

УДК 552.086; 552.581

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭОЦЕНОВЫХ И ПАЛЕОЦЕНОВЫХ ДИАТОМИТОВ ЗАУРАЛЬЯ (НА ПРИМЕРЕ КАМЫШЛОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И РАЗРЕЗА БРУСЯНА)

Смирнов Павел Витальевич¹,

geolog.08@mail.ru

Константинов Александр Олегович¹,

konstantinov.alexandr72@gmail.com

¹ Тюменский государственный нефтегазовый университет,
Россия, 625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38.

Актуальность. Кремнистый разрез Зауралья, как правило, имеет трехчленное строение: внизу залегают опоки серовской свиты, выше – диатомиты и диатомовые глины ирбитской свиты. Основные месторождения диатомитов в регионе (Ирбитское, Камышловское, Потанинское и др.) приурочены к ирбитской свите нижнего эоцена, которая традиционно рассматривается в качестве основного продуктивного горизонта на данный вид минерального сырья. В то же время образование толщи диатомитов Зауралья началось в терминальную стадию палеоцена, что фиксируется по присутствию диатомового комплекса *Trinacria ventriculosa-Sheshukovia mirabilis*. К настоящему времени особенности литологии палеоценовых диатомитов серовской свиты практически не изучены, отсутствуют сведения о достоверно установленных обнажениях диатомитов серовской свиты в пределах Зауралья, не определен их промышленный потенциал.

Цель работы: сравнительное исследование особенностей литологии, химического и минералогического составов эоценовых диатомитов ирбитской свиты (Камышловский карьер) и верхнепалеоценовых диатомитов серовской свиты (разрез Брусаяна).

Методы исследований: полевые исследования, рентгеноструктурный анализ, рентгенофлуоресцентный анализ, инфракрасная спектроскопия, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, сканирующая электронная микроскопия, литолого-петрографический анализ.

Результаты. Впервые представлены результаты исследований химического и минералогического составов, особенностей литологии и микростроения палеоценовых диатомитов Зауралья на примере пород, вскрытых в разрезе Брусаяна (Свердловская область). Установлено, что палеоценовые диатомиты разреза Брусаяна по содержанию SiO_2 , сохранности диатомовых фоссилий и микропористости превосходят эоценовые диатомиты и диатомовые глины большинства месторождений Зауралья и, соответственно, могут рассматриваться как перспективный объект поисковых работ на кремнистое минеральное сырье. Для палеоценовых диатомитов серовской свиты характерны более высокие содержания глауконита и терригенного материала (до 10 %), что, по всей видимости, идентифицирует активизацию эрозионных процессов в пределах седиментационного бассейна на ранних этапах формирования толщи диатомитов Зауралья.

Ключевые слова:

Опал-кристобалитовые породы, диатомит, ирбитская свита, серовская свита, Зауралье, Камышлов, Брусаяна, литология.

Введение

Территория Среднего Зауралья характеризуется значительным распространением опал-кристобалитовых пород – палеоцен-эоценовых диатомитов, диатомовых глин, трепелов и опок [1]. В геологической практике принято считать, что принадлежность пород кремнистого разреза Зауралья к различным стратиграфическим подразделениям устанавливается без дополнительных исследований литологического состава: опоки относят к серовской свите верхнего палеоцена, диатомиты и диатомовые глины – к ирбитской свите нижнего эоцена [2, 3]. Отсутствие достоверно установленных обнажений диатомитов серовской свиты привело к тому, что диатомиты и диатомовые глины Зауралья полностью отнесены к ирбитской свите, поскольку данные о литологических различиях между палеоценовыми и эоценовыми диатомитами в современной литературе не представлены. Вместе с тем формирование диатомитов в Зауралье происходило и в серовское время, что устанавливается по развитию диатомового комплекса *Trinacria ventriculosa-Sheshukovia mirabilis* верхнепалеоценового возраста [4, 5].

Особенности литологии отложений, формирование которых приходится на рубеж палеоцена и эоцена (палеоцен-эоценовый максимум – РЕТМ), представляют значительный интерес для реконструкции палеогеографических условий ранних этапов биогенного кремненакопления в Западно-Сибирском палеогеновом бассейне. РЕТМ – одно из наиболее крупных и относительно кратковременных глобальных изменений климатических условий в масштабах всей планеты [6–8], сопровождавшееся общим повышением температуры и трансформацией систем океанической и атмосферной циркуляций. Данное событие повлекло за собой существенные изменения условий и характера седиментации, геохимического и минерального составов морских и океанических осадков [9], сукцессии флоры и фауны [10–12].

Особенно контрастно общепланетарные изменения природных условий на рубеже палеоцена и эоцена проявились для территорий, относящихся к высоким широтам, в том числе для Западной Сибири и Зауралья [13]. На протяжении палеоцена-эоцена Зауралье было транзитной зоной в морском сообщении между Арктикой и Тетисом [14],

где в тепловодную фазу, соответствующую глобальному потеплению, и сформировались отложения серовской свиты.

В настоящей работе представлены результаты сравнительного анализа литологии диатомитов серовской свиты из разреза Брусяна (Сухоложский район, Свердловская область) и диатомитов ирбитской свиты из северного карьера Камышловского месторождения (Камышловский район, Свердловская область).

Объекты и методы исследований

Камышловское месторождение ($56^{\circ}51'37.42''\text{N}$, $62^{\circ}43'35.18''\text{E}$) расположено на северо-восточной окраине г. Камышлова Свердловской области, в 2 км от одноименной железнодорожной станции (рис. 1, а). Месторождение представляет собой крупную пластообразную залежь диатомитов, мощность которой в пределах участка исследований не подвергается существенному изменению. В границах разведанной площади месторождение сложено диатомитами ирбитской свиты и опоками серовской свиты [15]; диатомиты на всей площади перекрыты плиоцен-четвертичными отложениями максимальной мощностью до 6 м (рис. 1, б).

Разрез Брусяна ($56^{\circ}56'51.43''\text{N}$, $61^{\circ}55'43.27''\text{E}$) расположен в 3 км к северо-востоку от д. Брусяны Свердловской области и в 3 км к юго-западу от д. Глядены на правом берегу р. Калиновки (рис. 1, а). На протяжении 200–300 м вскрываются диатомиты, перекрытые маломощным слоем современных отложений (рис. 1, в).

Образцы для дальнейших лабораторных и микроскопических исследований отбирались из зачищенной стенки карьера или обнажения. Лабораторные исследования включали рентгенофлуоресцентный силикатный анализ, рентгенофазовый анализ, определение элементного состава геологических образцов методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) [16, 17], инфракрасную спектроскопию. Исследования общего химического, элементного и минерального составов были выполнены в Центре коллективного пользования многоэлементных и изотопных исследований СО РАН на базе Института геологии и минералогии СО РАН (г. Новосибирск). Микроскопические исследования: изучение геологических образцов с использованием сканирующей электронной микроскопии (на аппаратно-программном комплексе на базе растрового электрон-

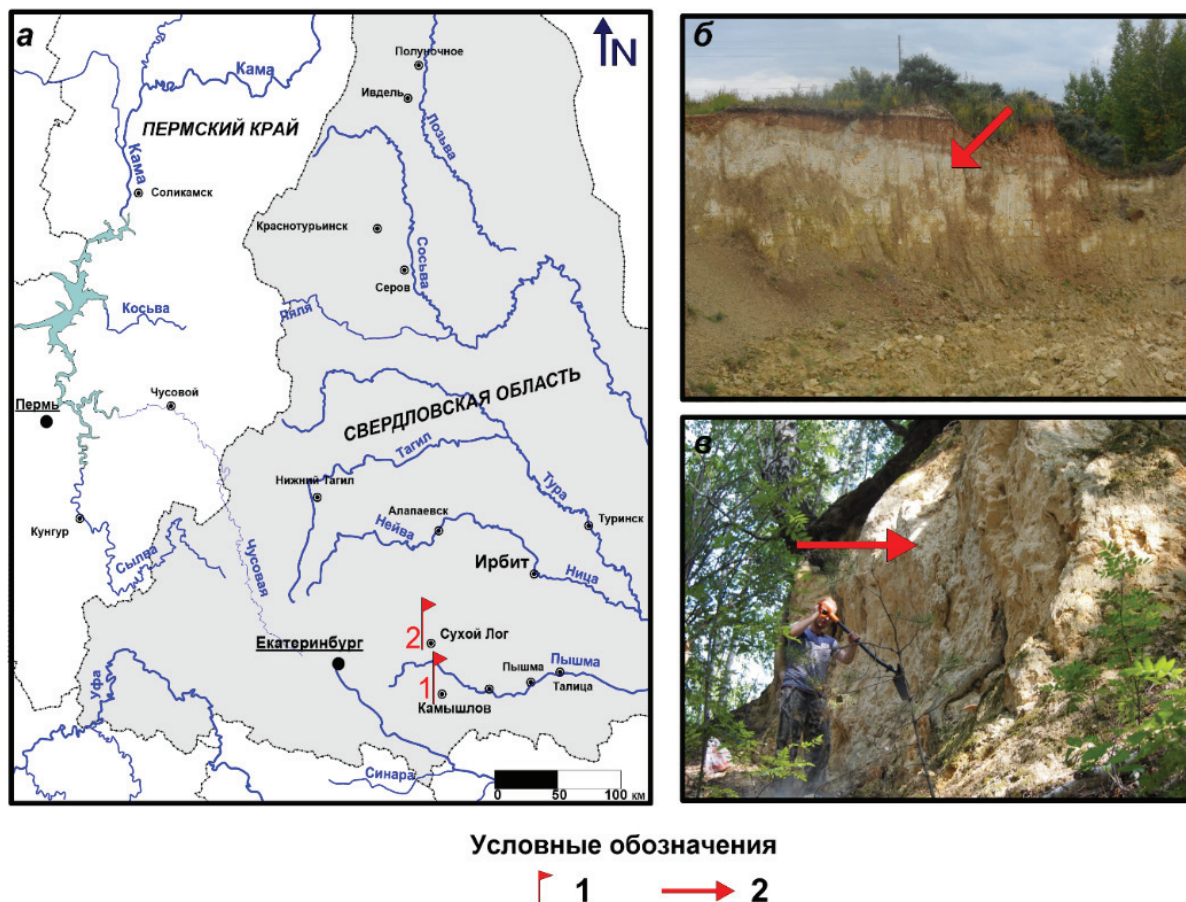


Рис. 1. Расположение объектов исследования: а) обзорная карта-схема; б) Камышловское месторождение диатомитов; в) естественное обнажение Брусяна. 1 – участки исследования; 2 – места отбора проб

Fig. 1. Location of the study objects: а) overview map; б) Kamyshlov deposit; в) natural outcrop of Brusyana. 1 – studied areas, 2 – sampling sites

ного микроскопа JEOL JSM 6510A) и литолого-петрографического анализа (изучение в шлифах, изготовленных по стандартной методике [18]) – на базе ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» и ООО «ЗапСибГЦ» (г. Тюмень). Изучение составов диатомовых комплексов выполнено кандидатом геолого-минералогических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории микропалеонтологии Геологического института РАН Т.В. Орешкиной.

Результаты и обсуждения

Разновозрастные диатомиты характеризуются схожими макроскопическими описаниями: порода светло-серого со слабым желтоватым оттенком (Камышловское месторождение) или светло-серого (до белого) цвета (разрез Брусяна), слабосцементированная, лёгкая, при растирании пыльная, пачкает руки, липнет к языку, реакции с HCl не наблюдается.

Палеоценовые диатомиты, представленные в разрезе Брусяна, содержат комплекс, типичный для верхней части зоны *Trinacria ventriculosa* (b) верхов палеоцена, в котором не наблюдается признаков переотложения. Среди стратиграфических реперов встречены *Pyxidicula moelleri* (A.S.) *Strelnikova et Nikolaev*, *Trinacria cancellata* (Greville) *Sims & Ross*, *T. cornuta* (Greville) *Ross et Sims*, *Pseudotriceratium chenevieri* (Meister) *Gleser*, *Solium exsculptum* *Heiberg*, *Coscinodiscus denarius* *A. Schmidt*, *Grunowiella gemmata* (Grunow) *Van Heurck*, *G. palaeocaenica* *Jousé*, *Incisorina punctata* *Hajos*. В составе фоновых видов присутствуют *Stellarima microtrias* (Ehrenberg) *Hasle et Sims* *Anuloplicata concentrica* (A. Schmidt) *Gleser*, *A. ornata* (Grunow) *Gleser*, *Hemiaulus elegans* (Heiberg) *Grunow em. Homann*, *Paralia grunowii* *Gleser*, *Proboscica cretacea* (Hajos et Stradner) *Jordan and Priddle*, *P. spp.*, *Odontotropis carinata* *Grunow*, *Trinacria excavata* *Heiberg*, *T. regina* *Heiberg*, *T. heibergi* *Kitton*, *T. pileolus* (Ehr.) *Grunow*, *Costopyxis broschii* (Grunow) *Strelnikova et Nikolaev*, *Mycetacantus bis-*

eriatas (Strelnikova) *Strelnikova & Fourtanier*, *Valodiscus lanceolata* *Suto*, *Pseudopyxilla rossica* (Pantocshek) *Forti*, *Stellarima microtrias* (Ehrenberg) *Hasle et Sims*, *Pseudopodosira westii* (W. Smith) *Sheshukova et Gleser*.

Месторождения диатомита в пределах г. Камышлова неоднократно становились объектом микропалеонтологических исследований [13, 19]. Диатомовый комплекс в породах продуктивной толщи Камышловского месторождения представлен *Coscinodiscus payeri* (нижняя часть нижнего эоцена) и характеризуется присутствием мелких экземпляров индекс-вида, *Paralia crenulata* (Grunow) *Gleser* (доминант), *Proboscica cretacea* (Hajos et Stradner), *Anuloplicata concentrica* (A. Schmidt) *Gleser*, *Grunowiella gemmata* (Grunow) *Van Heurck*, *Solium exsculptum* *Heiberg*, *Costopyxis broschii* (Grunow) *Strelnikova et Nikolaev*, *Coscinodiscus argus* *Ehrenberg*, *Grunowiella gemmata* *Grunow*, *Pyxidicula moelleri* (A.S.) *Strelnikova et Nikolaev*, *Briggera sibirica* (Grunow) *Ross et Sims*, *Pseudostictodiscus angulatus* *Grunow*, *Odontotropis carinata* *Grunow*, *Odontotropis cristata* *Grunow*, *T. cornuta* (Greville) *Ross*, *Goniothecium odontella* *Ehrenberg*, *Stellarima microtrias* (Ehrenberg) *Hasle et Sims*.

Диатомиты содержат неравномерно распределенный терригенный материал: Брусяна – до 10 %; Камышлов – не более – 4–5 %. Главным образом он представлен угловатыми, полуокатанными, изометричными и удлинёнными зёрнами кварца, полевыми шпатами размером от <0,005 до 0,19 мм, для камышловского диатомита – не более 0,07 мм, а также чешуйками мусковита и чешуйками гидрослюды.

Содержание глинистых минералов в диатомитах обоих месторождений не велико; основную массу составляют бейделлит, хлорит и монтмориллонит. Диатомиты также содержат глауконит: зёрна глауконита ярко-желтого, желтого и желтовато-зелёного цвета, размером от <0,005 до 0,13 мм. Отдельные зерна глауконита подвержены лимонитизации. В диатомите Брусяна (рис. 2, а) встре-

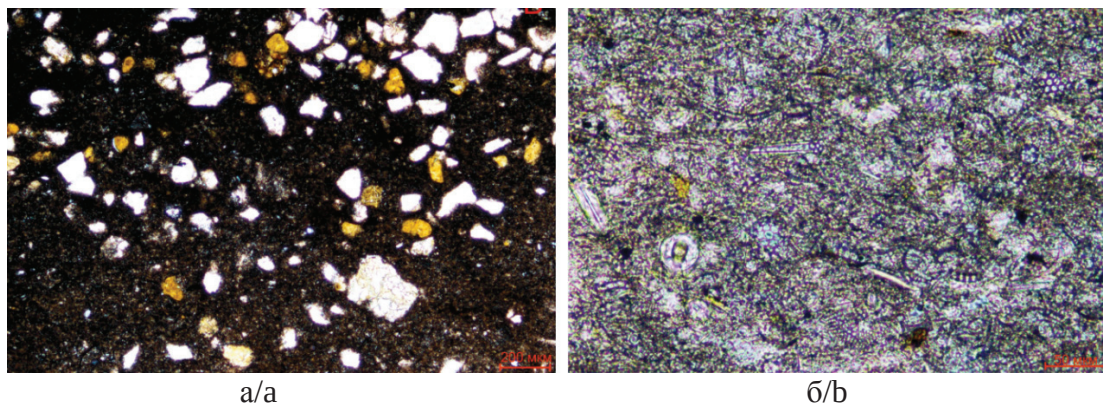


Рис. 2. Микроструктура диатомитов по результатам исследования породы в шлифах: а) диатомиты разреза Брусяна; б) диатомиты Камышловского месторождения

Fig. 2. Microstructure of the studied diatomites as a result of thin sections analysis: а) Paleocene diatomite from section Brusyana, б) Eocene diatomite from Kamyshev deposit

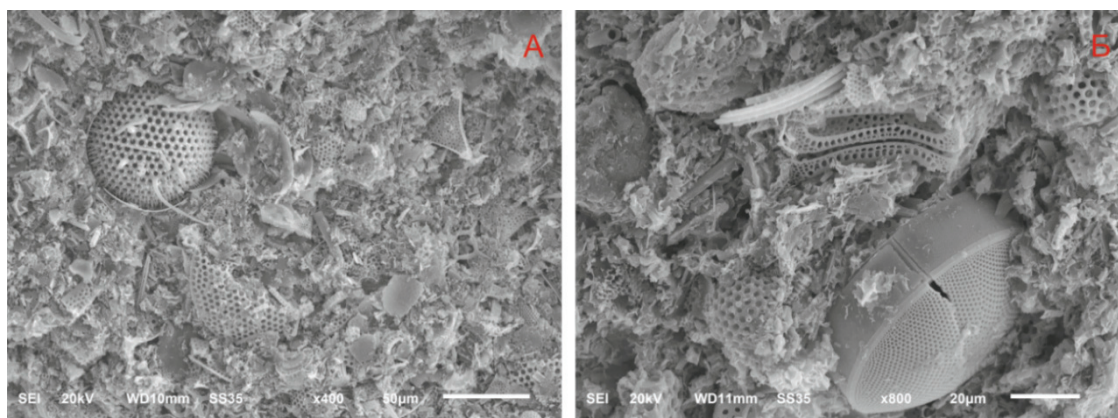


Рис. 3. Микроструктура диатомитов по результатам электронной микроскопии: а) диатомиты разреза Брусяна; б) диатомиты Камышловского месторождения

Fig. 3. Microstructure of the studied diatomites as a result of scanning electron microscopy: a) Paleocene diatomite from section Brusyana, b) Eocene diatomite from Kamyshlov deposit

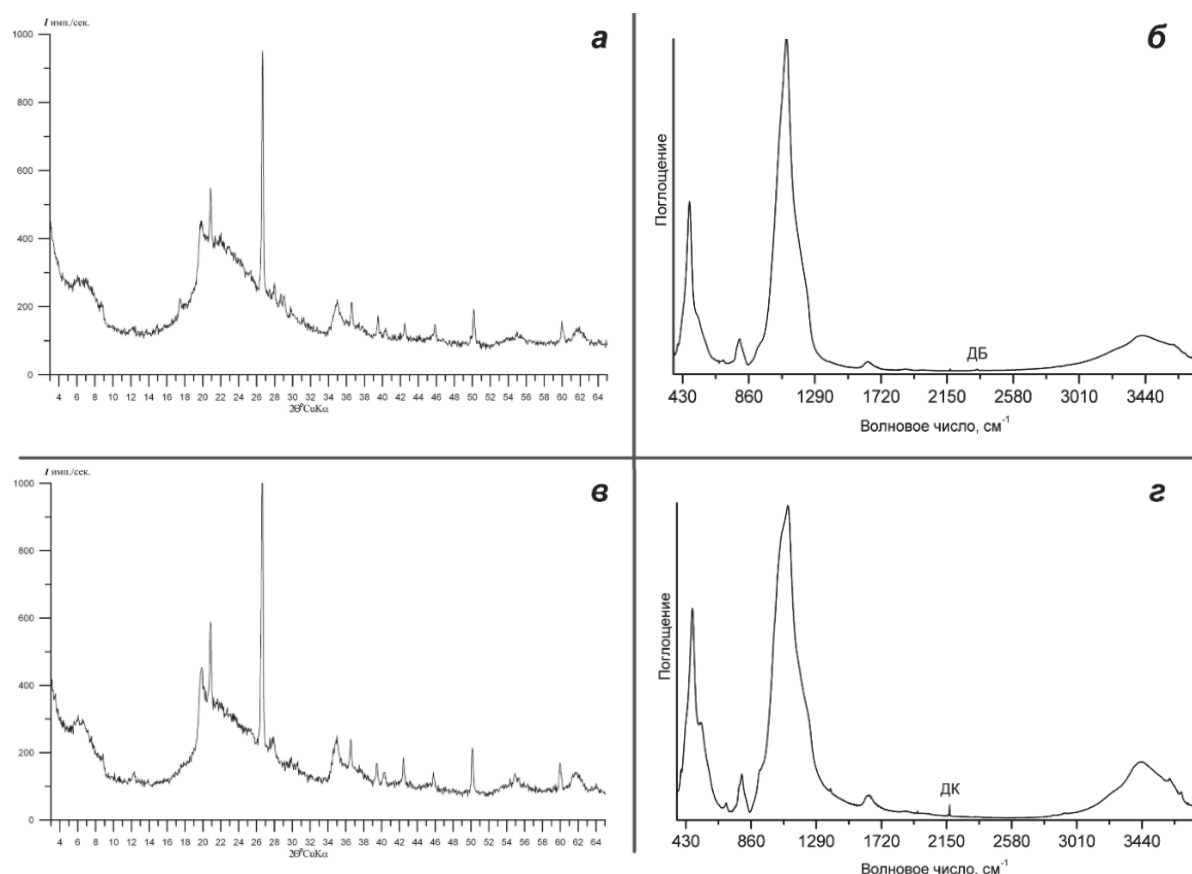


Рис. 4. Рентгенограммы и ИК-спектры исследованных пород: а, в) палеоценовые диатомиты разреза Брусяна; б, г) эоценовые диатомиты Камышловского месторождения

Fig. 4. X-ray diagrams and IR-spectra of the studied rocks: а, в) Paleocene diatomite from section Brusyana; б, г) Eocene diatomite from Kamyshlov deposit

чены спикеры кремневых губок, осевые каналы которых заполнены глауконитом. Вместе с тем содержание глауконита отличается существенно: зерна глауконита в диатомите разреза Брусяна занимают существенную часть площади шлифа и по размерам крупнее, чем зерна в камышловской по-

роде (рис. 2, б). В числе основных примесей – кальций-натриевые цеолиты, пирит, гипс, магнетит, кальцит, пиролюзит, эпидот, очень мелкие обломки углефицированного растительного детрита.

Размер пор внутри створок составляет от <0,005 до 0,083 мм. По данным электронной ми-

Таблица. Химический состав диатомитов

Table. Chemical composition of diatomites

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	BaO	SO ₃	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	NiO	п.п.п., %/LOI, %
Б	79,07	6,10	3,61	0,01	0,96	0,35	0,24	0,98	0,11	0,02	0,03	0,03	0,02	<0,01	7,29	79,07
К	74,46	8,82	4,15	0,02	1,31	0,61	0,28	1,20	0,05	0,02	<0,03	0,04	0,02	<0,01	8,26	74,46

Примечание. Содержания элементов приведены в %. п. п. п. – потери при прокаливании. Б – разрез Брусяна. К – Камышловское месторождение.

Note. Elements content is in %. LOI is loss on ignition. B is the section Brusyana; K is the Kamyshlov deposit.

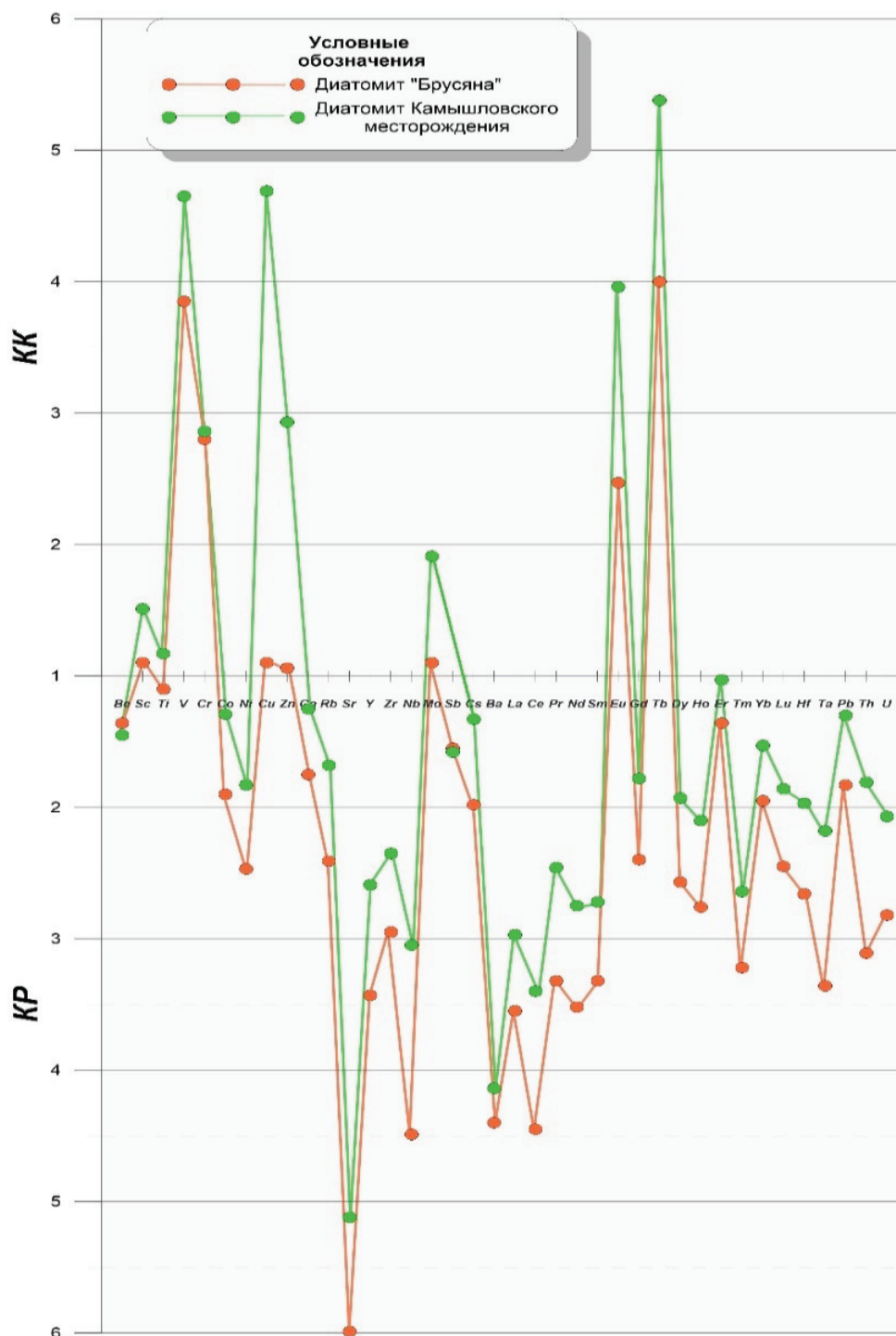


Рис. 5. Геохимические спектры диатомитов серовской и ирбитской свит

Fig. 5. Geochemical spectra of Serov and Irbit diatomites

кроскопии, диатомит Брусяна (рис. 3, а) сложен преимущественно целыми створками и обломками диатомей с примесью спикул губок. Размеры последних достигают 500–600 мкм. Разнообразие диатомовых и степень сохранности форм выше, чем для диатомитов Камышловского месторождения (рис. 3, б).

Основные фазы, диагностированные по данным рентгеноструктурного анализа, – это опал, много меньше кварц, разупорядоченный смектит, малая примесь слюды, плагиоклаза, каолинита, следы калиевых полевых шпатов, ярозита (рис. 4). Индикатрисы рассеяния рентгеновских лучей для дифрактограмм Брусяна и Камышлова имеют типичный вид для диатомитов и практически идентичны друг другу: «аморфное гало» в виде широкого бесструктурного максимума в диапазоне углов 2Θ от 20° до 26° формируется опалом. Крупный пик в районе $27,8^\circ$ указывает на присутствие плагиоклаза. Пики, идентифицирующие кварц, наблюдаются на всем промежутке углов 2Θ – от 36° до 60° . Глинистые минералы из группы смектита определяются по максимумам межплоскостных расстояний d – 1,502; 2,569; 4,48 и 14,7; каолинит – по максимуму $d=7,23$. ИК-спектры рассматриваемых пород практически идентичны: характерная для диатомитов полоса асимметричных валентных колебаний Si-O-Si четко выделяется в районе $\approx 1105\text{ см}^{-1}$ (рис. 4).

Результаты исследования общего химического состава палеоценовых и эоценовых диатомитов представлены в таблице. Палеоценовые диатомиты из обнажения Брусяна характеризуются как более «чистые» разности с более высоким содержанием SiO_2 и меньшим оксидов Al и Fe по сравнению с эоценовыми диатомитами крупных месторождений Зауралья: Камышловского (таблица) и Ирбитского [20].

Диатомиты как ирбитской, так и серовской свит характеризуются схожими геохимическими спектрами (рис. 5) и в значительной степени обеднены редкими и рассеянными элементами относительно содержания в земной коре [21]. Значимые превышения кларковых значений ($\text{KK}>2$) характерны для V, Cr, Eu, Tb для обеих пород и Cu, Zn для эоценовых диатомитов.

Выводы

Литология верхнепалеоценовых диатомитов схожа с литологией эоценовых. Основными компонентами в диатомитах являются опал и кварц с практически полным отсутствием кристобалита. Вместе с тем общее содержание минеральных фаз диоксида кремния в диатомите Брусяна выше, а содержание глинистой компоненты ниже, чем в диатомитах ирбитской свиты близко расположенных Ирбитского и Камышловского месторождений. Высокое содержание терригенного песчаного, а не глинистого материала должно приниматься во внимание при планировании переработки породы.

В диатомитах с обнажения Брусяна одновременно высокие содержания глауконита и терригенного материала (в диатомитах ирбитской свиты обычно 3–5 %, в палеоценовых – до 10 %). По всей видимости, повышенные содержания глауконита идентифицируют, что начало трансгрессивного цикла [22–25], обусловившее активизацию биогенного кремнеаккумуляции на рубеже палеоцена и эоцена, сопровождалось мощным эрозионным врезом и сносом обломочного материала. Изучение литологических особенностей диатомитов других обнажений пород серовской свиты позволит лучше понять закономерности распространения опал-кристобалитовых пород и особенности их седиментогенеза в Зауралье и планировать их использование отдельно от аналогичных пород эоценового возраста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кремнистые породы СССР / под ред. У.Г. Дистанова. – Казань: Татарское книжное издательство, 1976. – 412 с.
2. Унифицированные региональные стратиграфические схемы неогеновых и палеогеновых отложений Западно-Сибирской равнины: объяснительная записка / Ф.Г. Гурари, В.С. Волкова, А.Е. Бабушкин, А.Г. Головина, В.П. Никитин, А.И. Некрасов, А.В. Кривенцов, Ж.А. Доля, Ю.М. Колыхалов, З.Н. Гнибиденко; СНИИГГиМС. – Новосибирск, 2001. – 84 с.
3. Генералов П.П., Дрожжанин Н.Б. Опалиты эоцена Западной Сибири // Опалиты Западной Сибири: труды ЗапСибНИГНИ. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1987. – С. 3–10.
4. Биостратиграфия морского палеогена Западно-Сибирской плиты / М.А. Ахметьев, Г.Н. Александрова, Э.О. Амон, В.Н. Беньямовский, Э.М. Бугрова, О.Н. Васильева, З.И. Глезер, В.И. Железко, Н.И. Запорожец, Г.Э. Козлова, И.А. Николаева, Т.В. Орешкина, Л.А. Панова, Э.П. Радионова, Н.И. Стрельникова, А.И. Яковлева // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2001. – Т. 9. – № 2. – С. 30–57.
5. Стрельникова Н.И. Палеогеновые диатомовые водоросли. – СПб: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 1992. – 312 с.
6. Kennett J.P., Stott L.D. Abrupt deep-sea warming, palaeoceanographic changes and benthic extinctions at the end of the Paleocene // Nature. – 1991. – V. 353. – P. 225–229.
7. Ахметьев М.А. Причинно-следственные связи и факторы глобальных биосферных перестроек в фанерозое // Современные проблемы геологии. – М.: Наука, 2008. – С. 463–492.
8. Гаврилов Ю.О. Глобальное биосферное событие на границе палеоцена и эоцена / Ю.О. Гаврилов, Е.А. Щербинина // Современные проблемы геологии. – М.: Наука, 2004. – С. 493–531.
9. Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present / J. Zachos, M. Pagani, L. Sloan, E. Thomas, K. Billups // Science. – 2001. – V. 292 (5517). – P. 686–693.
10. Barron J.A., Stickley C.E., Bukry D. Paleoclimatic, and paleoclimatic constraints on the global Eocene diatom and silicoflagellate record // Paleogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology. – 2015. – V. 422. – P. 85–100.
11. Oreshkina T.V. Evidence of Late Paleocene–Early Eocene hyperthermal events in biosiliceous sediments of Western Siberia and adjacent areas // Austrian Journal of Earth Sciences. – 2012. – V. 105. – P. 145–153.
12. Oreshkina T.V., Oberhänsli H. Diatom turnover in the Early Paleocene diatomite of the Sengiley section, middle Povolzhie, Rus-

- sia: a response to the initial Eocene Thermal Maximum? // Geological Society of America Special Papers. – 2003. – V. 369. – P. 169–179.
13. Late Paleocene – Early Eocene diatoms and dinocysts from biosiliceous facies of the middle Trans-Urals region / G.N. Aleksandrova, T.V. Oreshkina, A.I. Iakovleva, E.P. Radionova // Stratigraphy and Geological Correlation. – 2012. – V. 20. – № 4. – P. 380–404.
14. Пролиты Северного полушария в мелу и палеогене / Е.Ю. Барабошкин, Д.П. Найдин, В.Н. Беньямовский, А.Б. Герман, М.А. Ахметьев – М.: Изд-во геологического ф-та МГУ, 2007. – 182 с.
15. Щадных Е.Ф. Отчет о разведочных работах на Камышловском месторождении диатомитов, проведенных в 1940 году / Геолмаркштрест, Урало-Сибирское отделение. – Свердловск, 1940. – Деп. в ФБУ «ТФГИ по УФО», № 013791.
16. Analysis of geologic reference materials for REE and HFSE by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) / I.V. Nikolaeva, S.V. Palesskii, O.A. Kozmenko, G.N. Anoshin // Geochemistry International. – 2008. – V. 46. – № 10. – P. 1016–1022.
17. Определение основных и примесных элементов в силикатных породах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой после сплавления с LiBO_2 / И.В. Николаева, С.В. Палесский, О.С. Чирко, С.М. Черноножкин // Аналитика и контроль. – 2012. – Т. 16. – № 2. – С. 134–142.
18. Швецов М. С. Петрография осадочных пород. – М.: Недра, 1958. – 412 с.
19. Chenevière E. Sur un dépôt fossile marin à diatomées situé à Kamishev (Russie Centrale) // Bulletin de la Société française de microscopie. – 1934. – V. 3. – № 3. – P. 103–107.
20. Смирнов П.В. Результаты комплексных исследований вещественного состава диатомитов Ирбитского месторождения // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327. – № 6. – С. 93–104.
21. Wedepohl K.H. The composition of the continental crust // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1995. – V. 59. – № 7. – P. 1217–1232.
22. Banerjee S., Bansal U., Thorat A.V. A review on palaeogeographic implications and temporal variation in glaucony composition // Journal of Palaeogeography. – 2016. – V. 5. – № 1. – P. 43–71.
23. Late Cretaceous transgression on a Cimmerian high (Neka Valley, Eastern Alborz, Iran): a geodynamic event recorded by glauconitic sands / F. Berra, A. Zanchi, M. Mattei, A. Nawab // Sedimentary Geology. – 2007. – V. 199. – P. 189–204.
24. Compositional variability of glauconites within the Upper Cretaceous Karai Shale Formation, Cauvery Basin, India: implications for evaluation of stratigraphic condensation / S. Banerjee, U. Bansal, K. Pande, S.S. Meena // Sedimentary Geology. – 2016. – V. 331. – P. 12–29.
25. Upper Eocene glauconites from the Bahariya depression: An evidence for the marine regression in Egypt / G. El-Habaak, M. Askalany, M. Galal, M. Abdel-Hakeem // Journal of African Earth Sciences. – 2016. – DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2016.01.013.

Поступила 28.09.2016 г.

Информация об авторах

Смирнов П.В., заместитель директора НОЦ «Геология нефти и газа» Тюменского государственного нефтегазового университета.

Константинов А.О., специалист НОЦ «Геология нефти и газа» Тюменского государственного нефтегазового университета.

UDC 552.086; 552.581

COMPARATIVE STUDIES OF EOCENE AND PALEOCENE DIATOMITE FROM TRANS-URALS (ON THE EXAMPLE OF KAMYSHLOV DEPOSIT AND SECTION BRUSYANA)

Pavel V. Smirnov¹,

geolog.08@mail.ru

Alexander O. Konstantinov¹,

konstantinov.alexandr72@gmail.com

¹ Tyumen Industrial University,

38, Volodarsky Street, Tyumen, 625000, Russia.

Relevance of the discussed issue. Typical siliceous section of Trans-Urals has a threefold structure as a rule: silicified opoka of the serov formation occurs at the bottom of the section, while diatomite and diatomaceous clays of irbit formation are deposited above. The main industrial deposits of diatomite in the region (Irbit, Kamyshlov, Potaninskoe deposits etc.) are confined to the lower Eocene Irbit formation, which is traditionally observed as the main productive horizon for this type of mineral raw materials. At the same time, development of the diatomite rock mass in Trans-Urals started in the terminal stage of the Paleocene, which is identified by the presence of diatom complex *Trinacria ventriculosa-Sheshukovia mirabilis*. Up to the present date the particular features of the lithology of serov formation Paleocene diatomites have not been practically studied, there is no information on clearly identified outcrops of serov diatomite within Trans-Urals, the industrial potential of these deposits has not been determined.

The main aim is a comparative study of the lithology, chemical and mineralogical composition of the Eocene Irbit formation diatomite (Kamyshlov quarry) and upper Paleocene Serov formation diatomite (section Brusyana).

The methods used in the research: field studies, X-ray diffraction, X-ray fluorescence analysis, infrared spectroscopy, and inductively coupled plasma mass spectrometry, scanning electron microscopy, lithological and petrographic analysis.

The results. For the first time the paper introduces the results of the complex studies of chemical and mineralogical composition, features of microstructure and lithology of the Paleocene diatomites from Trans-Urals on the example of rocks occurrence in the section Brusyana (Sverdlovsk region). It was found out that Paleocene diatomite from section Brusyana predominates over the Eocene diatomite and diatomaceous clays of most deposits in Trans-Urals in terms of SiO₂ content, the degree of diatom fossils preservation and microporosity and, accordingly, may be considered as a promising object for further exploration. Paleocene diatomite of serov formation is characterized by a higher content of glauconite and terrigenous material (up to 10 %), which, apparently, identifies activation of erosion within the sedimentary basin during the early stages of diatomite rock mass formation in Trans-Urals.

Key words:

Opal-cristobalite rocks, diatomite, irbit formation, serov formation, Brusyana, Trans-Urals, Kamyshlov, lithology.

REFERENCES

1. *Kremnistye porody SSSR* [Siliceous rocks of the USSR]. Ed. by U.G. Distanov. Kazan, Tatar Publ., 1976. 412 p.
2. Gurari F.G., Volkova V.S., Babushkin A.E., Golovina A.G., Nikitin V.P., Nekrasov A.I., Kriventsov A.V., Dolya Zh.A., Kolykhanov Yu.M., Gnibidenko Z.N. *Unifitsirovannye regionalnye stratigraficheskie skhemy paleogenovykh i neogenovykh otlozheniy Zapadno-Sibirskoy ravniny: obyasnitel'naya zapiska i skhema* [Unified regional stratigraphic schemes of Paleogene and Neogene of the West Siberian Plain]. Novosibirsk, SNIIGiMS Publ., 2001. 84 p.
3. Generalov P.P., Drozhashchikh N.B. Opalite eotsena Zapadnoy Sibiri [Eocene opalite of Western Siberia]. *Opalite Zapadnoy Sibiri. Trudy ZapSibNIGNI* [Opalite of Western Siberia. Proc. West-Siberian Research Geological Petroleum Institute]. Tyumen, 1987. pp. 3–10.
4. Akhmetev M.A., Aleksandrova G.N., Benyamovsky V.N., Zaporozhets N.I., Oreshkina T.V., Radionova E.P., Yakovleva A.I., Amon E.O., Vasileva O.N., Zhelezko V.I., Bugrova E.M., Glezer Z.I., Nikolaeva I.A., Panova L.A., Kozlova G.E., Strelnikova N.I. *Biostratigrafiya morskogo paleogena Zapadno-Sibirskoy plity* [Biostratigraphy of the marine paleogene in the West Siberian plate]. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 2001, vol. 9, no. 2, pp. 132–158.
5. Strelnikova N.I. *Paleogenovye diatomovye vodorosli* [Paleogene diatoms]. St. Petersburg, SPBSU Publ., 1992. 312 p.
6. Kennett J.P.; Stott L.D. Abrupt deep-sea warming, palaeoceanographic changes and benthic extinctions at the end of the Paleocene. *Nature*, 1991, vol. 353, pp. 225–229.
7. Akhmetev M.A. Prichinno-sledstvennye svyazi i faktory globalnykh biosfernykh perestroek v fanerozoie [Cause-and-effect relationships and factors of global biospheric reconstructions in the Phanerozoic]. *Sovremennye problemy geologii* [Modern problems of geology]. Moscow, Nauka Publ., 2008. pp. 463–492.
8. Gavrilov Yu.O., Shcherbinina E.A. Globalnoe biosfernoe sobytie na granitse paleotsena i eotsena [Global biospheric event on the border of Paleocene–Eocene]. *Sovremennye problemy geologii* [Modern problems of geology]. Moscow, Nauka Publ., 2004. pp. 493–531.
9. Zachos J., Pagani M., Sloan L., Thomas E., Billups K. Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. *Science*, 2001, vol. 292, pp. 686–693.
10. Barron J.A., Stickley C.E., Bukry D. Paleoclimatic constraints on the global Eocene diatom and silicoflagellate record. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology*, 2015, vol. 422, pp. 85–100.
11. Oreshkina T.V. Evidence of Late Paleocene–Early Eocene hyperthermal events in biosiliceous sediments of western Siberia and adjacent areas. *Aust. J. Earth Sci.*, 2012, vol. 105, pp. 145–153.
12. Oreshkina T.V., Oberhänsli H. Diatom turnover in the Early Paleocene diatomite of the Sengiley section, middle Povolzhie, Russia: a response to the initial Eocene Thermal Maximum? *Geological Society of America Special Papers*, 2003, vol. 369, pp. 169–179.
13. Aleksandrova G.N., Oreshkina T.V., Iakovleva A.I., Radionova E.P. Late Paleocene–Early Eocene diatoms and dinocysts from biosiliceous facies of the middle Trans-Urals region. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 2012, vol. 20, no. 4, pp. 380–404.

14. Baraboshkin E.Yu., Naydin D.P., Benyamovskiy V.N., German A.B., Akhmetev M.A. *Proliy Severnogo polushariya v melu i Paleogene* [The Straits of the Northern Hemisphere in the Cretaceous and Paleogene]. Moscow, MGU Geological Faculty Publ., 2007. 182 p.
15. Shchadnykh E.F. *Otchet o razvedochnykh rabotakh na Kamyshlovskom mestorozhdenii diatomitov, provedennykh v 1940 godu* [Statement of exploration work on the field Kamyshlovsk diatomite in 1940]. Sverdlovsk, TFGI po UFO Publ., № 013791, 1940.
16. Nikolaeva I.V., Palesskii S.V., Kozmenko O.A., Anoshin G.N. Analysis of geologic reference materials for REE and HFSE by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). *Geochemistry International*, 2008, vol. 46, no. 10, pp. 1016–1022.
17. Nikolaeva I.V., Palessky S.V., Chirko O.S., Chernonozhkin S.M. Opredelenie osnovnykh i primesnykh elementov v silikatnykh porodakh metodom mass-spektrometrii s induktivno-svyazannoy plazmoy posle splavlenniya s LiBO₂ [Determination of major and trace elements by inductively coupled mass-spectrometry in silicate rocks after fusion with LiBO₂]. *Analitika i kontrol*, 2012, vol. 16, no. 2, pp. 134–142. In Rus.
18. Shvetsov M. S. *Petrografiya osadochnykh porod* [Petrography of sedimentary rocks]. Moscow, Nedra Publ., 1958. 412 p.
19. Chenevière E. Sur un dépôt fossile marin à diatomées situé à Kamishev (Russie Centrale). *Bulletin de la Société française de micropaléontologie*, 1934, vol. 3, no. 3, pp. 103–107.
20. Smirnov P.V. Results of comprehensive studies of diatomite material composition from Irbit deposit. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 2016, vol. 327, no. 6, pp. 93–104. In Rus.
21. Wedepohl K.H. The composition of the continental crust. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1995, vol. 59, no. 7, pp. 1217–1232.
22. Banerjee S., Bansal U., Thorat A. A review on palaeogeographic implications and temporal variation in glaucony composition. *Journal of Palaeogeography*, 2016, vol. 5, no. 1, pp. 43–71.
23. Berra F., Zanchi A., Mattei M., Nawab A. Late Cretaceous transgression on a Cimmerian high (Neka Valley, Eastern Alborz, Iran): a geodynamic event recorded by glauconitic sands. *Sedimentary Geology*, 2007, vol. 199, pp. 189–204.
24. Banerjee S., Bansal U., Pande K., Meena S.S. Compositional variability of glauconites within the Upper Cretaceous Karai Shale Formation, Cauvery Basin, India: implications for evaluation of stratigraphic condensation. *Sedimentary Geology*, 2016, vol. 331, pp. 12–29.
25. El-Habaak G., Askalany M., Galal M., Abdel-Hakeem M. Upper Eocene glauconites from the Bahariya depression: An evidence for the marine regression in Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 2016, DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2016.01.013.

Received: 28 September 2016.

Information about the authors

Pavel V. Smirnov, deputy director, Tyumen Industrial University.

Alexander O. Konstantinov, expert, Tyumen Industrial University.