

УДК523.681+551.763/.781+563.14/.12 (470.6)

МЕЛ-ПАЛЕОГЕНОВАЯ ГРАНИЦА В РАЗРЕЗЕ ШАПСУТСКИЙ (ЮЖНЫЙ СКЛОН СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА)

© 2024 г. Д. В. Кочергин^{a, b, *}, Н. В. Грановская^c

^aООО “Центральное горно-геологическое агентство”, Москва, 117042 Россия

^bПалеонтологический институт РАН им. А.А. Борисяка, Москва, 117647 Россия

^cЮжный федеральный университет, Ростов-на-Дону, 344006 Россия

*e-mail: cgga@yandex.ru

Поступила в редакцию 01.10.2023 г.

После доработки 19.10.2023 г.

Принята к публикации 19.10.2023 г.

На южном склоне Северо-Западного Кавказа во флишевой толще разреза Шапсугский впервые найден горизонт силицитов, соответствующий глобальному катастрофическому событию границы мел-палеогена. Выделены комплексы радиолярий и планктонных фораминифер, обосновывающие возраст отложений. Минералогические и аналитические исследования свидетельствуют о наличии тектитов, ударных минералов, повышенном содержании иридия в пограничном слое исследованного разреза.

Ключевые слова: мел-палеогеновая граница, радиолярии, фораминиферы, катастрофическое событие, тектиты, иридий, флишевые отложения, Северо-Западный Кавказ

DOI: 10.31857/S0031031X24020123, EDN: FGPLNQ

ВВЕДЕНИЕ

На южном склоне Северо-Западного Кавказа во флишевой толще разреза Шапсугский впервые выявлены палеонтологические и минералогические индикаторы глобальных событий, произошедших на границе мела – палеогена.

Данный разрез расположен в черте г. Туапсе, в скальном обрыве на юго-восточном склоне горы Варваринка, на выезде с ул. Шапсугская на федеральную автомобильную дорогу Новороссийск–Сочи (рис. 1) и в геологическом отношении приурочен к юго-восточному замыканию Новороссийско-Лазаревского синклиория. В исследуемом регионе авторами выделены ранее не описанные здесь радиолярии дания, планктонные фораминиферы датского и маастрихтского возраста.

Тема глобальных, планетарных катастрофических событий на границе маастрихта – дания и связанного с ними биотического события активно обсуждается в научном сообществе в течение последних четырех десятилетий. Толчком послужило открытие У. и Л. Альваресами (Alvarez et al., 1980) в слое глубоководных глин из раз-

реза Баттачионе, в Губбио (Италия), аномально высоких содержаний иридия. Такие содержания характерны для астероидов. Многочисленными исследованиями подтвержден факт катастрофического и биотического события в конце мелового периода, одним из факторов которого являлось падение астероида в акваторию мексиканского залива (Keller et al., 1997).

Пограничные отложения в виде маломощного горизонта осадочных пород (до первых см), сформированного на границе мелового и палеогенового периодов, ассоциируются с биотическим событием. Они встречены на всех континентах, а также в керне скважин, пробуренных в океанах по международной программе бурения (Deep Sea Drilling Project). На территории бывшего СССР они описаны на Мангышлаке, в Туркмении, в Грузии (Назаров и др., 1983; Alekseev et al., 1986; Nazarov et al., 1986; Алексеев и др., 1988; Naidin et al., 1990; Adamia et al., 1993; Веймарн и др., 1998). Разрезы, содержащие фаунистические и минералогические подтверждения мел-палеогеновой границы, до настоящего времени на территории Российской Федерации не описывались.

Цель исследований — уточнение стратиграфического положения мел-палеогенового пограничного горизонта во флишевых отложениях южного борта Северо-Западного Кавказа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования включали в себя: выделение зональных стратиграфических подразделений по радиоляриям и планктонным фораминиферам, биостратиграфическое обоснование возраста полученных комплексов микрофауны, поиски стрессовых и космических минералов, проведение анализа химических элементов из пограничного горизонта.

Объектом исследований являлись кремнистые, карбонатные и терригенные разности пород разреза Шапсугский, отнесенные к снегуревской свите маастрихтского возраста (нижняя часть разреза, слои 122–139) и к шепсинской свите датского возраста (средняя и верхняя части разреза, слои 1–121) (Афанасьев, 2004). Непосредственный горизонт катастрофического события (слой № 122) является последним слоем, относимым к маастрихту (рис. 2). Отложения снегуревской свиты, представленные глинисто-карбонатно-алевритовым флишем с преобладанием глинисто-алевритовых компонентов, согласно залегают на отложениях васильевской свиты и имеют суммарную мощность 299 м. Шепсинская свита фациально замещает свиту сукко, согласно залегают на снегуревской свите маастрихта, перекрывается навагирской свитой датского возраста и сложена флишевым переслаиванием окремнелых мергелей, аргиллитов и опок (мощность ритмов 0.1–0.4 м) (Афанасьев, 2004).

Литолого-стратиграфическое изучение разреза сопровождалось палеонтологическими и минералогическими исследованиями.

При проведении палеонтологических исследований осуществлялось выделение и изучение радиолярий из кремнистых пород и планктонных фораминифер из карбонатных и терригенных разностей. Наилучший результат для извлечения радиолярий из силицитов получен травлением породы 15%-м раствором плавиковой кислоты. Микрофауну планктонных и бентосных фораминифер выделяли механической или химической дезинтеграцией карбонатных и терригенных пород. Фотографирование палеонтологических объектов проводилось на сканирующем электронном микроскопе CAMS-

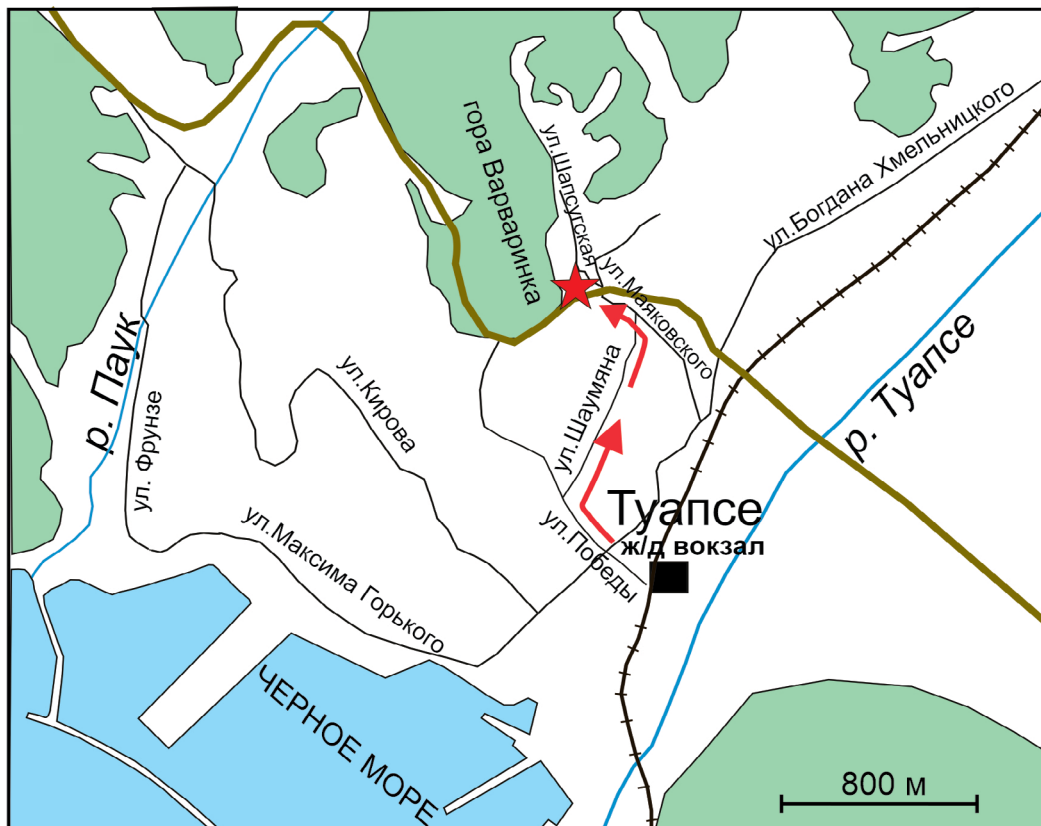
CAN Cambride UK в кабинете приборной аналитики Палеонтологического ин-та им. А.А. Борисяка РАН (ПИН РАН). Коллекции радиолярий и фораминифер разреза Шапсугский (№ 1 и № 2) хранятся в Центральном горно-геологическом агентстве (ЦГГА).

В образце из горизонта глобального события определялся количественный элементный состав на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой (ISP масс-спектрометр) Termo Fisher X Series (Аналитический центр Ин-та геологии Карельского научного центра РАН). Петрографические исследования (микроскоп Axio Scope 40 Carl Zeiss), подтвержденные рентгенофазовым анализом (дифрактометр рентгеновский Rigaku “MiniFlex 600”) проведены в Московском государственном ун-те им. М.В. Ломоносова (МГУ) (аналитик Е.В. Карпова).

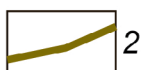
В ПИН РАН проведены электронно-микроскопические исследования ударных и космических минералов (на сканирующем электронном микроскопе TESSCAN Vega 2), их количественный химический анализ (на энергодисперсионном спектрометре INCA OXFORD instrument), а также оптические исследования тектитов (на стереомикроскопе M165-C Leica). При этом визуальный поиск ударных алмазов и различных модификаций углерода наноразмерности осуществлялся путем облучения породы фонарем UV-Tech9WX1 — источником света в ультрафиолетовом спектре, с длиной волны 365 нм. Фотографирование фрагментов стеклоподобного вещества выполнено на поляризационном микроскопе Olympus Bx-51 в Ин-те геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (ИГЕМ РАН) А.Д. Бобанским.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При полевом изучении флишевых отложений восьми опорных разрезов верхнего мела — палеоцена южного склона Северо-Западного Кавказа в 2014–2016 гг. Д.В. Кочергиным были выделены циклиты, сложенные известковыми глинами, глинистыми известняками, песчаниками, силицитами, опоками, кремнями (Кочергин, 2017). Особое внимание уделялось исследованию кремнистых разностей пород, которые характерны для низов палеоцена. Поэтому в литологическом плане наиболее интересным оказался разрез Шапсугский. В данном разрезе цикличная флишевая толща снегуревской и шепсинской свит находится в перевер-



1



2



3

Рис. 1. Местоположение разреза Шапсугский на схемах Краснодарского края, г. Туапсе и фрагменты разреза в обнажениях: 1 — место разреза, 2 — федеральная автомобильная дорога Новороссийск—Сочи, 3 — путь к разрезу от железнодорожного вокзала г. Туапсе.

нутом залегании, что подтверждается палеонтологическими и литологическими данными в соответствии с циклами (секвенцией) А. Боумы (Bouma, 1964). Детально исследованный фрагмент разреза, мощностью 21.4 м, отличается присутствием силицитов и опок с толщиной слоев 0.15–0.40 м, число которых возрастает в средней части разреза (рис. 2). В основании разреза находятся известняки снегуревской свиты, белые, плитчатые, трещиноватые, пелитоморфные, мощностью 0.2 м. Известняки перекрыты пачкой серых, зеленовато-серых мергелей снегуревской свиты, мощностью около 0.6 м, с прослоями черных силицитов. Выше по разрезу наблюдается переходный мел–палеогеновый пограничный слой (слой 122), представленный серовато-черными силицитами, мощностью 0.32 м. На пограничном слое согласно залегают отложения шепсинской свиты палеогена: пачка серых мергелей видимой мощностью до 20 м с прослоями темно-серых силицитов, сменяющихся выше по разрезу прослоями опок, известняков и песчаников.

Палеонтологическими исследованиями из силицитов средней части разреза выделены комплексы радиолярий, соответствующие видам-индексам *Amhisphaera aotea* Hollis и *A. kina* Hollis одноименных зон палеогена южных высоких широт глобальной шкалы палеогена GTS-2012, (RP1) и (RP2) (рис. 3, а–в). В карбонатных и терригенных разностях пород шепсинской свиты и пограничного горизонта обнаружены комплексы планктонных фораминифер подзон P0–P1b шкалы планктонных фораминифер палеоцена (Olsson et al., 1999) (рис. 3, г–е).

В составе зонального комплекса радиолярий с видом-индексом *Amhisphaera aotea* Hollis, 1993 выделяются доминантные таксоны: *A. aotea* Hollis, *A. spinulosa* Hollis et Hanson, *Stylosphaera goruna* Sanfilippo et Riedel, *Lithomespilus coronatus* Squinabol, *Hexacantium paleocenica* Sanfilippo et Riedel, *Peritiviator? dimitricai* Nishimura, *Spongurus bilobatus* Clark et Campbell, *Periphaena alveolata* (Lipman), *Amhisphaera macrosphaera* (Nishimura).

В составе зонального комплекса с видом-индексом *Amhisphaera kina* Hollis, 1993 установлены: *A. kina* Hollis, *A. radiosa* (Ehrenberg), *Artostrobos pusillum* (Ehrenberg), *Buryella insensis* (Kozlova),

Lithomespilus mendosa (Krasheninnikov), *Lithomespilus coronatus* Squinabol, *Haliomma faceta* (Kozlova), *Spongurus bilobatus* Clark et Campbell, *S. quadratus* Campbell et Clark, *Spongopyle sanfilippoae* O'Connor, *Periphaena alveolata* (Lipman).

Находка индекс-вида *A. aotea* Hollis позволила предположить наличие пограничного мел–палеогенового горизонта в разрезе Шапсугский, по аналогии с верхнемеловой–среднеэоценовой карбонатно-кремнистой формацией “Mead Hill” (группа Muzzle), простирающейся на северо-восточном окончании южного о-ва Новой Зеландии. Голотип этого вида был описан К. Холлисом в 10 см выше слоя глин К–Т границы (Hollis, 1993; Strong et al., 1995).

Форма *A. aotea* определена Холлисом как индекс-вид одноименной зоны палеогена шкалы южных высоких широт (RP1). Подошва зоны коррелирует с кровлей маастрихтской радиоляриевой зоны (RK9) *Lithomelissa? hoplites* и подошвой фораминиферовой зоны (P0–Pα). Кровля этой зоны коррелирует с верхней частью фораминиферовой зоны P1a.

По первому появлению радиолярии *A. aotea* мел–палеогеновый горизонт с иридиевой аномалией также зафиксирован в разрезе Wharanui Point (Strong et al., 1995). В Новозеландском регионе данный вид встречен в разрезах: Woodside Creek, Flaxbourne River, Chancet Rocks, Wharanui Point.

Раннепалеоэоценовые комплексы радиоляриевой микрофауны с зональным видом-индексом *A. aotea* выделены из кремнистых пород континентальных и островных разрезов, скважин, пробуренных по проекту (DSDP). Так, они описаны в нижнепалеоэоценовой части мел–среднеэоценового разреза формации Домеки, развитой на о-ве Сикоку, Япония (Harumasa, 2001). *A. aotea* присутствует и в палеоэоценовых отложениях пояса Шиманто (Симанто) (Северный пояс), южная часть гор Акайши, Центральная Япония (Muramatsu, 1986). Они выделены Г. Келлер (Keller et al., 1997) в отложениях палеоэоцена формации Гуаякиль (Эквадор), Л. Дингом (Ding, 2003) из сланцев и кремней формации Сангдалин, входящей в осадочную группу Жеба (Южный Тибет). Из отложений палеоэоцена, представленных на территории Российской Федерации, форма

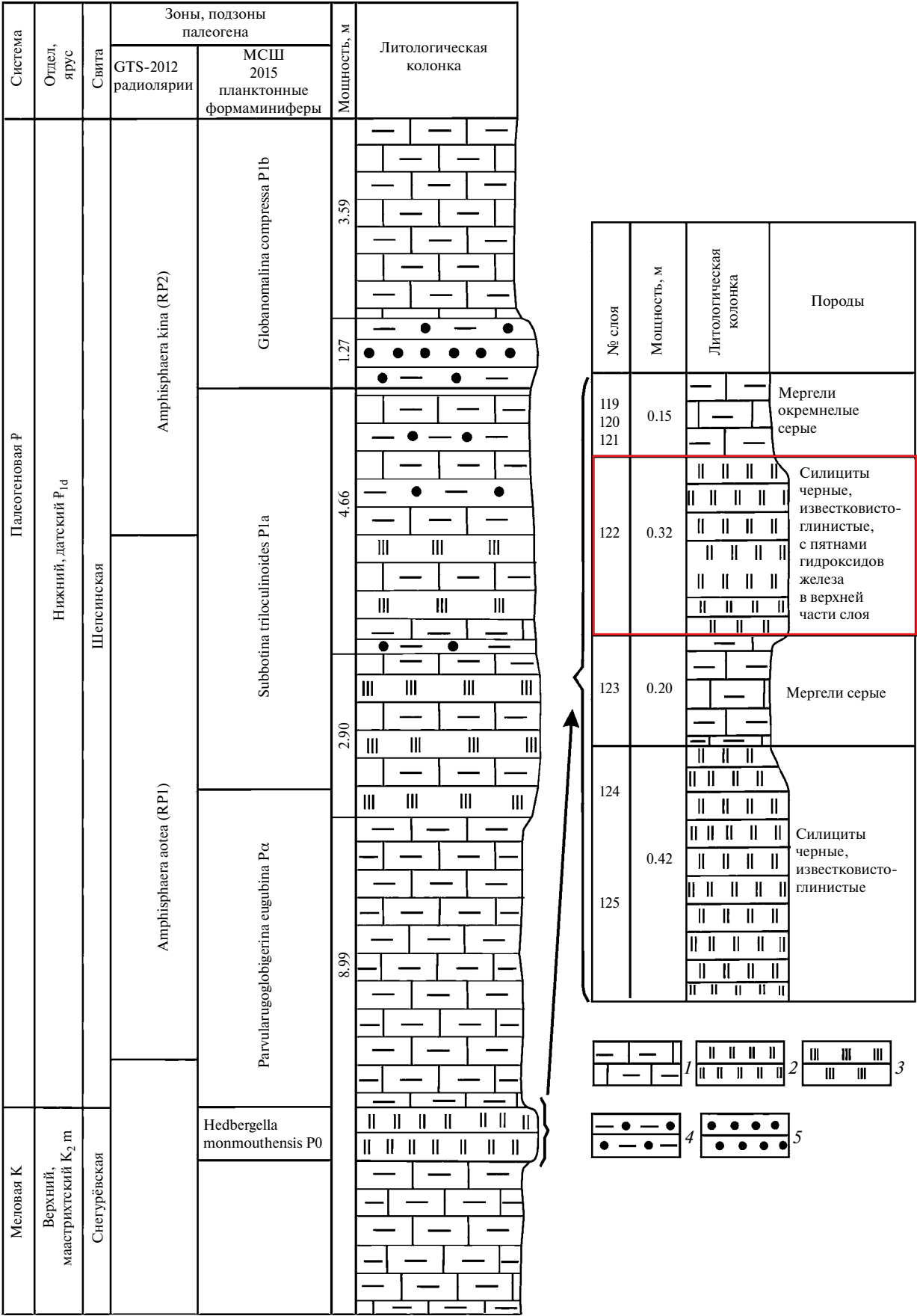


Рис. 2. Литолого-стратиграфическая колонка разреза Шапсугский с зонами и подзонами палеогена по радиоляриям (GTS-2012) и планктонным фораминиферам (МСШ-2015). Обозначения: 1 – мергели, 2 – силициты, 3 – опоки, 4 – алевролиты, 5 – песчаники.

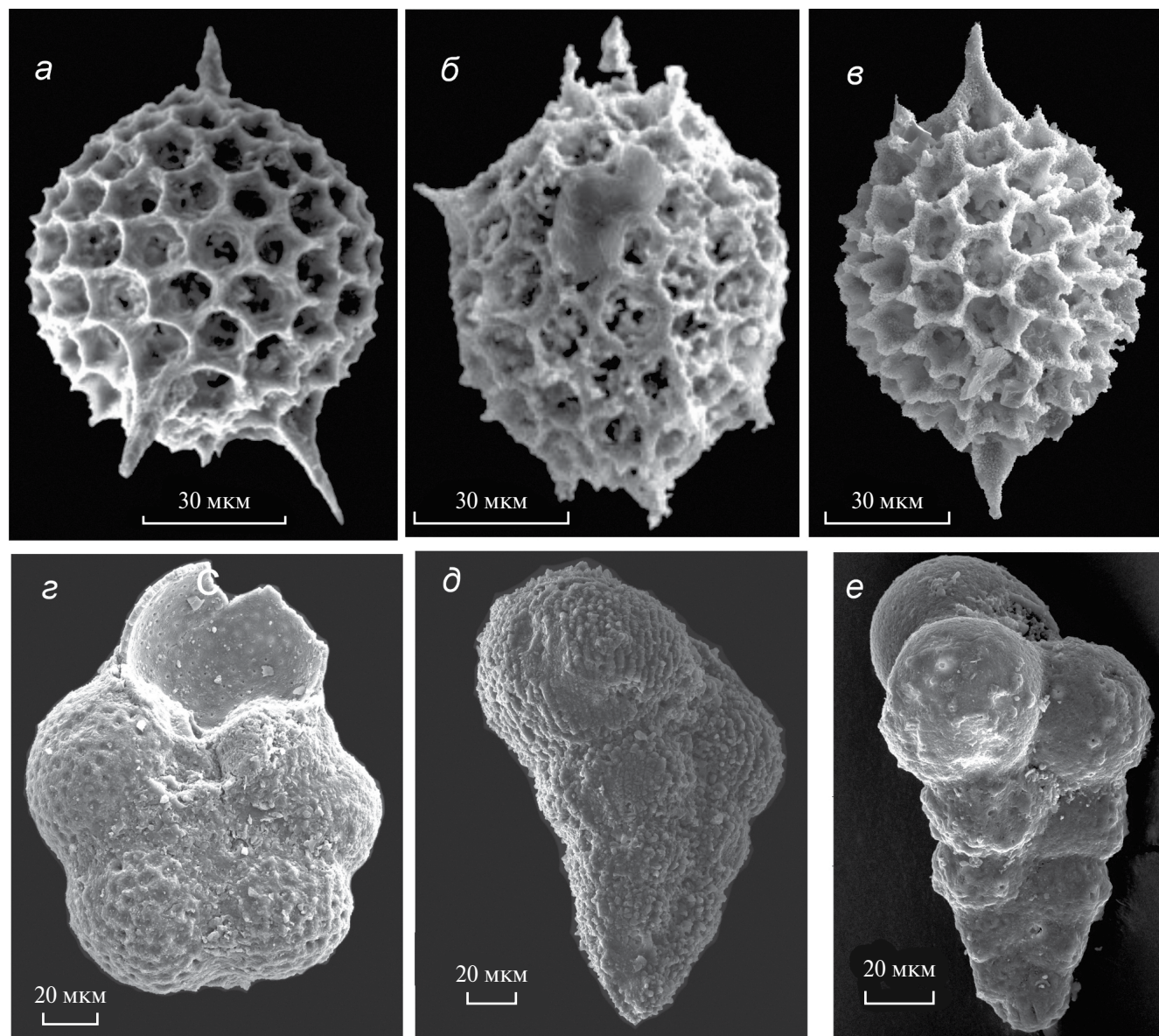


Рис. 3. Палеонтологические индикаторы пограничного мел–палеогенового слоя разреза Шапсугский, электронные изображения микрофауны: а – *Amphisphaera aotea* Hollis (экз. ЦГГА 2020, № 1/3), б – *A. kina* Hollis (экз. ЦГГА 2020, № 1/25), в – *A. macrosphaera* Nishimura (экз. ЦГГА 2020, № 1/101), г – *Praemurica taurica* (Morozova) (экз. ЦГГА 2020, № 2/1), д – *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg) (экз. ЦГГА 2020, № 2/2), е – *Guembelitra dammula* Voloshinova (экз. ЦГГА 2020, № 2/3).

A. aotea Hollis и соответствующий ей зональный комплекс радиолярий ранее не описывались.

Исследования позволили определить и проследить в разрезе Шапсугский смену подзон палеоцена МСШ по планктонным фораминиферам: P0, Pα, P1a, P1b.

В нижней части разреза выделена подзона по планктонным фораминиферам P0 с индекс-видом *Hedbergella monmouthensis* (Olsson, 1960). В комплекс планктонных фораминифер этой зоны входят: *H. monmouthensis* (Olsson), *Guembelitra dammula* Voloshinova, *G. cretacea* Cushman, *Praemurica taurica* (Morozova), *Heterohelix globu-*

losa (Ehrenberg), *H. moremani* (Cushman), *Parasubbotina* aff. *pseudobulloides* Olsson et al., *Planoglobulina acervulinoides* (Egger), *Pseudotextularia nutalli* (Voorwijk), *Eoglobigerina eobuloides* Morozova, *Racemiguembelina powelli* Smith et Pessagno, *Chiloguembelina midwayensis* (Cushman), *Pseudotextularia elegans* (Rzehak), *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer). Комплекс планктонных фораминифер подзоны сопоставим с описанным ранее из Нижнеозерейкинского разреза (Алексеев и др., 2018).

В средней части разреза выделена зона P α с индекс-видом *Parvularugoglobigerina eugubina* (Luterbacher et Premoli Silva, 1964). В комплекс планктонных фораминифер зоны входят: *P. eugubina* (Luterbacher et Premoli Silva), *Globoconusa daubjergensis* (Bronnimann), *Woodringina hornestownensis* Olsson, *Guembelitra cretacea* Cushman, *Eoglobigerina eobuloides* Morozova, *Woodringina claytonensis* Loeblich et Tappan, *Parasubbotina* aff. *pseudobulloides* Olsson et al., *Globonamalina archaeocompressa* (Blow), *Globotruncanina* cf. *stuarti* (de Lapparent), *Pseudoguembelina excolata* (Cushman), *Chiloguembelina morsei* (Kline), *C. ex.gr. midwayensis* (Cushman), *Praemurica taurica* (Morozova), *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg).

В верхней части разреза выделена зона P1a с индекс-видом *Subbotina triloculinoides* (Plummer, 1926). В комплекс фораминифер зоны входят *S. triloculinoides* (Plummer), *Globonamalina planocompressa* (Shutsкая), *Praemurica pseudoinconstans* (Blow), *Eoglobigerina edita* (Subbotina).

Стратиграфически выше выделена подзона P1b с индекс-видом *Globonamalina compressa* (Plummer, 1926). В комплекс зоны входят *Parvularugoglobigerina alabamensis* (Liu et Olsson), *Parasubbotina* aff. *pseudobulloides* Olsson et al., *Subbotina triloculinoides* (Plummer) — маркер нижней границы подзоны P1b (64.5 млн л.) (Olsson et al., 1999).

Минералогическими исследованиями определен непосредственный слой-индикатор глобального катастрофического события, представленный черными силицитами, мощностью 0.32 м. Силициты опал-кристобалитовые, известковисто-глинистые, глобулярно-колломорфные и интракластовые (по петрографическим данным содержащие до 20% иллита и 10% кальцита). Рентгенофазовым анализом установлены также гидрослюда (11%), смектит (2%), хлорит (2%), цеолит (гейландит) (1%), кварц (13%), кристобалит (52%), плагиоклаз (2%), кальцит (14%), сидерит (3%). минералогическими исследованиями обнаружены чешуйки мусковита, ромбоэдри и скаленоэдри кальцита, зерна кварца,

железосиликатных карбонатов, глауконита, кристаллы пирита. В верхней части слоя силицитов наблюдается тонкий прослой (мощностью 3–5 см), представленный окремнелыми мергелями с пятнистыми выделениями гидроксидов железа. Подобные ожелезненные образования с крайне незначительной мощностью описываются в большинстве наиболее известных мировых разрезов с мел-палеогеновой границей.

К типоморфным минералогическим признакам пограничного слоя относятся: присутствие экзотических микросфер, муассонита, прозрачных и черных зерен высокоуглеродистого вещества, благородных металлов, шокового кварца, обломков стекла, которые имеют сходство с космическими частицами, описанными ранее (Грачев и др., 2008; Корчагин, 2011). В силицитах ниже подошвы пограничного горизонта диагностировались микрочастицы самородного железа и кремния.

Микросферы и наносферы (размером от 100 до 0.1 мкм) силикатного, алюмосиликатного, магнетитового состава имеют шаровидную, эллипсоидную, веретеновидную формы (рис. 3, а–в). Первично магнетитовые микросферы часто замещаются гидроксидами железа, что обусловлено активными постседиментационными преобразованиями толщи в постмаастрихтское время.

Из тяжелой фракции силицитов выделены зерна (размерностью 200–2 мкм) черного кремнисто-углеродистого вещества, содержащие переменные соотношения Si и C, не типичные для осадочного процесса. Энергодисперсионным спектрометром в единичных частицах определен углерод (до 98.48%) с примесью кремния (1.52%) и предположительно муассанит (Si–57% и C–41.9%). Найдены также черные и темно-коричневые нитевидные высокоуглеродистые образования (C–68%) в виде волокон, достигающих длины 300 мкм, диаметром сечения 5–20 мкм и микрочастица нитрида углерода. К образованиям высокоуглеродистого состава пограничного слоя приурочены микропластинки (размером 0.2–10 мкм), содержащие Au (34.72–90.27%), Ag (4.47–44.59%), Pt (0.86%).

При облучении породы из пограничного слоя ультрафиолетом (длиной волны 365 нм) на единичных частицах, размером менее 0.2 мкм, наблюдалась флюоресценция в ярко-розовом и зеленом спектрах, характерная для ударных алмазов (лонсдейлитов). К космической пыли в силицитах из пограничного слоя могут отно-

ситься частицы высокочистого железа (100% Fe) и высокочистого кремния (100% Si).

Характерной особенностью пограничного слоя является наличие нескольких разновидностей кварца: угловатых обломков алевритовой размерности, а также зерен неправильной формы со сглаженными краями (предположительно, оплавленных). При оптическом исследовании в “оплавленных” зернах наблюдаются системы тонких, волосовидных трещин, часть которых не пересекает внешних границ зерен, что может указывать на их образование в стрессовых условиях. В пользу импактного события могут свидетельствовать также найденные в силицитах палочковидные прозрачные и полупрозрачные образования силикатного состава, иногда с заостренными концами, круглого сечения диаметром 5–10 мкм, длиной 150–30 мкм. Подобные образования из переходного слоя на границе мела и палеогена, состоящие на 99% из SiO_2 , были описаны В.А. Цельмовичем и др. (2008) в разрезе Гамс (Восточные Альпы). Они названы силикаглассами, или стримерглассами и встречаются совместно с тектическими минералами.

Особого внимания заслуживает находка в силицитах пограничного слоя угловатых обломков (до 3 мм в поперечнике при толщине менее 1 мм) полупрозрачного ожелезненного стеклоподобного вещества перлитовой структуры (рис. 4, з).

Геохимическим индикатором изученного пограничного слоя является ураганное содержание иридия, а также высокие концентрации платиноидов и ряда других металлов, не характерные для осадочных пород Северо-Западного Кавказа. В установке индуктивно-связанной плазмы (ICP) в пробе ожелезненного силицита из верхней части слоя 122 определены (в ppb): **Ir–46, Pd–530, Pt–49, Ru–17, Cr–52496, Ni–26393, Co–5320, Th–2646, U–825, Li–9152, Be–498, Sc–3875, Ti–1034954, V–43781, Mn–346216, Cu–17964, Zn–33571, Ga–14267, As–4873, Se–4089, Rb–37823, Sr–20937, Y–7397, Zr–36258, Nb–3674, Mo–564, Ag–73, Cd–122, Cs–1988, Sb–555, Ba–214127, La–9707, Ce–23015, Pr–2397, Nd–9314, Sm–1997, Eu–367, Gd–1931, Tb–234, Dy–1324, Ho–241, Er–782, Tm–98, Yb–740, Lu–120, Hf–1053, Ta–227, W–560, Tl–1312, Pb–6596, Bi–45.** Такой геохимический набор элементов является аномальным и обычно связывается с глобальным космическим событием на границе мела и палеогена. Содержания иридия в пограничном слое мела–палеогена в различных разрезах мира колеблются от 1 до 580 ppb (Sawlowich, 1993). Например, в разрезе Каравака (Испания) — до 56.9 ppb,

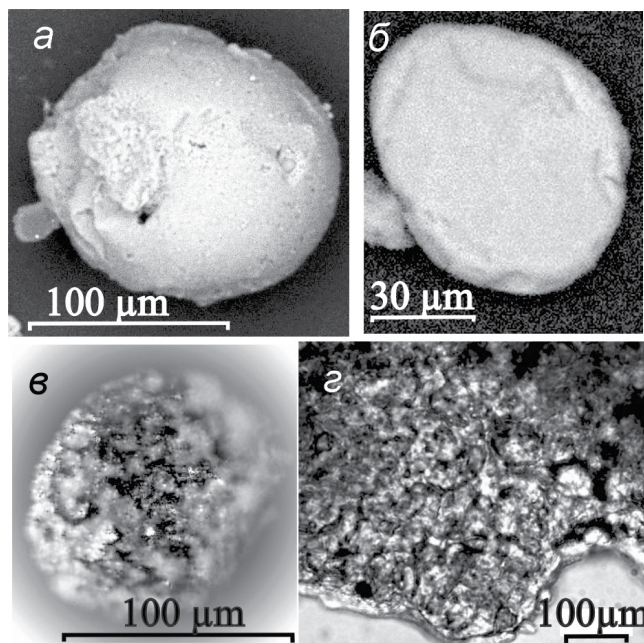


Рис. 4. Микросферы: а, б — соответственно силикатного и алюмосиликатного состава (электронные изображения); в — магнетитового состава (фото на СЭМ); г — фрагмент обломка ожелезненного силикатного стекла с перлитовой структурой (фото в проходящем свете поляризационного микроскопа).

в разрезе Стевен Клинт (Дания) — до 50.9 ppb (Савельева и др., 2016).

ВЫВОДЫ

В Российской Федерации найден уникальный горизонт пограничных отложений мела–палеогена, являющийся индикатором глобального катастрофического и биотического события. Это делает разрез Шапсугский особенно значимым для продолжения этих исследований в Кавказском регионе и для изучения минерагии крупных ударных астроблем, рассеянных продуктов их взрывов.

Авторы благодарят А.С. Алексеева (МГУ, ПИН РАН) за ценные консультации при определении планктонных фораминифер и обсуждение проблемы в целом. С теплотой и благодарностью вспоминаем выдающегося микропалеонтолога, безвременно ушедшего от нас В.Н. Беньямовского, изучавшего планктонных фораминифер Шапсугского разреза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев А.С., Беньямовский В.Н., Кочергин Д.В., Копяев Л.Ф. Первая находка тегулатоидного иноцерамидного двухстворчатого моллюска в маастрихте Новороссийска (Северо-Западный Кавказ) //

- Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. геол. 2018. Т. 93. Вып. 3. С. 26–32.
- Алексеев А.С., Назаров М.А., Барсукова Л.Д. и др. Граница мела и палеогена на юге Туркмении и ее геохимическая характеристика // Бюлл. Моск. об-ва испыт. прир. Отд. геол. 1988. Т. 63. Вып. 2. С. 55–69.
- Афанасьев С.Л. Геология Западного Кавказа. М.: Воентехиздат, 2004. 160 с.
- Веймарн А.Б., Найдин Д.П., Копачев Л.Ф. и др. Методы анализа глобальных катастрофических событий при детальном стратиграфическом исследовании. Методические рекомендации. М.: Изд-во МГУ, 1998. 190 с.
- Грачев А.Ф., Корчагин О.А., Цельмович В.А., Колманн Х.А. Космическая пыль и микрометеориты в переходном слое глин на границе мела и палеогена в разрезе Гамс (Восточные Альпы): морфология и химический состав // Физика Земли. 2008. № 7. С. 42–57.
- Корчагин О.А., Цельмович В.А. Космические частицы (микрометеориты и наносферы) из пограничного слоя глины между мелом и палеогеном (К-Е) разреза Стенс-Клинт, Дания // Докл. Акад. наук. 2011. Т. 437. № 4. С. 520–525.
- Кочергин Д.В. Значение палеоценовых радиоларий Северо-Западного Кавказа для стратиграфии и палеогеографических реконструкций бассейна // Интегративная палеонтология: перспективы развития для геологических целей. Матер. LXIII сессии Палеонтол. об-ва при РАН. СПб., 2017. С. 80–82.
- Назаров М.А., Барсукова Л.Д., Колесов Г.М. и др. Происхождение иридиевой аномалии на границе маастрихтского и датского ярусов // Геохимия. 1983. № 8. С. 1160–1166.
- Савельева О.Л., Савельев Д.П. Происхождение аномалий иридия и других элементов платиновой группы на разных стратиграфических уровнях // Вестн. КРАУНЦ. Науки о земле. 2016. № 4. Вып. 32. С. 73–87.
- Цельмович В.А., Грачев Ф.Ф., Корчагин О.А. Первая находка силикаглоссов в переходном слое на границе мела и палеогена в разрезе Гамс (Вост. Альпы) // Междунар. конф. 100 лет Тунгусскому феномену (26–28 июня, 2008 г., Москва). М.: РАН, 2008. С. 221–222.
- Adamia Sh., Salukvadze N., Nazarov M. et al. Geological events at the Cretaceous–Paleocene boundary in Georgia (Caucasus) // Geol. Carpat. 1993. V. 23. № 3. P. 35–43.
- Alekseev A.S., Barsukova L.D., Kolesov G.M. et al. Cretaceous/Tertiary event: iridium distribution in Turkmenia sections // Lunar and Planet. Sci. Conf. 17th. 1986. Abstr. Papers. Pt 1. P. 9–10.
- Alvarez L.W., Alvarez W., Asaro F., Michel H.V. Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction // Science. New Ser. 1980. V. 208. P. 1095–1108.
- Bouma A.H. Ancient and recent turbidites // Geol. Mijnbouw. E. 1964. № 43. P. 375–379.
- Ding L. Paleocene deep-water sediments and radiolarian faunas: Implication for evolution of Yarlung-Zangbo foreland basin, Southern Tibet // Sci. in China (Ser. D). 2003. V. 46. № 1. P. 84–96.
- Hollis C.J. Latest Cretaceous to Late Paleocene radiolarian biostratigraphy: A new zonation from the New Zealand region // Mar. Micropaleontol. 1993. V. 21. P. 295–327.
- Keller G., Adatte T., Hollis C. et al. The Cretaceous/Tertiary boundary event in Ecuador deduced biotic effects due to eastern boundary current setting // Mar. Micropaleontol. 1997. V. 31. P. 97–133.
- Naidin D.P., Kopaevich L.F., Moskvina M.M. et al. Macropaleontologic characteristics of the Maastrichtian and Danian in Mangyshlak's uninterrupted sections // Izv. Akad. Nauk. Ser. Geol. 1990. № 11. P. 17–25.
- Nazarov M.A., Barsukova L.D., Kolesov G.M. et al. Cretaceous/Tertiary event: geochemistry of Turkmenia K/T sections // Lunar and Planet. Sci. Conf. 17th. 1986. Abstr. Papers. Pt 1. P. 605–606.
- Olsson R.K., Hemleben C., Berggren W.A., Huber B.T. Atlas of Paleocene Planktonic Foraminifera. Washington, D.C.: Smithsonian Inst. Press, 1999. 252 p. (Smithson. Contrib. to Paleobiol. № 85).
- Sawlowicz Z. Iridium and other platinum-group elements as geochemical markers in sedimentary environments // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1993. V. 104. P. 253–270.
- Strong C.P., Hollis C.J., Wilson G.J. Foraminiferal, radiolarian and dinoflagellate biostratigraphy of Late Cretaceous to Middle Eocene pelagic sediments (Muzzle Group), Mead Stream, Marlborough, New Zealand // New Zealand J. Geol. Geophys. 1995. V. 38. P. 171–212.

Cretaceous–Paleogene Boundary in the Shapsug Section (Southern Slope of the Northwest Caucasus)

D. V. Kochergin^{1,2}, N. V. Granovskaya³

¹Central Mining and Geological Agency, Moscow, 117042 Russia

²Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Science, Moscow, 117647 Russia

³Southern Federal University, Rostov-on-Don, 344006 Russia

A silicite horizon corresponding to the global catastrophic event of the Cretaceous–Paleogene boundary was found in the flysch sequence of the Shapsug section on the southern slope of the Northwest Caucasus for the first time. Complexes of radiolarians and planktonic foraminifers, which substantiate the age of the sediments, were identified. Mineralogical and analytical studies testify to the presence of tectites, impact minerals, increased iridium content in the boundary layer of the studied section.

Keywords: Cretaceous–Paleogene boundary, radiolarians, foraminifers, catastrophic event, tectites, iridium, flysch sediments, Northwestern Caucasus