



Геохимия органического вещества юрско-меловых пород на севере Западной Сибири

А. И. Бурухина, Е. А. Фурсенко

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск

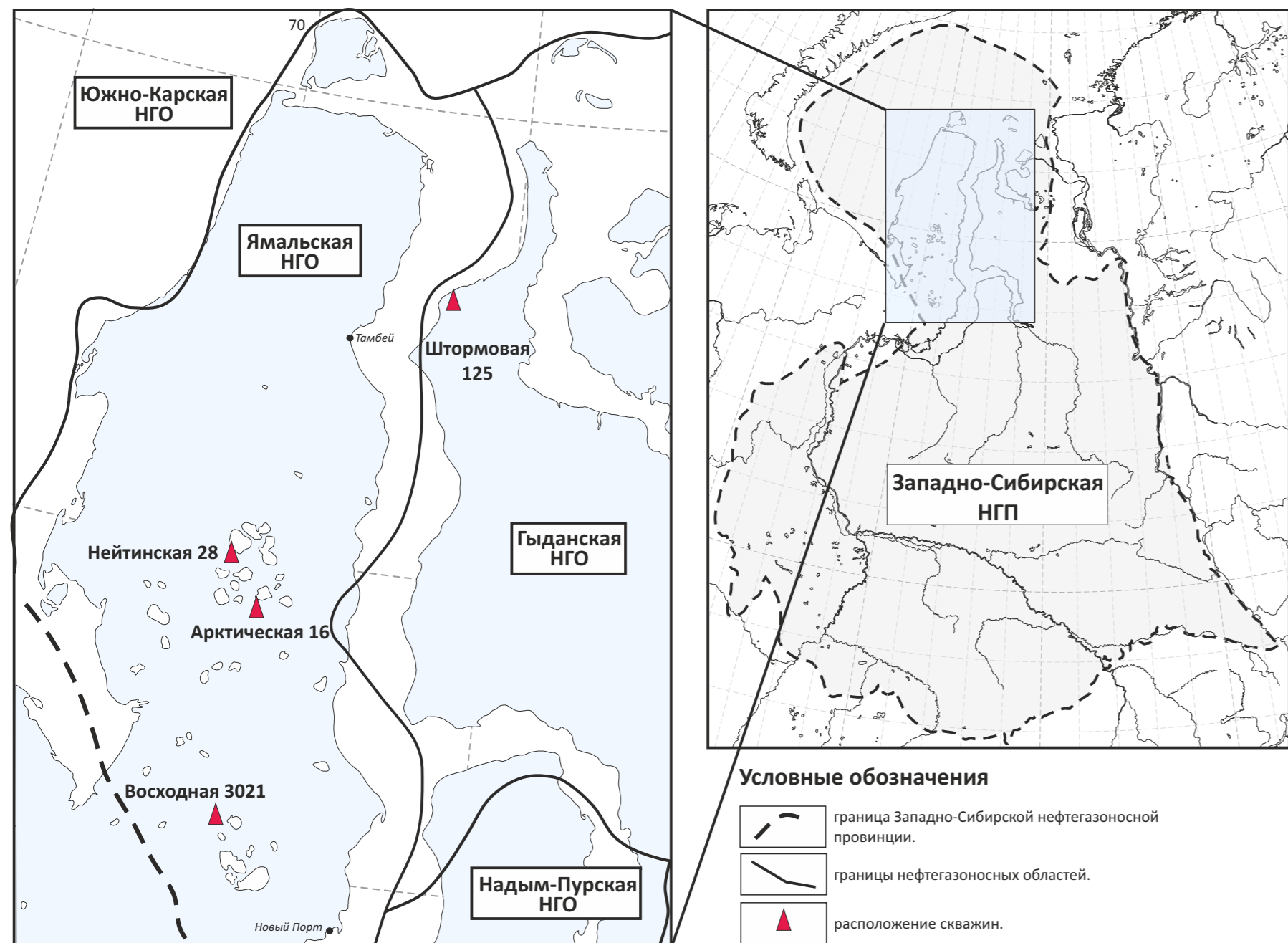


Рис. 1. Расположение скважин

Нефтегазогеологическое районирование соответствует работе [1]

По результатам пиролитических исследований в большинстве изученных пород, включая образцы баженовской свиты из скв. Нейтинская-28, содержится ОВ смешанного, преимущественно террагенного генотипа [2, 3], накопление которого происходило в слабо восстановительных/ субокислительных обстановках ($OI > 10 \text{ мг CO}_2/\text{г C}_{\text{орг}}$; рис. 3).

Высокая доля аквагенных липидов в составе и сильно восстановительные условия fossilization ($OI < 10 \text{ мг CO}_2/\text{г C}_{\text{орг}}$) ОВ идентифицированы в средней части вымской свиты ($S_2 - 11,62 \text{ мг УВ/г породы}$; $HI - 312 \text{ мг УВ/г ТОС}$) в разрезе скв. Штормовая-125 и в керновом материале баженовской свиты (ср. знач. $S_2 - 9,64 \text{ мг УВ/г породы}$; $HI - 256 \text{ мг УВ/г ТОС}$) из скв. Восходная-3021 (см. рис. 3). Однако, несмотря на высокие значения HI и, наоборот, низкие $-OI$, тяжелый изотопный состав органического углерода ($-25,3 \text{ ‰}$) образца из средней части вымской свиты на полуострове Гыдан указывает на террагенный генотип содержащегося в нем ОВ [4].

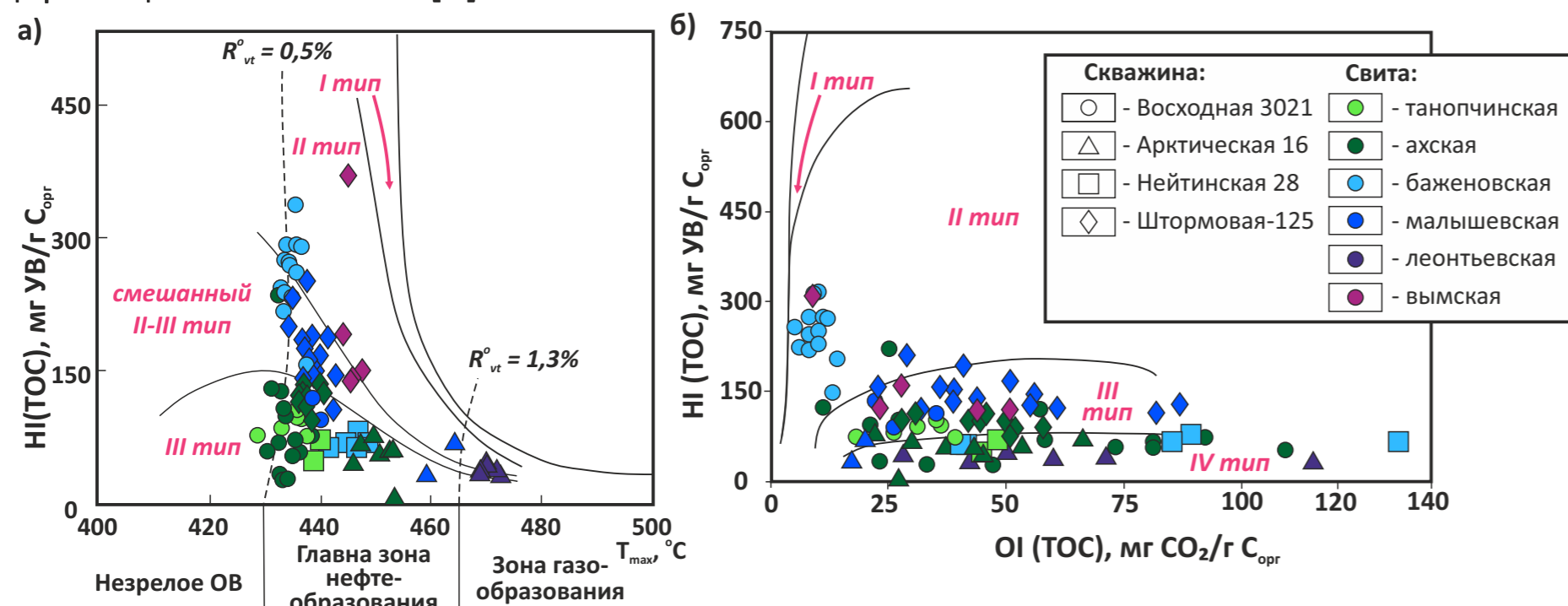


Рис. 3. Пиролитические характеристики юрско-меловых пород полуострова Ямал и Гыдан. Зависимости: а) HI от T_{max} (по [2, 5]); б) HI от OI (по [3])

Степень термокаталитической зрелости ОВ по пиролитическому параметру T_{max} ($428-453^\circ\text{C}$) для большинства образцов соответствует главной зоне нефтеобразования [5]. В общем случае наблюдается закономерное увеличение этого показателя с глубиной, типичное для проявлений регионального катагенеза в крупных осадочных бассейнах. Так, наибольшая катагенетическая преобразованность ОВ диагностируется для наиболее погруженных (относительно остальной коллекции) образцов мальшевской ($459, 464^\circ\text{C}$) и леонтьевской свит ($469-473^\circ\text{C}$) из скв. Арктическая-16 (см. рис. 3 а). Полученные выводы о степени катагенеза ОВ изученных толщ согласуются с результатами молекулярных исследований – значения параметров по распределению стеранов и аренов смещаются в область величин, характерных для более высоких стадий преобразованности ОВ, сверху вниз по разрезу отдельно взятых скважин.

В среднем изученные породы характеризуются невысоким остаточным генерационным потенциалом (HI ср. знач. $93 \text{ мг УВ/г C}_{\text{орг}}$; $S_1+S_2 \leq 6 \text{ мг УВ/г C}_{\text{орг}}$). Более высокие значения пиролитических параметров характерны для образцов баженовского горизонта из скв. Восходная-3021 (HI ср. знач. $256 \text{ мг УВ/г C}_{\text{орг}}$; S_1+S_2 до $13,8 \text{ мг УВ/г C}_{\text{орг}}$) и прослой из средней части вымской свиты в разрезе скв. Штормовая-125 ($HI 312 \text{ мг УВ/г C}_{\text{орг}}$; $S_1+S_2 12,8 \text{ мг УВ/г C}_{\text{орг}}$), что позволяет предполагать для этих пород более высокий генерационный потенциал. При этом, низкие интенсивности пиролитических пиков S_1 и S_2 для пород леонтьевской свиты из скважины Арктическая-16 (HI ср. знач. $40 \text{ мг УВ/г C}_{\text{орг}}$; $S_1+S_2 0,53-1,14 \text{ мг УВ/г C}_{\text{орг}}$) может быть связано с высокой степенью преобразованности этого ОВ и, как следствие, высокой реализованностью его преимущественно газогенерационного потенциала.

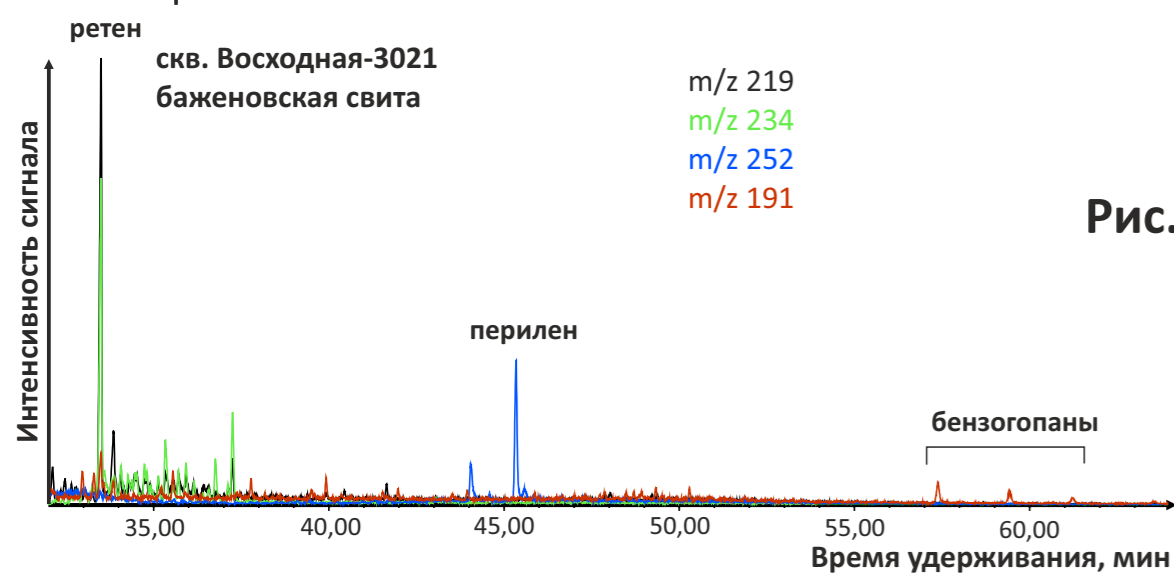


Рис. 5. Типовая масс-фрагментограмма по $m/z 219+234+252+191$

Изучение осадочных пород юрско-мелового комплекса из скважин, пробуренных на севере Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (рис. 1), методами органической геохимии проводились для определения генотипа, степени катагенетической преобразованности и палеофациальных обстановок накопления содержащегося в них органического вещества (ОВ). Для 87 образцов кернового материала определены пиролитические характеристики и содержание органического углерода ($C_{\text{орг}}$), из них для 81 образца проведены дальнейшие битуминологические исследования (табл. 1).

Табл. 1. Комплекс имеющихся аналитических данных

Скважина	Свита	Количество проб	Комплекс аналитических исследований, количество проб					
			$C_{\text{орг}}$	Пиролиз	Экстракция (вкл. β)	Групповой состав	Распределение n-алканов и ациклических изопренов	Распределение стеранов и терпанов
Арктическая	ахская	8	8	8	8	8	8	8
	мальшевская	2	2	2	2	2	2	2
	леонтьевская	6	6	6	6	6	6	6
Нейтинская	танопоинская	2	2	2	2	2	2	2
	баженовская	5	5	5	5	5	5	5
Восходная	танопоинская	6	6	6	4	4	4	4
	ахская	14	14	14	12	12	12	12
	баженовская	11	11	11	11	11	11	11
Штормовая	мальшевская	3	3	3	3	3	3	3
	ахская	9	9	9	8	8	8	8
	вымская	16	16	15	15	15	15	15
Всего		87	87	87	81	81	81	81

Показано (рис. 2), что в наибольшей степени органическим углеродом обогащены породы баженовской свиты ($2,31-4,07 \text{ ‰}$ на породу) на юге полуострова Ямал (скв. Восходная-3021), а также отдельные интервалы вымской свиты (до $4,31\%$) на полуострове Гыдан (скв. Штормовая-125). Значение $C_{\text{орг}}$ для остальных образцов находится в диапазоне от $0,67$ до $2,47 \text{ ‰}$ и в среднем составляет $1,35 \text{ ‰}$ (за исключением 1 образца танопоинской свиты из скв. Восходная-3021, для которого было получено значение $10,06 \text{ ‰}$, что связано, вероятнее всего, с включениями углелицированного растительного детрита).

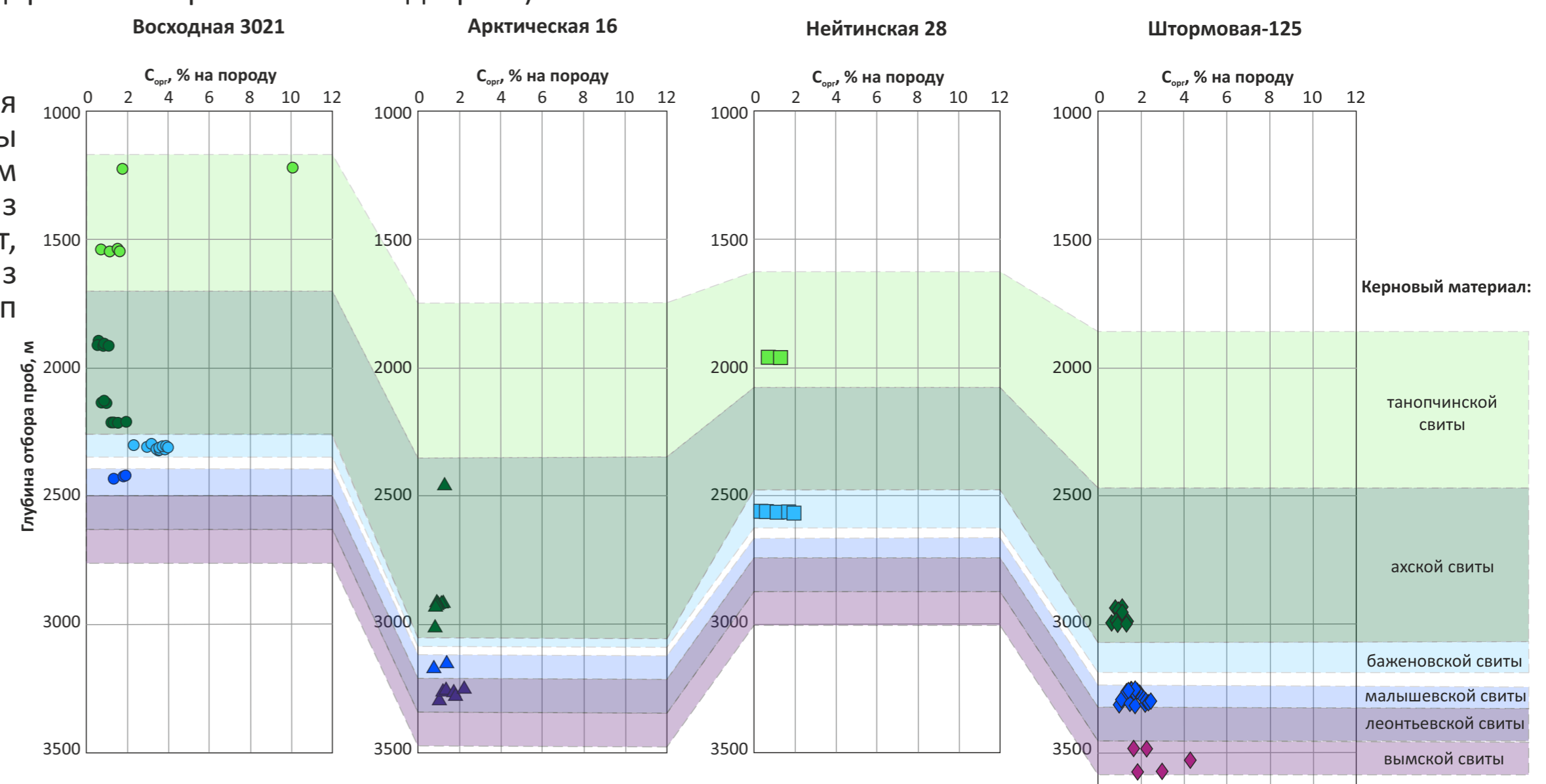


Рис. 2. Распределение $C_{\text{орг}}$ в разрезе изученных скважин

По совокупности данных о групповом составе битумоидов (содержание УВ $\leq 50\%$), индексе продуктивности ($PI < 0,5$), диаграмме Успенского-Вассоевича изученные экстракты можно считать сингенетичными вмещающим породам, несмотря на имеющиеся признаки проявления нефтегазогенерации и внутрислойной миграции генерированных УВ-флюидов, и учитывать их компонентный состав при геохимической типизации. Так, распределение стерановых и трицикловых УВ подтверждает преимущественно аквагенный генотип ОВ баженовской свиты на юге полуострова Ямал (скв. Восходная-3021) (рис. 4 а). Участие аквагенных липидов в формировании ОВ на юге полуострова Ямал определяется также для пород ахской свиты (см. рис. 4 а). Для остальных изученных пород юрского и мелового возраста эти генетические параметры подтверждают преобладающую роль террагенной составляющей в составе ОВ (см. рис. 4 а) [3, 6]. При этом, по распределению нормальных и изопреноидных алканов седиментация и диагенез ОВ юрских толщ полуострова Гыдан (скв. Штормовая-125) происходили в субокислительных обстановках (пристан/ фитан $2,28-4,67$, ср. знач. $3,13$; рис. 4 б), а остальных изученных толщ – в слабо, умеренно восстановительных (пристан/ фитан $0,97-3,95$, ср. знач. $2,01$; рис. 4 б). Вместе с тем, в большинстве изученных битумоидов, включая экстракты баженовской свиты из скв. Восходная-3021, определяются высокие концентрации ретена ($m/z 219 \rightarrow 234$) и перилена ($m/z 252$) (рис. 5), которые считаются производными смол хвойных растений [7].

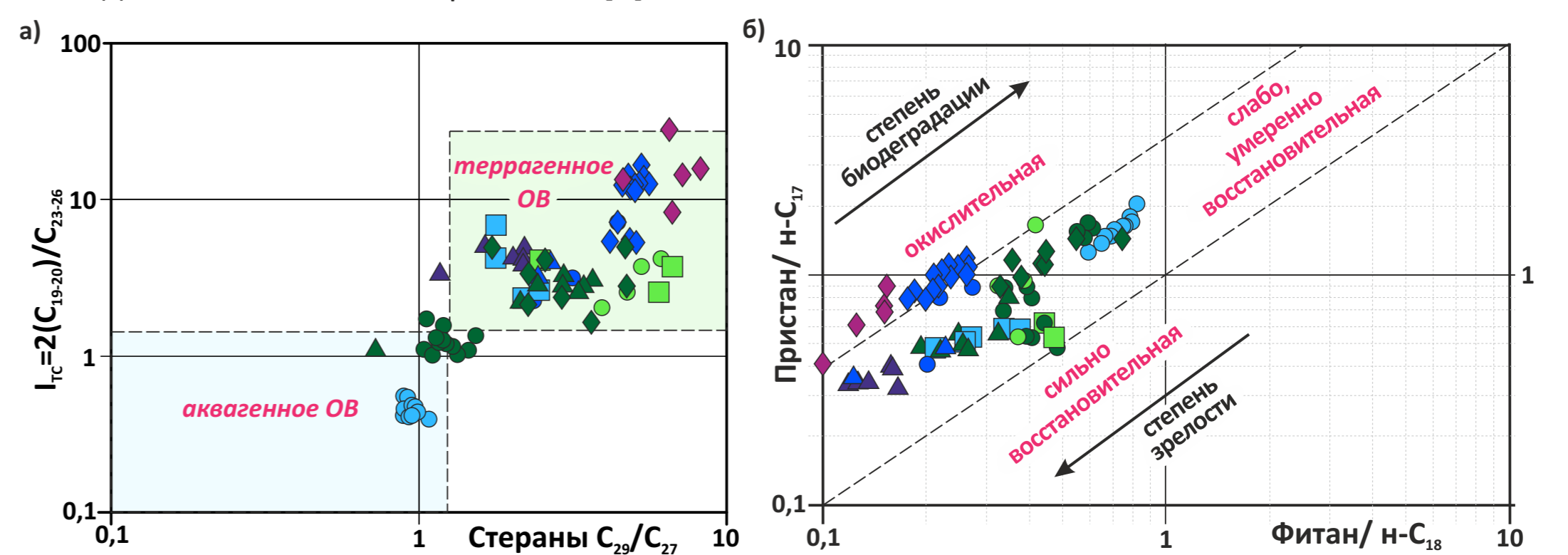


Рис. 4. Диаграммы: а) зависимости трициклового индекса I_{TC} от соотношения стераны C_{29}/C_{27} по [2, 8]; б) Кеннона-Кессоу по [2, 9]. Условные обозначения см. на рис. 3.

1. Скоробогатов В. А. Гыдан: геологическое строение, ресурсы углеводородов, будущее... / В. А. Скоробогатов, Л. В. Строганов. – М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2006. – 261 с.
 2. Лопатин Н. В. Пиролиз в нефтегазовой геохимии / Н. В. Лопатин, Т. П. Емец. – М.: Наука, 1987. – 144 с.
 3. Peters K. E. The biomarker guide / K. E. Peters, C. C. Walters, J. M. Moldowan. – Cambridge: Cambridge University Press, 2005 – 704 p.
 4. Конторович А. Э. Изотопный состав углерода рассеянного органического вещества и битумоидов и некоторые спорные вопросы теории образования нефти / А. Э. Конторович, Н. А. Верховская, И. Д. Тимошина, А. С. Фомичев // Геология и геофизика. – 1986. – № 5. – С. 3–13.
 5. Espitalie J. La pyrolyse Rock-Eval et ses applications (Deuxième partie) / J. Espitalie, G. Deroot, F. Marguis // Revue de JFPP. 1985. Vol. 40. – No. 6. – P. 755-784.
 6. Петров А. А. Углеводороды нефти / А. А. Петров. – М.: Наука, 1984 – 264 с.
 7. Otto A. Chemosystematics and diagenesis of terpenoids in fossil conifer species and sediment from the Eocene Zeititz formation, Saxony, Germany / A. Otto, D. R. Simoneit // Geochim. Cosmochim. Acta. – 2001. – Vol. 65. – P. 1715–1728.
 8. Конторович А. Э. Разнообразные очаги нефтеобразования и нефтенакопления на Северо-Азиатском кратоне / А. Э. Конторович, С. Ф. Бахтуров, А. К. Башарин, С. Ю. Беляев, Л. М. Бурштейн, А. А. Конторович, В. А. Кригин, А. И. Ларичев, Г. Ли, В. Н. Меленевский, И. Д. Тимошина, Г. С. Фрадкин, А. В. Хоменко // Геология и геофизика. 1999. Т. 40, № 11, С. 1676–1693.
 9. Connan J. Properties of gases and petroleum liquids derived from terrestrial kerogen at various maturation levels / J. Connan, A. Cassou // Geochimica et Cosmochimica Acta. 1980. Vol. 44, No. 1, P. 1-23.