



К. г.-м. н.
Л. А. Анищенко



К. г.-м. н.
С. С. Клименко
klimenko@geo.komisc.ru



К. г.-м. н.
Н. Н. Рябинкина
ryabinkina@geo.komisc.ru

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ ТАЛАТИНСКОЙ СВИТЫ (КУНГУРСКИЙ ЯРУС) РЕКИ КОЖЫМ

С кунгурского времени произошло обособление впадин Предуралья по условиям накопления осадков. В северных впадинах — Кортаихинской и Косью-Роговской — седиментация происходила в условиях гумидного климата с образованием угленосной формации. Отложения угленосной формации подстилаются толщей терригенных пород «сероцветной морской малассы» [1, 2]. Представляет научный интерес выявление особенностей распространения и состава органического вещества (ОВ) в породах талатинской свиты P_1t , относящихся к основанию кунгурского яруса [2]. Исследования пород проведены по разрезу обнажений на р. Кожым. Литологическое изучение толщи началось еще в 40-е годы прошлого столетия А. П. Ротаем, который и дал название свите, было продолжено в 50—70-е годы и до сих пор привлекает внимание исследователей пермских отложений [3]. Обобщение опубликованного материала,

личные взгляды на строение и фациальную диагностику пермских отложений, новые палеонтологические и палинологические данные были предложены группой ученых Института геологии Коми НЦ УрО РАН (Г. П. Каневым, Е. О. Малышевой, Н. А. Колодой) совместно с коллегами из Палеонтологического института РАН (Т. А. Грунт) и Казанского государственного университета (Н. К. Есауловой и др.) в рамках Международного симпозиума по стратотипическим разрезам перми на р. Кожым [2]. Краткая литологическая характеристика пород приводится нами по опубликованным данным.

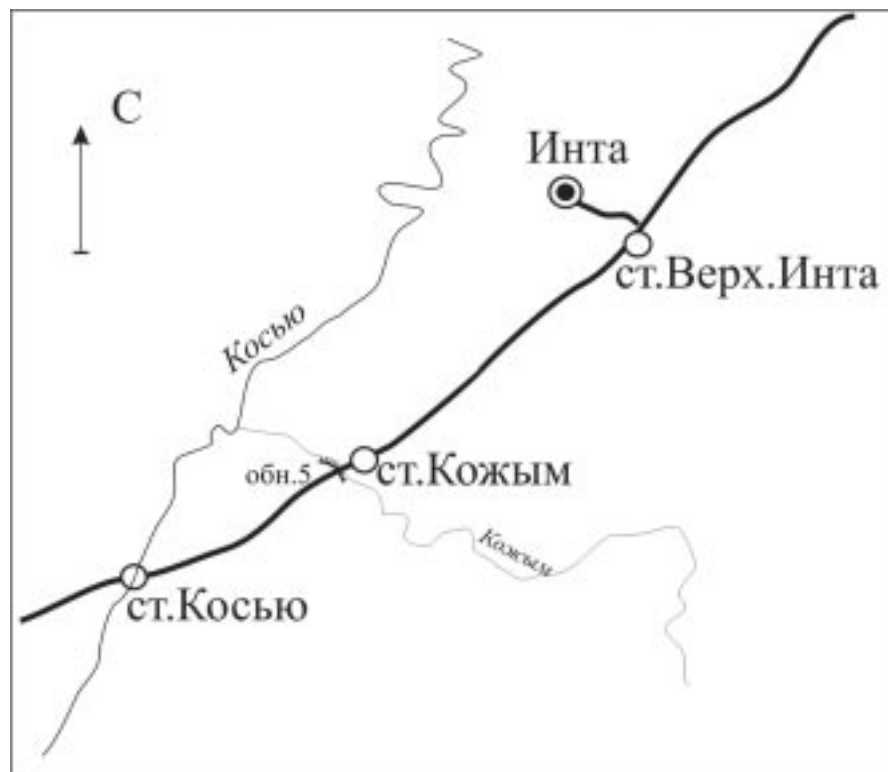
В основании толщи А. П. Ротаем (1946) выделена мощная пачка (более 70 м) переслаивания средне- и мелкозернистых песчаников и алевролитов (слой 470). Отмечается резкий эрозийный контакт нижних пластов среднезернистых песчаников (мощностью до 2—3 м) с подстилающими алевролитами бельковской (P_1b1) свиты, наличие в пес-

чаниках галек этих алевролитов, текстура пород массивная, возможно, грубо-косослоистая, а вверх по разрезу происходит уменьшение зернистости песчаников, слоистость становится ритмичной, тонкогоризонтальной, ленточной, реже волнистой с волноприбойными знаками. Перекрывается этот пласт ритмичной толщей тонкогоризонтально-слоистых песчаников и алевролитов слабоизвестковистых с обилием морской фауны (слои 469—465).

Характер строения слоя 470 (основания свиты), по мнению Е. О. Малышевой, свидетельствует о том, что его формирование связано с развитием маломощных зерновых потоков и турбидитов либо на склоне дельты, либо в верхней части шельфового склона [1].

В строении слоев 468—457, такие характерные признаки, как отсутствие четких закономерностей в чередовании пород, преобладание алевролитов и аргиллитов с неяснослоистыми или горизонтально-слоистыми текстурами, широкое распространение морской фауны и биотурбаций, присутствие маломощных песчаных или даже известковых прослоев со скоплениями морской фауны: брахиопод, мшанок, двустворок, а также членков криноидей позволило интерпретировать их как отложения удаленного от берега шельфа.

При этом преобладали иловые фации. Песчаные прослои, вероятно, представляли собой штормовые и подводно-баровые образования. Первые характеризуются небольшими мощностями (0.3—1.5 м), достаточно резкими нижним и верхним контактами, неяснослоистыми текстурами или слоистостью мелкой ряби, часто обогащены скоплениями раковин и биотурбированы. Вторые отличаются относительно повышенными мощностями (3—6 м), постепенным переходом в подстилающие отложения, незна-





чительным укрупнением обломочных зерен вверх по разрезу, интенсивной биотурбацией в нижней части, присутствием косослоистых текстур — в верхней. Как и штормовые отложения, они часто содержат скопления морских организмов. И те, и другие иногда включают песчаные отложения русловых промоин.

Для слоя 449 характерно наличие многочисленных поверхностей с отпечатками мелкомасштабных знаков ряби волнений с достаточно высоким индексом (отношение длины волны к высоте), что весьма характерно для зоны прибоя и, учитывая положение данной пачки в разрезе прибрежных отложений, можно предполагать, что условия ее формирования, вероятно, связаны с нижним пляжем [1].

Отложения слоев 456—448 представляют собой типичную циклическую регрессивную последовательность, в которой каждый цикл начинается с алевроитовых горизонтально- или неяснослоистых, биотурбированных алевролитов, постепенно переходящих в песчано-алевритовые и, наконец, песчаные отложения. Зернистость песчаников также увеличивается вверх по разрезу от мелкой до средней. При этом в песчаниках наиболее развиты косослоистые текстуры и слоистость мелкой ряби. В кровле циклов отчетливо выражены трансгрессивные слабо эрозионные поверхности, часто обогащенные остаточным лагом в виде мелких глинистых галек и ракушняка. Все эти признаки свидетельствуют о прибрежно-баровых условиях осадконакопления.

Таким образом, на основании литологической характеристики разреза кожимской свиты, в ее составе выделено три основных фациальных комплекса, отвечающих обстановкам осадконакопления верхней части континентального склона, открытого шельфа и предпляжевой зоны барьерных островов или побережья (рис. 1).

Первый фациальный комплекс включает отложения низов талатинской (кожимской) свиты (слой 470) и характеризуется закономерным чередованием песчаников зерновых потоков с весьма характерными текстурно-структурными признаками и глинисто-алевритовых пород с тонкими прослоями песчаников, имеющими турбидитовую природу.

Второй фациальный комплекс объединяет большую часть кожимской

свиты (слои 469—457) и представлен песчано-глинисто-алевритовыми отложениями открытого шельфа с мало-мощными прослоями штормовых песчаников с ракушняками и алевропесчаных пачек (мощностью до 4 м), диагностируемых как отложения удаленных от берега подводных баров.

Третий фациальный комплекс выделяется в верхней части кожимской свиты (слои 456—448) и отвечает типичной циклической регрессивной последовательности, связанной с прибрежно-баровыми условиями осадконакопления [1].

Содержание органического углерода ($C_{орг}$) в породах талатинской свиты варьирует от 0.29 до 8.00 %. Распределение значений $C_{орг}$ по литологическим типам пород следующее: аргиллиты содержат порядка 1.4, алевролиты — от 0.46 до 1.44 % (среднее 0.66 %), песчаники — от 0.29 до 8.30 %. Ранее Я. Э. Юдович опубликовал сведения о содержании $C_{орг}$ в породах талатинской свиты по сборным пробам: песчаники малокарбонатные — 0.30 % (n-24), песчаники карбонатные — 0.19 % (n-9), алевролиты — 0.73 % (n-27) [4]. При этом большинством исследователей подтверждены средние значения $C_{орг}$ для различных типов пород, за исключением песчаников, обогащенных ОВ. В основании талатинской свиты (слой 470) среднезернистые песчаники, как отмечалось выше, по наслоению пород обогащены растительным детритом ($C_{орг} = 3.5$ % обр. 5/23) и содержат тонкие линзочки углефицированной органики: прослойки угля до 0.1—0.5 см ($C_{орг} = 8$ % в обр. 5/22).

Органическое вещество в породах талатинской свиты, согласно пиролитическим данным, относится к IV типу. Оно характеризуется крайне низкими величинами водородного индекса (HI — 23—90 мгУВ/г $C_{орг}$), причем его зависимости от литологии пород не отмечено. Для всех типов пород пределы колебаний HI приблизительно одинаковы: в аргиллитах — 41—50, алевролитах — 48—90, песчаниках — 23—46. Водородный индекс фиксирует количество УВ, которое может быть продуцировано 1 г органического вещества. В связи с этим углеводородный потенциал ОВ пород талатинской свиты в 3—5 раз ниже потенциала ОВ витринитового (III) типа и в 10—15 раз ниже УВ потенциала сапропелево-гумусового ОВ. Органическое вещество IV типа

признается окисленным, а его основным микрокомпонентом является инертинит, который обладает очень низкой нефте-битумопроизводящей способностью, и, как следствие, очень низким общим УВ потенциалом.

Битумоидный коэффициент (ϵ), представляющий долю битумоидов в ОВ в процентах, изменяется в пределах 0.27—0.90 %, его величина для сингенетичного ОВ зависит от концентрации $C_{орг}$ в породе, его генетического типа и стадии преобразованности. В рассматриваемом разрезе зависимости ϵ от количества $C_{орг}$ в породах также не установлено. Так, в песчаниках при концентрации $C_{орг}$ 8 %, величина ϵ оставляет 0.27 %, а при $C_{орг}$ 3.5 % — равен 0.4 %; в алевролитах при $C_{орг}$ 0.53 %, ϵ равен 0.53 %, а при увеличении содержания $C_{орг}$ до 0.84 %, он снижается до 0.36 %. В аргиллитах величина ϵ изменяется от 0.38 до 0.90 %, вне зависимости от концентраций $C_{орг}$. Степень катагенеза пород талатинской свиты соответствует градации МК₁, величина отражения витринита из углистых прослоев составляет 0.50—0.54 % (см. рис. 1). Генетическая и катагенетическая изоморфность ОВ определила приблизительно одинаковую степень битуминозности пород свиты.

Однако индивидуальный состав битумоидов свидетельствует о неоднородности битумообразующего вещества. Распределение n-алканов и изопреноидов в битумоидах пород шельфовых фаций (средняя часть разреза) отличается от характеристики битумоидов из песчаников основания талатинской свиты. Так, для первых (обр. 20-1, 20-6) распределение n-алканов однотипно (рис. 2), высокомолекулярные n-алканы C_{25} — C_{35} составляют 40—41 %, а C_{11} — C_{18} — 18—21 %. Наблюдается ярко выраженная доминантность высокомолекулярных n-алканов в ряду C_{25} — C_{31} , где коэффициент нечетности $2C_{29}/C_{28+30}$ изменяется от 2.57 до 2.92 (обр. 20-1 и 20-6 соответственно). Тогда как в ряду n-алканов C_{15} — C_{19} преобладание нечетных ($2C_{17}/C_{16+18} = 0.99$ —1.1) практически отсутствует. Отличительной чертой этих битумоидов является преобладание фитана среди изопреноидов ($n/f = 0.60$ —0.76) и низкие значения отношения пристан/ $C_{17} = 0.6$ —0.9 ($fитан/C_{18} = 0.99$ —1.19). Распределение n-алканов и изопреноидов принято считать биомаркерами исход-

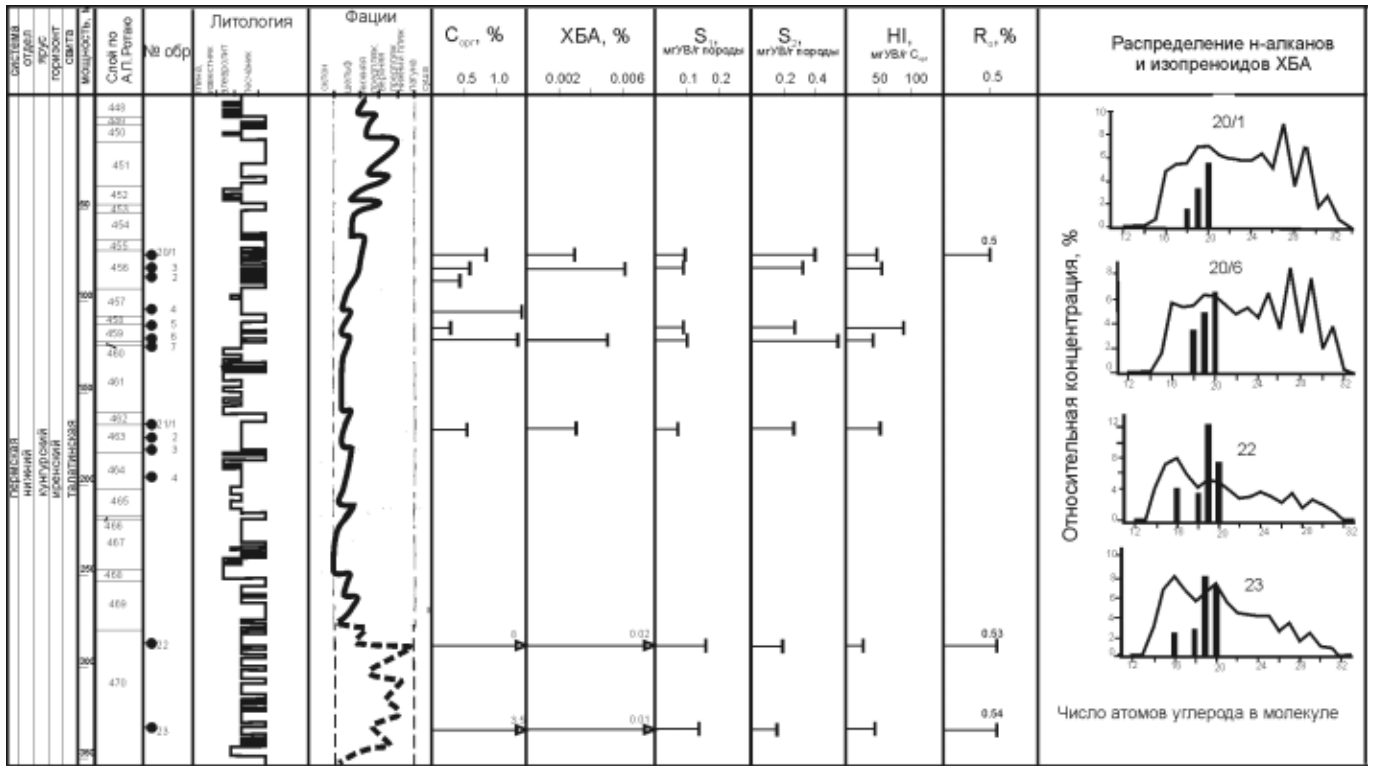


Рис. 1. Геолого-геохимический разрез отложений талатинской свиты р. Кожым

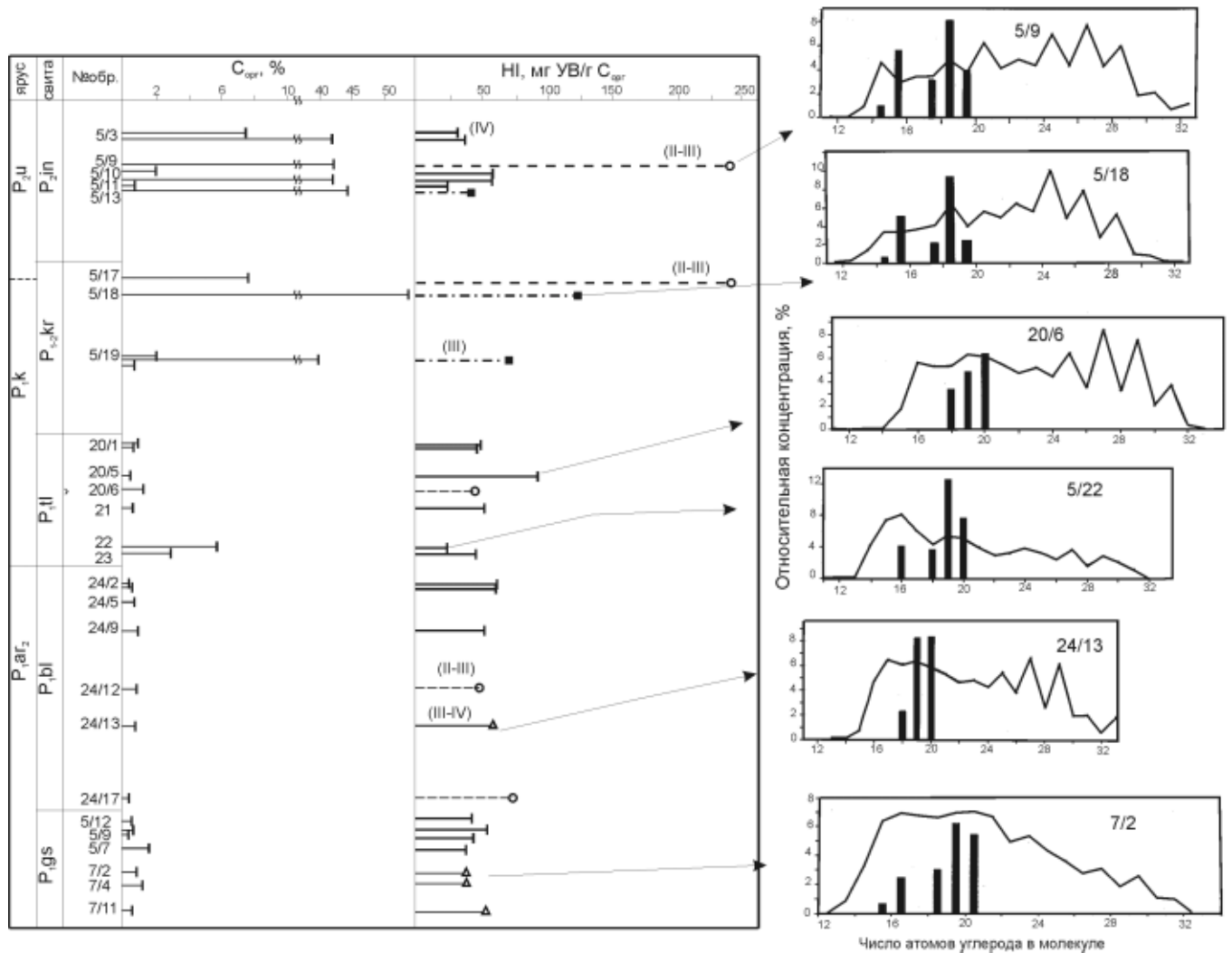


Рис. 2. Изменение геохимических показателей пермских терригенных отложений (р. Кожым)



ного продуцирующего ОВ. Нечетные высокомолекулярные соединения *n*-алканов являются отпечатками высшей растительности (III ОВ). Соотношение изопреноидных коэффициентов — низкие значения p/C_{17} при повышенных значениях Φ/C_{18} , согласно классификации Коннона-Кассоу (1980), соответствует сапропелево-гумусовому (II) типу ОВ.

Таким образом, биомаркеры из битумоидов пород талатинской свиты свидетельствуют о гетерогенном составе исходного ОВ пород шельфовых фаций. Оно сформировано продуктами гумусового и бактериально-водорослевого вещества. Биопродукты высшей растительности представлены окисленными (инертинитовыми) и ге-

метно проявляется преобладание четных среднемолекулярных *n*-алканов ($2C_{16}/C_{15}+C_{17} = 1.4$; $2C_{20}/C_{19}+C_{21} = 1.3$), а коэффициент нечетности высокомолекулярных *n*-алканов снижен до 1.45—1.83 (таблица). Отличительной чертой битумоидов является преобладание пристана ($p/\Phi = 1.640—1.116$). Среди стеранов на долю холестана и эргостана приходится более 50 % (в обр. 22 — $C_{27}—28.60$, $C_{28}—26.12$, $C_{29}—45.20$ %; обр. 23 — $C_{27}—30.4$, $C_{28}—26.7$, $C_{29}—42.9$ %). Биомаркеры свидетельствуют о гетерогенном составе исходного ОВ.

Основную часть исходной органической массы составляют гумусовые компоненты с преобладанием инертинитовой составляющей,

ческие показатели битумоидов нижежащих отложений чернореченской свиты отличаются от аналогичных для пород талатинской свиты.

На основании геохимии ОВ и особенностей литологического строения талатинской толщи представляется возможным обособление первого фациального комплекса в качестве регрессивной части предыдущего цикла (чернореченской свиты) и остатальной части талатинской свиты — в качестве самостоятельных трансгрессивного и регрессивного циклов.

В заключение следует отметить, что коллекция пород, послужившая предметом исследования, была собрана отрядом С. С. Клименко за полевой сезон-2002. Аналитические гео-

Геохимические показатели битумоидов

№ обр.	Возраст	$C_{орг}$, %	НН, мгУВ/г $C_{орг}$	П/ф	П/ C_{17}	Φ/C_{18}	$2C_{29}/C_{28+30}$	$2C_{17}/C_{16+18}$	C_{17}/C_{25}	C_{13-15}/C_{25-30}
20-1	P ₁ tl	0.86	48	0.6	0.6	0.99	2.57	1.06	0.87	0.02
20-6	P ₁ tl	1.33	41	0.76	0.91	1.19	2.92	0.97	0.83	0.05
22	P ₁ tl	8.33	23	1.64	2.09	1.73	1.45	0.95	1.83	0.73
23	P ₁ tl	3.5	46	1.16	1.17	1.27	1.83	1.02	1.71	0.65
24-2	P ₁ ar ₂	0.5	62	0.51	0.65	1.86	1.83	0.94	1.84	0.41
24-5	P ₁ ar ₂	0.75	—	0.6	0.64	1.06	1.93	0.93	2.36	0.12

лефицированными (витринитовыми) компонентами. Первые составляют доминирующую часть, определяя тем самым самый низкий УВ потенциал ОВ. Бактериально-водорослевое вещество (скорее, бактериальное) в исходной органической массе составляет незначительную долю (лишь 15—20 %). Состав стерановых соединений подтверждает участие нескольких типов ОВ. В составе стеранов ситостан составляет 45—50 % (обр. 20-1 — $C_{27}—26.3$, $C_{28}—23.4$, $C_{29}—50.3$ %; обр. 20-6 — $C_{27}—30.78$, $C_{28}—24.76$, $C_{29}—44.47$ %). Ситостеролы C_{29} характерны для высших растений. Стераны состава C_{27} и C_{28} свидетельствуют о привносе в исходную биомассу биопродуктов водорослевого вещества и животных организмов.

Битумоиды, экстрагированные из углистых песчаников (обр. 22, 23) выделяются распределением *n*-алканов, изопреноидов и их соотношением (рис. 2). Доля *n*-алканов ряда $C_{11}—C_{18}$ в два раза превышает их долю в битумоидах пород шельфовых фаций (обр. 22 — 42 %, обр. 23 — 38 %), а доля высокомолекулярных соединений ($C_{25}—C_{35}$) снижена до 21—24 %. Наиболее за-

так как значения НН не превышают 23—46 мгУВ/г $C_{орг}$. Битумогенерирующую (меньшую) часть исходной биомассы составляли биопродукты бактериального (водорослево-бактериального) и гумусового (витринитового) ОВ. Органическое вещество песчаников накапливалось в окислительных прибрежных условиях, скорее, прибрежно-равнинных с проявлением заболоченности. Особенности индивидуального состава битумоидов ОВ песчаников обусловлено только характером исходной биомассы. Влияние катагенного и миграционного факторов в составе битумоидов не проявилось. Катагенез ОВ в исследованном разрезе соответствует стадии МК₁, что доказано данными отражательной способности витринита и сохранением высокого уровня нечетности по всему ряду *n*-алканов. Миграционные процессы, скорее всего, не проявились, так как отсутствует последовательное увеличение концентрации индивидуальных соединений *n*-алканов и изопреноидов с уменьшением числа молекул в соединениях. Более того, геохими-

ческие исследования выполнены в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН (Д. А. Бушневым, О. В. Валяевой, С. А. Забоевой, Н. А. Приезжевой); в лаборатории ВНИГНИ под руководством М. В. Дахновой (Э. В. Храмовой и др.); в ООО «Геонорм» (Г. В. Трапезниковой, Н. В. Тимониной и др.). Всем исследователям авторы выражают свою признательность и благодарность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биота востока Европейской России на рубеже ранней и поздней перми. М.: ГЕОС, 1988. 356 с.
2. Македонов А. В. Литология и фации пермских угленосных отложений // Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. М., 1965. Т. 3. С. 83—96.
3. Путеводитель геологических экскурсий: Международный конгресс "Пермская система земного шара". Ч. IV. Разрезы пермской системы р. Кожым. Западный склон Приполярного Урала. Свердловск, 1991. 61 с.
4. Юдович Я. Э. Региональная геохимия осадочных толщ. Л.: Наука, 1981. 26 с.