

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЮРЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИУРАЛЬЯ (ПО ДАННЫМ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЛАСТОВЫХ ВОД)

А. Э. Конторович, В. И. Москвин, В. П. Данилова, Е. А. Костырева,
С. Г. Захаров, Е. А. Зубова, Е. Н. Иванова, Н. В. Моисеева, Н. Т. Юдина

(Институт геологии нефти и газа СО РАН, ООО «Шаимгеонефть»)



А. Э. Конторович

Изучен состав битумоидов пластовых вод (аквабитумоидов), полученных при испытании горизонтов Ю₃ и Ю₄ тольинской свиты в скв. 11201–Нерохской. Воды маломинерализованные (3,5...5,0 г/л), хлоридно-кальциевые, элизионные, содержат растворенный газ преимущественно метанового состава. В водах определены аквабитумоиды в количестве 5,0...7,3 мг/л, в которых идентифицирован широкий спектр реликтовых насыщенных углеводородов. Воды характеризуют региональный фон первичной миграции. Судя по составу углеводородов, их источником явилось органическое вещество баженовской свиты. Они сформировались в зоне, где она погружена на глубины более 2200 м.

Исследования позволяют положительно оценить перспективы нефтегазоносности Северо-Восточного Приуралья при условии выявления крупных высокоамплитудных структур на пути потоков элизионных вод из Внутренней тектонической области Западно-Сибирского бассейна.

Введение

На западной окраине Западно-Сибирской геосинеклизы пользуются распространением небольшие по размерам раннемезозойские впадины-грабены, в которых толщина осадочных образований составляет более 2000 м. Еще в начале 30-х гг. прошлого столетия И. М. Губкин высказал идею о возможной нефтегазоносности триас-юрских отложений на восточном склоне Урала. В конце 50-х – начале 60-х гг. XX столетия Н. Н. Ростовцев также обосновывал идею перспективности на нефть и газ триас-юрских отложений в грабенах вдоль восточного склона Урала. В наиболее изученном Челябинском грабене в одной из скважин был получен непромышленный приток нефти.

С начала 1960-х гг. интерес к проблеме изучения нефтеносности восточного склона Урала снизился. Однако в последнее время в связи с исчерпанием резервов не выявленных гигантских и крупных месторождений в центральных и северных районах бассейна интерес к его окраинным районам, в частности к восточному склону Урала, вновь повысился.

В 2001 г. ООО «Шаимгеонефть» пробурило параметрическую скв. 11201–Нерохскую на Северо-Сосьвинском участке I (рис. 1). В тектоническом отношении сква-

жина приурочена к центриклинальной части Южно-Няксимвольского грабенообразного прогиба. На глубине 2090 м скважиной вскрыта кровля базальтов туринской серии. Абсолютный возраст определен в образце микродolerитов из интервала 2275...2286 м ³⁹Ar / ⁴⁰Ar методом. По пироксеновой фракции он равен (253,8±7,4) млн лет, что соответствует казанскому и татарскому ярусам поздней перми.

В интервале 2090...2008 м на базальтах с размывом залегают песчано-глинистые образования ятринской свиты

(*норий – рэт*). Песчаные прослои встречаются в верхней 20-метровой пачке, нижележащая пачка целиком сложена алевролитами и аргиллитами, иногда углистами.

Далее, в интервале 2008...1725 м, скважиной пройдены терригенные образования яны-маньинской

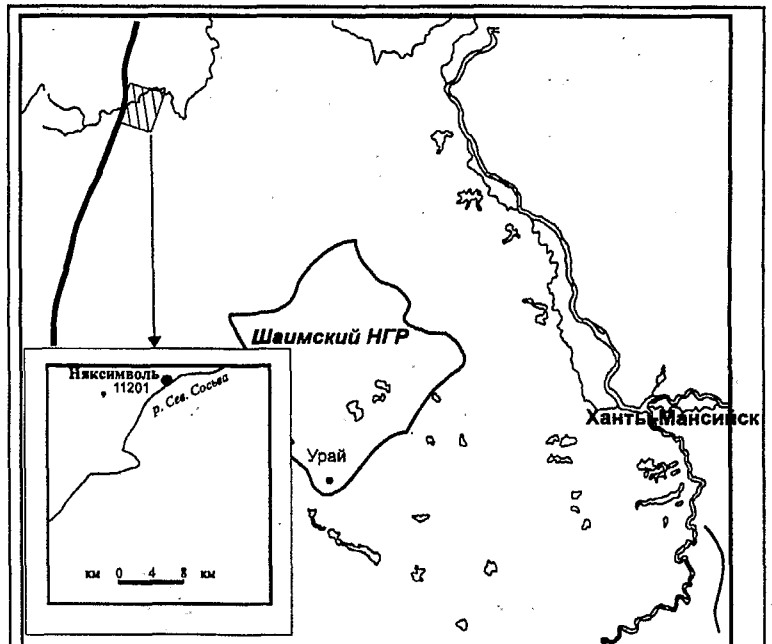


Рис. 1. Карта района исследований:

1 – граница Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции;
2 – границы нефтегазоносных районов; 3 – исследуемый район

свиты (*геттанг – аален*). Нижняя и средняя части свиты составлены двумя трансгрессивными циклами толщиной по 90 м каждый. В основании циклов залегают разнородные песчаники толщиной до 10 м, верхние их части представлены алевролитами и аргиллитами. Заканчивается разрез свиты 36-метровой пестроцветной пачкой, состоящей из переотложенных образований кор выветривания.

В интервале 1725...1571 м вскрыты континентальные песчано-глинистые образования *тольинской свиты (байос – бат)*. Разрез свиты также построен циклично. В нижней и средней частях свиты выделяются два цикла по 50...60 м, в строении которых преобладают тонкоотмученные породы – алевролиты и аргиллиты. Толщина песчаных пород в основании каждого цикла достигает 10 м. Верхняя часть свиты представлена пачкой песчаников Ю₂–Ю₃ общей толщиной 34 м.

Верхнеюрско-нижнемеловые морские отложения выделяются в *даниловскую свиту (верхи бата – низы баррема)* и подразделяются на две подсвиты. Нижняя подсвита вскрыта в интервале 1571...1551 м. Верхняя сложена в основном аргиллитами. В составе глинистого вещества аргиллитов присутствуют каолинит (45 %), хлорит (20 %), гидрослюда и смешанослойные минералы (10 %). Условно кровля даниловской свиты проводится по прослоку известняков на глубине 1381 м.

Геохимия и генезис битумоидов в водах тольинской свиты

В скважине были испытаны три объекта в разрезе тольинской свиты в интервалах: 1593,8...1606,8 м (5-й объект), 1655,6...1674,4 м (4-й объект) и 1722,6...1727,4; 1736,4...1741,4 м (3-й объект). По объекту 5 получен приток пластовой воды (хлоридно-кальциевого типа с минерализацией 3,37 г/л) дебитом 32,4 м³/сут, по объекту 4 дебит воды хлоридно-кальциевого типа с минерализацией 4,88 г/л составил 81,5 м³/сут, по объекту 3 – 42,7 м³/сут. Специалистами ИГНГ СО РАН изучены глубинные пробы воды из объектов 4 и 5.

Содержание аквабитумоидов в тольинской свите в скв. 11201–Нерохской из интервала 1593,8...1606,8 м (пласт Ю₃) составляет 5,19 мг/л, из них 2,30 мг/л приходится на хлороформенный экстракт и 2,89 мг/л – на кислый (изобутиловый) экстракт (рис. 2). Выход битумоида из воды, отобранной в интервале 1665...1675 м (пласт Ю₄), равен 7,34 мг/л, при этом, как и в первой пробе, содержание хлороформенного и изобутилового экстрактов примерно одинаковое (3,78 против 3,56 мг/л).

Преобладающими компонентами аквабитумоидов являются гетероциклические соединения (смолы + асфальтены) – 78,21 и 84,16 %, а в составе последних – смолы – 69,53 и 72,5 % (см. рис. 2). Углеводороды составляют 21,79 и 15,84 %. В их составе преобладают насыщенные УВ – 89,34 и 66,67 %. Отношение насыщенных УВ к ароматическим в аквабитумоидах равно 5,23 и 2,0. Доля асфальтеновых ком-

понентов составляет 18,68 и 11,66 %. Отношение концентраций смол и асфальтенов в аквабитумоидах пластов Ю₃ и Ю₄ равно 3,19 и 6,22, соответственно.

Ранее было показано, что аквабитумоиды делятся на две совокупности [1, 2]. Первая характеризует региональный фон, создаваемый первичной миграцией, вторая – ареалы рассеивания нафтидов, в первую очередь углеводородных их компонентов, из залежей. Они различаются по концентрации в водах и по углеводородному составу (см. рис. 2). Изученные битумоиды из скв. 11201–Нерохской относятся по этим параметрам к первой совокупности (см. рис. 2).

Источником аквабитумоидов в тольинской свите могут быть битумоиды, мигрирующие из осадочных пород в самой свите или из битумоидов перекрывающей ее даниловской свиты. Рассмотрим оба возможных источника аквабитумоидов.

Битумоиды тольинской и даниловской свит

Породы тольинской свиты отличаются повышенной концентрацией ОВ. Среднее же содержание С_{орг} в свите 6,94 % при максимальном 20,1 %. Концентрация С_{орг} в породах даниловской свиты колеблется от 0,33 до 5,73 % при среднем значении 2,06 %.

Среднеюрские отложения преимущественно пресноводные. Отношение Fe_{пир}/С_{орг} в них находится в пределах 0,01...0,03. Отношение концентрации пиритного железа к С_{орг} (Fe_{пир}/С_{орг}) в даниловской свите варьирует от 0,27 до 1,47, что указывает на накопление осадков в морской обстановке.

Органическое вещество тольинской свиты обогащено изотопом углерода ¹³C. Изотопный состав углерода (δ¹³C) изменяется от –24,7 ‰ до –25,6 ‰.

Выход битумоида из пород тольинской свиты составляет в среднем 0,06 % при колебании его значений от 0,01 до 0,13 %. Выход хлороформенного экстракта из пород даниловской свиты изменяется от 0,004 до 0,14 % при среднем значении 0,03 %. Битумоидный коэффициент варьирует в тольинской свите от 0,67 до 2,16 при среднем значении 1,13, а в даниловской – от 0,51 до 3,72 при среднем значении 1,53.

Количество УВ в битумоидах тольинской и даниловской свит в среднем составляет 39,55 и 37,28 %, соответственно (см. рис. 2). Содержание насыщенных и ароматических УВ в тольинской свите примерно одинаковое: соотношение этих классов углеводородов в среднем равно 0,98. В даниловском битумоиде этот параметр в среднем составляет 1,76.

Содержание смол в битумоидах тольинской и даниловской свит довольно высокое – 54,59 и 58,96 %, соответственно. Асфальтенов в битумоидах тольинской и даниловской свит содержится в среднем 5,86 и 3,76 %, соответственно (см. рис. 2).

В лаборатории геохимии нефти и газа СО РАН для установления генезиса аквабитумоидов в них и предполагаемых их источниках (битумоидах даниловской и тольинской свит) исследован состав **реликтовых насыщенных углеводородов**.

Нормальные алканы. Во фракции насыщенных УВ аквабитумоидов тольинской свиты и битумоидах

даниловской и тольинской свит идентифицированы *n*-алканы состава C₁₀–C₃₇ (рис. 3). Кривые распределения *n*-алканов в аквабитумоидах по молекулярным массам двумодальные. Первый максимум отмечается на *n*-C₁₆–*n*-C₁₇ (2,5 % от суммы нормальных алканов в аквабитумоиде из интервала 1593,8...1606,8 м и на уровне 5 % из интервала 1665...1675 м). Второй пик в обоих аквабитумоидах приходится на *n*-C₂₆ (10,40...10,55 % от суммы нормальных алканов). В повышенных концентрациях в образце из интервала 1593,8...1606,8 м находятся УВ *n*-C₂₇–*n*-C₂₉ (9,80...9,94 % от суммы нормальных алканов), а из интервала 1665...1675 м – *n*-C₂₄, *n*-C₂₅, *n*-C₂₇ (8,28...9,18 % от суммы нормальных алканов). Соотношение *n*-алканов C₂₇/C₁₇ в аквабитумоидах высокое (>1,5), а в аквабитумоиде из пласта Ю₃ оно даже достигает 3,98 (табл. 1). Соотношение нечетных и четных нормальных алканов (CPI) составляет в среднем 1,00 при разбросе 0,99...1,01.

В тольинских битумоидах в максимальной концентрации находятся высокомолекулярные УВ (C₂₃–C₂₅–C₂₇), при этом отмечается пилообразный характер кривой распределения нормальных алканов (см. рис. 3). Отношение четных к нечетным УВ в целом по свите изменяется от 1,55 до 2,51 (см. табл. 1). Соотношение *n*-алканов C₂₇/C₁₇ равно в среднем 3,02 при разбросе от 1,90 до 3,92 (см. табл. 1).

Кривая среднего распределения *n*-алканов в битумоидах даниловской свиты на Усть-Иусской площади двумодальная с максимумами, приуроченными к *n*-C₁₇ (8,40 % от суммы нормальных алканов) и *n*-C₂₁ (10,07 % от суммы нормальных алканов) (см. рис. 3). Далее концентрация высокомолекулярных алканов равномерно снижается с увеличением молекулярной массы. В южно-сарманском битумоиде кривая распределения также двумодальная, при этом отмечается ее пилообразный характер в высокомолекулярной области. Содержание УВ *n*-C₁₇ (первый пик) равно 3,77 % от суммы нормальных алканов. Второй пик в южно-сарманском битумоиде приходится на *n*-C₂₅ (10,07 % от суммы нормальных алканов). Соотношение *n*-алканов C₂₇/C₁₇ в усть-иусских битумоидах из аргиллитов изменяется от 0,33 до 0,84, а в южно-сарманском битумоиде равно 2,56 (см. табл. 1). Соотношение нечетных и четных нормальных алканов (CPI) в даниловских битумоидах составляет в среднем 1,13.

Изопреноидные алканы. Среди алифатических УВ изопреноидного строения (C₁₃–C₂₅) в аквабитумоидах и битумоидах даниловской свиты в наибольшей концентрации находятся пристан – C₁₉ (в среднем 26,79 и 42,89 % на сумму изопреноидных алканов соответственно) и фитан – C₂₀ (в среднем 26,17 и 31,63 %) (рис. 4). Для тольинских битумоидов среди

Таблица 1

Сравнительная характеристика углеводородов-биомаркеров в аквабитумоидах тольинской свиты и битумоидах тольинской и даниловской свит

Параметры	Аквабитумоиды		Тольинская свита			Даниловская свита		
	1593,8... 1606,8 м	1665... 1675 м	Значения			Значения		
	Ю ₃	Ю ₄	минимальное	максимальное	среднее	минимальное	максимальное	среднее
<i>n</i>-алканы:								
<i>n</i> -C ₂₇ / <i>n</i> -C ₁₇	3,95	1,88	1,90	3,92	3,02	0,33	2,56	0,68
CPI	0,99	1,01	1,55	2,51	1,90	1,05	1,29	1,13
Pt/Ph	0,94	1,11	3,57	6,23	4,89	0,65	1,87	1,44
Σ <i>n</i> -C _i /Σ <i>izo</i> -C _i	77,24	40,86	10,01	22,22	14,71	1,92	17,07	9,20
Стераны, в % на сумму:								
C ₂₇	30,96	32,61	5,50	21,72	12,08	27,04	48,73	32,49
C ₂₈	25,98	29,58	12,62	22,30	17,54	17,31	25,13	22,07
C ₂₉	32,03	29,08	48,08	73,66	57,80	20,04	39,57	31,59
C ₃₀	11,03	8,72	8,20	17,96	12,58	9,99	19,69	13,85
C ₂₉ /C ₂₇	1,03	0,89	2,21	13,38	6,09	0,45	1,42	0,97
Тристерпаны, в % на сумму:								
гопаны	74,40	71,37	44,86	64,48	53,38	49,84	67,33	61,36
моретаны	4,54	4,70	16,46	37,75	26,39	12,85	20,67	16,29
трицикланы	19,26	22,00	15,74	23,94	19,45	15,08	29,09	20,03
тетрацикланы	1,80	1,94	0,30	1,20	0,78	1,13	5,19	2,32
Трицикланы:								
C ₁₉ +C ₂₀	9,14	8,66	1,51	7,90	3,12	2,61	11,33	6,93
ΣC ₂₃₋₂₆	38,42	40,23	1,05	7,42	3,33	10,73	42,03	21,65
ΣC ₂₈₋₃₁	27,18	24,22	80,99	96,30	91,60	29,85	78,00	58,15
2 · (C ₁₉ + C ₂₀)/ΣC ₂₃₋₂₆	0,48	0,43	1,28	3,01	1,88	0,37	0,96	0,65
ΣC ₂₃₋₂₆ /ΣC ₂₈₋₃₁	1,41	1,66	0,01	0,09	0,04	0,14	1,38	0,45

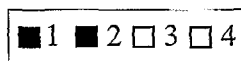
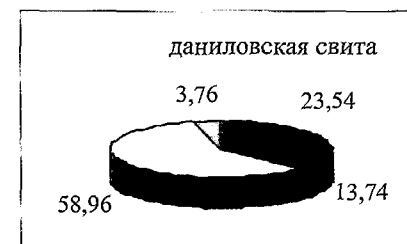
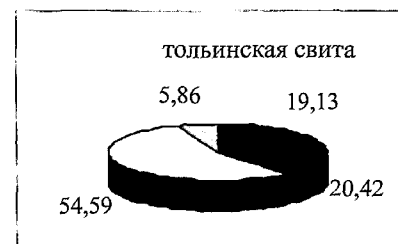
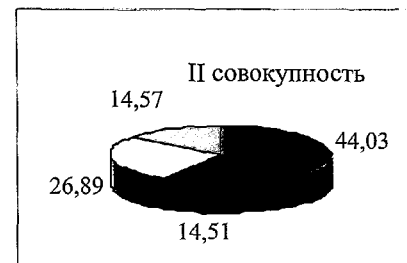
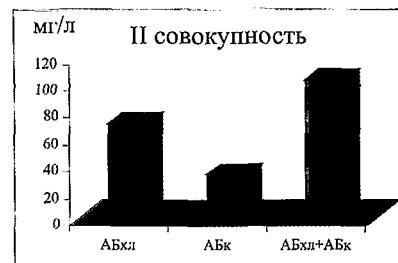
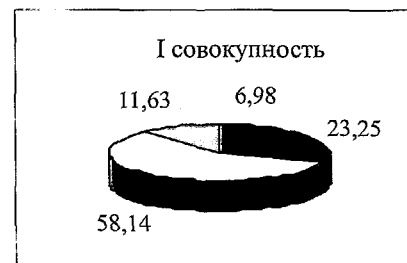
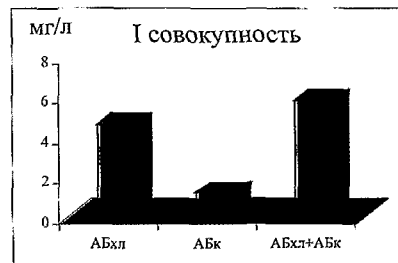
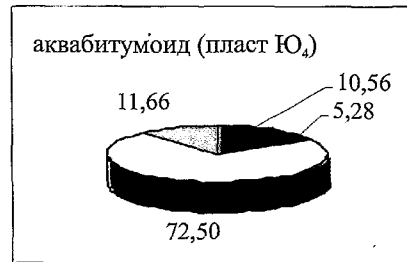
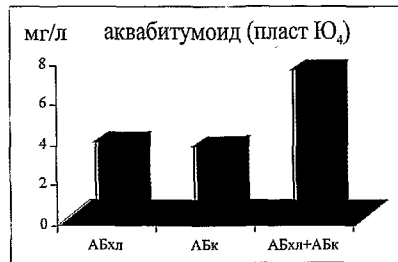
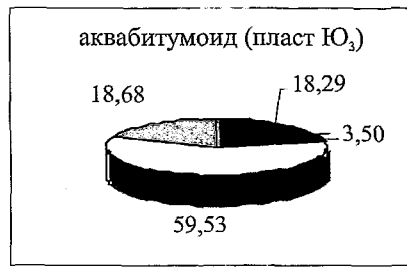
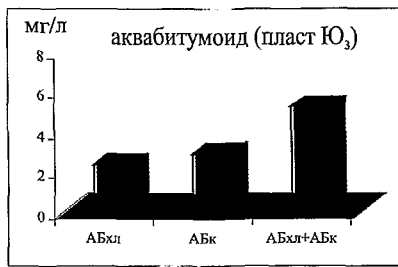


Рис. 2. Содержание аквабитумоидов и групповой состав аквабитумоидов и битумоидов тольинской и даниловской свит:
1 – насыщенные УВ; 2 – ароматические УВ; 3 – смолы; 4 – асфальтены

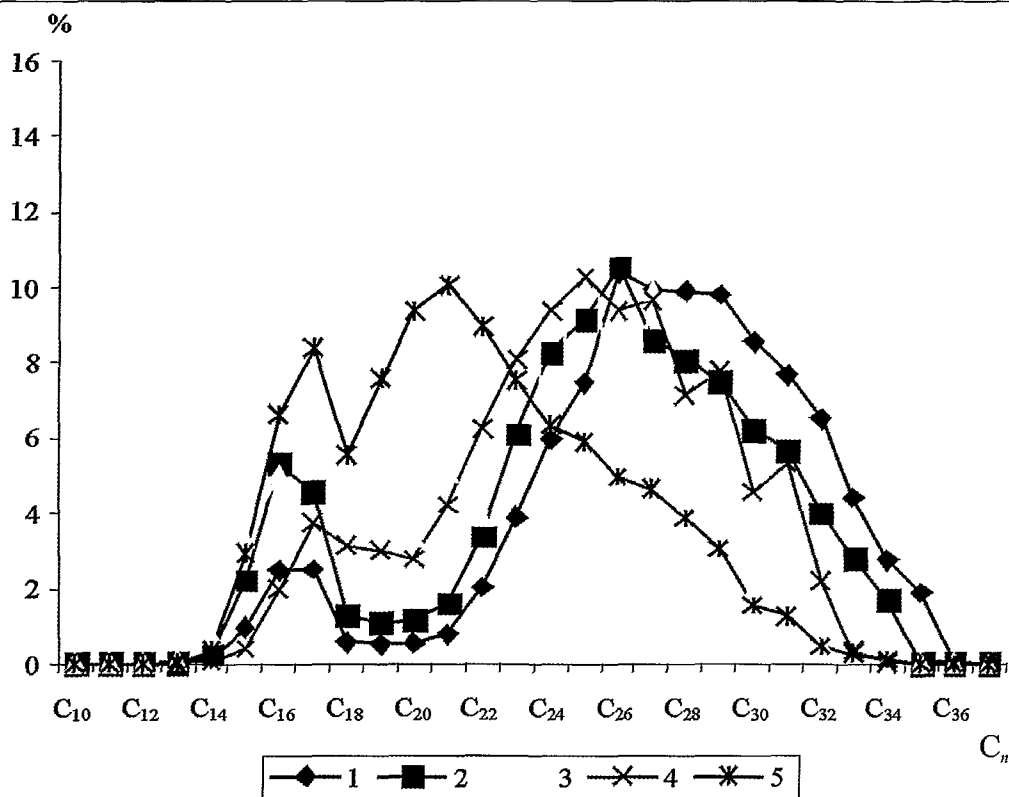


Рис. 3. Распределение нормальных алканов в аквабитумоидах тольинской свиты и битумоидах тольинской и даниловской свит:
 1 – аквабитумоид из пласта Ю₃; 2 – аквабитумоид из пласта Ю₄; 3 – тольинская свита (среднее значение); даниловская свита:
 4 – Южно-Сарманская площадь; 5 – Усть-Иусская площадь

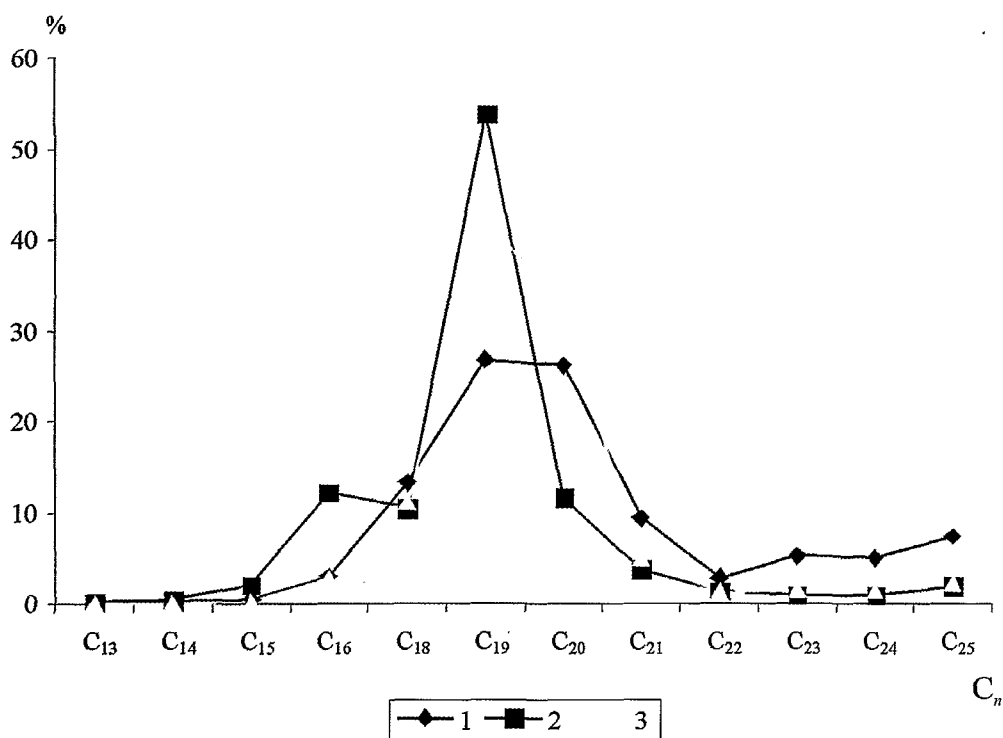
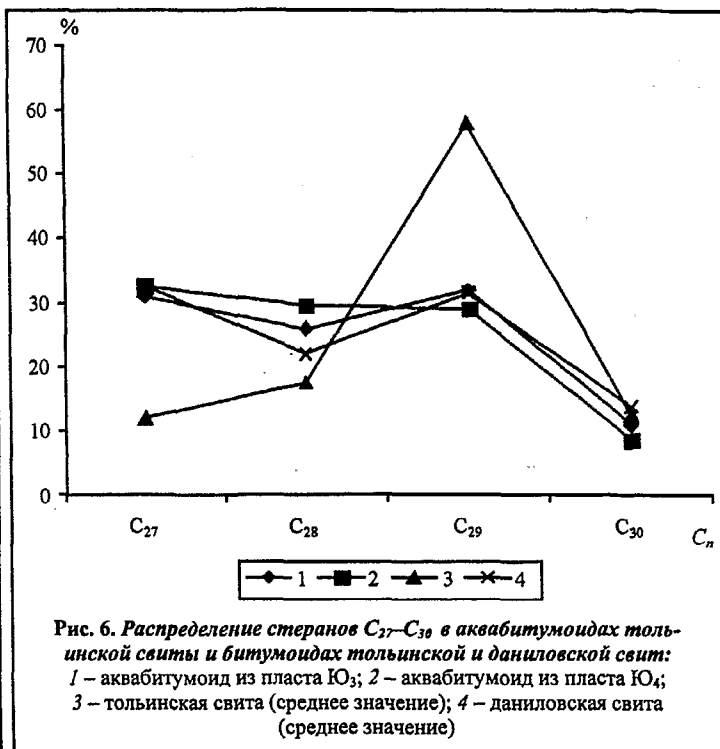
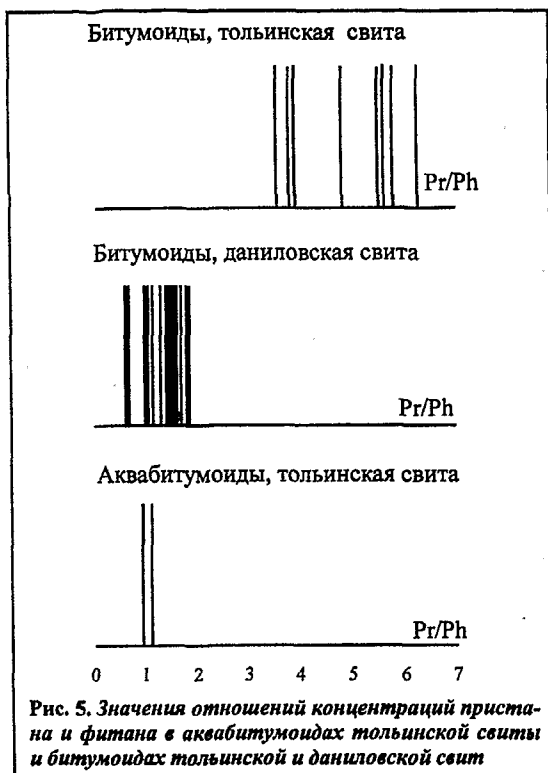


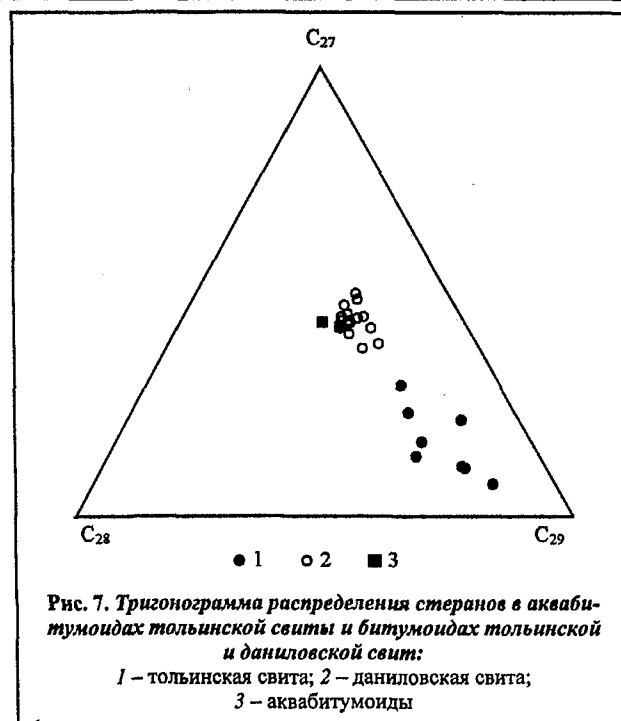
Рис. 4. Распределение изопреноидов в аквабитумоидах тольинской свиты и битумоидах тольинской и даниловской свит
 (средние значения):
 1 – аквабитумоиды; 2 – тольинская свита; 3 – даниловская свита



изопреноидов также преобладает фитан (в среднем 53,90 %), а содержание пристана (C_{19} - 11,60 %) сопоставимо с концентрацией 2, 6, 10-триметилтридекана (C_{16} - 12,21 %) и 2, 6, 10-триметилпентадекана (C_{18} - 10,56 %) (см. рис. 4). Отношение пристана к фитану (Pr/Ph) в аквабитумоидах тольинской свиты и битумоидах даниловской свиты в среднем меньше 1,5 и составляет 1,02 и 1,44, соответственно (см. табл. 1, рис. 5). Этот параметр в тольинских битумоидах в среднем достигает 4,89 при разбросе 3,57...6,23. Соотношение суммы концентраций нормальных и изопреноидных алканов варьирует в аквабитумоидах от 40,86 до 77,24, а в битумоидах оно не превышает 22,22 (см. табл. 1).

Стераны. В составе стеранов идентифицированы холестераны (C_{27}), метилхолестераны (C_{28}), этилхолестераны (C_{29}) и пропилхолестераны (C_{30}) (см. табл. 1, рис. 6). В каждом из этих углеводородов идентифицированы $\alpha\alpha$ -, $\beta\beta$ - и $\beta\alpha$ -изомеры. Для изученных аквабитумоидов и битумоидов даниловской свиты характерны примерно равные концентрации стеранов C_{27} , C_{28} и C_{29} . В аквабитумоиде из интервала 1665...1675 м и битумоидах даниловской свиты преобладают холестераны (32,6 и в среднем 32,49 % на сумму стеранов соответственно, 35,73 и 37,72 % на сумму стеранов C_{27} - C_{29} , соответственно) (см. табл. 1, рис. 6, 7). Отношение стеранов C_{29} к C_{27} составляет 0,89 в аквабитумоиде (интервал 1665...1675 м) и в среднем 0,97 в битумоидах даниловской свиты. В аквабитумоиде из интервала 1593,8...1606,8 м отношение стеранов C_{29} к C_{27} равно 1,03.

Для битумоидов тольинской свиты в отличие от аквабитумоидов и битумоидов даниловской свиты среди стеранов, а также в каждом классе стереоизо-



меров отмечается резкое преобладание этилхолестеранов (в среднем 57,80 % на сумму стеранов, 62,49 % на сумму стеранов C_{27} - C_{29}) (см. табл. 1, рис. 6, 7). Отношение стеранов C_{29} к C_{27} во всех образцах больше 2.

Тритерпаны. В составе тритерпанов в аквабитумоидах и битумоидах в наибольшей концентрации присутствуют гопаны (до 74,40 и до 67,33 % от суммы терпанов, соответственно) (см. табл. 1, рис. 8). Содержание трицикланов в среднем находится на уровне 20...21 % от суммы терпанов. Концентрация

моретанов в битумоидах тольинской свиты в среднем равна 26,39 %, в битумоидах даниловской свиты сопоставима с трициклановой составляющей (в среднем 16,29 %), в аквабитумоидах она составляет в среднем 4,62 % от суммы терпанов. Доля тетрацикланов в аквабитумоидах и битумоидах незначительна и не превышает 5 % от суммы терпанов.

Рассмотрим распределение разных гомологических рядов тритерпанов.

Гопаны. В составе гопанов изученных аквабитумоидов преобладает гопан C_{30} – 25,44...26,59 %, а в битумоидах тольинской и даниловской свит – норгопан C_{29} (в среднем 34,73 и 36,61 % от суммы гопанов, соответственно) (рис. 9). В близких концентрациях в аквабитумоидах идентифицированы норгопан C_{29} и гомогопан C_{31} (18,3...20,6 % против 17,9...18,9 % от суммы гопанов), а в битумоидах – гопан C_{30} и гомогопан C_{31} (в среднем на уровне 23...25 % против 22...24 % от суммы гопанов). Остальные углеводороды присутствуют в концентрации не более 11 % на сумму гопанов. Соотношение гопанов и гомогопанов в аквабитумоидах равно 1,14, а в битумоидах – в среднем 1,97...2,29. В составе гомогопанов с ростом молекулярной массы углеводородов их концентрация падает.

Моретаны. В составе моретанов аквабитумоидов и битумоидов превалирует (37,38...40,26 %) C_{30} (см. рис. 9). Содержание остальных моретанов в аквабитумоидах примерно равное (19...23 %). В битумоидах концентрации моретанов C_{29} и C_{31} находятся на уровне 28...32 %, доля моретана C_{32} не превышает 11 %.

Трицикланы. Среди трицикланов аквабитумоидов преобладают УВ со средней длиной цепи C_{23} – C_{26} (38,42...40,23 % от суммы трицикланов) в отличие от битумоидов тольинской свиты, в которой отмечается аномально высокое содержание (80,99...96,30 %) высокомолекулярных УВ C_{28} – C_{31} (см. табл. 1, рис. 10).

В битумоидах даниловской свиты преобладают УВ C_{29} , C_{30} (в среднем 30,62 и 15,31 %, соответственно) и наблюдается повышенное содержание трицикланов со средней длиной цепи C_{23} , C_{24} , C_{25} (до 17,29; 9,53 и 9,78 % от суммы трицикланов, соответственно). Доля низкомолекулярных хейлантанов (C_{19} – C_{20}) в аквабитумоидах и битумоидах тольинской и даниловской свит составляет в среднем 8,9; 3,12 и 6,93 % от суммы трицикланов, соответственно. Трициклановый индекс $2 \cdot (C_{19} + C_{20}) / \Sigma C_i$ (где $i = 23, 24, 25, 26$) в аквабитумоидах и битумоидах даниловской свиты меньше 1 (см. табл. 1, рис. 11) в отличие от битумоидов тольинской свиты, где его среднее значение равно 1,88 при разбросе 1,28...3,01.

Тетрацикланы. В составе тетрацикланов аквабитумоидов и битумоидов преобладает C_{24} (до 81,47 %). В минимальной концентрации чаще всего находится тетрациклан C_{25} .

Уровень катагенетической преобразованности аквабитумоидов и битумоидов. Как известно, соотношение изомеров стеранов и гопанов четко реагирует на степень катагенетической преобразованности органического вещества. В качестве таких показателей обычно используют соотношение концентраций трисноргопанов (C_{27}) T_s и T_m , а также соотношения $20S/20R$, $20S/20S + 20R$, $\alpha\alpha 20S/\alpha\alpha 20R$ в этилхолестанах (C_{29}) (табл. 2). Использование этих показателей для аквабитумоидов дает расчетные значения отражательной способности витринита (R_{vt}^0) от 0,68 до 0,72, что соответствует началу или середине градации катагенеза MK_1^2 . В битумоидах тольинской и даниловской свит R_{vt}^0 изменяется от 0,47 до 0,58 и от 0,45 до 0,56, соответственно, что отвечает началу или середине градации катагенеза MK_1^1 , а значит, находится ниже показателей зрелости углеводородов аквабитумоидов.

Таблица 2

Биомаркерные показатели для определения катагенетической преобразованности органического вещества в аквабитумоидах тольинской свиты и битумоидах тольинской и даниловской свит

Параметры		Аквабитумоиды		Тольинская свита			Даниловская свита		
		1593,8... 1606,8 м	1665... 1675 м	Значения			Значения		
		Ю ₃	Ю ₄	минимальное	максимальное	среднее	минимальное	максимальное	среднее
Стеран C_{29}	$20S$ $20S + 20R$	0,49	0,47	0,13	0,33	0,23	0,10	0,36	0,21
	$\alpha\alpha 20S$ $\alpha\alpha 20R$	0,65	0,96	0,04	0,24	0,11	0,04	0,33	0,12
	$\frac{20S}{20R}$	0,95	0,87	0,14	0,49	0,31	0,11	0,55	0,28
Гопаны C_{27}	18 α , 21 β –22, 29, 30–трисноргопан (T_s)/17 α , 21 β –22, 29, 30–трисноргопан (T_m)	0,93	1,05	0,04	0,61	0,30	0,17	0,49	0,33

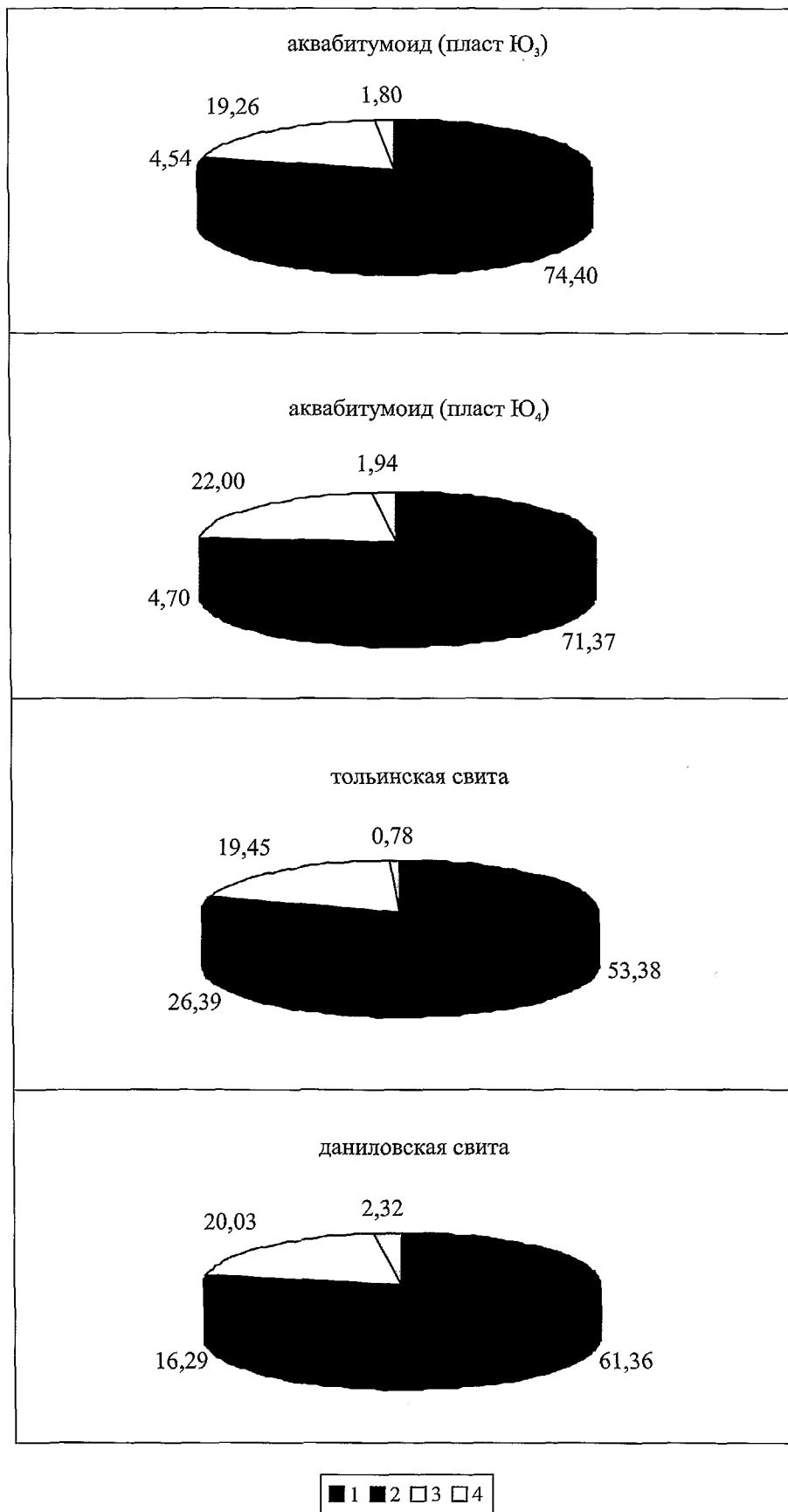


Рис. 8. Распределение групп терпанов в аквабитумоидах тольинской свиты и битумоидах тольинской и даниловской свит:
 1 – гопаны; 2 – моретаны; 3 – трицикланы; 4 – тетрацикланы

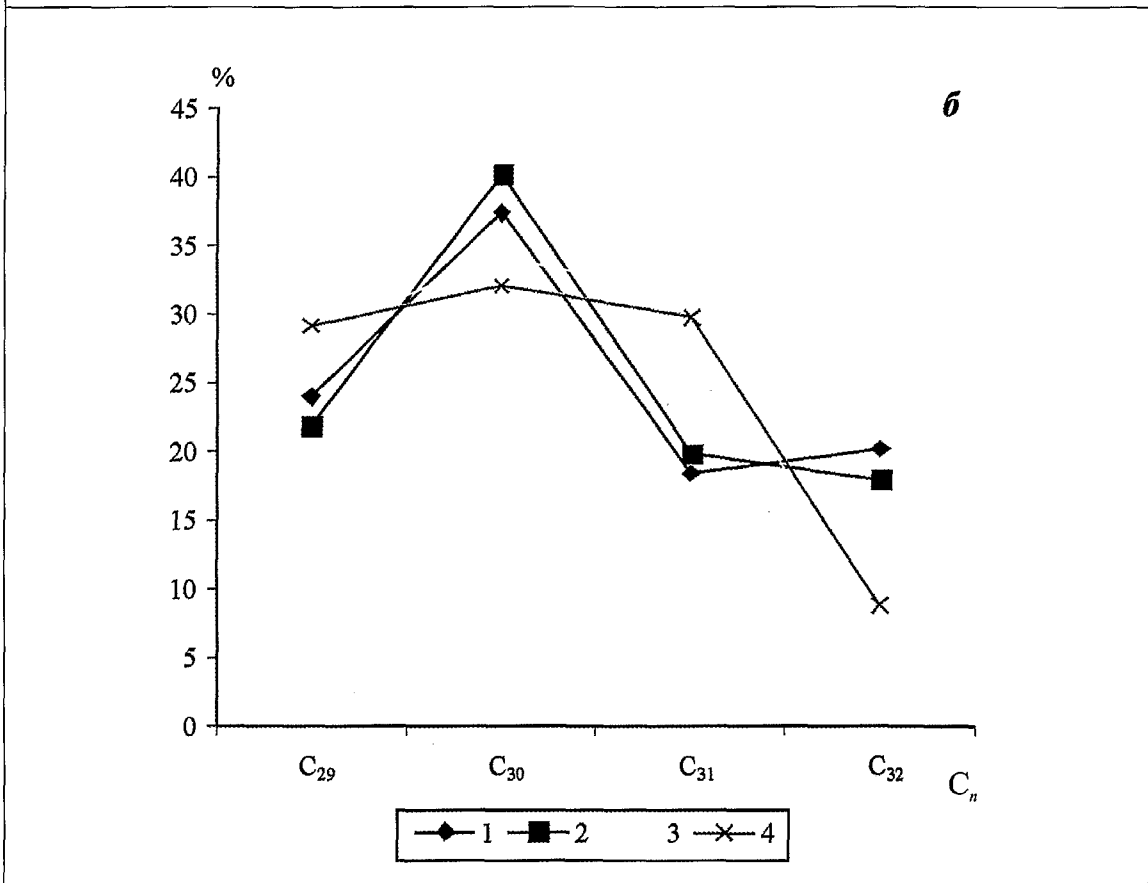
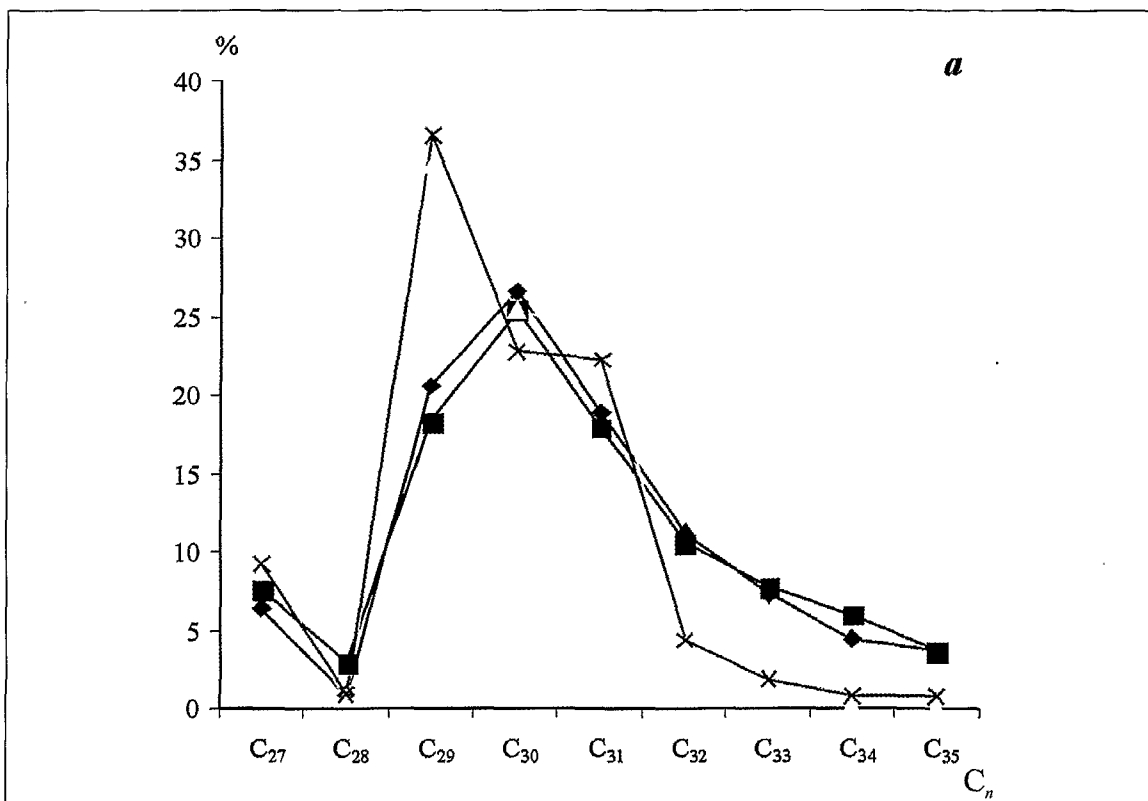


Рис. 9. Распределение гопанов (а) и моретанов (б) в аквабитумоидах тольинской свиты и битумоидах тольинской и даниловской свит:
 1 – аквабитумоид из пласта Ю₃; 2 – аквабитумоид из пласта Ю₄; 3 – тольинская свита (среднее значение);
 4 – даниловская свита (среднее значение)

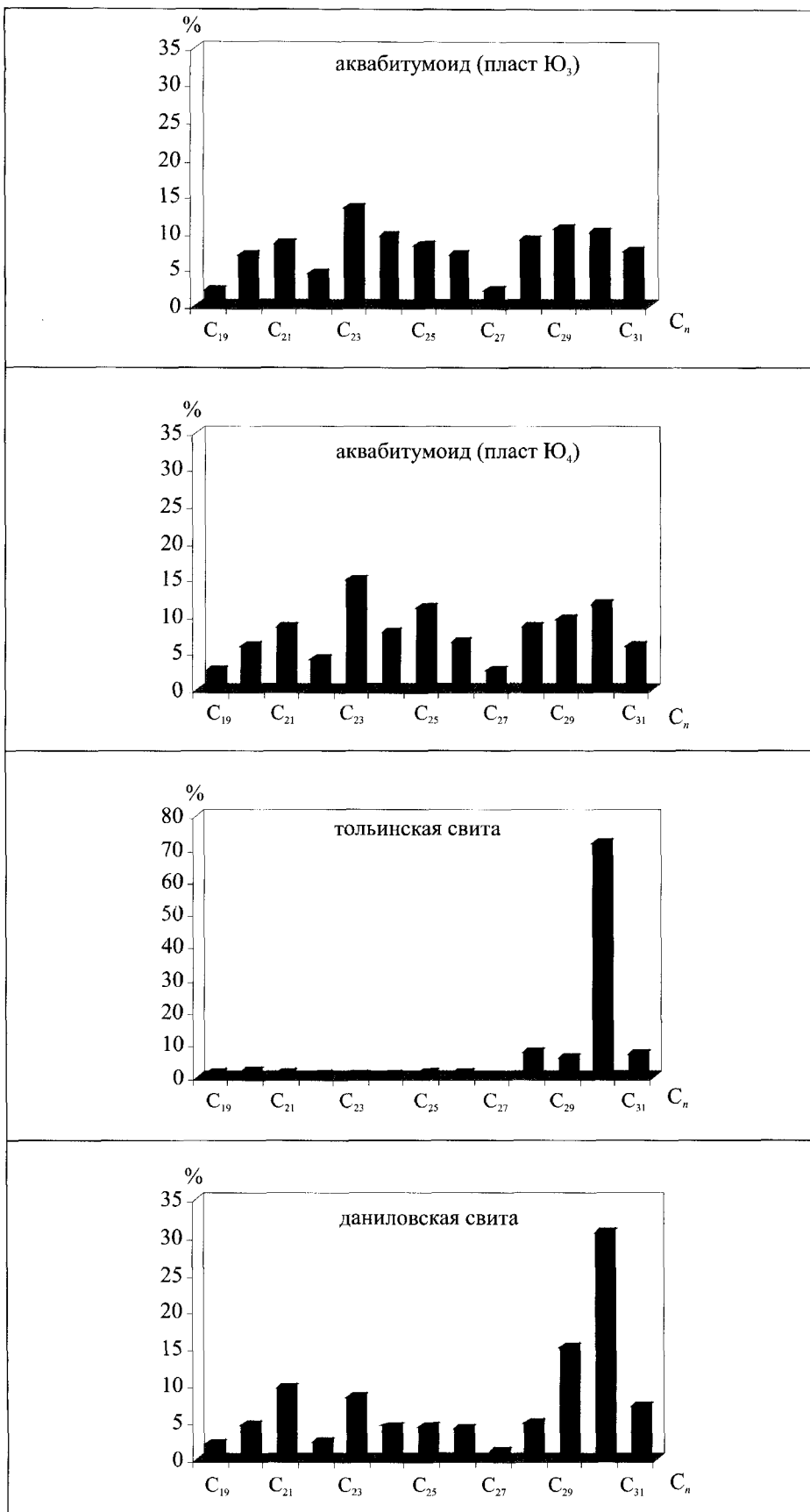


Рис. 10. Распределение трициклических терпанов в аквабитумоидах тольинской свиты и битумоидах тольинской и даниловской свит

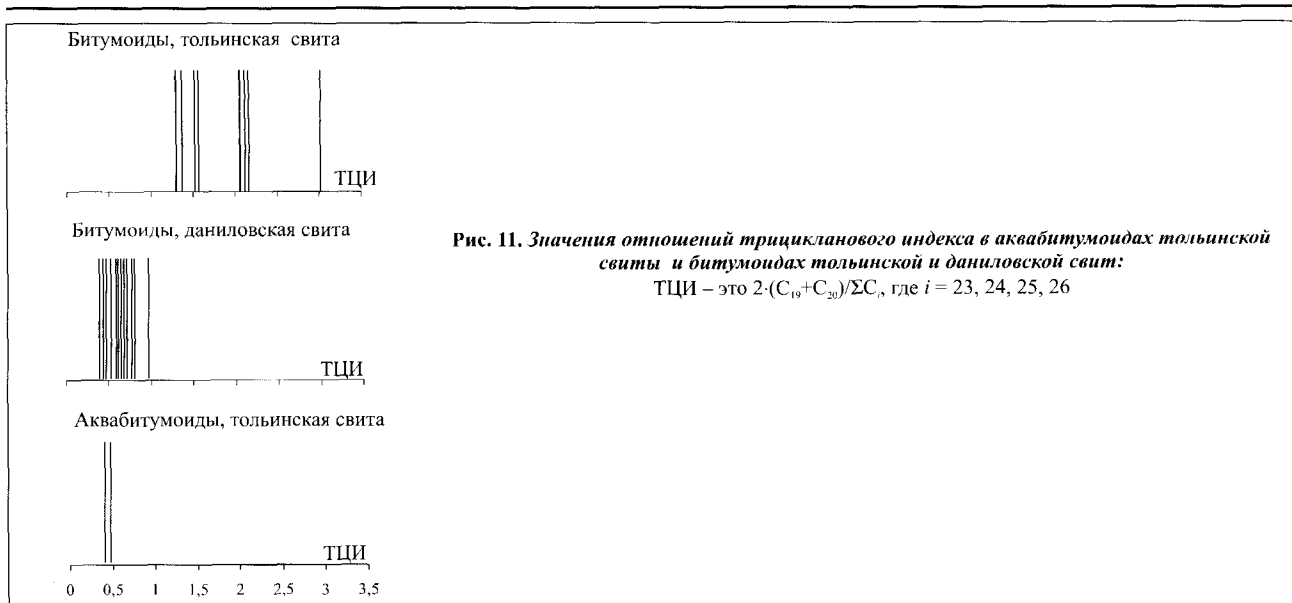


Рис. 11. Значения отношений трициклического индекса в аквабитумоидах тольинской свиты и битумоидах тольинской и даниловской свит:
 ТЦИ – это $2 \cdot (C_{19} + C_{20}) / \Sigma C_i$, где $i = 23, 24, 25, 26$

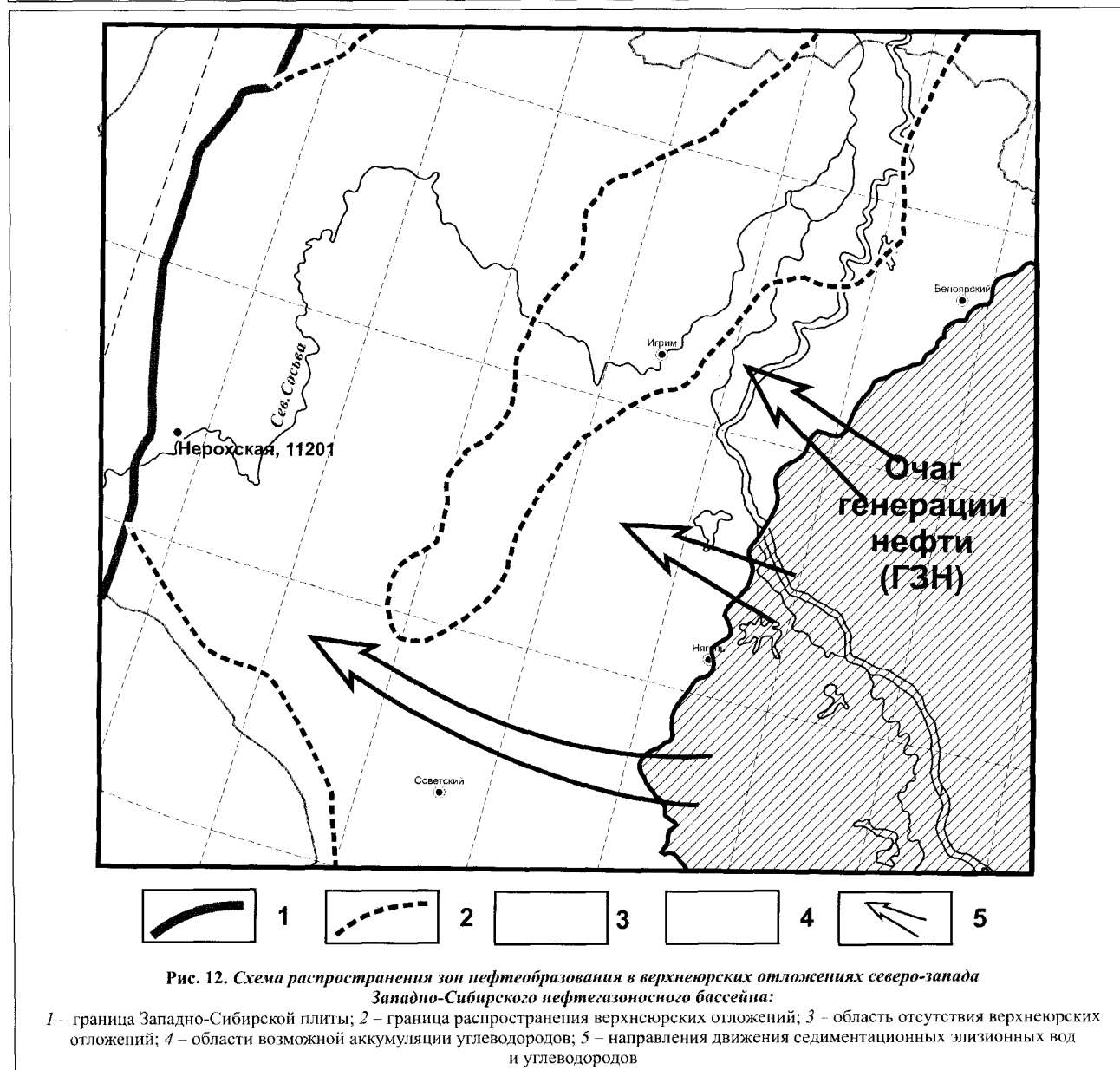


Рис. 12. Схема распространения зон нефтеобразования в верхнеюрских отложениях северо-запада Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна:

1 – граница Западно-Сибирской плиты; 2 – граница распространения верхнеюрских отложений; 3 – область отсутствия верхнеюрских отложений; 4 – области возможной аккумуляции углеводородов; 5 – направления движения седиментационных элизионных вод и углеводородов

Таким образом, сравнительное описание углеводородов-биомаркеров в битумоидах тольинской и даниловской свит свидетельствует о том, что по важнейшим биомаркерным показателям аквабитумоиды тольинской свиты подобны битумоидам даниловской свиты и отличаются от них для тольинской свиты. На рис. 5 приведено распределение отношений пристана и фитана в битумоидах обеих свит и в аквабитумоидах. На рис. 11 для этих же объектов показаны значения трицикланового индекса. Наконец, на тригонограмме (см. рис. 7) приведено распределение стеранов в битумоидах нефтепроизводящих пород и в аквабитумоидах. Из рис. 7 видно, что по всем этим показателям аквабитумоиды подобны битумоидам даниловской свиты, что дает основание рассматривать их в качестве источника этих аквабитумоидов.

Надо, однако, иметь в виду, что между битумоидами даниловской свиты и аквабитумоидами тольинской свиты есть существенные различия. Отметим важнейшие из них. Первое и наиболее бросающееся в глаза различие – это разница в распределении концентраций нормальных алканов с изменением молекулярной массы (см. рис. 3). В битумоидах даниловской свиты на изученных площадях окраины Западно-Сибирской провинции резко преобладают *n*-алканы с нечетным числом атомов углерода в цепи и показатель CPI равен 1,13 (см. табл. 1, рис. 3). В аквабитумоидах распределение равномерное и CPI равен единице (см. табл. 1, рис. 3).

Из работы Филиппи [5], со временем ставшей классической, известно, что преобладание концентраций нечетных *n*-алканов над четными характерно для осадков и катагенетически малообразованного органического вещества. Соотношение концентраций этих углеводородов выравнивается в катагенезе. Последние данные показывают, что в Западной Сибири такое выравнивание происходит к концу градации МК₁¹. Исследования авторов в Западной Сибири в общем подтвердили этот вывод. Одновременно они показали, что в разных толщах пород в зависимости от типа ОВ и состава минеральной матрицы это выравнивание происходит при разных РТ-условиях. Так, на ряде площадей было установлено, что в баженовской свите такое выравнивание концентраций нечетных и четных *n*-алканов происходит на меньших глубинах, при менее жестких термобарических условиях, чем в подстилающих ее абалакской и васюганской свитах [3].

Высокие значения CPI в даниловской свите и равные единице в аквабитумоидах показывают, что изученные аквабитумоиды сформировались в районах, где даниловская свита или ее фациальный аналог – баженовская находятся на больших глубинах, чем в районе исследований.

Полученный вывод подтверждается и данными о соотношениях концентраций изомеров стеранов и гопанов, которые зависят от зрелости органического

вещества. В качестве таких показателей можно привести соотношение концентраций трисноргопанов (C₂₇) Ts и Tm, 20S/20R, αα20S/αα20R в этилхолестанах (C₂₉) и др. (см. табл. 2). Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что значения этих показателей в аквабитумоидах выше, чем в битумоидах даниловской свиты на изученных площадях северо-западной окраины Западно-Сибирского осадочного бассейна. Напомним, что по совокупности этих показателей расчетные значения отражательной способности витринита в аквабитумоидах равны 0,68...0,72, а в битумоидах даниловской свиты – 0,45...0,56.

Отсюда следует ряд чрезвычайно важных для оценки перспектив нефтегазоносности севера приуральской части Западно-Сибирского бассейна выводов:

1. На севере приуральской части Западно-Сибирского бассейна созревание органического вещества и первичная миграция нефти происходят в зонах, где баженовская свита и ее возрастные аналоги, в частности даниловская свита, погрузились на глубины более 1560...1570 м.

2. Наличие на глубинах около 1600 м в тольинской свите зрелых битумоидов показывает, что первичная миграция элизионных вод из погруженных частей Западно-Сибирского бассейна происходила из зон, где баженовская свита погрузилась на глубины 2200 м и более (рис. 12). Обратим внимание, что в Шаимском НГР нефти разных стратиграфических уровней (абалакской и тюменской свит, кровельной части доюрского комплекса) имеют тот же источник – аргиллиты баженовского горизонта [4].

3. Факт установления потока мигрирующих углеводородов из погруженных зон Западно-Сибирского бассейна на его северо-западные склоны позволяет более высоко, чем это предполагалось ранее, оценивать перспективы нефтегазоносности юрских резервуаров в Северо-Восточном Приуралье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конторович А.Э. Аквабитумоиды // *Научное наследие академика И.М. Губкина в нефтяной геологии Сибири.* – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 73–85.
2. *Органическая геохимия абалакской свиты Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна* / А.Э. Конторович, В.П. Данилова, Е.А. Костырева и др. // *Геология и геофизика.* – 2000. – Т. 41. – С. 459–478.
3. Конторович А.Э., Данилова В.П., Фомичев А.С. *Геохимия битумоидов в подземных водах Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна* // *Геохимические критерии перспектив нефтегазоносности мезозойских и палеозойских отложений Сибири.* – 1976. – С. 3–25 (Тр. / СНИИГГиМС; Вып. 231).
4. *Генезис нефтей Шаимского нефтегазоносного района* / В.И. Москвин, В.П. Данилова, Е.А. Костырева и др. // *Особенности геологического строения и разработки месторождений Шаимского нефтегазоносного района: Сб. науч. тр. / ТПП Урайнфтегаз ООО «ЛУКойл-Западная Сибирь».* – Урай-Тюмень, 2002. – С. 183–192.
5. Philipp C.T. *On the depth, time and mechanism of petroleum generation* / *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1965. – Vol. 29, № 12. – P. 3061–3073.