

DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/26\\_2021](https://doi.org/10.17353/2070-5379/26_2021)

УДК 553.98.042(571.1)

**Бурштейн Л.М., Конторович А.Э.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия, [levi@ipgg.sbras.ru](mailto:levi@ipgg.sbras.ru), [KontorovichAE@ipgg.sbras.ru](mailto:KontorovichAE@ipgg.sbras.ru)

**Рыжкова С.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН); Новосибирский государственный университет (НГУ), Новосибирск, Россия, [RizhkovaSV@ipgg.sbras.ru](mailto:RizhkovaSV@ipgg.sbras.ru)

**Костырева Е.А., Пономарева Е.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия, [KostyrevaEA@ipgg.sbras.ru](mailto:KostyrevaEA@ipgg.sbras.ru), [PonomarevaEV@ipgg.sbras.ru](mailto:PonomarevaEV@ipgg.sbras.ru)

**Сафронов П.И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН); Новосибирский государственный университет (НГУ), Новосибирск, Россия, [SafronovPI@ipgg.sbras.ru](mailto:SafronovPI@ipgg.sbras.ru)

**Сотнич И.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия, [SotnichIS@ipgg.sbras.ru](mailto:SotnichIS@ipgg.sbras.ru)

## **К МЕТОДИКЕ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО БАССЕЙНА**

*Сформулированы концептуальные модели и получены количественные прогностические зависимости пористости, насыщенности, доли эффективных толщин баженовской свиты от геолого-геохимических характеристик. Зависимости использованы при прогнозе перспектив нефтегазоносности и количественной оценке ресурсов нефти в баженовской свите юго-восточных районов Западно-Сибирского бассейна.*

**Ключевые слова:** углеводородные ресурсы, баженовская свита, пористость, насыщенность, эффективные толщины, Западно-Сибирский бассейн.

### **Введение**

Планирование рационального развития нефтегазового комплекса невозможно без оценок состояния его ресурсной базы. Характерной, на современном этапе, особенностью изменения структуры ресурсной базы является вовлечение в поисково-разведочный цикл нетрадиционных скоплений углеводородов, в том числе в уникальной высокоуглеродистой баженовской свите Западно-Сибирского бассейна.

Баженовская свита Западно-Сибирского бассейна - геологический объект, одновременно являющийся нефтепроизводящей толщей, региональным флюидоупором и, при

благоприятных условиях, коллектором. Баженовская свита (в тот момент пачка марьяновской свиты) выделена Ф.Г. Гурами в 1959 г. Позднее он [Гурами, 1961] предсказал ее нефтеносность, что и подтверждено результатами работ на Салымской площади в 1967 г. [Новиков, Салманов, Тянь, 1970].

К настоящему времени накоплен огромный массив публикаций, посвященных проблеме нефтеносности баженовской свиты ([Гурами, 1979, 1981; Гурами, Гурами, 1974; Добрынин, Мартынов, 1980; Елисеев, Нестеров, 1978; Зарипов, Сонич, Зубков, 1982; Зубков, 1989, 1999; Зубков, Пормейстер, Бондаренко, 2002; Конторович и др., 2014, 2018а, 2018б; Коньшева, Сахибгареев, 1976; Медведский, Светлов, 1985; Модели нефтенасыщенности..., 2017; Нестеров, 1979, 2004; Нефтегазоносность глинистых пород..., 1987; Проблемы в обосновании..., 2018] и т.д.).

На базе этих публикаций, по крайней мере для залежей так называемого «салымского» типа [Конторович и др., 2018б], можно выделить ряд основных критериев прогноза нефтегазоносности баженовской свиты:

1. достаточные (не менее 15 м) ее толщины;
2. высокие концентрации рассеянного органического вещества (РОВ);
3. наличие изолирующих баженовскую свиту подстилающих и перекрывающих пачек глинистых пород;
4. высокий уровень катагенеза РОВ (конец МК<sub>1</sub><sup>1</sup>, МК<sub>2</sub>);
5. высокие современные температуры пород баженовской свиты;
6. микрослоистая структура пород, приводящая при катагенезе РОВ к листоватости, автофлюидоразрыву и формированию коллекторов.

Необходимо отметить, что приведенные критерии ориентированы на региональный прогноз нефтегазоносности и могут быть использованы при качественном районировании территории баженовской свиты по уровню перспективности, как, например, реализовано в работе [Рыжкова, Пономарева, Замирайлова, 2020]. После выделения перспективных зон, для них может быть выполнена количественная оценка геологических ресурсов. В простейшем случае можно воспользоваться выражением, аналогичным формуле объемного метода, в которую входят площадь оцениваемого объекта, эффективная толщина, коэффициент пористости, коэффициент нефтенасыщенности, плотность пластовой нефти [Подсчет запасов..., 1989]. Результаты регионального количественного прогноза перспектив нефтегазоносности баженовской свиты, выполненного по этой схеме, приведены в работе [Конторович и др., 2019].

Важнейшим элементом при количественной оценке ресурсов баженовской свиты является количественный прогноз ее эффективных толщин, открытой пористости

(пустотности) и насыщенности. Исходя из этого, **цель** настоящего исследования - разработка теоретических и эмпирических количественных моделей, связывающих открытую емкость (пористость) и насыщенность коллекторов баженовской нефтегазовой системы с ее геолого-геохимическими характеристиками и иллюстрация их (моделей) применения.

### Исходные данные

Исходными данными послужили базы данных результатов анализов и исследований скважин, собранные и выполненные в ИНГГ СО РАН, включающие информацию о строении и геолого-геохимических характеристиках осадочного чехла в разрезах 19 эталонных скважин центральных и южных районов Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (Арчинская 47, Горстовая 91, Дружная 322, Западно-Квензерская 4, Малобалыкская 901, Межовская 11, Новоортьягунская 187, Повховская 70, Присклоновая 54п, Ракитинская 4, Салымская 2ОМР, Салымская 2802, Северо-Покачевская 2368, Северо-Салымская 1183, Толпаровская 2, Урьевская 7016, Чупальская 67п, Южно-Майская 413, Южно-Ягунская 306п), ранее проанализированные в работе [Конторович и др., 2018б]. В том числе использовались данные (697 образцов) по содержанию органического углерода ( $C_{орг}$ ), пористости, пиролитическим характеристикам РОВ баженовской свиты (водородный индекс –  $Hi$ , температура второго пиролитического максимума -  $T_{max}$ ).

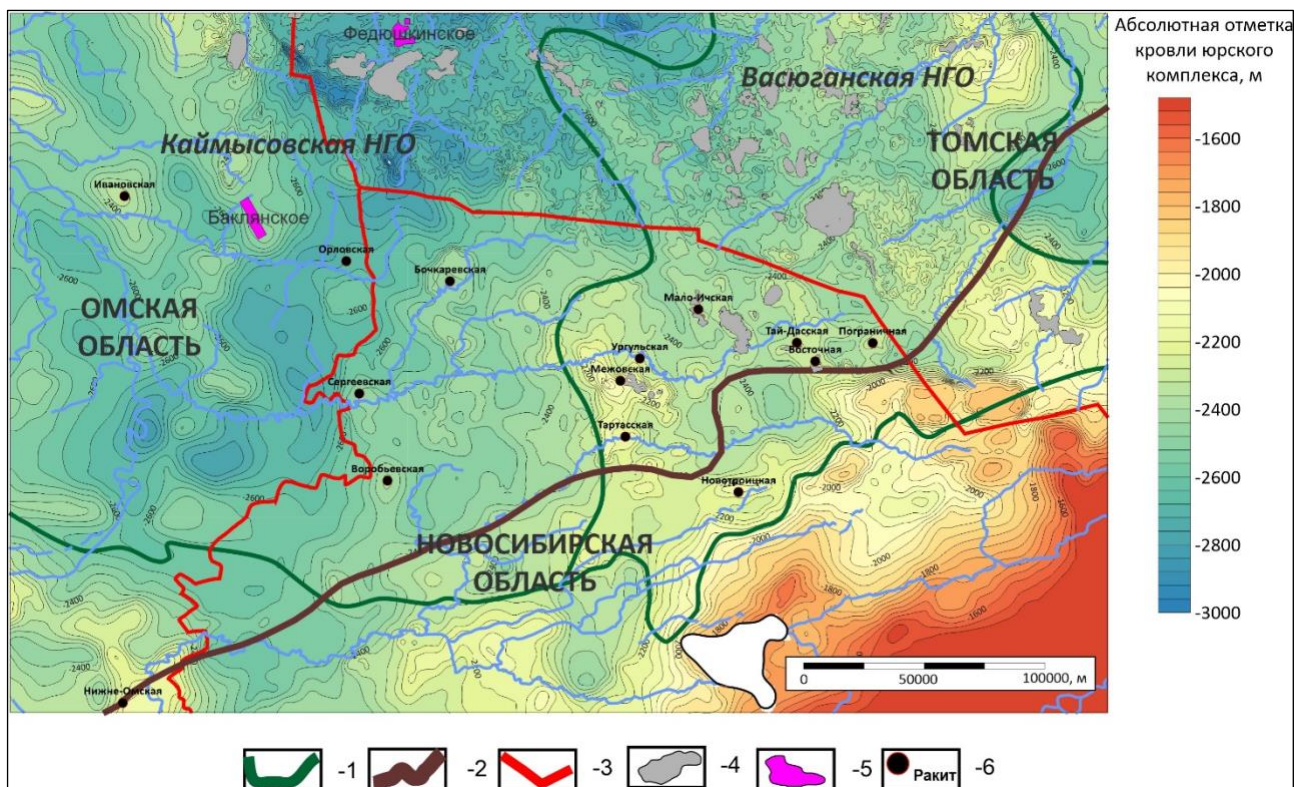
### Объект исследований

Территория исследований охватывает южные части Каймысовской и Васюганской нефтегазоносных областей Западно-Сибирского бассейна. В административном отношении она соответствует северным, с установленной нефтегазоносностью, районам Новосибирской области и примыкающим районам Томской и Омской областей (рис. 1).

Промышленная нефтегазоносность территории исследований связана в основном с келловей-волжскими отложениями. Наличие в разрезе верхней юры горизонта Ю<sub>1</sub>, являющегося региональным резервуаром, и перекрывающих его битуминозных кремнисто-глинисто-известковистых пород баженовской свиты, выполняющих, с одной стороны, роль основного в Западной Сибири источника углеводородов, с другой - региональной покрышки, создает благоприятные предпосылки для формирования месторождений нефти и газа.

В пределах выбранного полигона промышленная нефтегазоносность горизонта Ю<sub>0</sub>, связанного с баженовской свитой, установлена на Федюшкинском и Баклянском месторождениях. На Федюшкинском месторождении залежь нефти в горизонте Ю<sub>0</sub> открыта в 1984 г. при испытании средней и нижней частей баженовской свиты в скв. 7. Получен приток нефти дебитом 0,7 м<sup>3</sup>/сут. По состоянию на 01.01.2020 г. геологические запасы залежи

категорий В<sub>1-2</sub> составляют 0,18 млн. т. На Баклянском участке в 2013 г. в скв. 3 из интервала 2560-2594 м, соответствующего баженовской свите, получен приток нефти в объеме 17,4 м<sup>3</sup>/сут. По состоянию на 01.01.2020 г. геологические запасы категорий С<sub>1-2</sub> на месторождении составляют 7,5 млн. т.



**Рис. 1. Структурная карта кровли юрского комплекса района исследований**

1 - границы нефтегазоносных областей, 2 - условная граница между зонами II и II-III типов керогена в баженовской свите, 3 - административные границы, 4 - месторождение УВ, 5 - месторождение с залежью в горизонте Ю<sub>0</sub>, 6 - базовые скважины.

В пределах Томской области промышленная нефтегазоносность баженовской свиты установлена так же на Снежном месторождении, не вошедшем в планшет исследований. Начальные геологические запасы нефти категорий АВ<sub>1</sub> в горизонте Ю<sub>0</sub> на этом месторождении по состоянию на 01.01.2020 г. составляют 0,56 млн. т. На территории исследований притоки нефти из баженовской свиты получены в ряде скважин, преимущественно в пределах Нюрольской впадины [Рыжкова, Пономарева, Замирайлова, 2020].

### Теоретические основы и методика исследования

В простейшем случае оценка геологических ресурсов углеводородов (УВ) баженовской свиты может быть выполнена по формуле, аналогичной формуле объемного метода:

$$Q = \int_S h \cdot k_{\Pi} \cdot k_{Н} \cdot \rho \cdot ds \quad (1).$$

Здесь  $Q$  - геологические ресурсы УВ,  $S$  - площадь объекта оценки,  $h$  - потенциально насыщенная эффективная толщина,  $k_n$  - коэффициент пористости,  $k_n$  - коэффициент насыщенности,  $\rho$  - плотность УВ флюида в пластовых условиях.

Для реализации такого подхода необходимо определить входящие в выражение (1) параметры. Выделение коллекторов и, соответственно, определение их характеристик в случае баженовской свиты и ее аналогов неоднозначно и до сих пор вызывает дискуссии (например, обзорная работа [Модель нефтенасыщенности..., 2017]). В настоящей работе, при региональной оценке перспектив нефтегазоносности, авторы придерживаются подхода, обоснованного в работе [Конторович и др., 2018б], при котором основная насыщенная УВ емкость баженовской свиты сформирована вследствие катагенетического превращения ее керогена и связана с прослоями, обогащенными РОВ.

Очевидно, **пористость** (пустотность, емкость) баженовской свиты существенным образом менялась в ходе геологической истории.

Современные содержания  $S_{орг}$  в породах баженовской свиты доходят до 20%. В пересчете на исходное содержание РОВ эта величина будет заметно больше. Если учесть, что плотность беззольного керогена в 2-3 раза ниже, чем плотность кремнистого, глинистого и карбонатного материала, то роль дисперсно РОВ в объеме породы в прошлом очень высока.

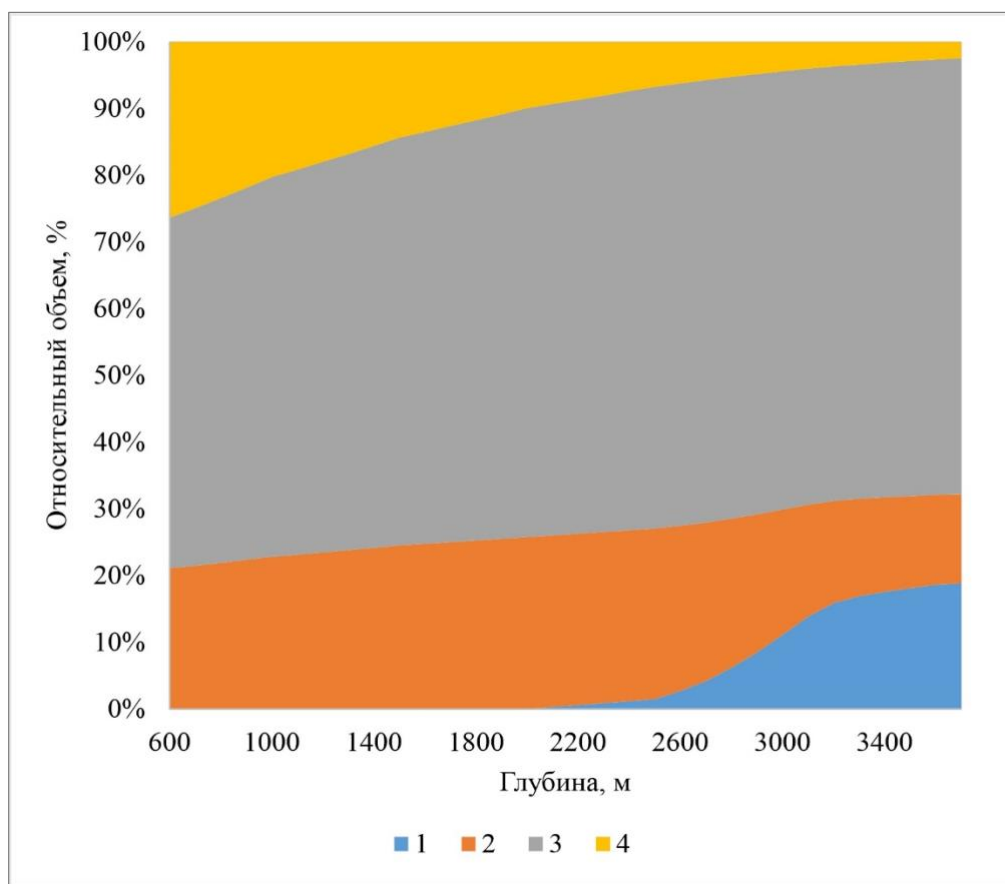
В процессе прото- и мезокатагенеза кероген баженовской свиты потерял значительную массу в виде газообразных и жидких продуктов [Конторович, Бурштейн, Лившиц, 2021]. Это означает, что при катагенных превращениях РОВ в породах баженовской свиты должна формироваться дополнительная пустотность. На рис. 2 приведен иллюстрирующий это утверждение пример расчетной величины дополнительной пустотности, возникшей за счет преобразования РОВ при погружении баженовской свиты на разные глубины. При расчете принималось, что исходное массовое содержание РОВ составляло 15%, доля лабильной части керогена равна 0,5, а темпы его созревания соответствуют средним темпам созревания керогенов баженовской свиты [Бурштейн и др., 2015]. Естественная межзерновая (первичная) пористость изменялась по следующему закону:

$$k_n^1 = 42.56 \cdot \exp(-8.356 \cdot 10^{-4} \cdot H).$$

Здесь  $k_n^1$  – коэффициент первичной пористости (%),  $H$  – глубина (м).

В естественных условиях часть новообразованной фазы в зависимости от изолированности системы выделяется из нее, а часть заполняет существующее поровое пространство. Тем не менее вновь образованная дополнительная пустотность может быть достаточно значимой. На основе лабораторного моделирования возможность формирования таким путем пустотности в высокоуглеродистых породах доманиковой свиты Волго-Уральского бассейна доказали исследователи МГУ им. М.В. Ломоносова [Корост, Надежкин,

Ахманов, 2012; Гилязетдинова, Корост, 2015; Гафурова и др., 2017].



**Рис. 2. Диаграмма соотношения объемов компонент породы с высоким содержанием рассеянного органического вещества**

*1 - новообразованные УВ, 2 - кероген, 3 - минеральная матрица, 4 - первичная пористость.*

Методика определения вторичной по генезису, остаточной после гравитационного уплотнения пород пустотности (далее везде используется термин пористость), дана в статье [Конторович и др., 2018б]. Там же приведен анализ важнейших факторов, влияющих на ее величину, и на эмпирическом материале показано, что одними из основных являются содержание органического углерода и степень преобразованности РОВ.

Таким образом, в качестве одной из наиболее вероятных можно рассмотреть следующую концептуальную, теоретическую модель формирования пустотного пространства в породах баженовской свиты. Седиментационные воды отжимаются из пластичных пород свиты на ранних этапах погружения, и к началу катагенеза остаточная пористость пород незначительна (менее 5%). В ходе катагенеза РОВ часть его переходит в жидкую и (возможно) газообразную фазу, образуя новое пустотное пространство. Чем выше содержание РОВ (и  $S_{орг}$  соответственно), тем больший объем пустот создается. Очевидно, что в рамках этих представлений вторым фактором, существенно влияющим на объемы вновь образованного пустотного пространства, должна быть степень трансформации РОВ.

В процессе катагенеза РОВ увеличение объемов пустотного пространства происходит до тех пор, пока не достигается предел несущей способности минеральной матрицы, и пористость не достигает некоторого равновесного для данных условий значения. Все «избыточные» объемы битумоидов (объем битумоидов, превышающий объем равновесного порового пространства) при благоприятных условиях должны эмигрировать из баженовской свиты.

Следует отметить, сходные представления о механизме формирования вторичной емкости в коллекторах баженовской свиты в той или иной форме обсуждались многими авторами ([Палеобиофации нефтегазоносных..., 1978; Геология нефти..., 1975] и т.д.). По мнению авторов, наиболее последовательно и полно они представлены М.Ю. Зубковым [Зубков и др., 1984; Зубков, 2015].

Предложенная модель находит определенное подтверждение на экспериментальных данных. Это показано в работе [Бурштейн, Конторович, Костырева, 2021] на примере керна скважин Салымская 2802, Малобалыкская 901 и Чупальская 67.

На поровую емкость пород баженовской свиты влияет минеральный состав матрицы [Конторович и др., 2018б]. Пористость зависит и от степени аномальности пластовых давлений, т. е. от степени изолированности баженовской нефтегазовой системы. Наличие аномально высоких давлений должно приводить к увеличению (или более полному сохранению) пустотного пространства и, соответственно, массы остаточных углеводородов. При региональных оценках влияние этих факторов учесть достаточно сложно, и в первом приближении ими приходится пренебрегать.

На больших массивах исходных данных приведенные закономерности нивелируются влиянием других факторов [Конторович и др., 2018б]. Тем не менее эти зависимости существуют, по крайней мере для средних значений исследуемых величин. Это подтверждает анализ частных и совместных корреляций средней пористости баженовской свиты со следующими предикативными переменными (глубины -  $H$ ,  $S_{орг}$ , водородный индекс -  $Hi$ , температура второго пиролитического максимума -  $T_{max}$ ). Одну из двух переменных, отражающих степень трансформации РОВ ( $Hi$ ,  $T_{max}$ ), можно исключить из рассмотрения в силу их тесной взаимосвязи и использовать при оценках приведенное значение водородного индекса  $Hi_e$ , рассчитанное по интерполирующей формуле [Бурштейн, Конторович, Костырева, 2021]:

$$Hi_e = 519.9 \cdot \left(1 - \frac{1}{1 + e^{\frac{444.2 - T_{max}}{3.057}}}\right).$$

Для количественного представления исследуемых зависимостей статистический анализ выполнялся для осреднённых по разрезу значений параметров баженовской свиты каждой из

эталонных скважин (967 образцов) [Конторович и др., 2018б]. В результате анализа получено следующее прогностическое уравнение для средней открытой пористости пород баженовской свиты:

$$k_{п} = 4.914 - 0.00122 \cdot H + 0.649 \cdot C_{орг} - 0.0792 \cdot Ni_e, \sigma = 1.1 \quad (2).$$

Здесь  $k_{п}$  - пористость (%),  $H$  - глубина (м),  $C_{орг}$  (%),  $Ni_e$  (мг УВ/г  $C_{орг}$ ),  $\sigma$  - остаточное стандартное отклонение.

Соотношение расчетных и фактических средних значений открытой пористости представлены на рис. 3. Необходимо отметить, что зависимость характеризуется относительно невысоким коэффициентом детерминации – 0,64. Это может быть связано с упрощенной линейной формой зависимости, но скорее с тем, что не учтены два важнейших фактора, влияющих на пористость баженовской свиты, – степень изолированности нефтегазовой системы и литологический состав слагающих ее пород. Тем не менее даже в таком виде полученная зависимость может быть использована для предварительной оценки средней пористости пород баженовской свиты, во всяком случае при региональном и зональном прогнозе.

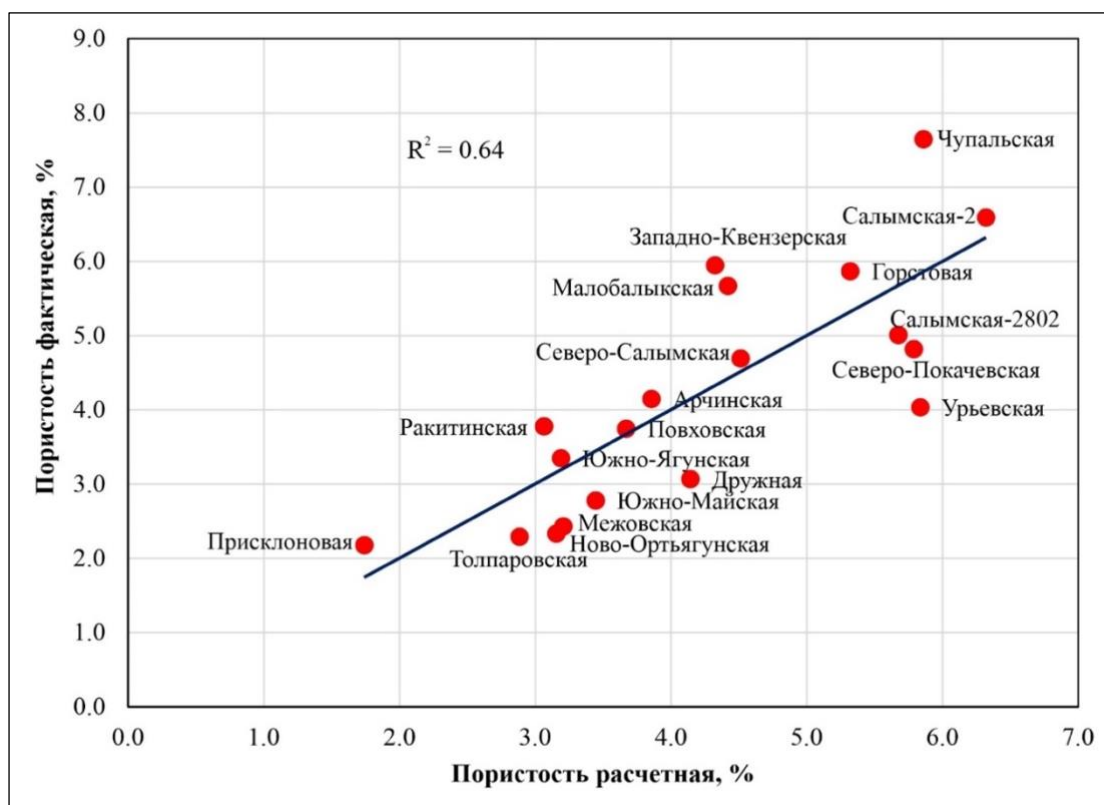


Рис. 3. График зависимости средней фактической пористости баженовской свиты от расчетной пористости

Вторым существенным параметром, влияющим на оценку величины ресурсов УВ,

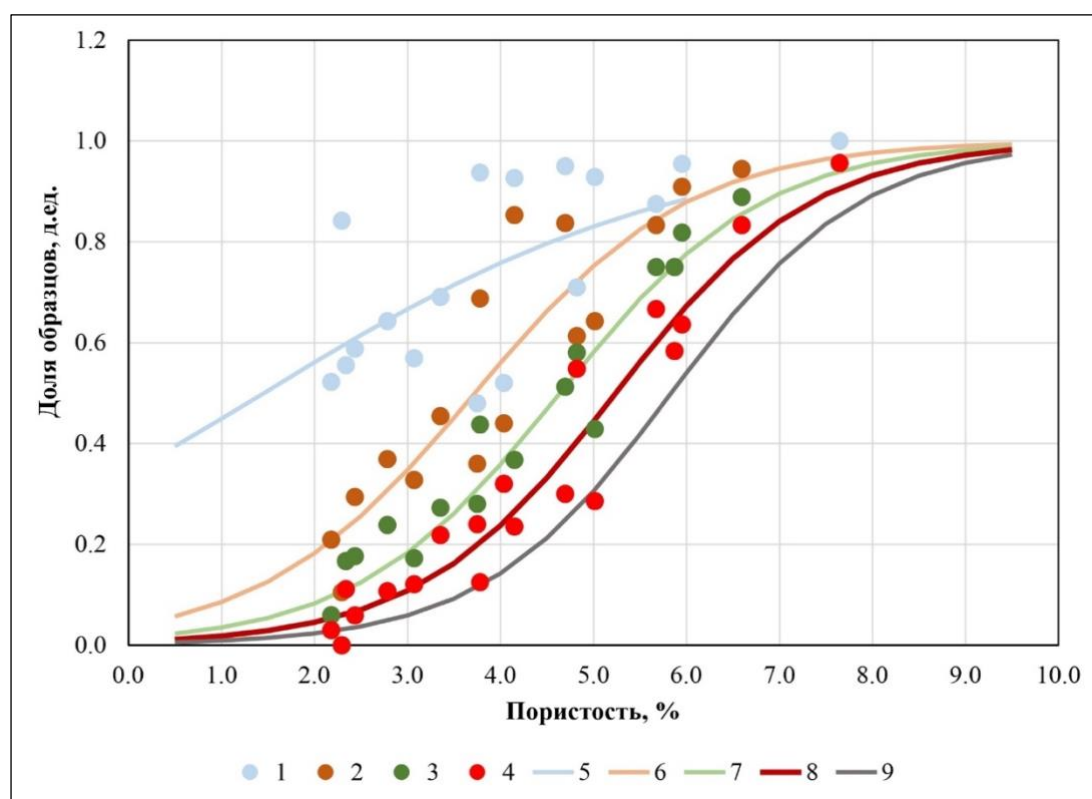


является выбор потенциально **насыщенной эффективной толщины** баженовской свиты. С учетом результатов работ [Конторович и др., 2018б; Бурштейн, Конторович, Костырева, 2021] и зависимости (2), полученной выше, к потенциально насыщенным, высокеемким толщинам в настоящей работе отнесены породы с открытой пористостью более 5%.

На рис. 4 представлены зависимости доли образцов с различной открытой пористостью от средней открытой пористости баженовской свиты в разрезах эталонных скважин. Эти характеристики могут рассматриваться как мера доли толщин с соответствующей пористостью от общей толщины баженовской свиты. Зависимость для доли толщин с открытой пористостью более 5% имеет следующий вид:

$$d = \frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{k_{п} - 5.2396}{1.0592}\right)}, \sigma = 0.076 \quad (3).$$

Здесь  $d$  - доля толщин с открытой пористостью более 5%,  $k_{п}$  – средняя открытая пористость,  $\sigma$  – остаточное стандартное отклонение.



**Рис. 4. Графики доли образцов с пористостью более фиксированного значения от средней открытой пористости баженовской свиты**

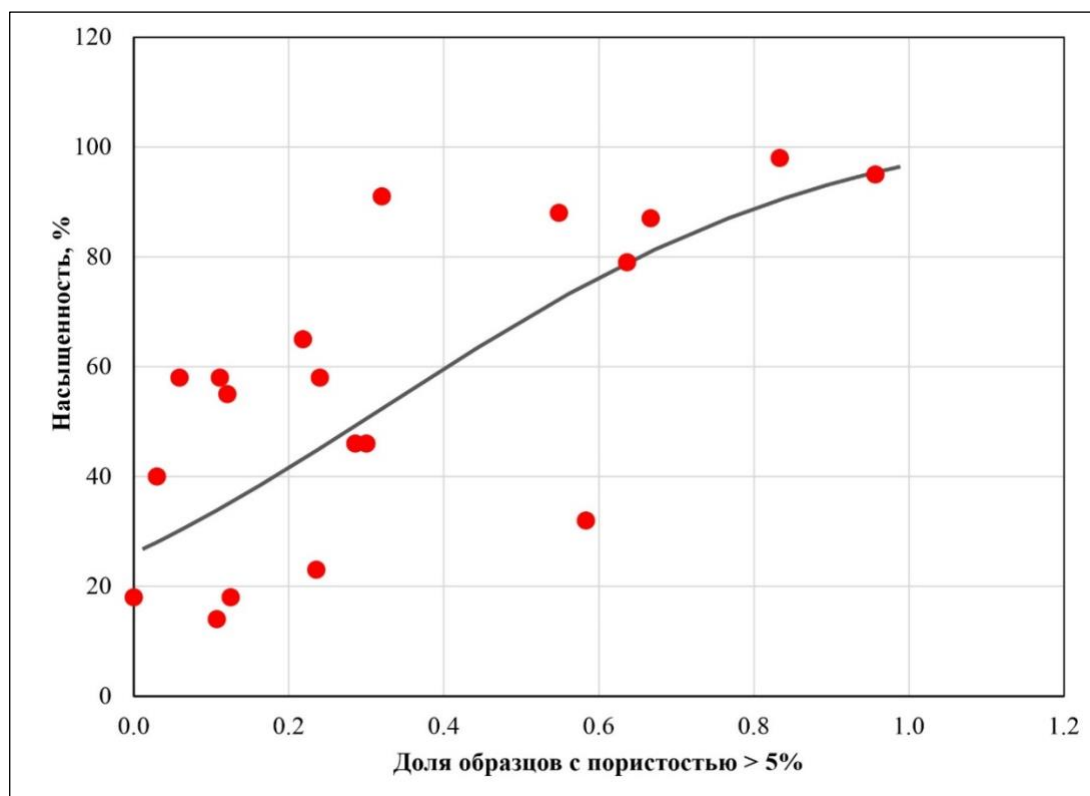
*Фактические значения средней пористости: 1 - >2%, 2 - >3%, 3 - >4%, 4 - >5%; интерполирующие кривые: 5 - >2%, 6 - >3%, 7 - >4%, 8 - >5%, 9 - >6%.*

Средняя открытая пористость для образцов с пористостью более 5% составляет 7,4%.

Как показано в работе [Конторович и др., 2018б], **насыщенность порового пространства** баженовской свиты имеет значительный разброс и существенно зависит от

типа ее разреза. Для разрезов Салымского типа образцы с предельно высокой (0,75-1,0) насыщенностью открытого порового пространства встречаются во всех интервалах значений открытой пористости и при пористости более 6% они резко преобладают. В разрезах Западно-Томского типа нефтенасыщенность более 0,5 имеют единичные образцы, а преобладают образцы с нефтенасыщенностью менее 0,3. В разрезах Усть-Тымского района нефтенасыщенность открытого порового пространства - меньше 0,3, за исключением единичных образцов.

Очевидно, такая дифференциация объясняется в том числе степенью зрелости керогена баженовской свиты и факторами, влияющими на миграцию из нее УВ флюидов. Косвенным подтверждением этого является зависимость средней насыщенности от доли образцов с относительно высокой пористостью (рис. 5) или от средней открытой пористости, которые (см. выше) в том числе зависят от преобразованности керогена баженовской свиты.



**Рис. 5. График зависимости средней насыщенности углеводородов флюидами порового пространства от доли толщин с открытой пористостью более 5%**

Представленная на рис. 5 зависимость хотя и носит скорее качественный характер, но за неимением альтернативы может быть использована при региональном и зональном прогнозах перспектив нефтегазоносности:

$$k_H = \frac{106.49}{1 + \exp\left(\frac{d - 0.3302}{0.2918}\right)}, \sigma = 21.6 \quad (4).$$

Здесь  $k_n$  - средняя насыщенность открытого порового пространства УВ флюидами,  $d$  - доля толщин с открытой пористостью более 5%,  $\sigma$  - остаточное стандартное отклонение.

Исходя из представленной зависимости (см. рис. 5) и результатов работы [Конторович и др., 2018б], собственно для эффективных толщин (открытая пористость >5%) средняя насыщенность должна иметь величину порядка 80-90%.

Полученные зависимости (2-4) позволяют получить оценку начальных геологических ресурсов УВ баженовской свиты (в том числе и вероятностную) регионального и зонального масштабов.

### **Результаты оценки начальных геологических ресурсов углеводородов баженовской свиты**

Для реализации предложенной методики оценки необходимы, в виде соответствующих численных моделей, карты следующих базовых характеристик, входящих в выражение (2) – глубина кровли баженовской свиты, современное содержание органического углерода, современный водородный индекс. Кроме того, необходима карта общих толщин и характеристики пластового флюида.

Карта глубины кровли баженовской свиты получена из карты рельефа юрского комплекса [Конторович и др., 2001] и цифровой карты рельефа дневной поверхности. Карта современных содержаний органического углерода принята по данным работы [Конторович и др., 2018а] с незначительными корректировками по доступной фактической информации (рис. 6).

Карта современных значений водородного индекса для керогенов баженовской свиты района исследований получена на основе карты коэффициента трансформации (рис. 7) и с учетом оценки его среднего начального значения ~520 мг УВ/г  $C_{орг}$  [Бурштейн, Конторович, Костырева, 2021]. Карта коэффициента трансформации керогена баженовской свиты построена на основе результатов бассейнового моделирования, выполненного сначала в виде серии одномерных моделей для 16 базовых скважин (см. рис. 1, Бочкаревская 2, Воробьевская 1, Восточная 8, Ивановская 1, Мало-Ичская 22, Межовская 11, Нижне-Омская 2, Новотроицкая 1, Орловская 2, Пограничная 2, Сергеевская 6, Тай-Дасская 4, Тайтымская 2, Тартасская 2, Туйская 2, Ургульская 2), с достаточно полным набором геолого-геохимической информации, а затем в виде трехмерной модели всей территории исследований. Детали этой части исследований будут представлены в виде отдельной публикации.

Карта общих толщин баженовской свиты принималась по данным работы [Рыжкова и др., 2018].

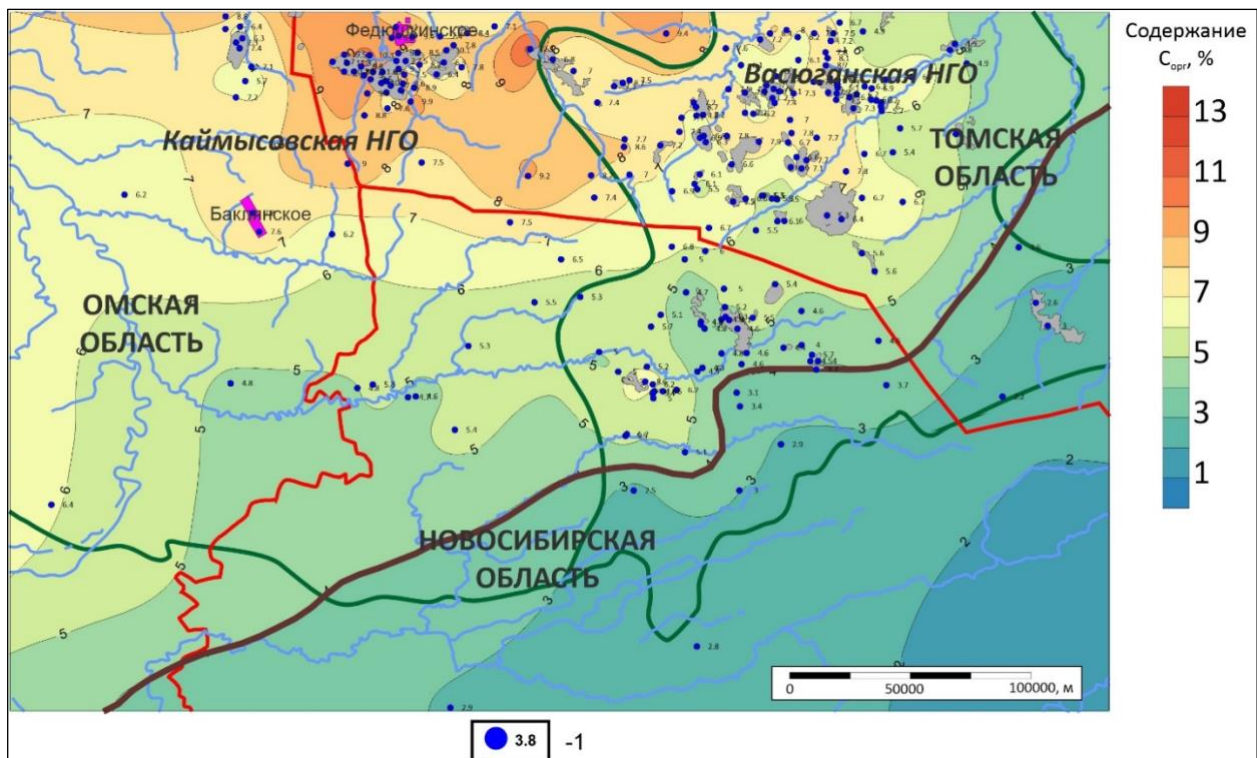


Рис. 6. Схематическая карта современных содержаний органического углерода (по [Конторович и др., 2018а], фрагмент, с изменениями)

*I* - скважины с определениями  $C_{орг}$ . Остальные усл. обозначения см. рис. 1.



Рис. 7. Схематическая карта коэффициента трансформации керогенов баженовской свиты

Усл. обозначения см. рис. 1.

На основе этих данных и выражений (2-4) построены карты средней открытой пористости баженовской свиты (рис. 8) и карта ее «эффективных» толщин (рис. 9).

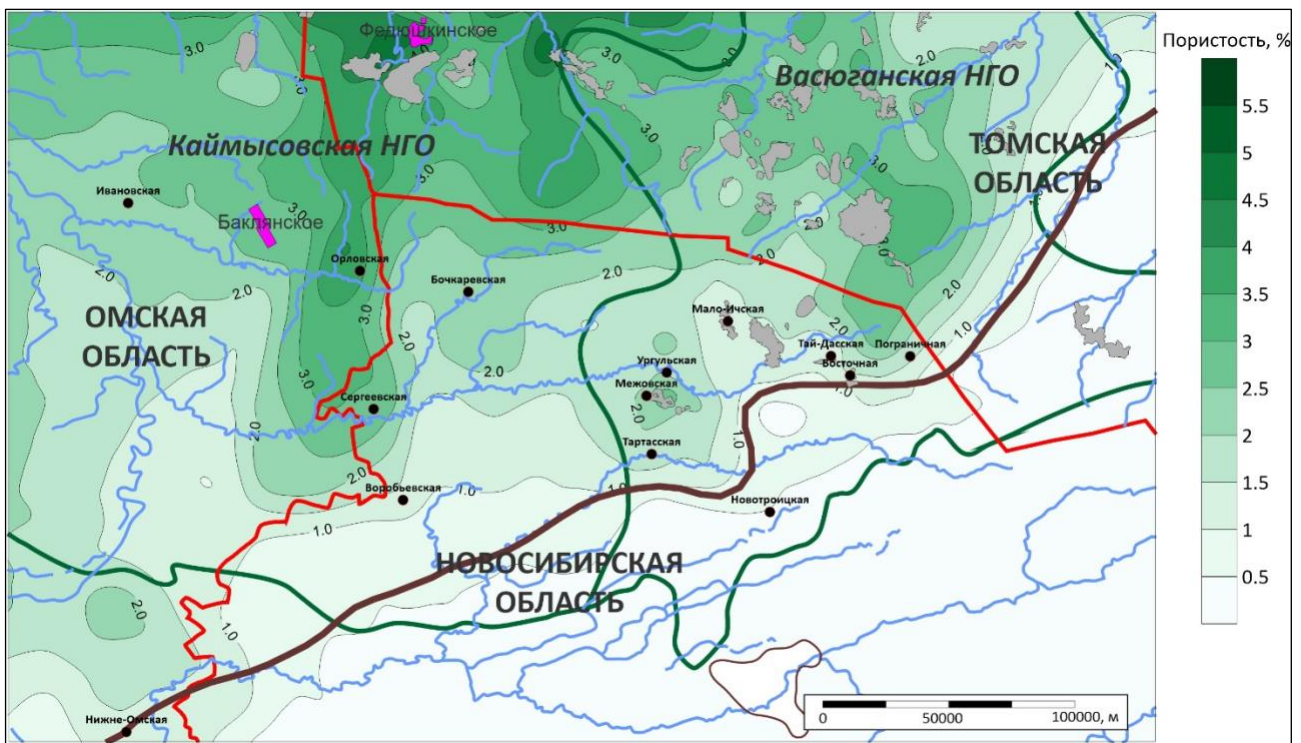


Рис. 8. Схематическая карта среднего коэффициента открытой пористости баженовской свиты  
Усл. обозначения см. рис. 1.

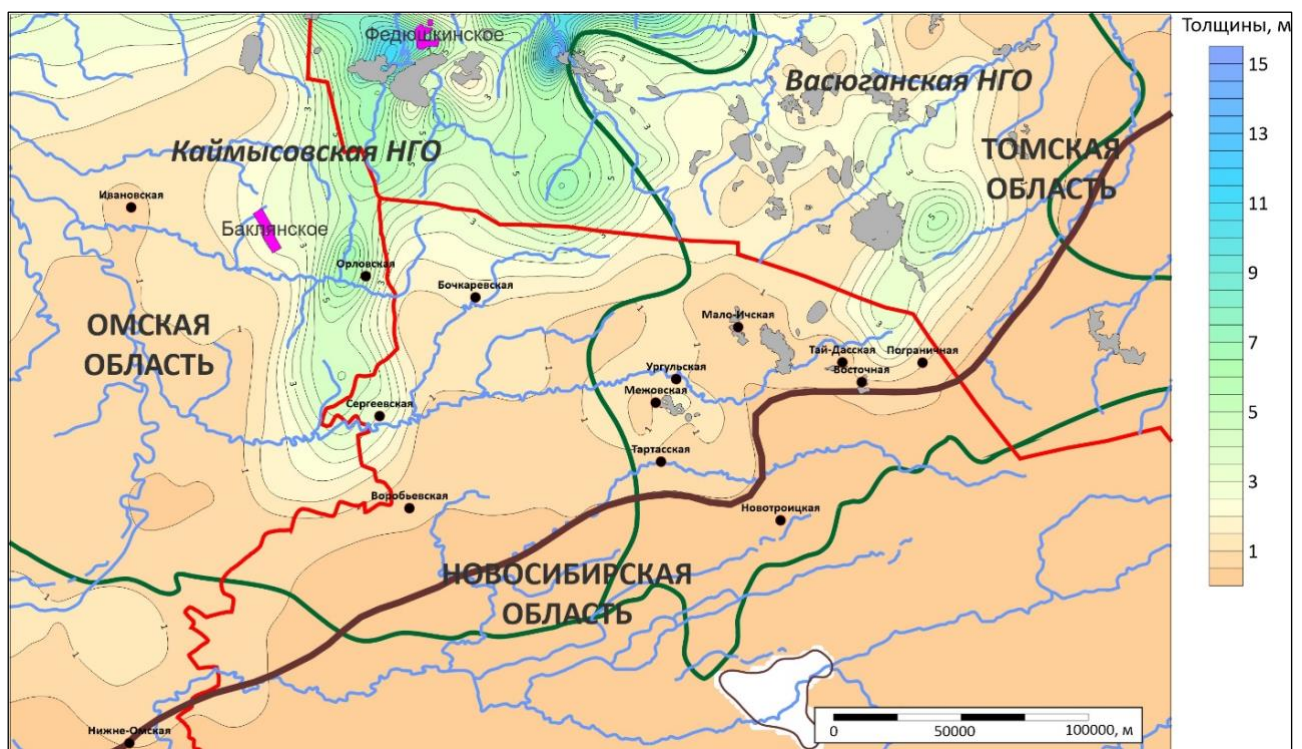
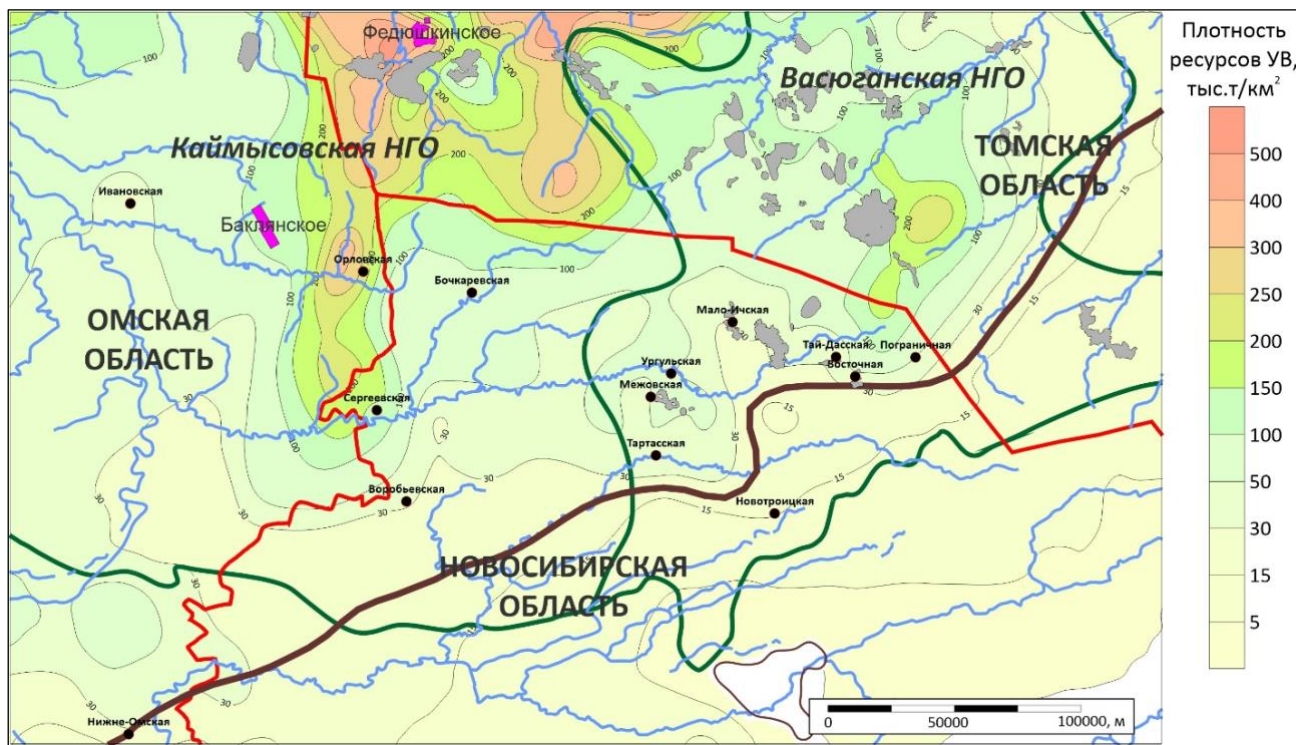


Рис. 9. Схематическая карта эффективных насыщенных толщин баженовской свиты  
Усл. обозначения см. рис. 1.

Принимая по данным государственного баланса, что плотность пластовых УВ флюидов в залежах баженовской свиты составляет около  $0,75 \text{ г/см}^3$  и с учетом сделанных выше выводов

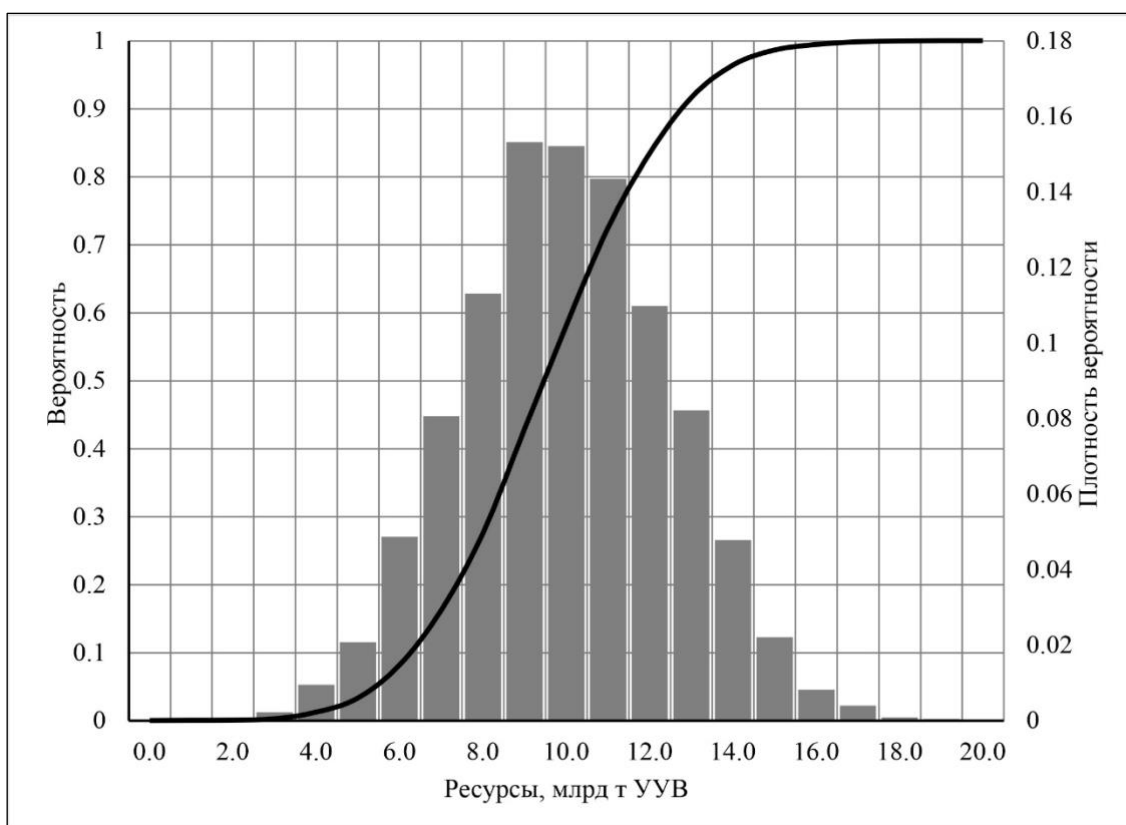
о средней открытой пористости «эффективных» прослоев баженовской свиты (7,4%) и ее насыщенности (85%), построена карта плотности геологических ресурсов баженовской свиты (рис. 10).



**Рис. 10.** Схематическая карта плотности геологических ресурсов баженовской свиты  
Усл. обозначения см. рис. 1.

В соответствии с полученной схемой плотностей начальные геологические ресурсы УВ баженовской свиты в пределах территории исследований в Новосибирской области составляют 1,2 млрд. т условных УВ (УУВ), в Омской области - 3,0 млрд. т УУВ, в Томской области - 5,6 млрд. т УУВ. Следует заметить, что оценки относятся к территориям с плотностью ресурсов более 25 тыс. т/км<sup>2</sup>.

Учитывая существующую значительную неопределенность в параметрах, влияющих на оценку величины ресурсов, естественно представить ее в вероятностном виде. Распределение геологических ресурсов УВ баженовской свиты на территории исследований (рис. 11) и для отдельных административных единиц в ее пределах получено методом Монте-Карло с учетом оценок стандартных отклонений подсчетных параметров, приведенных выше. С доверительной вероятностью 0,95 ресурсы УВ баженовской свиты территории исследований превосходят 5,44 млрд. т УУВ. С той же доверительной вероятностью ресурсы баженовской свиты Новосибирской, Омской и Томской областей в пределах территории исследований превышают 0,59, 1,61 и 2,78 млрд. т УУВ, соответственно.



**Рис. 11. Диаграмма распределения оценки геологических ресурсов баженовской свиты территории исследования**

### **Выводы**

Установленные эмпирические количественные зависимости (2-4) открытой пористости и других подсчетных параметров баженовской свиты от ее геолого-геохимических характеристик относятся к средним значениям и характеризуются достаточно сильным разбросом. Кроме того, они не учитывают ряд существенных параметров, несомненно влияющих на открытую пористость и насыщенность – степень изолированности баженовской системы и ее литологический состав. На качественном уровне это влияние не вызывает сомнения. Включение соответствующих параметров в количественные модели очевидно требует дополнительных исследований.

Тем не менее полученные количественные модели подтверждают предложенную концептуальную модель формирования порового пространства пород баженовской и могут быть использованы при региональном и зональном прогнозе перспектив нефтегазоносности и количественной оценке ресурсов УВ в баженовской свите.

Количественная оценка территории исследований хорошо согласуется с ранее выполненной региональной оценкой ресурсов УВ баженовской свиты [Конторович и др., 2019] и качественной оценкой перспектив нефтегазоносности юго-восточных районов Западно-Сибирского бассейна [Рыжкова, Пономарева, Замирайлова, 2020].

*Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках Проекта №19-45-54005 р\_а «Разработка фундаментальных основ поисков и подсчета трудноизвлекаемых запасов нефти баженовской свиты Западной Сибири, включая оценку ресурсов Новосибирской области».*

### Литература

*Буриштейн 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.* Нефтегазопроизводящий потенциал баженовской свиты и ее аналогов (центральные и южные районы Западно-Сибирского бассейна) // Глубокие горизонты науки и недр: материалы 4-ой международной научно-практической конференции (г. Тюмень, 23-27 марта 2015 г.). - 2015. - С. ВМ02

*Буриштейн Л.М., Конторович А.Э., Костырева Е.А.* Модель пористости пород баженовской свиты // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология: материалы XVII международной конференции (г. Новосибирск, 17-21 мая 2021 г.). - Новосибирск: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики имени А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, 2021. - 15 с.

*Гафурова Д.Р., Корост Д.В., Козлова Е.В., Калмыков А.Г., Калмыков Г.А.* Изменение пустотного пространства различных литотипов керогенонасыщенных пород доманиковой формации при разных скоростях нагрева // Георесурсы. - 2017. - Т. 19. - № 3. - Ч. 2. - С. 255-263.

Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э. Конторович, И.И. Нестеров, Ф.К. Салманов, В.С. Сурков, А.А. Трофимук, Ю.Г. Эрвье. - М.: Недра, 1975. - 680 с.

*Гилязетдинова, Д.Р., Корост Д.В.* Трансформация пустотного пространства при моделировании генерации углеводородных флюидов на примере доманикового горизонта Южно-Татарского свода // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. - 2015. - №5. - С. 78-85.

*Гурари Ф.Г.* О залежах углеводородов в глинистых толщах // Нефтегазоносность Сибири и Дальнего Востока. - Новосибирск: Наука, 1981. - С. 105-116.

*Гурари Ф.Г.* О поисках нефти и газа в мезозое Западно-Сибирской низменности // Труды СНИИГГИМС. - 1961. - Вып.17. - С. 15-31.

*Гурари Ф.Г.* Об условиях накопления и нефтеносности баженовской свиты Западной Сибири // Труды СНИИГГИМС. - 1979. - Вып. 271. - С. 153-160.

*Гурари Ф.Г., Гурари И.Ф.* Формирование залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири // Геология нефти и газа. - 1974. - № 5. - С. 36-40.

*Добрынин В.М., Мартынов В.Г.* Модель и основные параметры пластового резервуара баженовской свиты Салымского месторождения // Нефтеносность баженовской свиты Западной Сибири: Труды ИГиРГИ. - 1980. - С. 26-47.

*Елисеев В.Г., Нестеров И.И.* Перспективы нефтеносности глинистых отложений баженовской свиты // Труды ЗапСибНИГНИ. - 1978. - Вып. 130. - С. 155-157.

*Зарипов О.Г., Сонич В.П., Зубков М.Ю.* Региональная перспективность отложений баженовской свиты Западной Сибири // Исследования в области геологии и разработки нефтяных месторождений Западной Сибири: Труды СибНИИМП. - 1982. - С. 132-144.



*Зубков М.Ю.* Критерии оценки региональных перспектив нефтеносности баженовской свиты // Нефтяное хозяйство. - 1989. - № 5. - С. 26-30.

*Зубков М.Ю.* Литолого-петрофизическая характеристика отложений баженовской и абалакской свит центральной части Красноленинского свода (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. - 1999. - Т. 40. - № 12. - С. 1821-1836.

*Зубков М.Ю.* Процессы нефтегенерации и формирование пустотного пространства за счет керогена баженовской свиты // Горные ведомости. - 2015. - № 8 (135). - С. 22-38.

*Зубков М.Ю., Ершов В.А., Прямоусова И.А., Шакирова А.Х.* Генерация битумоидов и формирование емкостного пространства в отложениях баженовской свиты // Научно-технический прогресс при поисках и освоении нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири: Труды ЗапСибНИГНИ. - 1984. - Вып. 63. - С. 16-21.

*Зубков М.Ю., Пормейстер Я.А., Бондаренко П.М.* Прогноз трещинных коллекторов в отложениях баженовской и абалакской свит на основе результатов тектонофизического моделирования // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО: материалы пятой научно-практической конференции (г. Ханты-Мансийск, 2002 г.). - 2002. - Т. 1. - С. 244-253.

*Конторович А.Э., Буриштейн Л.М., Казаненков В.А., Конторович В.А., Костырева Е.А., Пономарева Е.В., Рыжкова С.В., Ян П.А.* Баженовская свита - главный источник ресурсов нетрадиционной нефти в России // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. - 2014. - № 2 (10). - С. 1-8.

*Конторович А.Э., Буриштейн Л.М., Лившиц В.Р.* Теория нефтидогенеза: количественная модель эволюции аквагенного органического вещества в катагенезе // Геология и геофизика. - 2021. - Т. 62. - № 8. - С. 1026-1047.

*Конторович А.Э., Буриштейн Л.М., Лившиц В.Р., Рыжкова С.В.* Главные направления развития нефтяного комплекса России в первой половине XXI века // Вестник Российской академии наук. - 2019. - Т. 89. - № 11. - С. 1095-1104.

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

*Конторович А.Э., Родякин С.В., Буриштейн Л.М., Костырева Е.А., Рыжкова С.В., Ян П.А.* Пористость и нефтенасыщенность пород баженовской свиты // Геология нефти и газа. - 2018б. - № 5. - С. 61-73.

*Конторович В.А., Беляев С. Ю., Конторович А.Э., Красавчиков В.О., Конторович А.А., Супруненко О.И.* Тектоническое строение и история развития Западно-Сибирской геосинеклизы в мезозое и кайнозое // Геология и геофизика. - 2001. - Т. 42. - № 11-12. - С. 1832-1845.

*Коньшева Р.А., Сахибгареев Р.С.* О природе емкости в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири // ДАН СССР. - 1976. - Т. 228. - № 5. - С. 1197-1199.

*Корост Д.В., Надежкин Д.В., Ахманов Г.Г.* Изучение пустотного пространства нефтематеринской породы при генерации углеводородов // Вестник Московского Университета. Серия Геология. - 2012. - № 4. - С. 32-37.

*Медведский Р.И., Светлов К.В.* Строение залежей нефти баженовской свиты по данным промыслово-геологических исследований скважин // Строение и нефтеносность баженовских Западной Сибири: Труды ЗапСибНИГНИ. - 1985. - С. 107-110.

Модель нефтенасыщенности порового пространства баженовской свиты Западной

Сибири и ее использование для оценки ресурсного потенциала / Г.А. Калмыков, Н.С. Балущкина. - М.: ГЕОС, 2017. - 247 с.

*Нестеров И.И.* Новый тип коллектора нефти и газа // Геология нефти и газа. - 1979. - №10. - С. 26-29.

*Нестеров И.И.* Проблемы нефтегазоносности глинистых, глинисто-кремнистых и карбонатных битуминозных пород осадочных чехлов бассейнов земной коры // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 2004. - № 1. - С. 78-89.

Нефтегазоносность глинистых пород Западной Сибири / И.И. Нестеров, И.Н. Ушатинский, А.Я. Малыхин, Б.П. Ставицкий, Б.Н. Пьянков. - М.: Недра, 1987. - 256 с.

*Новиков Г.Р., Салманов Ф.К., Тяп А.В.* Перспективы открытия крупных залежей нефти в трещиноватых аргиллитах баженовской свиты // Нефть и газ Тюмени. - 1970. - №7.- С. 1-3.

Палеобиофафии нефтегазоносных волжских и неокомских отложений Западно-Сибирской плиты / Ред. А.В. Гольберт, А.Э. Конторович. - М.: Недра, 1978. - 87 с. (Труды СНИИГГиМС; вып. 248).

Подсчет запасов нефти, газа, конденсата и содержащихся в них компонентов / Под ред. В.В. Стасенкова, И.С. Гутмана. - М.: Недра, 1989. - 269 с.

Проблемы в обосновании численных моделей разработки баженовской свиты с закачкой в пласт воздуха / В.А. Юдин. - М.: ФНЦ НИИСИ РАН, 2018. - В 2 т. - 432 с.

*Рыжкова С.В., Буриштейн 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.* Баженовский горизонт Западной Сибири: строение, корреляция и толщины // Геология и геофизика. - 2018. - Т. 59. - № 7. - С. 1053-1074.

*Рыжкова С.В., Пономарева Е.В., Замирайлова А.Г.* Строение баженовского резервуара и прогноз нефтеносности горизонта Ю<sub>0</sub> баженовской свиты в юго-восточных районах Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2020. - Т.15. - №4. - [http://www.ngtp.ru/rub/2020/38\\_2020.html](http://www.ngtp.ru/rub/2020/38_2020.html). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/38\\_2020](https://doi.org/10.17353/2070-5379/38_2020)

**Burshteyn L.M., Kontorovich A.E.**

Federal State Budgetary Scientific Institution Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia, [levi@ipgg.sbras.ru](mailto:levi@ipgg.sbras.ru), [KontorovichAE@ipgg.sbras.ru](mailto:KontorovichAE@ipgg.sbras.ru)

**Ryzhkova S.V.**

Federal State Budgetary Scientific Institution Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS); Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia, [RizhkovaSV@ipgg.sbras.ru](mailto:RizhkovaSV@ipgg.sbras.ru)

**Kostyreva E.A., Ponomareva E.V.**

Federal State Budgetary Scientific Institution Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia, [KostyrevaEA@ipgg.sbras.ru](mailto:KostyrevaEA@ipgg.sbras.ru), [PonomarevaEV@ipgg.sbras.ru](mailto:PonomarevaEV@ipgg.sbras.ru)

**Safronov P.I.**

Federal State Budgetary Scientific Institution Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS); Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia, [SafronovPI@ipgg.sbras.ru](mailto:SafronovPI@ipgg.sbras.ru)

**Sotnich I.S.**

Federal State Budgetary Scientific Institution Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia, [SotnichIS@ipgg.sbras.ru](mailto:SotnichIS@ipgg.sbras.ru)

## METHODOLOGY OF QUANTITATIVE EVALUATION OF THE BAZHENOV FORMATION HYDROCARBON RESOURCES

*Conceptual models are formulated and quantitative predictive functions of reservoir porosity, fluid saturation, effective thickness rate of the Bazhenov Formation and its geological and geochemical characteristics are obtained. These parameters were used to predict oil and gas potential and quantitative assessment of oil resources in the Bazhenov Formation in the southeastern regions of the Western Siberian Basin.*

**Keywords:** *hydrocarbon resources, Bazhenov Formation, effective thickness, reservoir porosity, fluid saturation, Western Siberian Basin.*

### References

Burshteyn L.M., Kazanenkov V.A., Kireeva A.A., Kontorovich V.A., Kostyreva E.A., Melenevskiy V.N., Ponomareva E.V., Safronov P.I., Fomin A.N. *Neftegazoproizvodnyashchy potentsial bazhenovskoy svity i ee analogov (tsestral'nye i yuzhnye rayony Zapadno-Sibirskogo basseyna)* [Oil and gas producing potential of the Bazhenov Formation and its analogues (central and southern regions of the West Siberian basin)]. Glubokie gorizonty nauki i nedr: materialy 4 mezhdun. nauchno-prakticheskoy konferentsii (Tyumen', 23-27 March 2015). 2015, pp. BM02

Burshteyn L.M., Kontorovich A.E., Kostyreva E.A. *Model' poristosti porod bazhenovskoy svity* [Model of porosity of rocks of the Bazhenov Formation]. Interekspo GEO-Sibir'. Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh. Ekonomika. Geoekologiya: materialy XVII mezhdunarodnoy konferentsii (Novosibirsk, 17-21 May 2021). Novosibirsk: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie nauki Institut neftegazovoy geologii i geofiziki imeni A.A. Trofimuka Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk, 2021, 15 p.

Dobrynin V.M., Martynov V.G. *Model' i osnovnye parametry plastovogo rezervuara bazhenovskoy svity Salym'skogo mestorozhdeniya* [Model and main reservoir parameters of the Bazhenov Formation of the Salym field]. Neftenosnost' bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri: Trudy IGIRGI, 1980, pp. 26-47.

Eliseev V.G., Nesterov I.I. *Perspektivy neftenosnosti glinistyykh otlozheniy bazhenovskoy svity* [Prospects of oil-bearing clay sections of the Bazhenov Formation]. Trudy ZapSibNIGNI, 1978,

issue 130, pp. 155-157.

Gafurova D.R., Korost D.V., Kozlova E.V., Kalmykov A.G., Kalmykov G.A. *Izmenenie pustotnogo prostranstva razlichnykh litotipov kerogenonasyshchennykh porod domanikovoy formatsii pri raznykh skorostyakh nagreva* [Void space changing of different lithotypes of kerogen-saturated rocks of the Domanic Formation at different heating rates]. *Georesursy*, 2017, vol. 19, no. 3, part 2, pp. 255-263.

*Geologiya nefti i gaza Zapadnoy Sibiri* [Geology of oil and gas of Western Siberia]. A.E. Kontorovich, I.I. Nesterov, F.K. Salmanov, V.S. Surkov, A.A. Trofimuk, Yu.G. Erv'e. Moscow: Nedra, 1975, 680 p.

Gilyazetdinova, D.R., Korost D.V. *Transformatsiya pustotnogo prostranstva pri modelirovanii generatsii uglevodorodnykh flyuidov na primere domanikovogo gorizonta Yuzhno-Tatarskogo svoda* [Transformation of void space in modeling the generation of hydrocarbon fluids on the example of the Domanic level of the South Tatar Arch]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4: Geologiya*, 2015, no. 5, pp. 78-85.

Gurari F.G. *O poiskakh nefti i gaza v mezozoe Zapadno-Sibirskoy nizmennosti* [On the search for oil and gas in the Mesozoic of the West Siberian lowland]. *Trudy SNIIGGIMS*, 1961, issue 17, pp. 15-31.

Gurari F.G. *O zalezhakh uglevodorodov v glinistyykh tolshchakh* [On hydrocarbon accumulations in clay strata]. *Neftegazonosnost' Sibiri i Dal'nego Vostoka*. Novosibirsk: Nauka, 1981, pp. 105-116.

Gurari F.G. *Ob usloviyakh nakopleniya i neftenosnosti bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri* [On the conditions of accumulation and oil-bearing capacity of the Bazhenov Formation of Western Siberia]. *Trudy SNIIGGIMS*, 1979, issue 271, pp. 153-160.

Gurari F.G., Gurari I.F. *Formirovanie zalezhey nefti v argillitakh bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri* [Formation of oil accumulations in the Bazhenov Formation mudstones]. *Geologiya nefti i gaza*, 1974, no. 5, pp. 36-40.

Kontorovich A.E., Burshteyn L.M., Kazanenkov V.A., Kontorovich V.A., Kostyreva E.A., Ponomareva E.V., Ryzhkova S.V., Yan P.A. *Bazhenovskaya svita - glavnyy istochnik resursov netraditsionnoy nefti v Rossii* [Bazhenov Formation - the main source of unconventional oil resources in Russia]. *Georesursy, geoenergetika, geopolitika*, 2014, no. 2 (10), pp. 1-8.

Kontorovich A.E., Burshteyn L.M., Livshits V.R. *Teoriya naftidogeneza: kolichestvennaya model' evolyutsii akvagennogo organicheskogo veshchestva v katageneze* [The theory of naphthidogenesis: a quantitative model of the evolution of aquagenic organic matter in catagenesis]. *Geologiya i geofizika*, 2021, vol. 62, no. 8, pp. 1026-1047.

Kontorovich A.E., Burshteyn L.M., Livshits V.R., Ryzhkova S.V. *Glavnye napravleniya razvitiya neftyanogo kompleksa Rossii v pervoy polovine XXI veka* [Main directions of development of the oil bearing areas of Russia in the first half of the twenty-first century]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*, 2019b, vol. 89, no. 11, pp. 1095-1104.

Kontorovich A.E., Ponomareva E.V., Burshteyn L.M., Glinskikh V.N., Kim N.S., Kostyreva E.A., Pavlova M.A., Rodchenko A.P., Yan P.A. *Raspreделение organicheskogo veshchestva v porodakh bazhenovskogo gorizonta (Zapadnaya Sibir')* [Distribution of organic matter in the Bazhenov Formation (Western Siberia)]. *Geologiya i geofizika*, 2018a, vol. 59, no. 3, pp. 357-371.

Kontorovich A.E., Rodyakin S.V., Burshteyn L.M., Kostyreva E.A., Ryzhkova S.V., Yan P.A. *Poristost' i neftenasyshchennost' porod bazhenovskoy svity* [Porosity and oil saturation of the Bazhenov Formation]. *Geologiya nefti i gaza*, 2018b, no. 5, pp. 61-73.

Kontorovich V.A., Belyaev S. Yu., Kontorovich A.E., Krasavchikov V.O., Kontorovich A.A., Suprunenko O.I. *Tektonicheskoe stroenie i istoriya razvitiya Zapadno-Sibirskoy geosineklizy v mezozoe i kaynozoe* [Tectonic structure and history of evolution of the Western Siberian geosyncline in Mesozoic and Cenozoic]. *Geologiya i geofizika*, 2001, vol. 42, no.11-12, pp. 1832-1845.

Konysheva R.A., Sakhigareev R.S. *O prirode emkosti v argillitakh bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri* [On the reservoir nature in the Bazhenov Formation mudstones of Western Siberia].

DAN SSSR, 1976, vol. 228, no. 5, pp. 1197-1199.

Korost D.V., Nadezhkin D.V., Akhmanov G.G. *Izuchenie pustotnogo prostranstva neftematerinskoj porody pri generatsii uglevodorodov* [Study of the void space of oil-oil rock in the generation of hydrocarbons]. Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya Geologiya, 2012, no. 4, pp. 32-37.

Medvedskiy R.I., Svetlov K.V. *Stroenie zalezhey nefti bazhenovskoy svity po dannym promyslovo-geologicheskikh issledovaniy skvazhin* [The structure of oil accumulations of the Bazhenov Formation according to field and geological studies of wells]. Stroenie i neftenosnost' bazhenitov Zapadnoy Sibiri: Trudy ZapSibNIGNI, 1985, pp. 107-110.

*Model' neftenasishchennosti porovogo prostranstva bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri i ee ispol'zovanie dlya otsenki resursnogo potentsiala* [Model of oil saturation of the pore space of the Bazhenov Formation of Western Siberia and its use to assess the resource potential]. G.A. Kalmykov, N.S. Balushkina. Moscow: GEOS, 2017, 247 p.

*Neftegazonosnost' glinistyykh porod Zapadnoy Sibiri* [Oil and gas content of clay rocks of Western Siberia]. I.I. Nesterov, I.N. Ushatinskiy, A.Ya. Malykhin, B.P. Stavitskiy, B.N. P'yankov. Moscow: Nedra, 1987, 256 p.

Nesterov I.I. *Novyy tip kollektora nefti i gaza* [A new type of oil and gas reservoir]. Geologiya nefti i gaza, 1979, no.10, pp. 26-29.

Nesterov I.I. *Problemy neftegazonosnosti glinistyykh, glinisto-kremnistyykh i karbonatnykh bituminoznykh porod osadochnyykh chekhlov basseynov zemnoy kory* [Problems of oil and gas content of clay, clay-siliceous and carbonate bituminous rocks of sedimentary covers of crustal basins]. Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy, 2004, no. 1, pp. 78-89.

Novikov G.R., Salmanov F.K., Tyan A.B. *Perspektivy otkrytiya krupnykh zalezhey nefti v treshchinovatykh argillitakh bazhenovskoy svity* [Prospects for the discovery of large oil accumulations in the fractured mudstones of the Bazhenov Formation]. Neft' i gaz Tyumeni, 1970, no. 7, pp. 1-3.

*Paleobiofatsii neftegazonosnykh volzhskikh i neokomskikh otlozheniy Zapadno-Sibirskoy plity* [Paleobiofacies of oil and gas bearing Volgian and Neocomian strata of the Western Siberian plate]. Editors A.V. Gol'bert, A.E. Kontorovich. Moscow: Nedra, 1978, issue 248, 87 p. (Trudy SNIIGGiMS).

*Podschet zapasov nefti, gaza, kondensata i sodержashchikhsya v nikh komponentov* [Calculation of oil, gas, condensate reserves and their components]. Editors V.V. Stasenkova, I.S. Gutmana. Moscow: Nedra, 1989, 269 p.

*Problemy v obosnovanii chislennykh modeley razrabotki bazhenovskoy svity s zakachkoy v plast vozdukha* [Problems in substantiating numerical models for the development of the Bazhenov Formation with air pumping into the reservoir]. V.A. Yudin. Moscow: FNTs NIISI RAN, 2018, 2 t, 432 p.

Ryzhkova S.V., Burshteyn L.M., Ershov S.V., Kazanenkov V.A., Kontorovich A.E., Kontorovich V.A., Nekhaev A.Yu., Nikitenko B.L., Fomin M.A., Shurygin B.N., Beyzel' A.L., Borisov E.V., Zolotova O.V., Kalinina L.M., Ponomareva E.V. *Bazhenovskiy gorizont Zapadnoy Sibiri: stroenie, korrelyatsiya i tolshchiny* [The Bazhenov Formation of Western Siberia: structure, correlation, and thickness]. Geologiya i geofizika, 2018, vol. 59, no. 7, pp. 1053-1074. DOI: <https://doi.org/10.15372/GiG20180709>

Ryzhkova S.V., Ponomareva E.V., Zamiraylova A.G. *Stroenie bazhenovskogo rezervuara i prognoz neftenosnosti gorizonta Yu0 bazhenovskoy svity v yugo-vostochnyykh rayonakh Zapadnoy Sibiri* [Structure of the bazhenov reservoir and forecast of oil content of the Yu<sub>0</sub> productive level of the Bazhenov Formation in the south-eastern regions of Western Siberia]. Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika, 2020, vol. 15, no. 4, available at: [http://www.ngtp.ru/rub/2020/38\\_2020.html](http://www.ngtp.ru/rub/2020/38_2020.html). DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/38\\_2020](https://doi.org/10.17353/2070-5379/38_2020)

Zaripov O.G., Sonich V.P., Zubkov M.Yu. *Regional'naya perspektivnost' otlozheniy bazhenovskoy svity Zapadnoy Sibiri* [Regional prospects of the Bazhenov Formation of Western Siberia]. Issledovaniya v oblasti geologii i razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy Zapadnoy Sibiri:

Trudy SibNIINP, 1982, pp. 132-144.

Zubkov M.Yu. *Kriterii otsenki regional'nykh perspektiv neftenosnosti bazhenovskoy svity* [Criteria for assessing the regional prospects of oil-bearing capacity of the Bazhenov Formation]. Neftyanoe khozyaystvo, 1989, no. 5, pp. 26-30.

Zubkov M.Yu. *Litologo-petrofizicheskaya kharakteristika otlozheniy bazhenovskoy i abalakskoy svit tsentral'noy chasti Krasnoleninskogo svoda (Zapadnaya Sibir')* [Litho-petrophysical characteristics of the sections of the Bazhenov and Abalak Formations of the central part of the Krasnoleninsky arch (Western Siberia)]. Geologiya i geofizika, 1999, vol. 40, no.12, pp. 1821-1836.

Zubkov M.Yu. *Protsessy neftegeneratsii i formirovanie pustotnogo prostranstva za schet kerogena bazhenovskoy svity* [Processes of oil generation and formation of void space due to kerogen of the Bazhenov Formation]. Gornye vedomosti, 2015, no.8 (135), pp. 22-38.

Zubkov M.Yu., Ershov V.A., Pryamonosova I.A., Shakirova A.Kh. *Generatsiya bitumoidov i formirovanie emkostnogo prostranstva v otlozheniyakh bazhenovskots svity* [Generation of bitumoids and formation of capacitive space in the strata of the Bazhenov Formation]. Nauchno-tekhnicheskii progress pri poiskakh i osvoenii neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy Zapadnoy Sibiri: Trudy ZapSibNIGNI, 1984, issue 63, pp. 16-21.

Zubkov M.Yu., Pormeyster Ya.A., Bondarenko P.M. *Prognoz treshchinnykh kollektorov v otlozheniyakh bazhenovskoy i abalakskoy svit na osnove rezul'tatov tektonofizicheskogo modelirovaniya* [Forecast of fractured reservoirs in the sections of the Bazhenov and Abalak Formations based on the results of tectonophysical modeling]. Puti realizatsii neftegazovogo potentsiala KhMAO: materialy pyatoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Khanty-Mansiysk, 2002). 2002, vol. 1, pp. 244-253.

© Бурштейн Л.М., Конторович А.Э., Рыжкова С.В., Костырева Е.А.,  
Пономарева Е.В., Сафронов П.И., Сотнич И.С., 2021

