

ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА

УДК 553.98(571.1)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
В ПОРОДАХ БАЖЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА (*Западная Сибирь*)

А.Э. Конторович^{1,2}, Е.В. Пономарева¹, Л.М. Бурштейн^{1,2}, В.Н. Глинских^{1,2}, Н.С. Ким¹,
Е.А. Костырева¹, М.А. Павлова¹, А.П. Родченко¹, П.А. Ян¹

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Котлякова, 3, Россия

²Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

Изучено распределение органического углерода в породах баженовского горизонта — уникального объекта преимущественно биогенной седиментации в Западно-Сибирском осадочном бассейне. Для определения концентраций органического углерода в породах использованы результаты анализов керн и расчеты по зависимостям керн—ГИС по данным радиоактивного и электрического каротажа. Использовано 4094 анализа керн и 48500 замеров по данным ГИС. Для баженовской и тутлеймской (нижняя подсвита) свит оба подхода дали одинаковый результат — среднее содержание органического углерода в породах 7.7%. Построена детальная карта концентраций органического углерода в осадочных породах бассейна. Показано, что от периферии волжского осадочного бассейна Западной Сибири к его центральной относительно глубоководной части средняя концентрация органического углерода в породах возрастает от 2—4% по периферии бассейна до 10—12% в его центральной части. В распределении $C_{\text{орг}}$ в бассейне имеет место асимметрия. Область максимальных концентраций $C_{\text{орг}}$ занимает юго-западную часть внутренней области осадочного бассейна. В этой области мощность слоев, в которых концентрация $C_{\text{орг}}$ превышает 10%, составляет от 5 до 12—15 м. В разрезах максимальные концентрации органического углерода сосредоточены в их центральных и верхних частях. Установлено, что более всего обогащены органическим веществом силициты и обогащенные биогенным по природе кремнеземом микститы.

Баженовский горизонт, органическое вещество, Западная Сибирь.

DISTRIBUTION OF ORGANIC MATTER IN ROCKS OF THE BAZHENOV HORIZON
(*West Siberia*)

A.E. Kontorovich, E.V. Ponomareva, L.M. Burshtein, V.N. Glinskikh, N.S. Kim,
E.A. Kostyreva, M.A. Pavlova, A.P. Rodchenko, and P.A. Yan

We studied the distribution of organic carbon in rocks of the Bazhenov Horizon, a unique object of predominantly biogenic sedimentation in the West Siberian sedimentary basin. The contents of organic carbon in the rocks were determined using the data from 4094 core analyses and core-log relationships derived from 48,500 radioactive- and electrical-log measurements. For the Bazhenov and Tutleima Formations, both approaches gave the same results. The average content of organic carbon in the rocks is 7.7%. These data were used to compile a detailed map of the distribution of organic-carbon contents in sedimentary rocks of the basin. It was shown that the average organic-carbon content in the rocks increases from 2–4% on the periphery of the basin to 10–12% in its central, deepest part. The distribution of C_{org} values in the basin is highly asymmetric. The highest C_{org} values are observed in the southwestern part of the basin interior, where beds with >10% C_{org} range in thickness from 5 to 12–15 m. In sections, the highest C_{org} values are observed in their middle and upper parts, composed predominantly of silicites and mixtites enriched in biogenic silica.

Bazhenov Horizon, organic matter, West Siberia

Сообщения о том, что в разрезах мезозоя Западно-Сибирского осадочного бассейна более всего обогащены органическим углеродом отложения верхней юры появились в 1958—1959 гг. [Сверчков, 1958; Черников, Запывалов, 1958; Никонов, 1959; Гурари, 1959]. Эти отложения были одним из объектов, на примере которых в СССР начали изучение закономерностей распределения органического веще-

© А.Э. Конторович✉, Е.В. Пономарева, Л.М. Бурштейн, В.Н. Глинских, Н.С. Ким, Е.А. Костырева, М.А. Павлова,
А.П. Родченко, П.А. Ян, 2018

✉e-mail: KontorovichAE@ipgg.sbras.ru

DOI: 10.15372/GiG20180307

ства в древних осадочных бассейнах. Первая карта содержаний органического углерода в породах верхней юры (в те годы на значительной части территории бассейна они выделялись в марьяновскую свиту) опубликована в 1959 г. Ф.Г. Гулари [1959]. В 1962—1964 гг. на большем фактическом материале построение таких карт было предпринято Ф.Г. Гулари, Н.П. Запиваловым, А.Э. Конторовичем, И.И. Нестеровым, А.С. Фомичевым и др. Именно в это время Н.М. Страхов [1962] сформулировал задачу изучения закономерностей распределения органического углерода для современных и ископаемых осадочных бассейнов как одну из приоритетных задач осадочной геохимии.

Первоначально построение карт содержания органического углерода в осадочных породах Западной Сибири опиралось только на аналитические данные по керну. Радиоактивный каротаж скважин и зависимости керн-ГИС первым для оценки содержаний органического углерода в породах баженовской свиты Западной Сибири использовал И.И. Плуман [1971], что позволило резко повысить плотность наблюдений при построении карт. В 80-е годы прошлого века, опираясь на опыт И.И. Плумена, такой же подход применили Ф.Г. Гулари и В.И. Москвин [Гулари и др., 1988], а в начале XXI в. В.А. Конторович [2002]. При этом при поисках зависимости керн—ГИС они использовали средние для всей баженовской свиты значения параметров по каждой изученной скважине. В настоящей работе значения концентраций органического углерода ($C_{\text{орг}}$) были определены в скважинах в интервале волжско-берриасских отложений не в среднем по разрезу, а точно через каждые 0.5 м по зависимости керн—ГИС вида:

$$C_{\text{орг}} = a \cdot \lg(\text{ГК}_{\text{п}}) + b \cdot \lg(\text{БК}_{\text{п}}) + c.$$

В данном уравнении a , b , c — параметры, значения которых определены по выборке лабораторных определений $C_{\text{орг}}$ в керне и замеров значений естественной радиоактивности и удельных электрических сопротивлений по результатам каротажа ГК и БК. Константы a , b , c различны для отдельных фациальных районов.

Результаты выполненных исследований показывают, что современная концентрация органического углерода в центральной части Западно-Сибирского бассейна, где развиты баженовская и тутлеймская (нижняя подсвита) свиты меняются от 1—2 до 25 %. Наиболее часто встречаемые концентрации органического углерода в породах этих свит от 7 до 13 %, среднее по результатам 4094 анализов 7.7 % (рис. 1). На восточной периферии бассейна, где развиты гольчихинская, яновстанская и марьяновская свиты концентрация органического углерода меняется от долей процента до 6—7 %. Наиболее часто встречаемые концентрации органического углерода в породах этих свит от 1 до 3 %, среднее по результатам 376 анализов 1.9 % (рис. 2).

На основании зависимости керн-ГИС для содержаний $C_{\text{орг}}$ в породах и значений РК (радиоактивного каротажа) в центральных районах Западно-Сибирского бассейна было обработано более 870 скважин, что позволило относительно равномерно охарактеризовать значениями концентрации $C_{\text{орг}}$ в породах разрезы баженовского горизонта в каждой изученной скважине. При обработке по зависимостям керн—ГИС значения $C_{\text{орг}}$ в этих скважинах были определены в 48500 точках. Обработка полученных таким образом данных дала практически то же самое среднее содержание органического углерода в породах баженовской и тутлеймской (нижняя подсвита) свит — 7.6 % (рис. 3).

На южной и западной (южная половина) периферии бассейна, где развиты марьяновская, мульмьинская, даниловская свиты обработка полученных по данным ГИС диаграмм позволила замерить значения $C_{\text{орг}}$ в этих скважинах более чем в 4700 точках. Обработка этих данных дала среднее значение содержаний $C_{\text{орг}}$ в этой зоне — 3.2 % (рис. 4).

Следует иметь в виду, что устойчивые корреляционные связи между содержанием урана и органического углерода, между показаниями РК и содержанием органического углерода имеют место при разбросе концентраций органического углерода от 2—4 до 15—20 %. Поэтому в северных районах Западно-Сибирского бассейна, где значения $C_{\text{орг}}$ более 5-6 % редкость, применить зависимости керн—ГИС не удалось. Для них построены карты только по аналитическим данным.

В работе [Конторович и др., 2016] была предложена классификация пород баженовской свиты и показано, что кероген в них во многих случаях является порообразующим компонентом. Было установлено, что кероген в концентрациях более 10 % встречен прежде всего в породах, в которых доминирует кремнистое вещество:

- в силицитах, 8.9 % всей выборки, среднее содержание $C_{\text{орг}}$ — 13.1 %;
- в кероген-кремнистых микститах, 17.8 % выборки, среднее содержание — 16.6 %;
- в кероген-глинисто-кремнистых микститах, 16.0 % выборки, среднее содержание — 14.1 %.

Крайне редко повышенные содержания керогена (>10 %) встречены в породах, обогащенных карбонатами:

- в карбонатах, 0.8 % всей выборки, 10.3 % от выборки карбонатных пород, среднее содержание — 10.8 %;
- в кероген-карбонатных микститах, 5.2 % всей выборки, 6.9 % от выборки микститов, среднее содержание — 14.1 %;

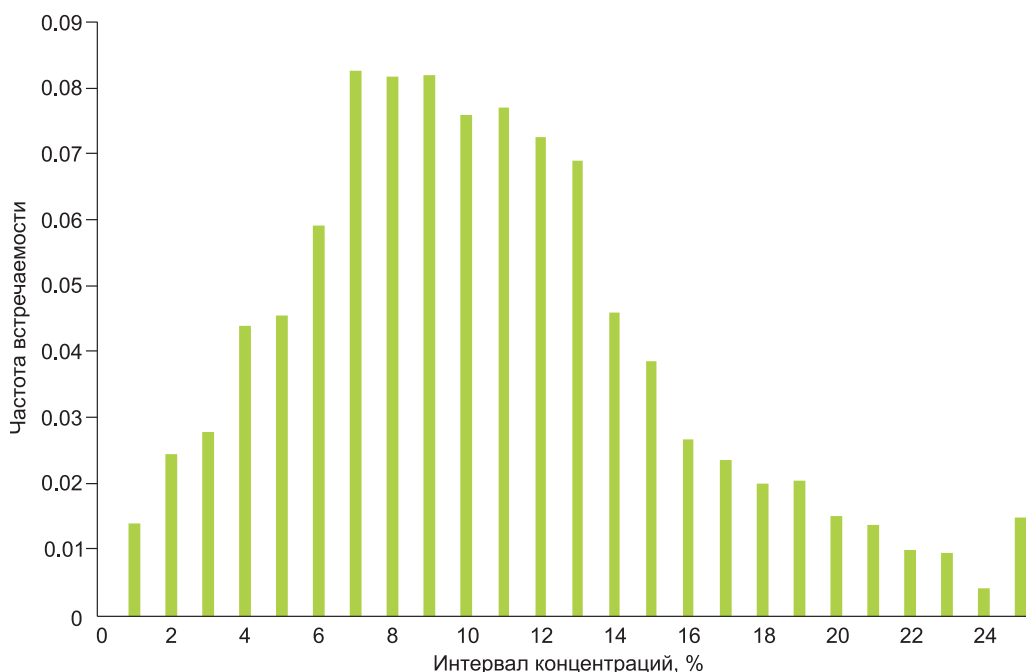


Рис. 1. Гистограмма концентраций органического углерода ($C_{орг}$) в породах баженовской и тутлеймской (нижняя подсвета) свит (по керну):

скважин — 232, определений — 4094, $C_{орг\ ср} = 7.7$. Здесь и на рис. 2—4 по оси абсцисс для каждого интервала указано его начало.

• в кероген-глинисто-карбонатных микститах, 2.6 % всей выборки, 3.5 % от выборки микститов, среднее содержание — 12.9 %.

Таким образом, керогеном обогащены силициты (8.9 % всей выборки) и содержащие в повышенных концентрациях кремнезем микститы (43.2 % всей выборки).

Сбор и обработка всей информации, включая результаты интерпретации данных ГИС, позволила построить новую, значительно более детальную карту распределения органического углерода в баженовском горизонте Западно-Сибирского бассейна (рис. 5).

Еще исследования 60—70-х годов прошлого века показали тенденцию роста концентраций органического углерода в породах от окраин бассейна седиментации волжского века к его центральной, наиболее глубокой части [Гурари и др., 1963; Конторович и др., 1967, 1971, 1975]. Выполненные в рамках настоящей работы исследования подтвердили этот вывод.

На приведенной карте (см. рис. 5) показано, что средние концентрации органического углерода в породах возрастают от 2—4 % по периферии бассейна до 10—12 % в его центральной части. Область современных высоких концентраций органического углерода (более 8 %) в породах баженовского горизонта занимает территорию значительной части Мансийской синеклизы (Тундринская и Юганская мегавпадины), Средне-тобольского наклонного мегапрогиба, юго-западного склона Нижневартовского свода и Колтогорско-Ню-

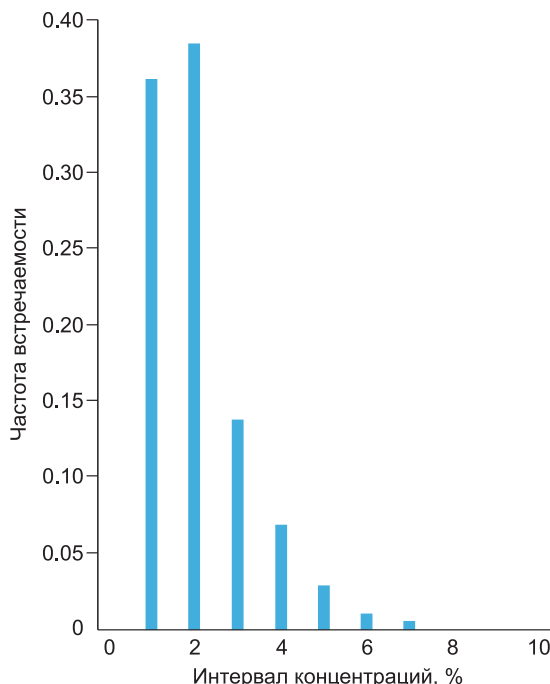


Рис. 2. Гистограмма концентраций органического углерода ($C_{орг}$) в породах гольчихинской, яновстанской, марьяновской свит (по керну):

скважин — 38, определений — 376, $C_{орг\ ср} = 1.9$.

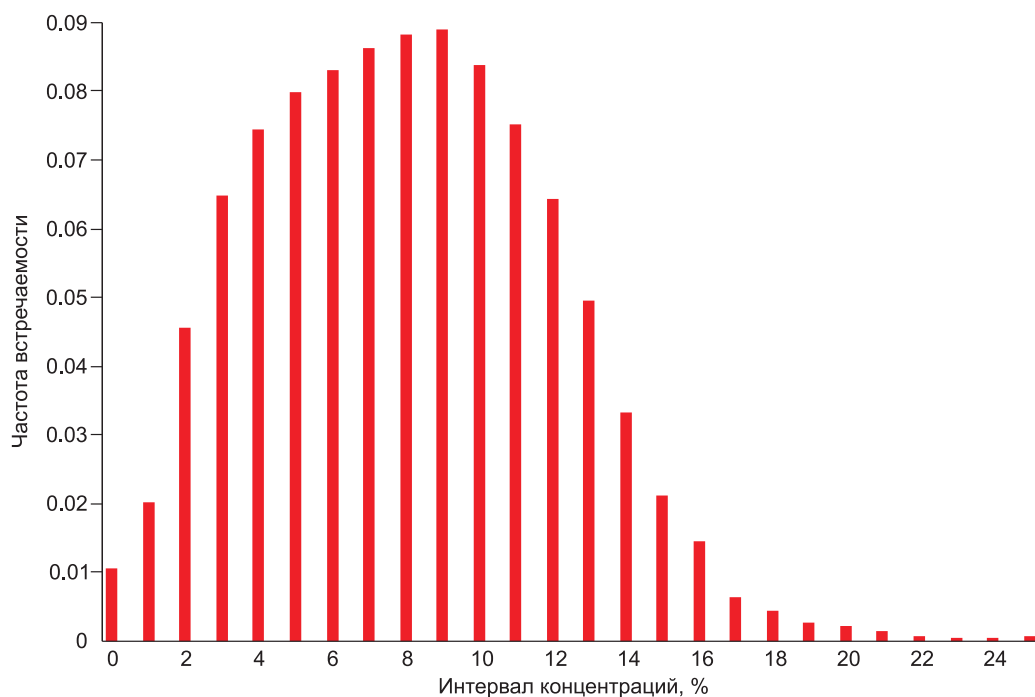


Рис. 3. Гистограмма концентраций органического углерода ($C_{\text{орг}}$) в породах баженовской и тутлейевской (нижняя подсвита) свит (на основании зависимости керн—ГИС):

скважин — 872, определений — 48 553, $C_{\text{орг ср}} = 7.6$.

рольского желоба. В Мансийской синеклизе выделены отдельные участки, где концентрация органического углерода превышает 10 %. Они локализованы в Тундринской мегавпадине, Северо-Гантельевской и Южно-Гантельевской впадинах, Нюрольской мегавпадине и на склонах некоторых сводов и антеклиз. Еще одна область высоких концентраций органического углерода располагается на севере Хантейской гемиантеклизы между Сургутским и Нижневартовским сводами.

Область максимальных концентраций органического углерода в породах баженовского горизонта окаймляют территории, на которых концентрация органического углерода равна 6—8 % и, образуя еще две кольцеобразных полосы, 4—6 и 2—4 %. В тектоническом плане кольца с концентрациями 2—6 % на западе занимают 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. На севере Западно-Сибирского бассейна кольцо концентраций органического углерода 6—8 % замыкается на территории Южно-Надымской мегамоноклизы.

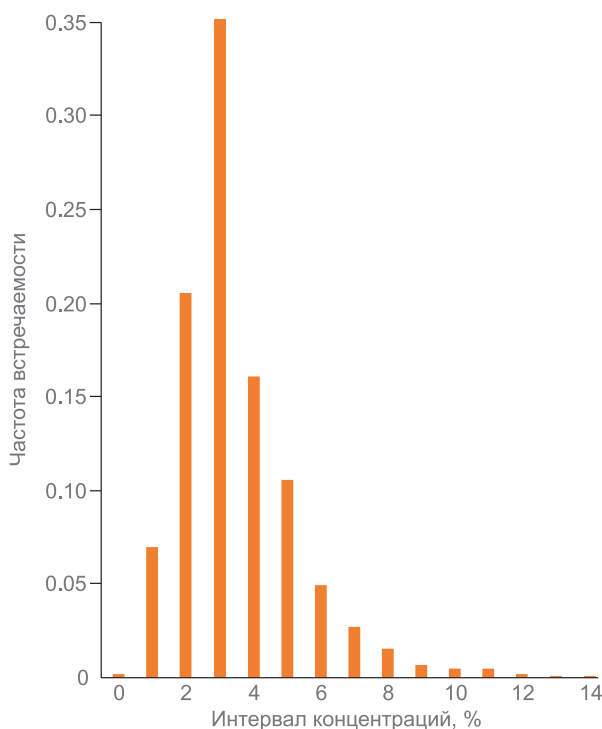


Рис. 4. Гистограмма концентраций органического углерода ($C_{\text{орг}}$) в породах марьяновской, мулыньинской (нижняя подсвита), даниловской (верхняя подсвита), баганской, максимоярской свит (на основании зависимости керн—ГИС):

скважин — 50, определений — 4731, $C_{\text{орг ср}} = 3.2$.

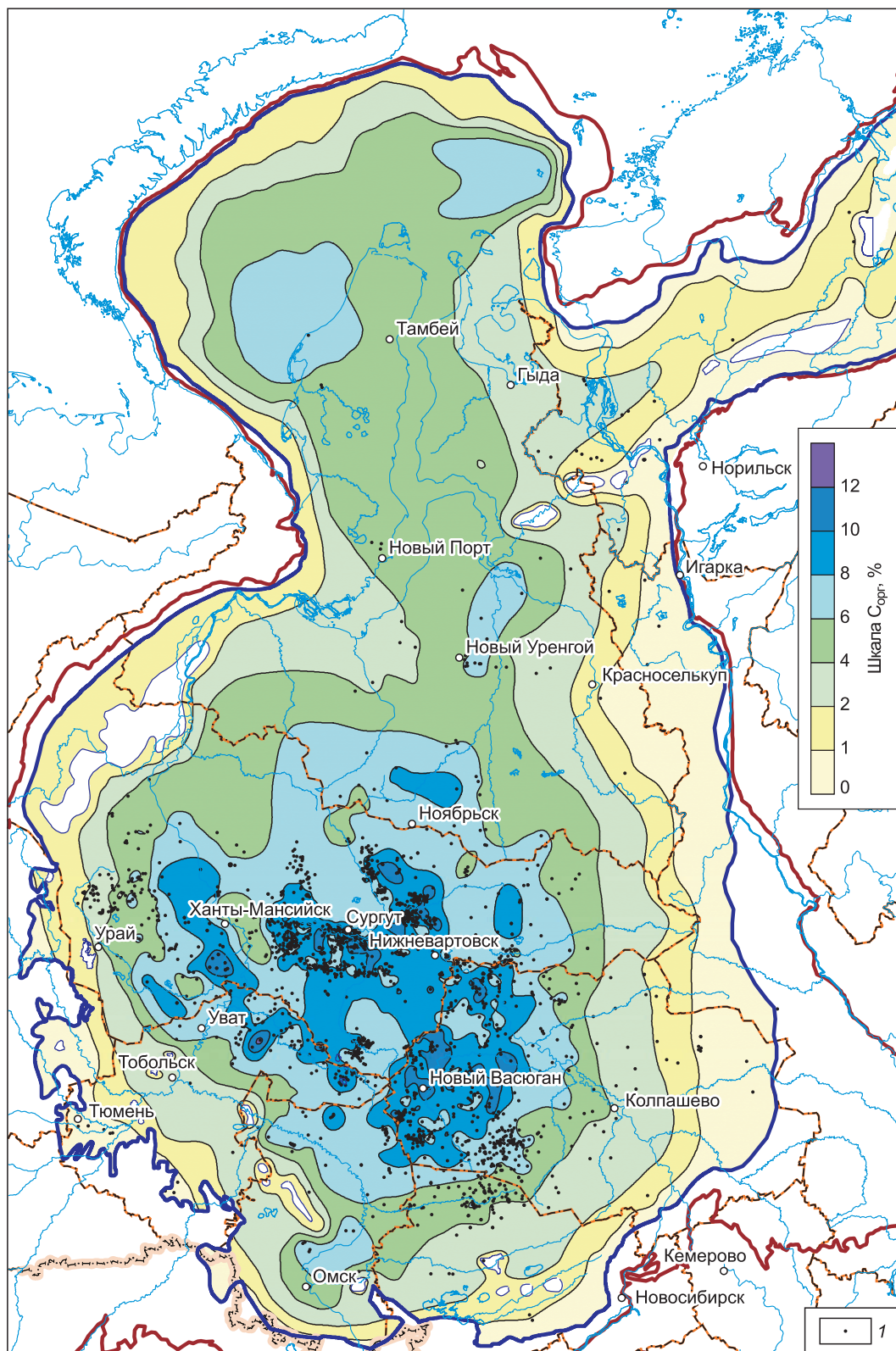
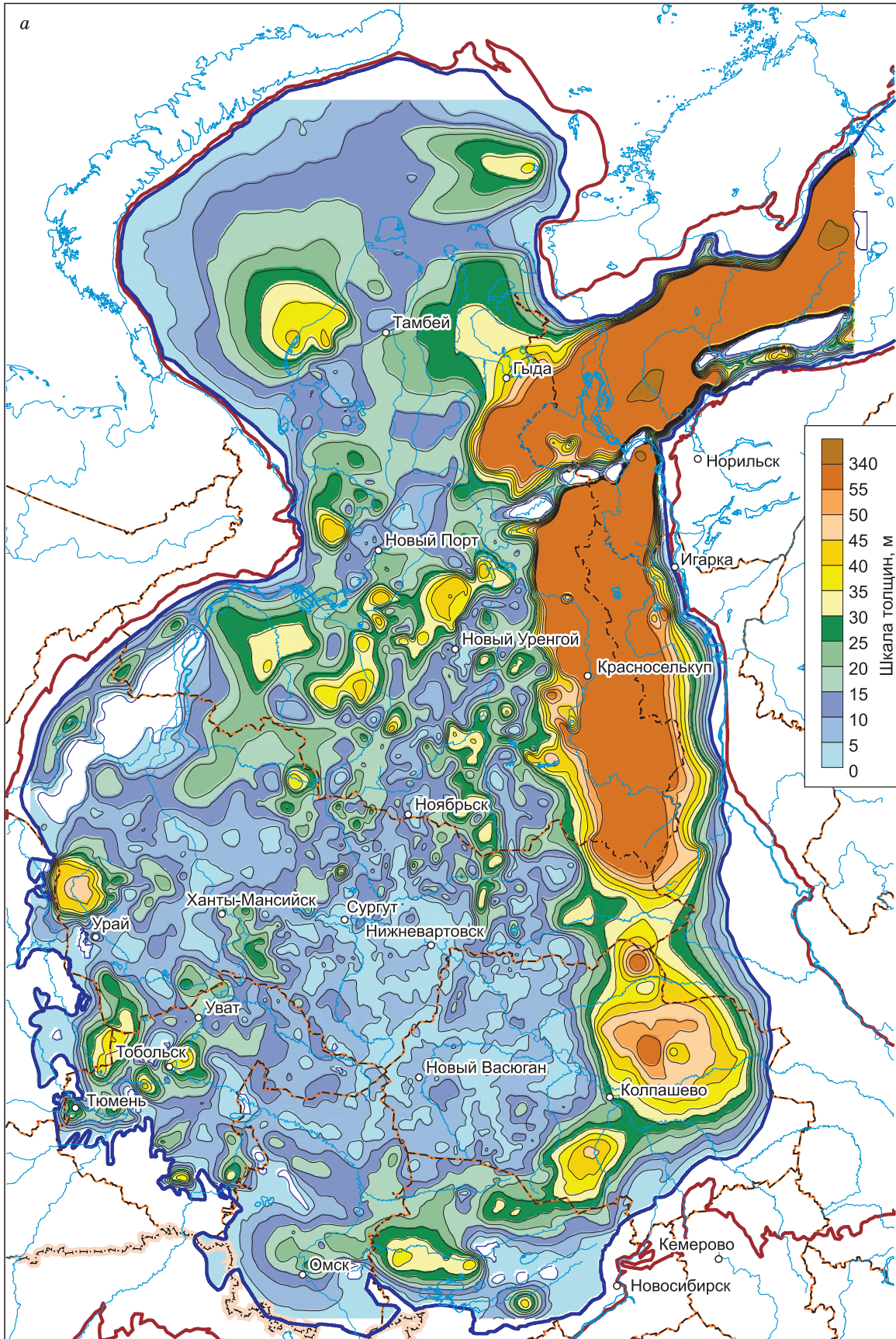
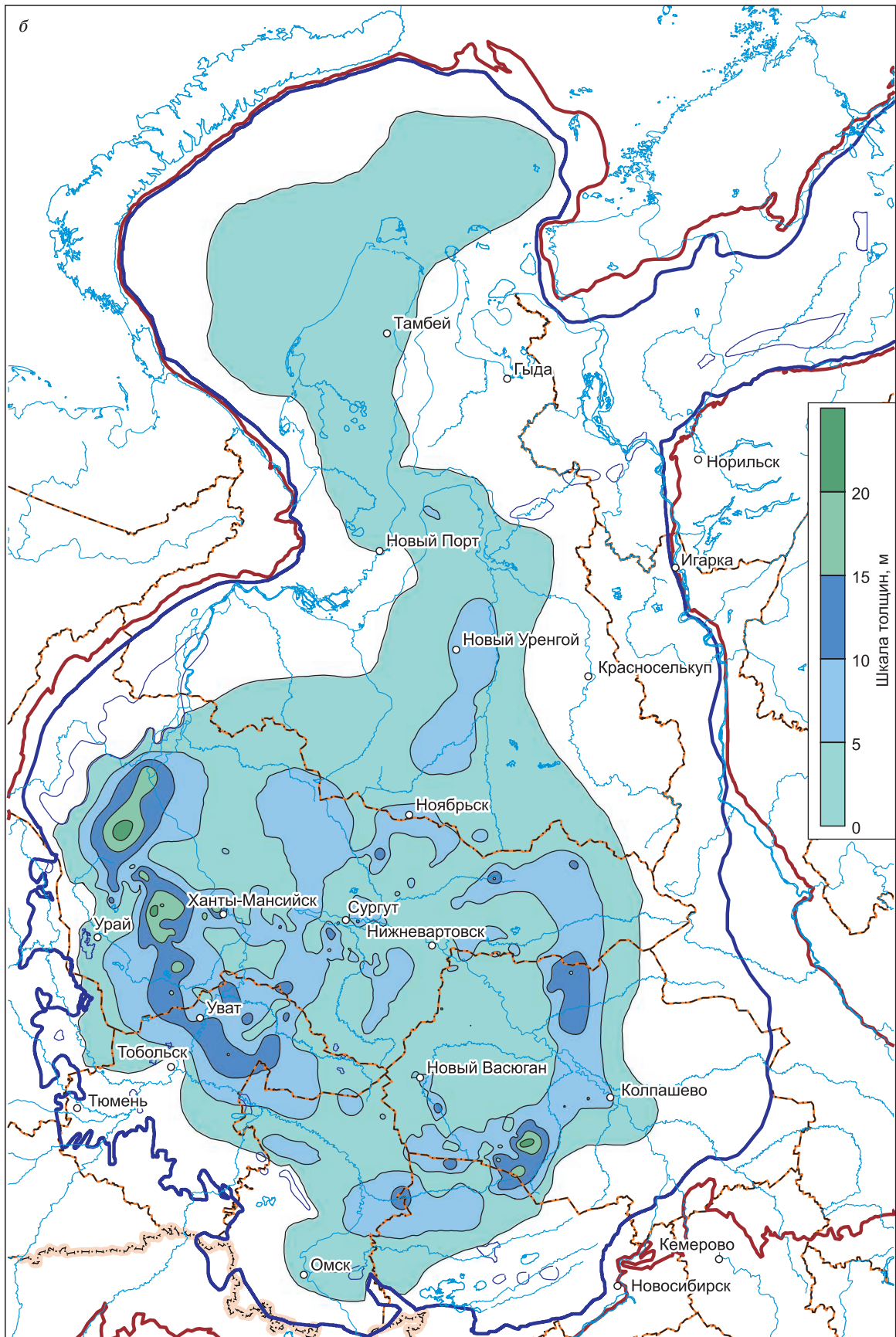


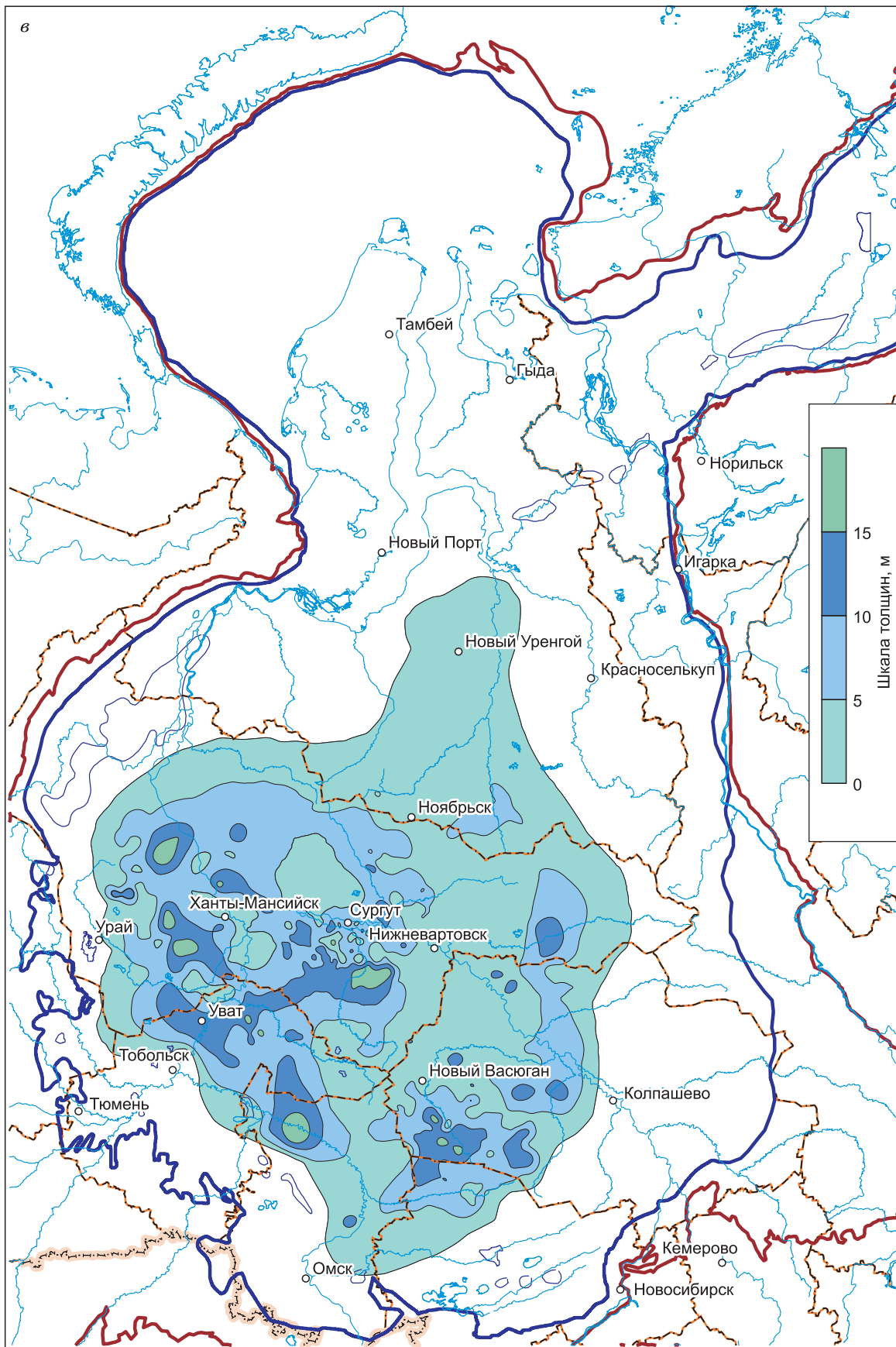
Рис. 5. Карта средних концентраций органического углерода в породах баженовского горизонта на территории Западной Сибири, %.

l — скважины с определениями $C_{орг}$.

Рис. 6. Начало







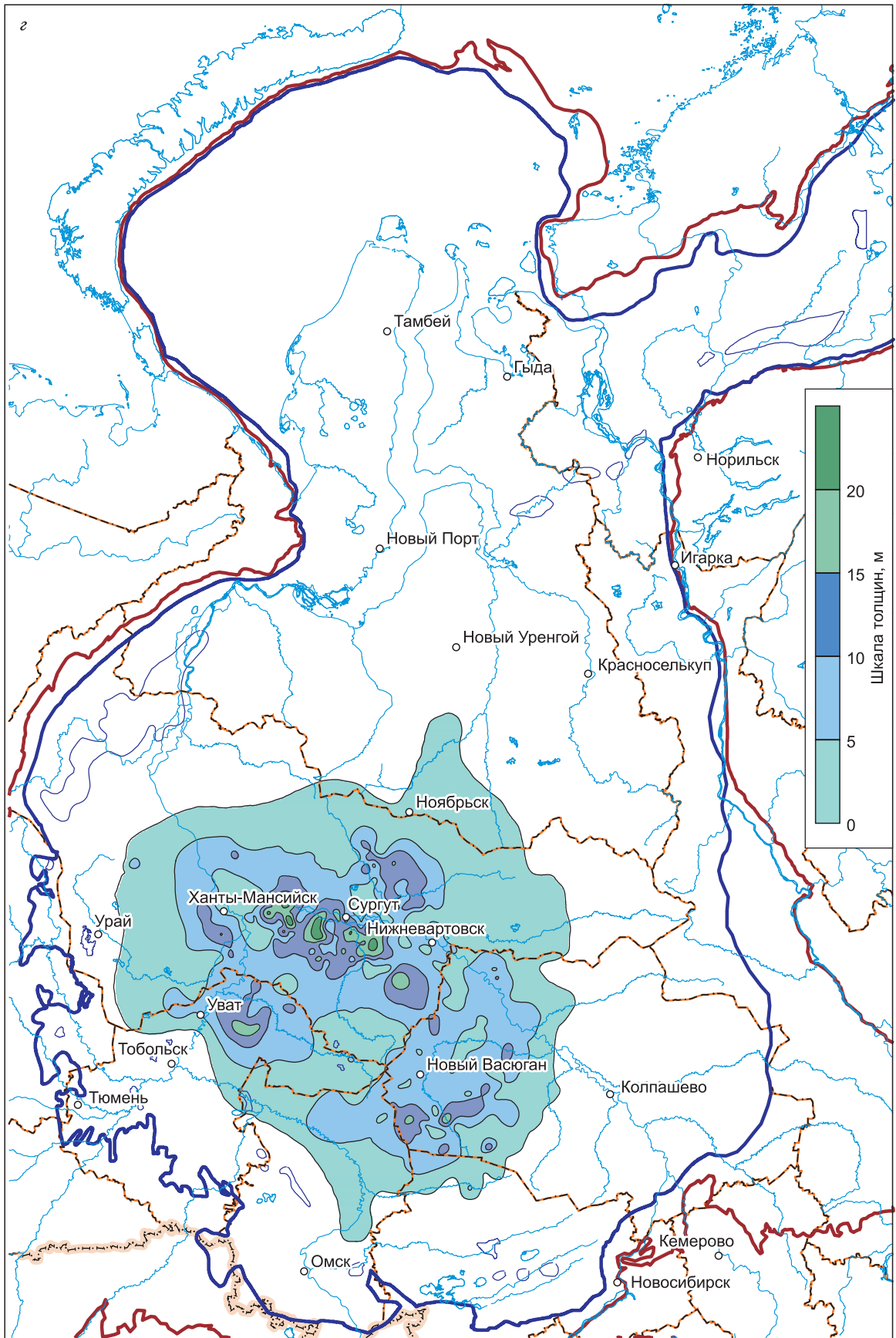
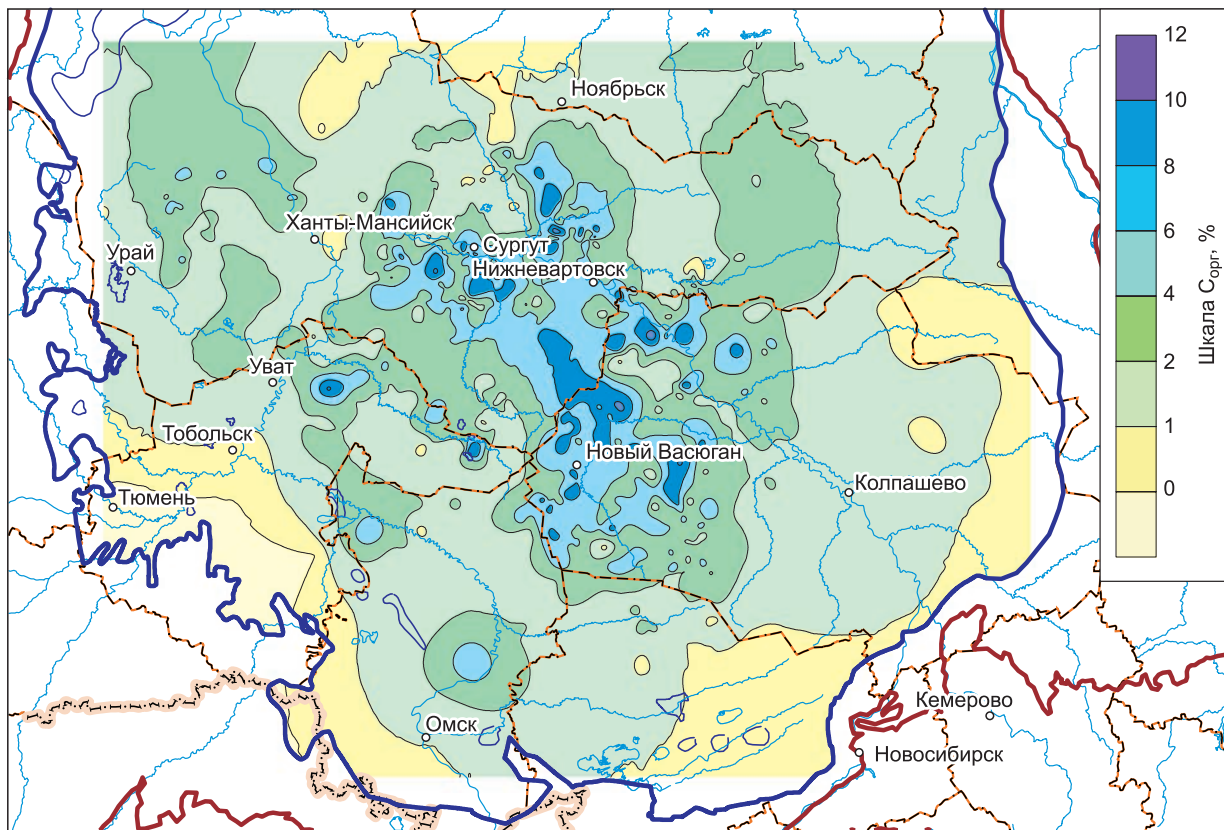
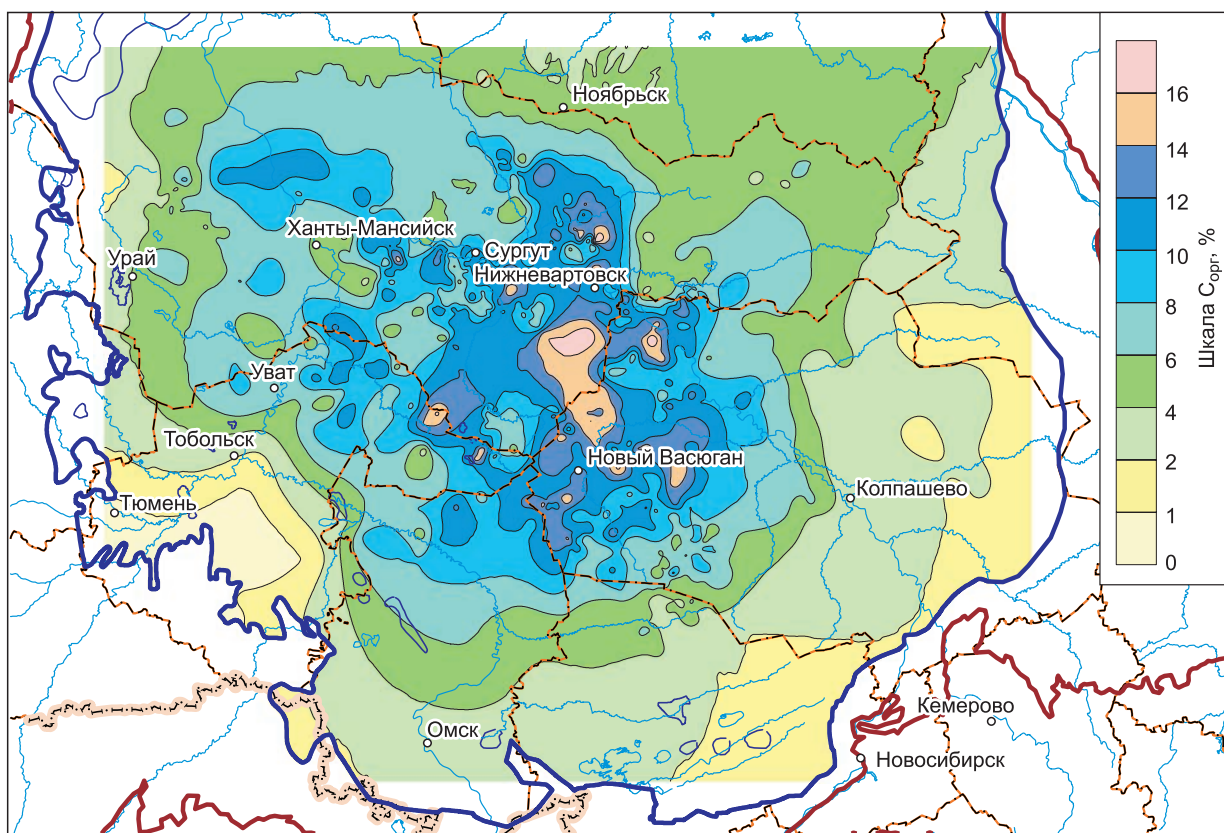


Рис. 6. Карта толщин пород баженовского горизонта с современным содержанием органического углерода менее 5 % (а), 5—7 % (б), 7—10 % (в), более 10 % (г).

а



б



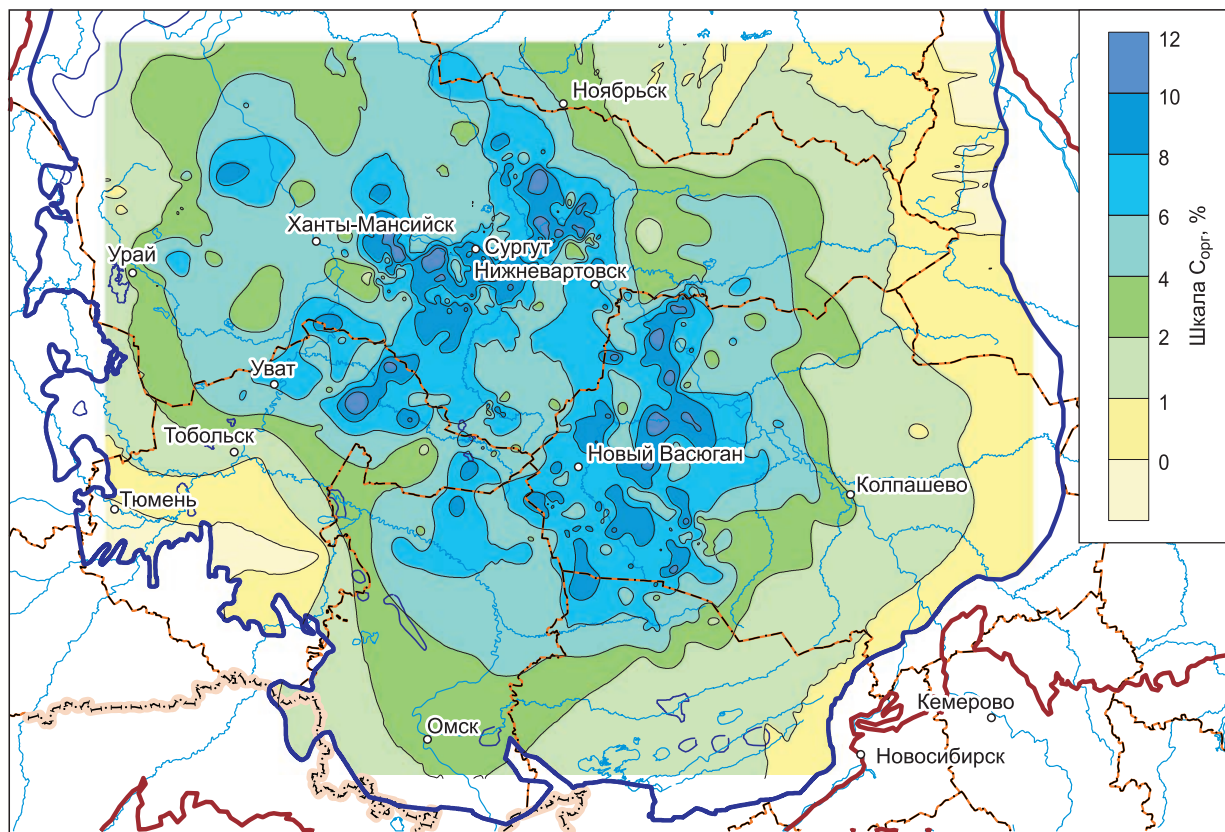


Рис. 7. Карта средних концентраций органического углерода в породах нижней (а), средней (б) и верхней (в) частях разреза баженовского горизонта центральных и южных районов Западно-Сибирского бассейна, %.

В распределении $C_{\text{орг}}$ в бассейне имеет место асимметрия. Во-первых, область максимальных концентраций $C_{\text{орг}}$ занимает центральную и южную части бассейна. В северной половине бассейна концентрации $C_{\text{орг}}$ даже в его осевой части обычно только 4—6 % и лишь для отдельных депрессий в южной части Карского моря предполагается, что они достигают 6—8 %. Помимо описанной асимметрии в направлении юг—север имеет место асимметрия в направлении восток—запад. Область высоких концентраций $C_{\text{орг}}$ смещена от приенисейской части бассейна на запад, в его приуральскую часть.

Для более объективной характеристики распределения органического углерода в породах баженовского горизонта были построены карты толщин пород баженовского горизонта с содержанием $C_{\text{орг}}$ менее 5, 5—7, 7—10 % и более 10 % (рис. 6). Они подтверждают смещение повышенных концентраций $C_{\text{орг}}$ в породах к центру бассейна и асимметрию в распределении концентраций органического углерода в породах.

В табл. 1 приведены средневзвешенные содержания $C_{\text{орг}}$ в породах баженовского горизонта и отдельных свит, его образующих. Среднее содержание $C_{\text{орг}}$ в породах баженовского горизонта 3.2 мас. %. Более всего обогащены органическим углеродом породы баженовской свиты и нижнетутлеймской подсвиты. В этих свитах средневзвешенные значения $C_{\text{орг}}$ равны 6.6 и 5.5 мас. % соответственно.

Рассмотренные данные, однако, не дают информации о распределении органического вещества в вертикальном разрезе. Для создания трехмерных моделей распределения органического углерода в породах баженовского горизонта на основании зависимостей керн—ГИС были построены, как уже отмечено выше, разрезы распределения $C_{\text{орг}}$ в отдельных скважинах.

Для получения интегральной картины для баженовской и тутлеймской (нижняя подсвита) свит разрезы баженовского горизонта были условно разделены в каждой изученной скважине на три равные по мощности части (пачки) и для каждой из них выполнены оценки средневзвешенных значений $C_{\text{орг}}$ (табл. 2) и построены карты средних содержаний $C_{\text{орг}}$ в породах (рис. 7). Выше уже отмечено, что зависимости керн—ГИС можно использовать только для наиболее богатых органическим углеродом центральных и южных районов Западно-Сибирского бассейна. По этой причине карты $C_{\text{орг}}$ в породах в

Таблица 1. Средневзвешенные содержания органического углерода ($C_{орг}$) и органического вещества (ОВ) в породах баженовского горизонта (верхняя волга—нижний берриас) Западно-Сибирского бассейна (площади и оценки – без акватории Карского моря)

Свита	Параметр				
	Площадь, тыс. км ²	Средняя толщина, м	Объем, тыс. км ³	$C_{орг}$ средневзв., мас. %	ОВ, средневзв., мас. %
Баженовская	783.7	25.0	19.6	6.6	8.2
Тутлеймская	151.6	23.3	3.5	5.5	6.9
Мулымьинская	41.0	23.9	1.0	4.4	5.6
Даниловская	196.9	14.0	2.7	1.9	2.6
Марьяновская	282.4	25.2	7.1	2.2	2.9
Гольчихинская	238.8	84.5	20.2	1.8	2.3
Яновстанская	294.3	72.4	21.3	1.7	2.3
Максимоярская	26.8	22.9	0.6	0.7	0.9
Баганская	27	6.5	0.2	1.0	1.4
Всего, среднее	2042.5	37.3	76.2	3.2	4.1

Таблица 2. Изменение средневзвешенных содержаний органического углерода ($C_{орг}$) по разрезу в породах баженовской и тутлеймской свит (баженовский горизонт) в центральных и южных районах Западно-Сибирского бассейна

Свита	Площадь, тыс. км ²	Средняя толщина, м	Объем, тыс. км ³	$C_{орг}$ средневзв., мас. %		
				Часть разреза		
				верхняя	средняя	нижняя
Баженовская	583.3	24.9	14.5	4.4	7.7	7.5
Тутлеймская, нижняя подсвита	100.2	26.2	2.6	3.5	6.0	5.8
Всего, среднее	683.5	25.0	17.1	4.3	7.4	7.2

разных частях разреза баженовского горизонта построены только для этих территорий. Из табл. 2 видно, что более всего обогащены органическим углеродом средняя и верхняя пачки баженовского горизонта.

Для понимания литологии, органической геохимии и процессов нефтегазообразования в баженовской свите важно знать концентрации в породах не только органического углерода, а и органического вещества. При известном содержании углерода в составе керогена, частью которого является органический углерод (содержание в керогене углерода (C), водорода (H), азота (N), серы (S) и кислорода (O) в % на горючую массу) можно рассчитать содержание в породе органического вещества (керогена) [Богородская и др., 2005]. Такая информация была использована в настоящей работе. Совместная обработка этой информации позволила построить карту современных содержаний органического вещества (ОВ — керогена) в породах баженовской свиты. Она показана на рис. 8. В общих чертах картина изменений содержаний ОВ, естественно, повторяет картину изменения содержаний $C_{орг}$. В породах баженовского горизонта средние содержания органического вещества (керогена) равны в баженовской свите — 8.2 мас. %, в нижней подсвите тутлеймской свиты — 6.9 мас. %, в окраинных районах Западно-Сибирской свиты в разных свитах средние содержания 2.3—2.9 мас. % (см. табл. 1).

Как известно, органическое вещество в ходе катагенеза теряет значительную часть своей начальной массы в виде газообразных (CH_4 - C_4H_{10} , CO_2 , NH_3) и жидких (H_2O , нефть) соединений. Для палеоландшафтных реконструкций, для оценки начального генерационного потенциала нефтематеринских пород карта содержаний органического вещества в породах баженовской свиты к началу катагенеза совершенно необходима [Конторович и др., 1967, 1971]. Такая карта показана на рис. 9. Видно, что к концу диагенеза — началу катагенеза концентрация органического вещества в литифицирующемся осадке достигала на юге бассейна в центральной, наиболее удаленной от границ бассейна его части 30—40 %.

Хорошо известно, что в диагенезе при накоплении осадков баженовской свиты и ее аналогов имели место восстановительная обстановка, биохимическая редукция сульфат-иона и оксидов серы и новообразование пирита, элементной серы и сераорганических соединений, в том числе осернение и частичное окисление формирующегося протокерогена [Конторович и др., 1967, 1971, 1974а,б, 1975; и др.]. При этом значительная часть органического вещества, в первую очередь его белково-углеводные компоненты, подвергались окислению. Именно за счет этих процессов в диагенезе начинал формироваться преимущественно полимерлипидный по составу и химической структуре кероген [Конторович и др., 1967, 1974а,б, 1985; Неручев, 1967; Неручев и др., 1975; Конторович, 1976].

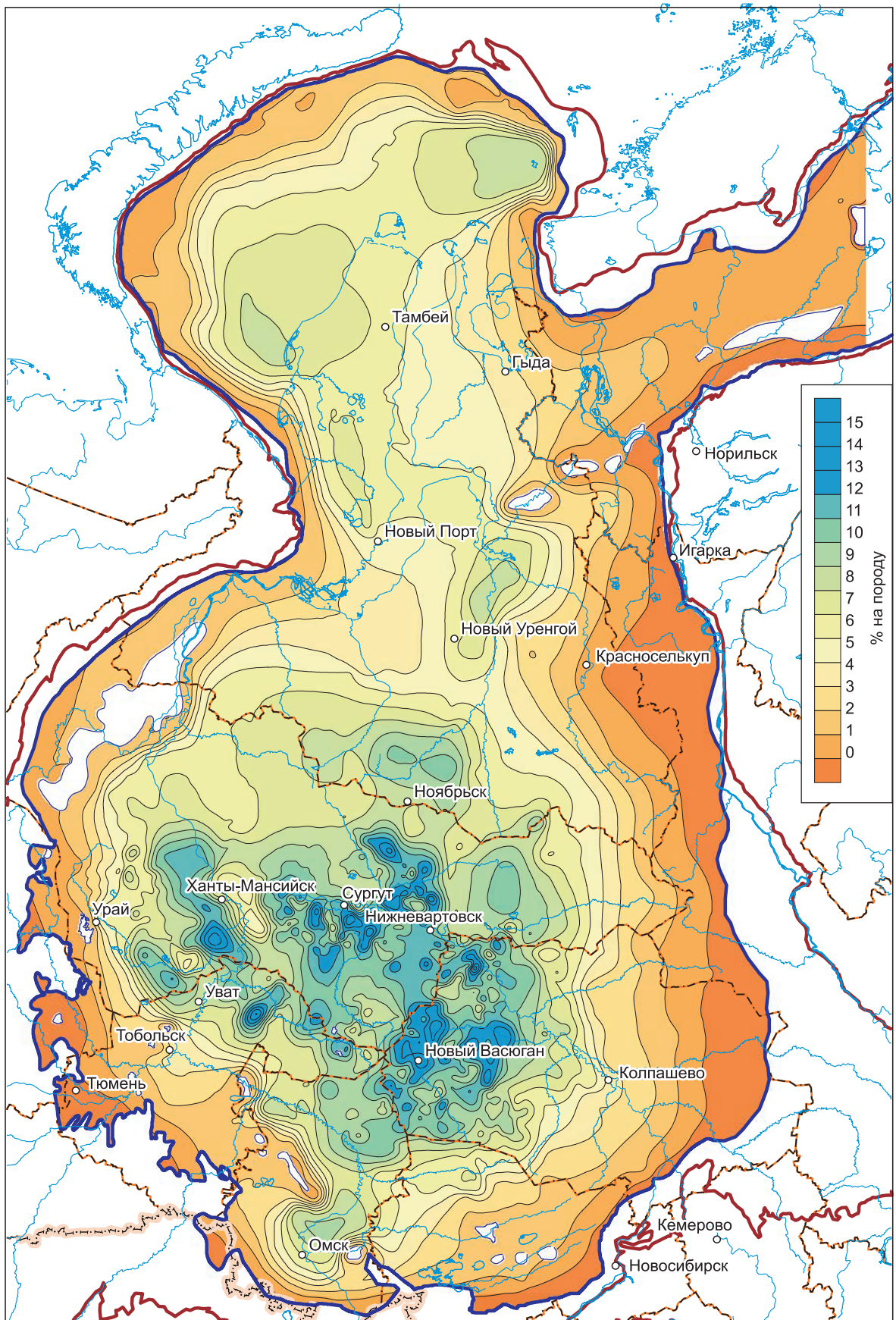


Рис. 8. Карта современных содержаний органического вещества в породах баженовского горизонта, в % на породу.

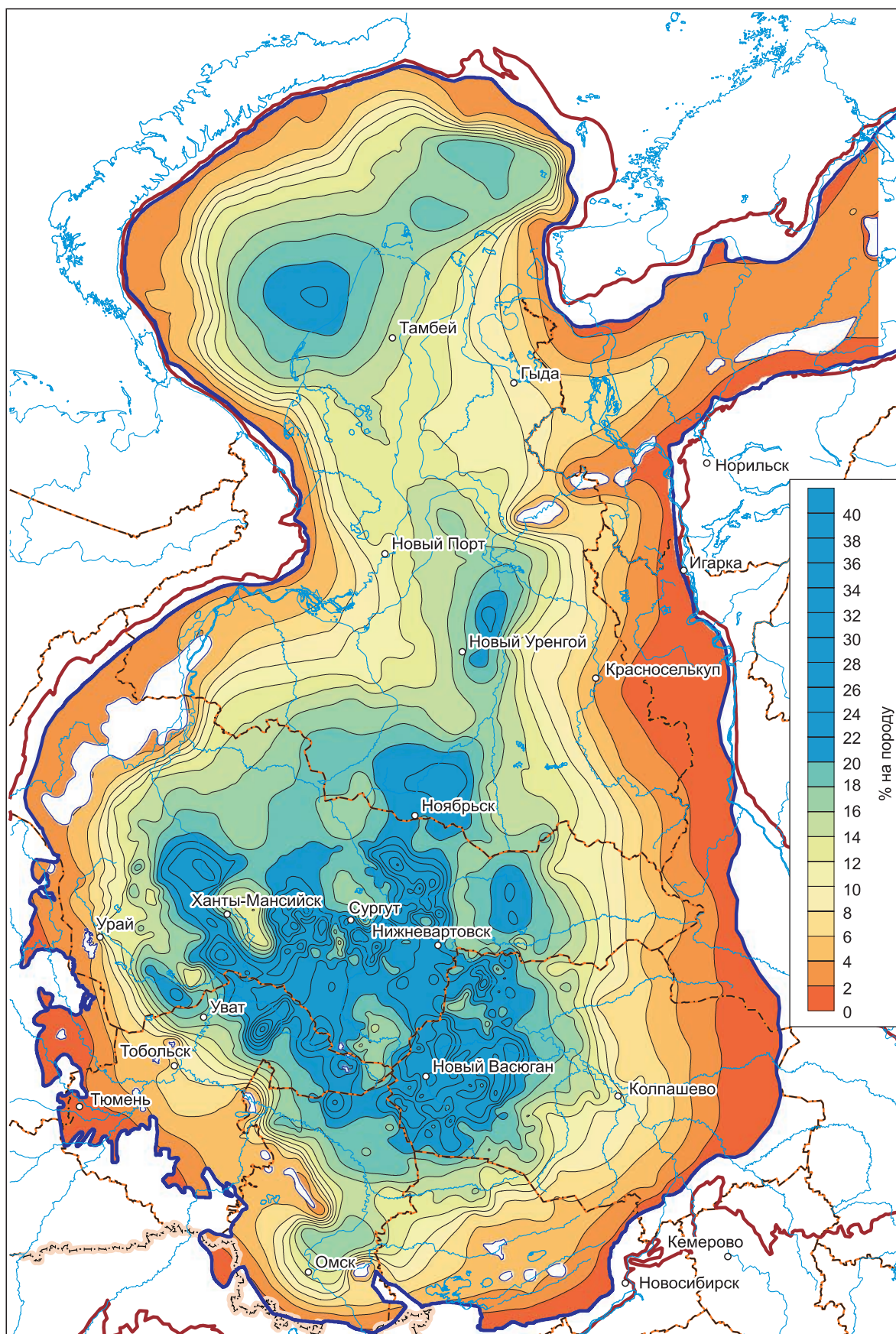


Рис. 9. Карта содержаний органического вещества на начало катагенеза в породах баженовского горизонта, в % на породу.

ЛИТЕРАТУРА

Богородская Л.И., Конторович А.Э., Ларичев А.И. Кероген. Методы изучения, геохимическая интерпретация // Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2005, 254 с.

Гурари Ф.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности Обь-Иртышского междуречья. Л., Гостехиздат, 1959, 174 с.

Гурари Ф.Г., Вайц Э.Я., Меленевский В.Н., Москвин В.И., Пероззио Г.Н., Предтеченская Е.А., Рудницкая Д.И., Стасова О.Ф., Фролов В.Х., Фролова Л.А. Условия формирования и методика поисков залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты. М., Недра, 1988, 199 с.

Гурари Ф.Г., Казаринов В.П., Миронов Ю.К., Наливкин В.Д., Нестеров И.И., Осыко Т.И., Ронин Л.И., Ростовцев Н.Н., Рудкевич М.Я., Симоненко Т.Н., Соколов В.Н., Трофимук А.А., Чочиа Н.Г., Эрвье Ю.Г. Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности — новой нефтяной базы СССР // Новосибирск, Изд-во СО АН СССР., 1963, 200 с.

Конторович А.Э. Представления об осадочно-миграционном образовании нефти и газа — теоретическая основа методов прогноза нефтегазоносности // Геохимические методы количественного прогноза нефтегазоносности. М., Недра, 1976, с. 24—160. (Тр. СНИИГГиМС, вып. 229).

Конторович А.Э., Бабина Н.М., Богородская Л.И., Винокур Б.Г. Нефтепроизводящие толщи и условия образования нефти в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности. Л., Недра, 1967, 224 с.

Конторович А.Э., Полякова И.Д., Фомичев А.С. Закономерности накопления органического вещества в древних осадочных толщах (на примере мезозойских отложений Сибири) // Литология и полезные ископаемые, 1971, № 6, с. 16—27.

Конторович А.Э., Богородская Л.И., Мельникова В.М. Анаэробные превращения органического вещества в древних морских осадках // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1974а, № 9, с. 112—123.

Конторович А.Э., Полякова И.Д., Стасова О.Ф. Органическая геохимия мезозойских нефтегазоносных отложений Сибири. М., Недра, 1974б, 189 с.

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

Конторович А.Э., Богородская Л.И., Голышев С.И. Распределение стабильных изотопов углерода в седикахтах различной генетической природы // Геология и геофизика, 1985, (7), с. 3—11.

Конторович А.Э., Ян П.А., Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Эдер В.Г. Классификация пород баженовской свиты // Геология и геофизика, 2016, т. 57 (11). с. 2034—2043.

Конторович В.А. Тектоника и нефтегазоносность мезозойско-кайнозойских отложений юго-восточных районов Западной Сибири. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002, 253 с.

Неручев С.Г. Закономерности преобразования рассеянного органического вещества в погружающихся осадках как основа диагностики нефтепроизводящих отложений // Генезис нефти и газа. Л., Недра, 1967, с. 71—77.

Неручев С.Г., Парпарова Г.М., Файзулина Е.М., Беляева Л.С., Жукова А.В., Шуменкова Е.М. Преобразование сапропелевого рассеянного органического вещества на стадии диагенеза осадков // Изв. АН СССР, Сер. геол., 1975, с. 126—135.

Никонов В.Ф. Аутигенное железо, сера, органический углерод и битумы в осадках мезозоя Восточного Приуралья // ДАН, 1959, т. 124, № 2, с. 392—394.

Плуман И.И. Ураноносность черных аргиллитов волжского яруса Западно-Сибирской плиты как критерий геохимических условий осадконакопления // Геохимия, 1971, т. 9, с. 1138—1143.

Сверчков Г.П. Формирование нефтяных и газовых залежей в северо-западной части Западно-Сибирской низменности / Геология нефти и газа, 1958, № 6, с. 8—14.

Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. II // Типы литогенеза и их размещение на поверхности Земли. М., АН СССР, 1962, 551 с.

Черников К.А., Запивалов Н.П. К вопросу о выделении нефтематеринских пород в разрезе мезозоя Западно-Сибирской низменности // Вестник Зап.-Сиб. и Новосибирского геол. управлений. Томск, ТГУ, 1958, № 2, с. 12—25.