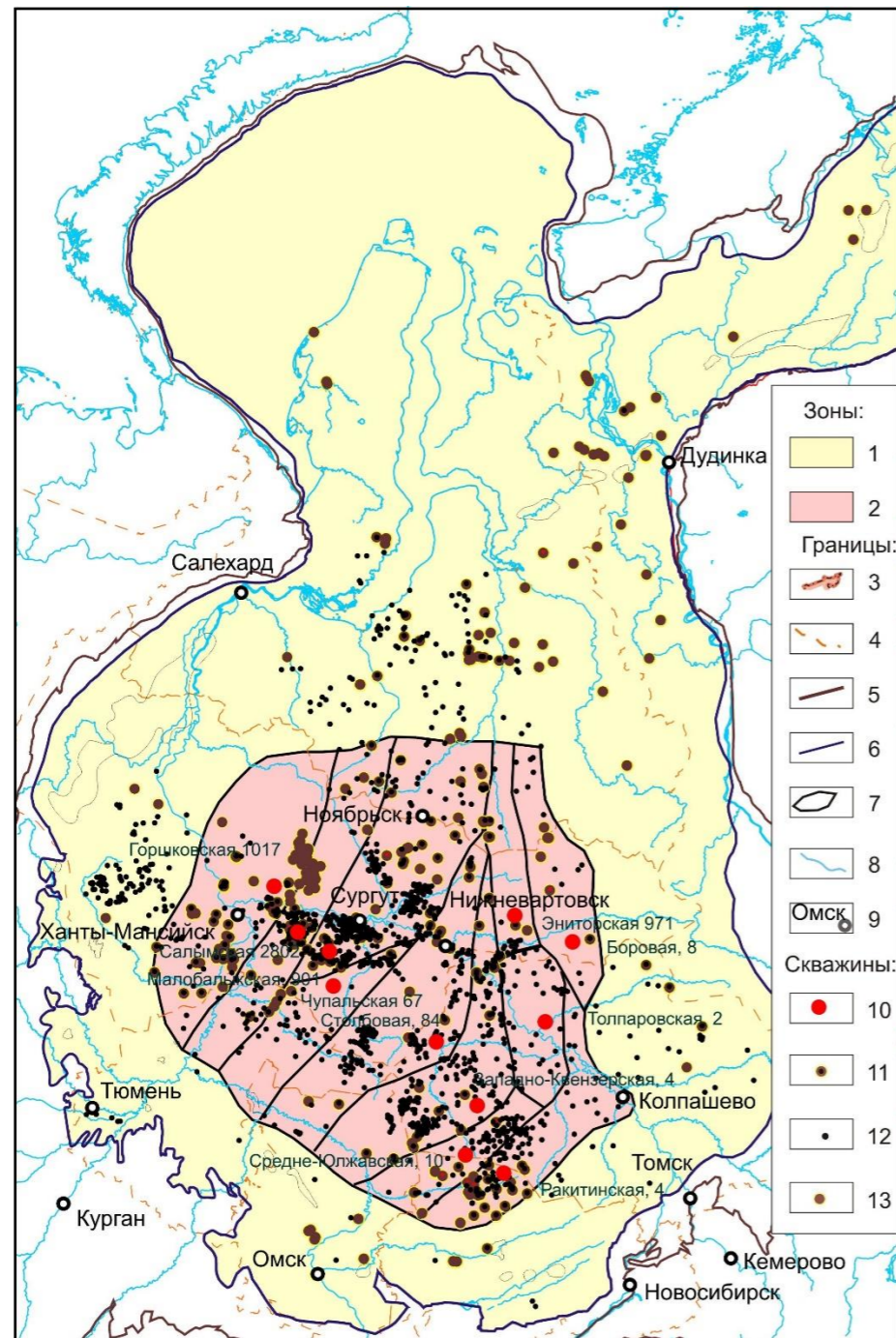


Рисунок 1 – Районирование территории Западно-Сибирского осадочного бассейна по методике построения карт содержания  $C_{орг}$  в породах баженовского горизонта

Условные обозначения: 1–2 – зоны: 1 – построение с использованием интерполяции данных лабораторных измерений; 2 – построение с использованием данных лабораторных измерений и ГИС. 3–7 – границы: 3 – государственная; 4 – административная; 5 – площадного распространения осадочного чехла Западно-Сибирской геосинеклизы; 6 – площадного распространения отложений баженовского горизонта; 7 – участков (зон), на которых определения  $C_{орг}$  в разрезе баженовского горизонта выполнялись с использованием находящихся на них эталонных скважин 8 – гидросеть; 9 – населенные пункты; 10–13 – скважины: 10 – с аналитическими определениями  $C_{орг}$ ; 11 – с зависимостями «кern – ГИС»; 12 – с зависимостями «кern – ГИС» и редкими аналитическими определениями  $C_{орг}$ ; 13 – скважины с зависимостями «кern – ГИС».

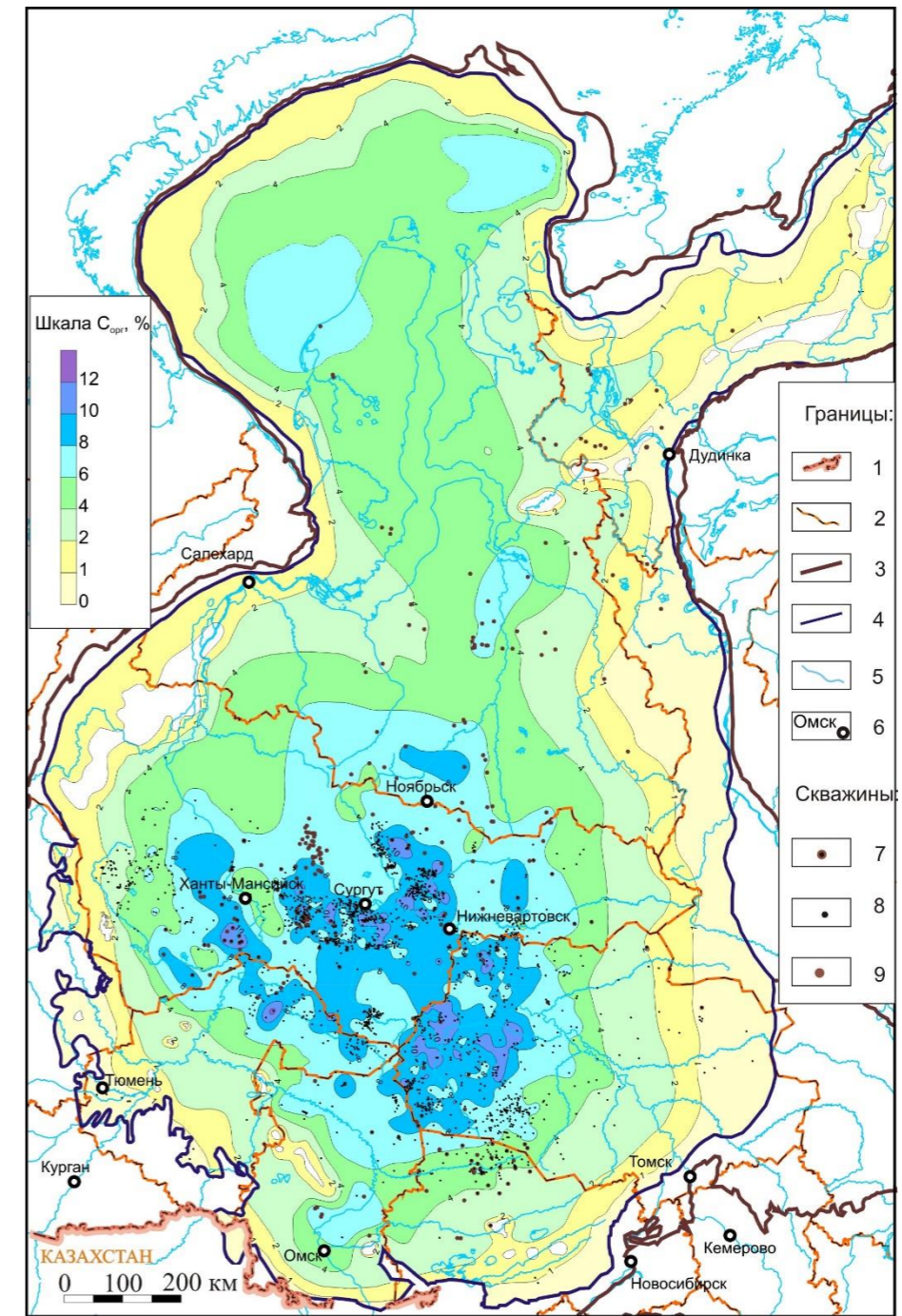


Рисунок 2 – Карта средних концентраций органического углерода в породах баженовского горизонта на территории Западной Сибири, в %

Условные обозначения: 1–2 – границы: 1 – государственная; 2 – административная; 3 – площадного распространения осадочного чехла Западно-Сибирской геосинеклизы; 4 – площадного распространения отложений баженовского горизонта. 5 – гидросеть; 6 – населенные пункты. 7–9 – скважины: 7 – с аналитическими определениями  $C_{орг}$ , данными ГИС, определения  $C_{орг}$  в разрезе выполнены по эталонным зависимостям «кern – ГИС» с коррекцией по результатам аналитических определений; 8 – с данными ГИС, аналитические определения  $C_{орг}$  отсутствуют, определения  $C_{орг}$  в разрезе выполнены по эталонным зависимостям «кern – ГИС»; 9 – с аналитическими определениями  $C_{орг}$ .

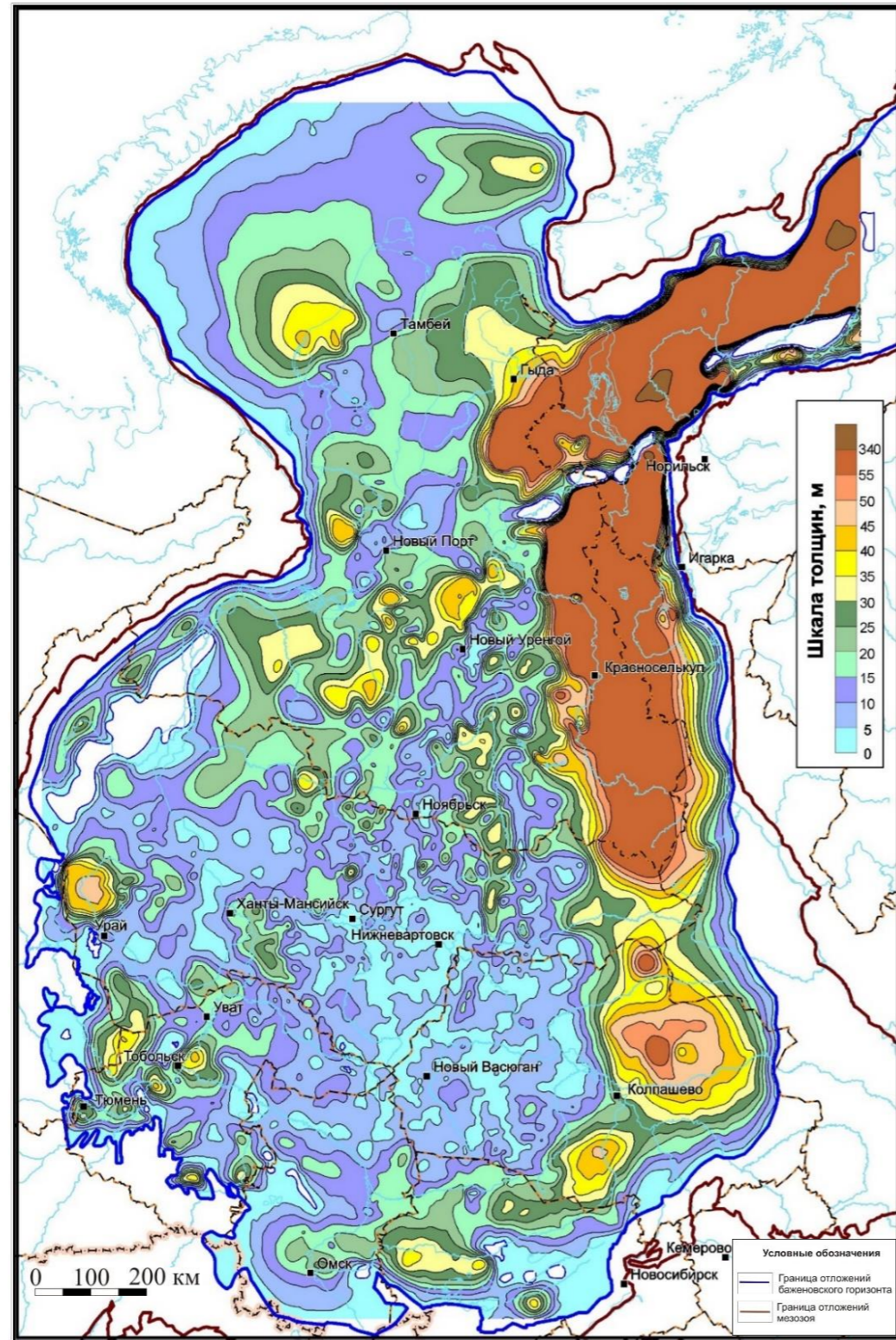


Рисунок 3 – Карта толщин пород баженовского горизонта с современным содержанием органического углерода менее 5%

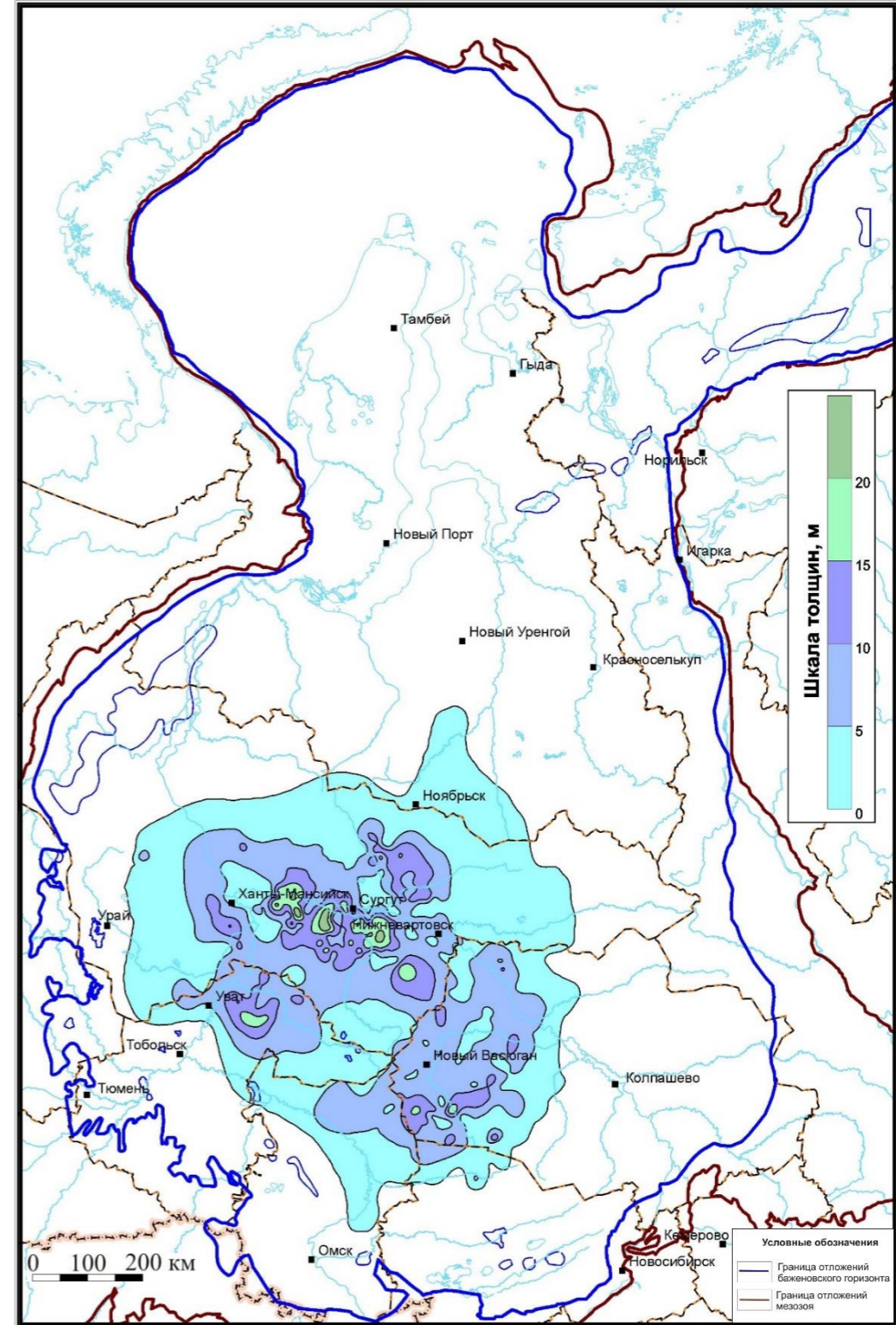


Рисунок 4 – Карта толщин пород баженовского горизонта с современным содержанием органического углерода более 10 %