

УДК 550.4.02,523.31–6/-7,551.521.9У

Г.А. Калмыков, Н.С. Балущкина, А.П. Алешин, Н.К. Глебочева

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНОСТИ В ПОРОДАХ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ СУРГУТСКОГО СВОДА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Работа посвящена изучению распределения радиоактивности в породах баженовской свиты западного склона Сургутского свода. Показано, что максимальное содержание урана приурочено к скоплениям органического вещества и пропорционально его концентрации в породах. Нижние горизонты разреза обладают меньшей радиоактивностью, чем верхние. Величина радиоактивности изменяется по территории Сургутского свода. Одновозрастные аналоги баженовской свиты обладают низкой радиоактивностью.

*Ключевые слова:* баженовская свита, уран, Сургутский свод, радиоактивность, органическое вещество.

It has been shown that the maximum uranium concentration was confined by accumulation of organic matter and proportionally corresponded to its concentration in rocks. The lower horizons of the section related lower levels of radioactivity than the upper ones. Radioactivity levels varied throughout the area of the Surgut swell. The Bazenov suit analogues of the similar age showed low levels of radioactivity.

*Key words:* Bagenov formation, uranium, Surgut swell, radioactivity, organic matter.

**Введение.** Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн является одним из крупнейших в мире по запасам и уступает лишь Аравийско-Иранскому [Брадучан и др., 1986]. Основная нефтегазоносность приурочена к юрско-меловым терригенным отложениям. Особенности строения и нефтегазоносности юрско-кайнозойского осадочного чехла во многом предопределила триасовая рифтовая система. Грабен-рифты и межрифтовые поднятия развивались на протяжении всего мезозоя и кайнозоя и имели важное значение при формировании структур платформенного чехла. Территория, на которой проводились исследования, приурочена к западной окраине Сургутского свода, образовавшегося над межрифтовым поднятием.

По данным различных исследователей, отложения баженовской свиты занимают площадь около 1 млн км<sup>2</sup> и в титон-раннеберриасское время заполняли центральную, наиболее удаленную от берега часть эпиконтинентального морского бассейна, общая площадь которого составляла около 2,2 млн км<sup>2</sup> [Конторович и др., 1998]. Согласно схеме расположения фациальных зон, центр титон-раннеберриасского эпиконтинентального морского бассейна (рис. 1) приходится на Сургутский свод. По латерали отложения баженовской свиты замещаются к востоку породами яновстанской свиты (рис. 2), которые отлагались в прибрежной зоне бассейна, и в ее разрезах присутствуют песчаные пласты, образованные терригенным материалом, сносимым с суши, которая находилась на территории Восточно-Сибирской платформы. К западу породы баженовской свиты переходят в отложения

тутлеймской свиты, характеризующиеся повышенным содержанием глинистых минералов, сносимых

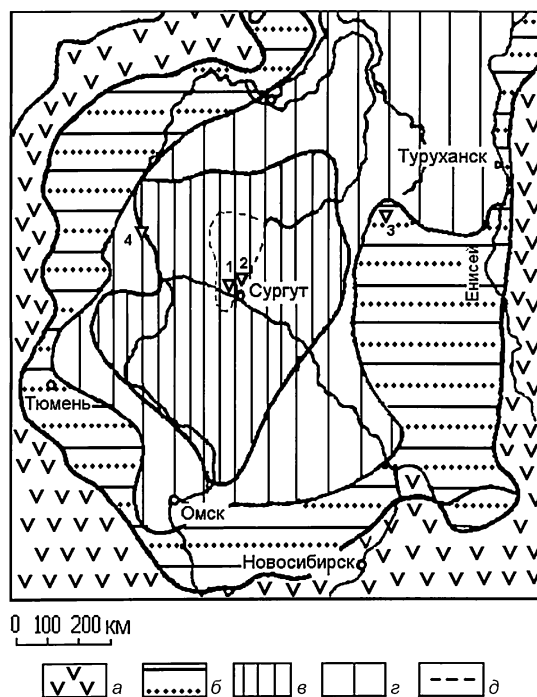


Рис. 1. Местонахождение скважин на: 1 — Ай-Пимской площади, 2 — Федоровской площади, 3 — Воргенской площади, 4 — Рогожниковской площади; а — суша; б — мелководные морские и лагунные песчано-глинистые отложения; в — более глубоководные глинистые и глинисто-кремнистые отложения,  $C_{орг} > 10\%$ ; з — более глубоководные глинистые и глинисто-кремнистые отложения,  $C_{орг} > 20\%$ ; д — граница Сургутского свода

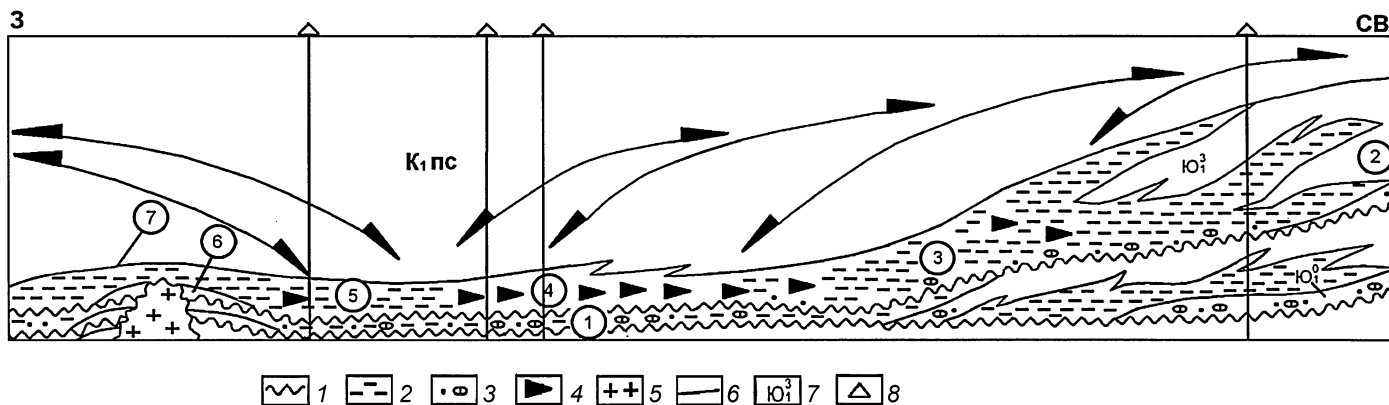


Рис. 2. Принципиальная схема строения юрских отложений Западной Сибири: 1 — границы циклов, стратиграфические несогласия; 2 — глины; 3 — известковые стяжения, глауконит, фосфаты (трансгрессивные базальные горизонты); 4 — битуминозные глины; 5 — породы фундамента; 6 — неокомские клиноформы; 7 — индексы песчаных пластов; 8 — расположение скважин. Цифры в кружках — верхнеюрские свиты: 1 — георгиевская, 2 — яновстановская, 3 — марьяновская, 4 — баженовская, 5 — тутлеймская, 6 — трехозерная толща, 7 — мулымьинская свита

с поднятий, которые расположены на территории современных Уральских гор [Нежданов, 2000].

Интерес к баженовской свите связан с тем, с одной стороны, она является нефтеносной толщей, генерирующей основной углеводородный поток во всем Западно-Сибирском нефтегазоносном бассейне [Хабаров и др., 1981], а с другой — она может быть коллектором, накопившим большой объем углеводородов. По оценкам ряда специалистов, в кремнисто-глинистых породах баженовской свиты содержится около 15% ресурсов нефти Западной Сибири [Гурари и др., 1988]. При этом залежи в баженовской свите относятся к нетрадиционным глинисто-кремнистым коллекторам со сложным строением порового пространства. До настоящего времени не существует однозначной методики выделения коллекторов и оценки их фильтрационно-емкостных свойств в подобных объектах, так как традиционные подходы к выделению и оценке их насыщенности по комплексу геофизических исследований скважин (ГИС) неприменимы. Это связано с аномальными (по отношению к традиционным коллекторам) физическими свойствами пород, характеризующихся пониженной плотностью при низкой пористости (коэффициент пористости ( $K_p$ ) составляет несколько процентов), высоким водородным индексом (низкие показания нейтронного метода, определяемые высоким содержанием водорода), высоким сопротивлением (доходящим до 1000 Ом·м) и повышенной радиоактивностью. Такие аномальные физические свойства неоднократно обсуждались в литературе, посвященной проблемам баженовской свиты [Неручев, 2007; Нестеров и др., 1988; Хабаров и др., 1980].

**Объект и методика исследований.** В качестве объекта исследований авторами были выбраны разрезы баженовской свиты, вскрытые на западной окраине Сургутского свода, на Красноленинском и Нижневартовском своде (рис. 1). Керном охарактеризован разрез баженовской свиты из пяти скважин на Сургутском и одной скважины на Красноленинском своде. Всего

исследован 201 образец пород. Для скважины на Нижневартовском своде есть данные комплекса ГИС.

Комплексное литолого-петрофизическое исследование образцов пород включало количественный рентгеноструктурный анализ минерального состава и изучение пород в шлифах, определение химического состава пород рентгенофлуоресцентным и нейтронно-активационным методами, определение фильтрационно-емкостных свойств. Для изучения распределения урана по объему образца были проведены  $f$ -радиографические измерения специально подготовленных шлифов.

По данным каротажа проведен анализ распределения вклада урана в общую радиоактивность пород баженовской свиты. Геохимические исследования органического вещества включали пиролитический экспресс-анализ на приборе "Rock Eval". Результаты изучения пород и органического вещества позволяют сделать некоторые выводы о составе отложений баженовской свиты западного склона Сургутского свода.

Основными компонентами в составе пород являются кремнезем, органическое вещество и глинистые минералы. Кремнезем имеет двойную природу — органическую (раковины радиолярий, диатомей, спикулы губок) и терригенную (глинистые минералы и мелкие обломки кварцевых зерен), причем в нижней части баженовской свиты Сургутского свода в значимом количестве присутствует обломочный материал, тогда как в верхней части преобладает органогенный кремнезем.

Органическое вещество (ОВ) баженовской свиты относится ко всем типам: гумусовому, сапропелевому и смешанному. Гумусовое вещество чаще встречается в нижних горизонтах баженовской свиты, ближе к окраинным зонам. Основной состав ОВ относится к сапропелевому типу.

Степень катагенеза, определенная по результатам пиролиза, а также ранее опубликованные данные многих авторов позволяют сделать вывод, что породы баженовской свиты находятся в главной зоне

нефтеобразования, градации катагенеза не выходят за пределы  $МК_1$ – $МК_2$ .

Глинистая составляющая представлена в основном гидрослюдами и смешанослойными образованиями типа слюда-сметтит. В качестве примеси присутствуют каолинит, хлорит, реже слюды. Содержание калиевых полевых шпатов и плагиоклазов незначительно.

По минеральному составу породы баженовской свиты Сургутского свода отличаются от таковых Краснеленинского свода, расположенного западнее (рис. 1). Изучение образцов керна из баженовской свиты Краснеленинского свода показывает, что доля глинистых минералов в них существенно выше. В составе глинистых минералов значительно возрастает содержание иллита и гидрослюд, увеличивается доля каолинита и хлорита. Эти результаты хорошо согласуются с палеореконструкциями А.А. Нежданова [Нежданов, 2000], который считает, что в титонское время с островов, расположенных на западе, в районе современных Уральских гор, шел снос глинистого материала.

Анализ соотношения  $ОВ$  и  $SiO_2$  показывает, что между ними существует устойчивая корреляционная связь. Так как основная масса скелетов организмов состоит из кремнистого вещества, то с возрастанием содержания  $ОВ$  увеличивается доля органического кремнезема, а при увеличении доли терригенного материала доля  $ОВ$  снижается. По элементному со-

ставу породы баженовской свиты Сургутского свода кроме повышенного содержания урана характеризуются и повышенной концентрацией  $Co$ ,  $Ni$ ,  $As$ , а также  $Mo$ .

В целом изученные нами образцы керна из баженовской свиты Сургутского свода характеризуются низкой общей пористостью (<5%) и очень низкими значениями коэффициента проницаемости  $K_{пр}$ .

**Радиоактивность пород баженовской свиты.** Повышенную радиоактивность пород баженовских отложений отмечают все исследователи. Она обладает рядом характерных черт и на 90% определяется радиоактивным излучением  $U$  и продуктов его распада [Нестеров и др., 1988; Хабаров и др., 1981]. Анализ распределения содержания естественных радиоактивных элементов (ЕРЭ) по глубине (рис. 3, а, б) показывает, что основной пласт баженовской свиты Сургутского свода характеризуется пониженными значениями концентраций  $K$  и  $Th$  по сравнению с вмещающими пластами, а содержание  $U$  во много раз превышает его кларковое содержание в осадочных породах. Величина общей радиоактивности пород баженовской свиты Сургутского свода увеличивается снизу вверх по разрезу от вмещающих толщ от 10–20 до 40–50  $мкР/ч$  и более. При переходе от баженовской свиты к отложениям ачимовской толщи радиоактивность падает до значений, типичных для глин (10–20  $мкР/ч$ ). Общий уровень радиоактивности и максимальные значения ЕРЭ значимо отличаются

а

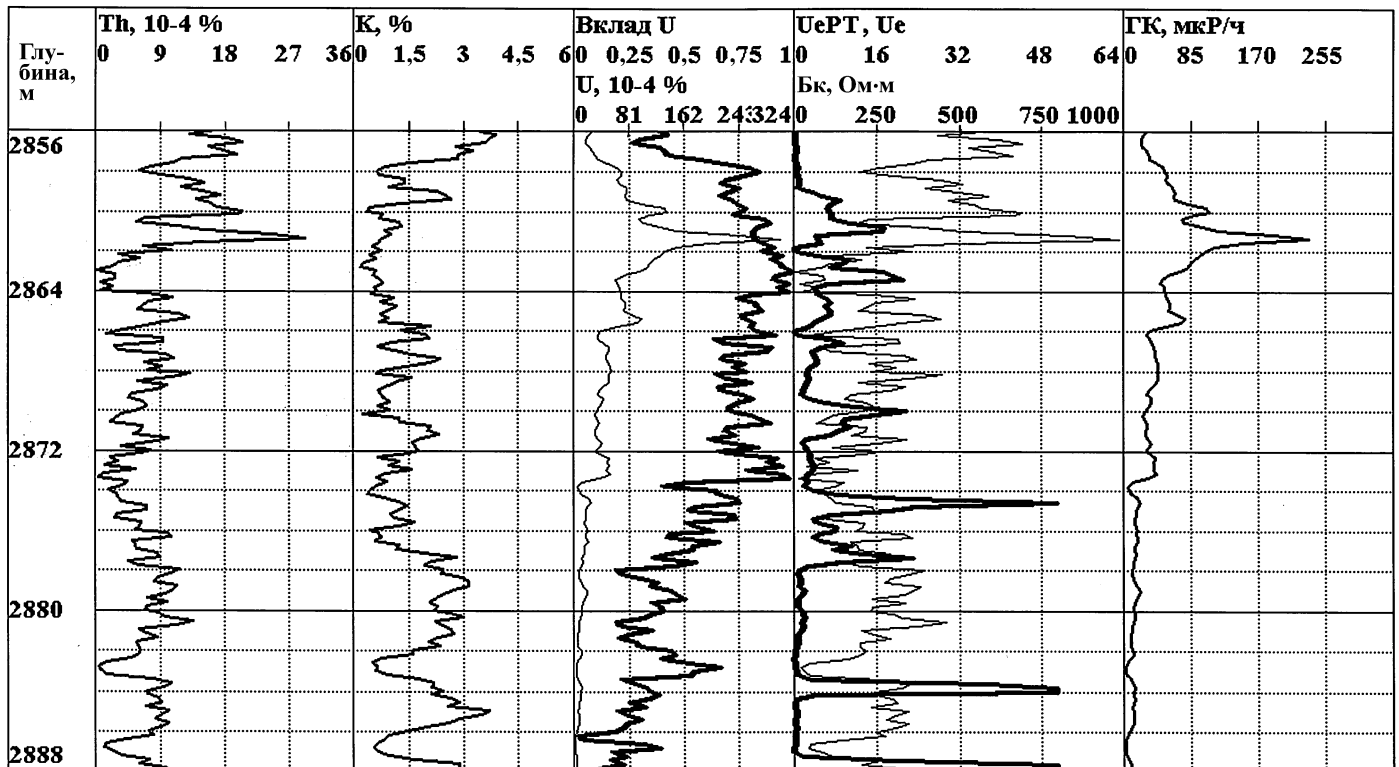


Рис. 3. Геофизические планшеты: а — скважины № 1 Ай-Пимской площади. В первых трех колонках — концентрации тория, калия и урана; в 3-й колонке дополнительно приведен вклад излучения урана в кривую бокового каротажа БК в логарифмическом

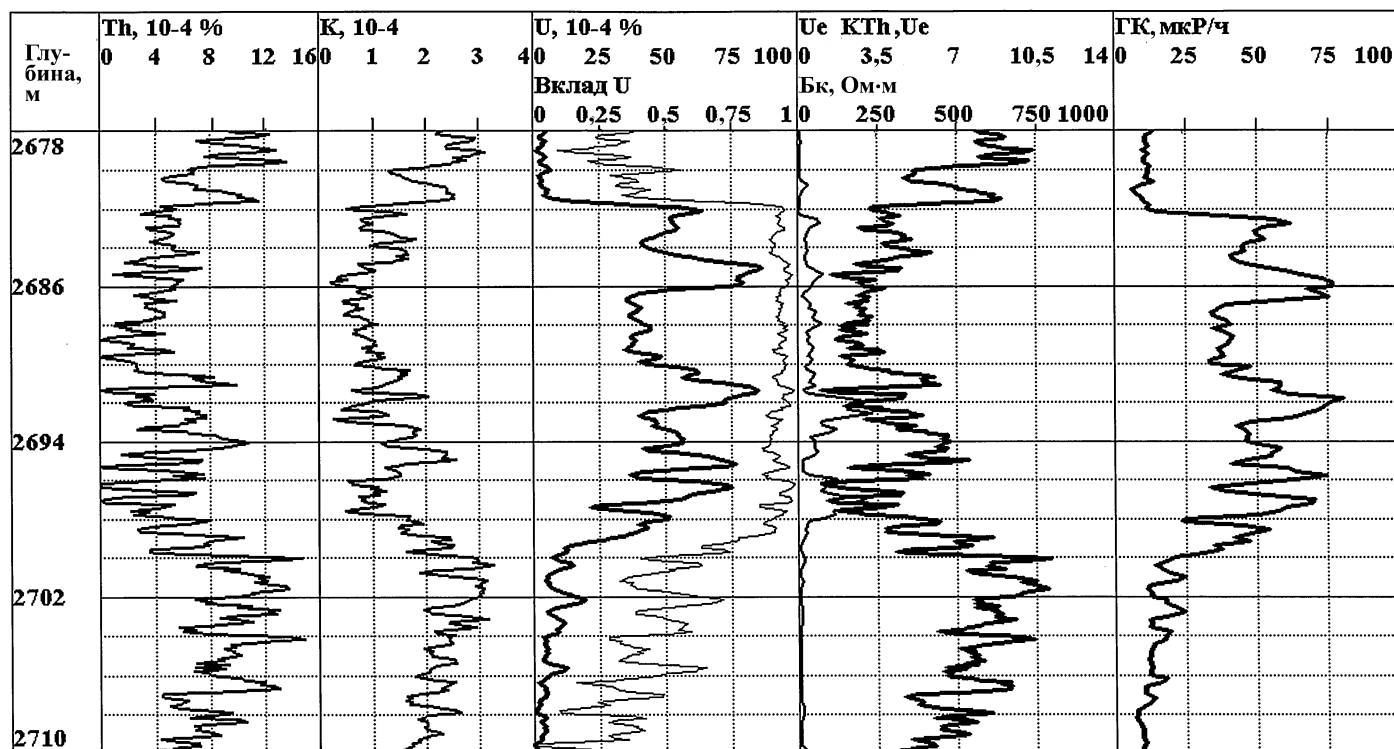
в зависимости от географического положения точки исследований. На рис. 3, а приведен геофизический планшет по Ай-Пимской площади Сургутского свода, где максимальное значение радиоактивности на каротажных диаграммах (~340 мкР/ч) отмечается против интервала 2861,0–2861,5 м. В то же время в разрезах Федоровской площади (рис. 3, б) максимальная радиоактивность достигает только 90 мкР/ч, что составляет 1/4 от максимальной радиоактивности по скважине Ай-Пимской площади.

Анализ распределения вклада урана по данным каротажа, проведенный авторами, подтвердил, что весь разрез баженовской свиты на большей части западной окраины Сургутского свода можно условно разделить на несколько частей [Хабаров и др., 1981]. При этом нижние горизонты разреза обладают меньшей радиоактивностью, чем верхние. Результаты измерения концентраций ЕРЭ [Нестеров и др., 1988; Хабаров и др., 1980] подтвердили, что концентрация урана прямо пропорциональна концентрации органического вещества в породах (рис. 4). Анализ распределения концентрации ЕРЭ по стволу скважины в образцах, взятых на расстоянии меньше радиуса зоны исследований спектрометрического гамма-каротажа (СГК), показали, что все образцы обладают повышенным содержанием урана (табл. 1). Это доказывает, что повышенное содержание U во всех пропластках баженовской свиты, оцененное по СГК, связано именно с урановым излучением этих пропластков, а

не соседних, обладающих повышенной радиоактивностью и влияющих на показания СГК против изучаемых пропластков. Концентрация урана различна для каждого исследованного образца (табл. 1) и при этом неравномерно распределена по общему объему породы даже для одного образца. Например, при измерениях концентраций ЕРЭ на недиспергированных образцах образец № 14 прикладывали к детектору разными сторонами, при этом измеренное значение концентрации урана изменялось более чем на два порядка, что значительно превосходит погрешность эксперимента.

Изучение распределения урана по объему образца проводилось по результатам *f*-радиографических измерений шлифов. Анализ распределения треков урана на лавсановом детекторе (рис. 5, а, б) показывает, что уран распределен по площади шлифа неравномерно: общий фон (белое поле с редкими черными точками) достаточно низкий, а максимальная концентрация урана приурочена к местам скопления органического вещества (черные, практически выжженные поля на лавсановых детекторах). Расчет содержания U в этих областях (табл. 2) показывает превышение над фоновыми значениями на 3–4 порядка, т.е. общая радиоактивность пород баженовской свиты определяется, с одной стороны, концентрацией урана в местах скопления органического вещества, а с другой — долей этих скоплений в общем объеме пород. Такое распределение урана по площади шлифа хорошо

б



Сургутского свода; б — скважины № 2 Федоровской площади Сургутского свода. общую радиоактивность; в 4-й колонке приведены кривые гамма-излучения калия и тория в единицах уранового эквивалента, а также масштаб; в 5-й колонке представлена кривая ГК

Таблица 1  
Результаты измерения ЕРЭ образцов из скважины,  
баженовская свита, Сургутский свод

Номер п/п	Глубина, м	К, %	Th, 10 <sup>-4</sup> %	U, 10 <sup>-4</sup> %
1	2927,08	1,6	8,6	20,9
2	2927,86	1,2	5,9	50,1
3	2928,09	1	6	47
4	2928,85	0,4	2	18
5	2929,2	1,5	6,7	52,6
6	2929,65	0,9	4	50
7	2930,18	0,9	5	66
8	2930,8	1,1	6	59
9	2931,08	0,3	1,8	14,4
10	2931,51	1,1	6	64
11	2932,08	1,1	4,2	58
12	2932,6	1,2	6	68,4
13	2933,07	1,2	5	78
<b>14*</b>	<b>2933,51</b>	<b>0,25</b>	<b>2</b>	<b>18</b>
<b>14*</b>	<b>2933,51</b>	<b>2,2</b>	<b>2,5</b>	<b>281,8</b>
15	2934,09	0,9	3,1	82
16	2934,4	0,78	3,4	75

\* Образец прикладывали к детектору разными сторонами, при этом полученные значения концентрации урана различаются более чем на 2 порядка.

Таблица 2  
Результаты *f*-радиографии образцов керна, отобранных  
из скважины, баженовская свита, Сургутский свод

Номер п/п	Номер образца	Глубина, м	Матрица	Органическое вещество
1	3	2888	13,8	27 604,08
2	4	2888,15	11,5	13 278,48
3	5	2888,49	15,6	2836,74
4	8	2890,36	7,43	505,88
5	11	2892,96	17,58	38 849,33
6	14	2895,42	10,07	2928,25
7	17	2899,3	8,57	2412,33
8	19	2899,83	7,53	3386,02
9	20	2900,03	2,37	4374,62
10	22	2901,44	1,9	2779,2
<b>11</b>	<b>23</b>	<b>2901,81</b>	<b>2,4</b>	<b>18 937,14</b>
12	25	2904,9	1,42	131,23
<b>13</b>	<b>26</b>	<b>2905,23</b>	<b>7,39</b>	<b>193,7</b>
14	27	2905,33	4,18	121,42

Примечание. В графе "Матрица" приведены средние фоновые концентрации урана, 10<sup>-4</sup>%, а в графе "Органическое вещество" — максимальные значения, измеренные в местах скопления трек.

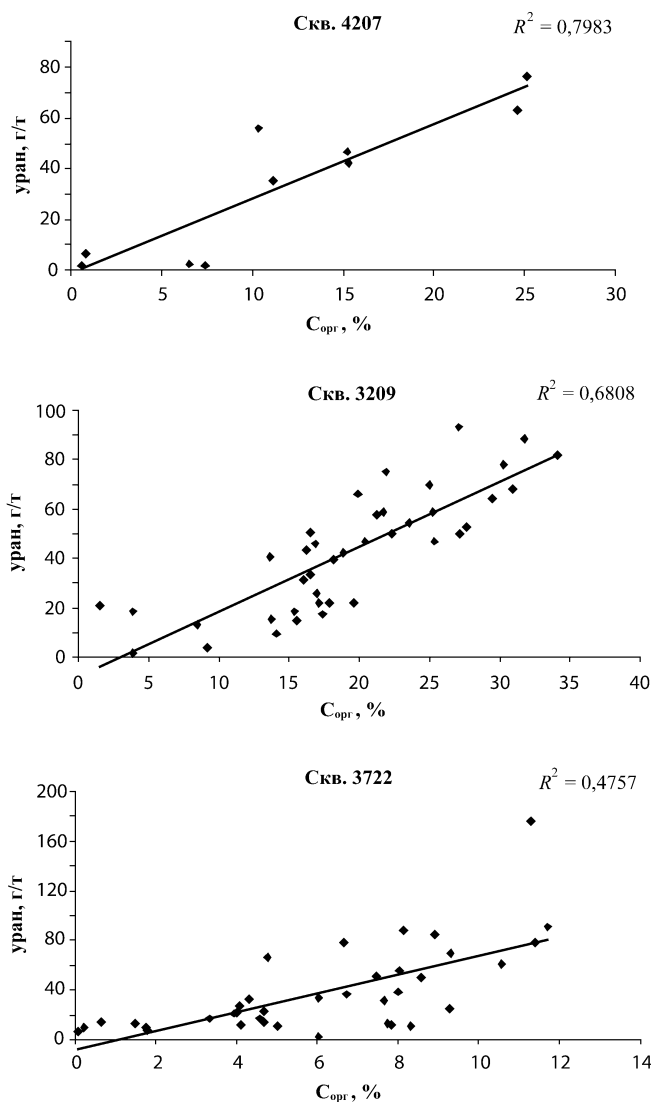


Рис. 4. Корреляция между содержанием урана и  $C_{орг}$  в породах баженовской свиты Сургутского свода

видно на фотографиях образцов № 23 и 26 (рис. 5, а, б), типичных для верхней и нижней частей разреза баженовской свиты Сургутского свода соответственно (рис. 6). Для образца № 23 характерно повышенное содержание U в скоплениях (табл. 2), в то время как для образца № 26 видно сильное разрежение трек. Сравнительный анализ данных, представленных в табл. 2, показывает, что содержание U в местах скопления органики можно разделить на две части: 0,1–1 и 0,01–0,1%.

**Пути накопления урана в отложениях баженовской свиты.** Среди исследователей существуют различные точки зрения на механизм уранонакопления. В бассейны седиментации уран может поступать из нескольких источников: с речным и подземным стоком, в составе атмосферных осадков, с эоловым материалом, при абразии береговых массивов пород и из вулканических источников, расположенных в пределах морского бассейна.

В атмосферных осадках средняя концентрация урана составляет  $\sim 2 \cdot 10^{-8}$  г/л. Заметной роли в балансе

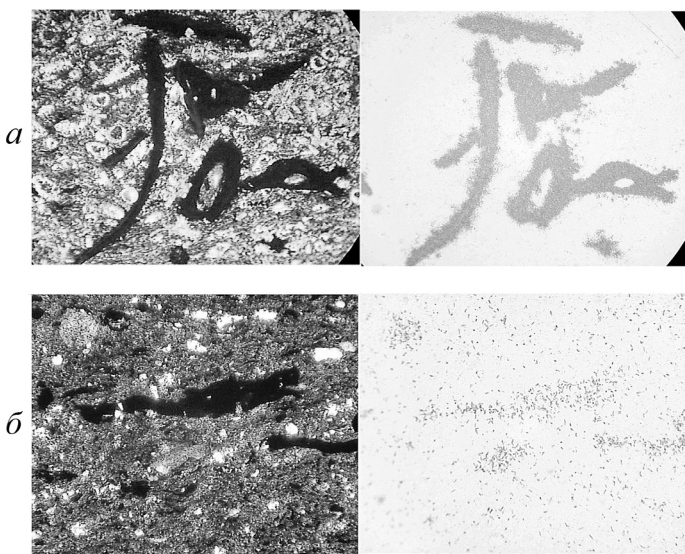


Рис. 5. Микрофотографии шлифа (слева) и лавсанового детектора с треками деления урана (справа) из образцов керна баженовской свиты Сургутского свода: *a* — образец № 23; *б* — образец № 26

поступления урана в бассейны седиментации этот источник не имеет, поскольку он, вероятно, компенсируется потерей урана при испарении воды [Неручев, 2007]. Поступление урана в океан с эоловым, пепловым, вулканогенным материалом и продуктами волновой абразии берегов в общем балансе является, видимо, незначительным.

Водорастворенный уран и уран, содержащийся в обломочном материале выветривания пород суши, ведут себя в бассейнах седиментации по-разному, поскольку минеральные формы этого элемента лег-

ко разрушаются в поверхностных условиях, имеют высокий удельный вес и поэтому практически не транспортируются от коренных источников. Водорастворенный уран, поступающий с суши с водными потоками, легко образует нерастворимые соединения, выпадая практически на любых геохимических барьерах, каким и является морская вода. Соответственно значительным вкладом терригенного урана могут характеризоваться лишь мелководные прибрежные грубообломочные осадки, а с увеличением глубины бассейна концентрация урана должна резко снижаться. Однако для баженовского бассейна седиментации наблюдается обратная картина. Для сравнения на рис. 7 приведены результаты ГИС Воргенской площади, расположенной восточнее Сургутского свода. Здесь стратиграфический аналог баженовской свиты представлен яновстанской свитой, верхняя часть которой сложена песчаниками. Согласно схемам Неручева, Нежданова (рис. 1, 2), породы баженовской свиты накапливались в центральной части морского бассейна волжского времени, а породы яновстанской свиты приурочены к прибрежным зонам. В составе пород яновстанской свиты значительную роль играет терригенный материал. Породы яновстанской свиты обладают низкой радиоактивностью (рис. 7). Этот факт указывает на то, что заражение морского бассейна ураном происходило не за счет выноса солей урана с суши (с Сибирской платформы). Поэтому можно говорить, что в баженовском бассейне накопление урана шло за счет его сорбции из водных растворов, и главным источником был водорастворенный уран.

Растворенный уран в водах морей и океанов существует, как правило, в форме устойчивого уранилкарбонатного анионного комплекса  $UO_2(CO_3)_3^{4-}$ . В условиях сероводородного заражения, связанного с высоким содержанием органического вещества, он восстанавливается до четырехвалентной формы  $UO_2$  и переходит в осадок [Неручев, 2007]. Однако вопрос о сероводородном заражении придонных осадков баженовского моря до сих пор не имеет однозначного ответа. Так, в различных районах Западной Сибири в породах баженовской свиты помимо планктонных организмов были обнаружены остатки бентосных фораминифер [Неручев, 2007]. В изученных образцах Сургутского свода также были обнаружены остатки бентосной фауны. Поскольку в бескислородной среде эти донные формы обитать не могут, следовательно, мы не можем достоверно определить присутствие сероводорода.

Схема накопления урана путем его восстановления до нерастворимой формы в условиях сероводородного заражения может быть применима по меньшей мере к какой-то части отложений. В застойном бассейне происходило накопление органического вещества с небольшим разбавлением минеральной составляющей. Эти условия обусловили дефицит кислорода в придонных водах и в некоторых случаях могли привести к образованию сероводорода, но

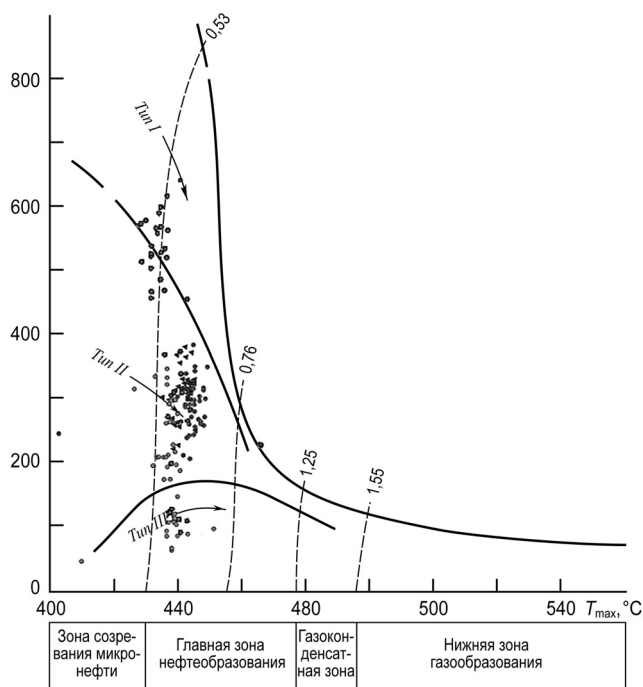


Рис. 6. Результаты пиролитических исследований образцов керна баженовской свиты из пяти скважин Сургутского свода на модифицированной диаграмме Ван-Кревелена

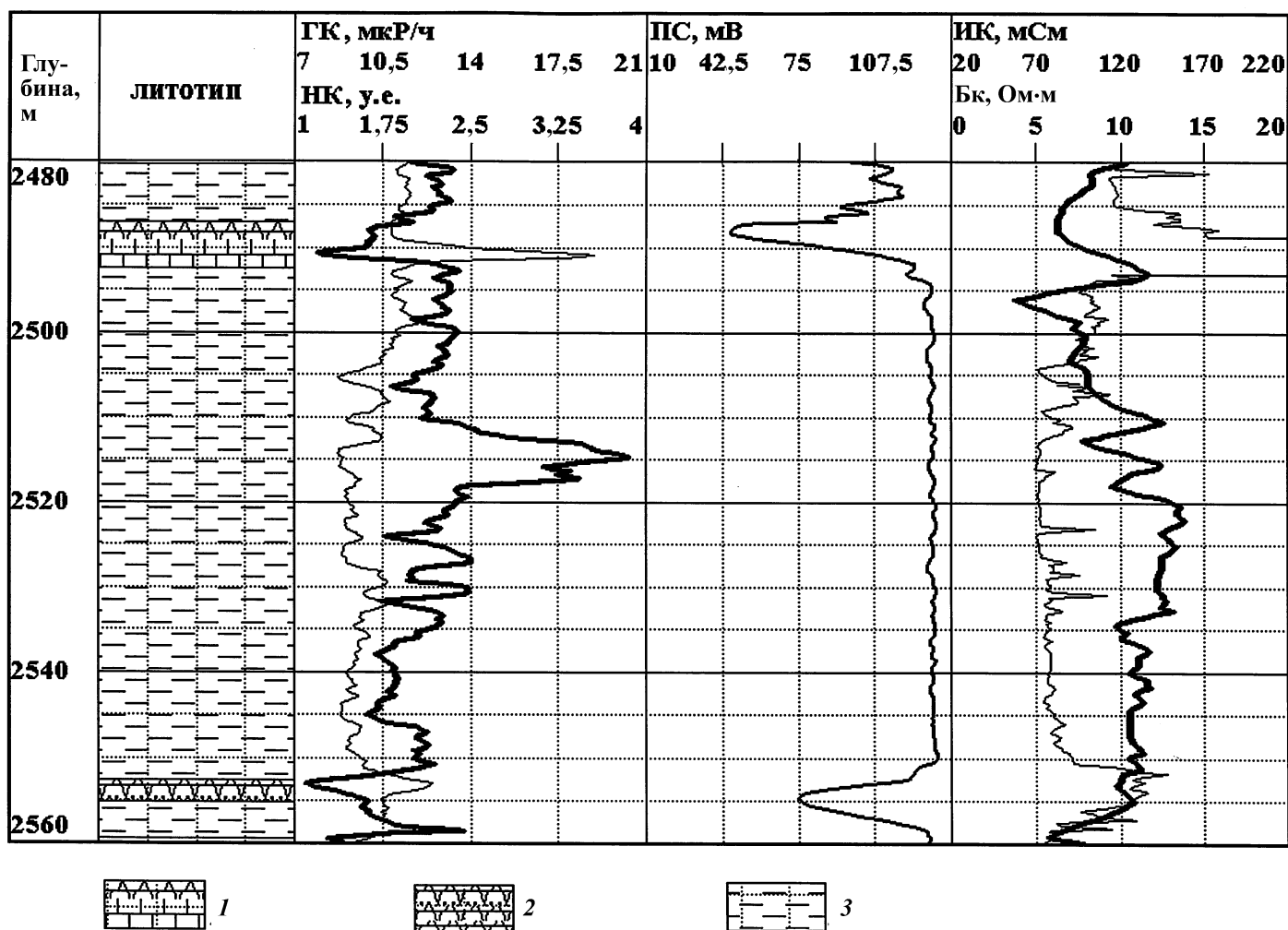


Рис. 7. Результаты ГИС по скважине № 1, Воргенская площадь Туруханского района: 1 – карбонатизированный песчаник, 2 – песчаник, 3 – аргиллит

таким механизмом уранонакопления, связанным с заражением сероводородом, нельзя объяснить региональную высокую радиоактивность.

Ряд исследователей придерживаются мнения о сорбционном механизме накопления урана различными органическими соединениями [Логвиненко, Орлова, 1987]. Процессы сорбции урана органическими соединениями изучались и подтверждены экспериментально [Логвиненко, Орлова, 1987]. Доказана способность водных организмов к накоплению урана в условиях его повышенного содержания в окружающей среде [Брадучан и др., 1986; Degens et al., 1997]. По данным С.Г. Неручева, даже наземная растительность способна значительно накапливать уран. Но этот эффект проявляется лишь тогда, когда в почвах содержится достаточное количество водорастворенного урана. В остальных случаях его содержание в золе ниже кларкового.

Модель сорбционного механизма уранонакопления не имеет достоверных экспериментальных подтверждений, так как достаточно активная сорбция урана органическими веществами в природных и лабораторных условиях доказана только при

высокой (в сотни и тысячи раз выше нормальной) первоначальной концентрации уранилкарбонатных комплексов в воде [Неручев, 1974].

Возможность биохимического накопления урана водорослями и другими водными организмами показана В.В. Ковальским и И.Е. Воротницкой [1965] для озера Иссык-Куль. В водах озера содержание урана составляет  $3 \cdot 10^{-6}\%$ , что на порядок выше, чем в морской воде. Основными концентраторами урана в этом бассейне являются харовые водоросли, в веществе которых урана накапливается на несколько порядков больше, чем в среде их обитания. Содержание урана в илах озера зависит от содержания в них отмерших водорослей и планктона, причем при разложении водорослей уран не удаляется, а накапливается в осадке.

В работе С.Г. Неручева приводятся расчеты, на основании которых им сделаны следующие выводы: при переходе от восстановительных условий к окислительным и снижении концентрации  $C_{орг}$  происходит относительное обогащение ураном и другими металлами окисляющегося ОВ пропорционально диагенетическому расходу ОВ. Это свидетельствует, что

первичное накопление этих элементов в органическом веществе происходит скорее всего живым веществом организмов. Остается неясным, может ли биохимическое накопление урана обуславливать накопление осадков с кларковыми концентрациями ОВ и урана.

Вероятно, увеличение содержания урана в воде приводило к резкому увеличению прироста биомассы некоторых представителей бактерий и зеленых водорослей [Неручев, 2007]. Аналогичное влияние оказывалось, вероятно, и на более резистентные синезеленые водоросли. Существует мнение, что прирост биомассы в морском бассейне был обусловлен существовавшей в баженовском море системой течений — вдольбереговых, циклонических, конвекционных. При этом определяющим было теплое поверхностное течение, шедшее с севера [Захаров, 2006]. Заражение вод морского бассейна ураном могло оказывать и другой эффект, выражающийся в вымирании многих групп организмов и в обеднении видового состава. Некоторые авторы, например работы [Неручев, 2007], указывают на полное или почти полное отсутствие бентосных фораминифер в породах баженовской свиты. Часто встречаются остатки аммонитов, однако они представлены только двумя родами — *Virgatosphinctes* и *Berriasella* [Конторович и др., 1998].

На основании этих данных было высказано предположение о прижизненном биохимическом накоплении урана в водах баженовского бассейна [Неручев, 1974] и рассчитана его возможная концентрация, которая должна быть в десятки раз выше нормальной [там же, 1974]. По мнению С.Г. Неручева, уран в больших количествах мог накапливаться в живых организмах и затем в осадке только в периоды, когда его концентрация в морской воде превышала кларковую, т.е. в эпохи “уранового заражения” [Неручев, 2007], связанные с выходом на поверхность гидротермальных растворов, обогащенных как ураном, так и другими элементами. В настоящее время совместный вынос урана и ряда других элементов из глубинных источников фиксируется в местах проявления гидротермальной деятельности в осадках рифтовых зон Тихого и Индийского океанов, а также в центральных

частях Срединно-Атлантического хребта и Красноморского рифта [Неручев, 2007].

Предположение о влиянии глубинных гидротермальных растворов на литологический состав пород баженовской свиты находит свое подтверждение в работе И.Ш. Усманова с авторами, которые провели исследование 20-метровой толщи апорадиоляритовых нефтенасыщенных известняков с прослоями битуминозных аргиллитов баженовской свиты, вскрытых на Биттемском месторождении (Сургутский свод). По мнению этих авторов, породы образовались за счет замещения первичного радиолярита разномерным агрегатом карбоната. Карбонатизация кремнистых пород протекала в результате гидротермально-метасоматических процессов, которые связаны с периодами активизации кислого магматизма (как эффузивного, так и интрузивного) [Усманов и др., 2005].

**Заключение.** На основании проведенных исследований авторами были выявлены некоторые закономерности в распределении радиоактивности пород баженовской свиты.

Уран в толще пород распределен неравномерно. Максимальное содержание урана приурочено к скоплениям органического вещества и пропорционально его концентрации в породах. Значение радиоактивности изменяется по разрезу баженовской свиты в отдельных скважинах. Нижние горизонты разреза обладают меньшей радиоактивностью, чем верхние. Величина радиоактивности резко изменяется на достаточно ограниченной территории. Одновозрастные аналоги баженовской свиты (яновстановская) обладают низкой радиоактивностью.

Результаты исследований образцов керна баженовской свиты Сургутского и Красноленинского сводов, а также представленная информация о механизмах накопления урана не противоречат концепции прижизненного накопления урана организмами. Согласно этой концепции, в живые организмы уран поступал из вод морского бассейна. Содержание урана в водных растворах было высокое. Поступление урана в морской бассейн и его повышенная концентрация могли быть связаны с глубинным источником — рифтовой системой Западно-Сибирской плиты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Брадучан Ю.В., Гурари Ф.Г., Захаров В.А. Баженовский горизонт Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986.

Гурари Ф.Г., Вайц Э.Я., Меленевский В.Н. и др. Условия формирования и методика поиска нефти в аргиллитах баженовской свиты. М.: Недра, 1988.

Захаров В.А. Условия формирования волжско-берриаской высокоуглеродистой баженовской свиты Западной Сибири по данным палеоэкологии // Эволюция биосферы и биоразнообразия. К 70-летию А.Ю. Розанова. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. С. 552–568.

Ковальский В.В., Воротницкая И.Е. Биогенная миграция урана в озере Иссык-Куль // Геохимия. 1965. № 6. С. 724–732.

Конторович А.Э., Меленевский Ю.Н., Занин А.Г. и др. Литология, органическая геохимия и условия фор-

мирования основных типов пород баженовской свиты (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. 1998. № 11. С. 1477–1491.

Логвиненко Н.В., Орлова Л.В. Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. Л.: Недра, 1987.

Нежданов А.А. Геологическая интерпретация сейсмо-разведочных данных: Курс лекций. Тюмень: ТюмГНГУ, 2000.

Неручев С.Г. Уран и жизнь в истории Земли. СПб.: ВНИГРИ, 2007.

Неручев С.Г. Эпохи интенсивного накопления планктона в истории Земли и их причины. Л.: Наука, 1974.

Нестеров И.И., Петросян Л.Г., Сонич В.П., Хабаров В.В. Исследование нефтегазоносных разрезов баженовской свиты: (Обзор ВИЭМС). М., 1988.



Усманов И.Ш., Карлов А.М., Трофимова Е.Н., Дякина А.В. Нефтенасыщенные известняки баженовской свиты // Нефтяное хозяйство. 2005. № 12. С. 19–25.

Хабаров В.В., Барташевич О.В., Нелепченко О.М. Геолого-геофизическая характеристика и нефтеносность битуминозных пород баженовской свиты Западной Сибири // Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа: (Обзор ВИЭМС). М., 1981.

Кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых:

Г.А. Калмыков, старший научный сотрудник,

*e-mail:* kalmykov@geol.msu.ru;

Н.С. Балущкина, аспирант,

*e-mail:* natalybal@gmail.ru;

ИГЕМ РАН:

А.П. Алешин, ведущий научный сотрудник,

*e-mail:* aleshin-238@yandex.ru;

Н.К. Глебочева, главный геолог ОАО “Сургутнефтегаз”,

*e-mail:* zikin\_em!@sngf.surgutneftgas.ru

Хабаров В.В., Нелепченко О.М., Волков Е.Н., Барташевич О.В. Уран, калий и торий в битуминозных породах баженовской свиты Западной Сибири // Сов. геология. 1980. № 10. С. 94–105.

Degens E., Khoo F., Michaelis W. Uranium anomaly in Black Sea Sediments // Nature. 1997. Vol. 269, N 5629. P. 566–569.

Поступила в редакцию

13.05.2008