

УДК 563.14+563.125.3(497.11):551.763.333

СТРАТИГРАФИЯ И МИКРОФАУНА (РАДИОЛЯРИИ И ФОРАМИНИФЕРЫ) ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ (ВЕРХНИЙ САНТОН–НИЖНИЙ КАМПАН) КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЙОНА СЕЛА СТРУГАНИК, ЗАПАДНАЯ СЕРБИЯ

© 2020 г. Л. Г. Брагина¹, *, Н. Ю. Брагин¹, Л. Ф. Копаевич², Н. Джерич³, Н. Герзина Спаич³

¹Геологический институт РАН, Москва, Россия

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, геологический факультет, Москва, Россия

³Белградский университет, горно-геологический факультет, Каменичка, 6, Белград, 110000 Сербия

*e-mail: l.g.bragina@mail.ru

Поступила в редакцию 23.10.2018 г.

После доработки 20.12.2018 г.

Принята к публикации 28.03.2019 г.

Изучены радиолярии и планктонные фораминиферы из серии разрезов верхнемеловых литографских известняков в районе села Струганик (Западная Сербия). Данные отложения формировались в локальном бассейне со спокойными условиями осадконакопления, окруженном образованиями карбонатной платформы, и представляют собой чередование известняков-микритов с калькаренидами и рудитами. Установлено, что разрез известняков Струганика имеет узкий стратиграфический интервал, охватывающий верхний сантон–нижний кампан, при общей мощности до 120–150 м. Прослежены зоны *Stucella robusta* и *Afens perapediensis* по радиоляриям, а также аналог зоны *Dicarinella asymetrica* и зона *Globotruncanita elevata* по планктонным фораминиферам.

Ключевые слова: сантон, кампан, радиолярии, планктонные фораминиферы, биостратиграфия, известняки, Струганик, Сербия

DOI: 10.31857/S0869592X20010032

ВВЕДЕНИЕ

Геология Западной Сербии характеризуется высокой сложностью. Здесь развиты многочисленные мезозойские (домеловые) структуры Динарид, включающие фрагменты древних континентальных блоков (система покровов Ядар–Копаоник) и офиолитовые пояса (Западно-Вардарские офиолиты) (рис. 1). Эти образования несогласно перекрываются широко распространенными меловыми (альбскими и верхнемеловыми) осадочными толщами. Мел Западной Сербии представлен разнообразными фациями, среди которых выделяются мелководные отложения карбонатных платформ, такие как широко распространенные рудистовые известняки, обычно сопровождаемые калькаренидами и рудитами, а также мощные толщи терригенно-карбонатного флиша, наиболее развитые в верхах верхнего мела (Filipović et al., 1978; Dimitrijević, 1997).

Особым типом верхнемеловых отложений Западной Сербии являются так называемые известняки Струганика, распространенные локально к востоку от города Валево в районе села Струганик (рис. 1, 2). Толща известняков Струганика сложена

преимущественно тонкослоистыми литографскими известняками с прослоями и стяжениями кремней и подчиненными пластами толстослоистых известняков, калькаренидов и рудитов. Литографские известняки представляют коммерческую ценность и активно добываются в многочисленных карьерах, вследствие чего хорошо обнажены.

Разрез меловых отложений этого района начинается с альб–сеноманских конгломератов и песчаников (150–200 м), трансгрессивно залегающих на дислоцированном основании домелового возраста (Filipović et al., 1978). Выше залегают предположительно туронские глинистые известняки, песчаные известняки и калькарениды (30–80 м) (Filipović et al., 1978; Djerić, Gerzina, 2014). Эти отложения перекрываются литографскими известняками Струганика (120–150 м), которые датировались предыдущими исследователями как сенон (Marković, Anđelković, 1953), коньяк–сантон (Djerić et al., 2009; Vishnevskaya et al., 2009), сантон (Брагина и др., 2014; Djerić, Gerzina, 2014) и сантон–кампан (Gajić et al., 2011, 2014). Известняки Струганика перекрываются мощной (400 м) толщей

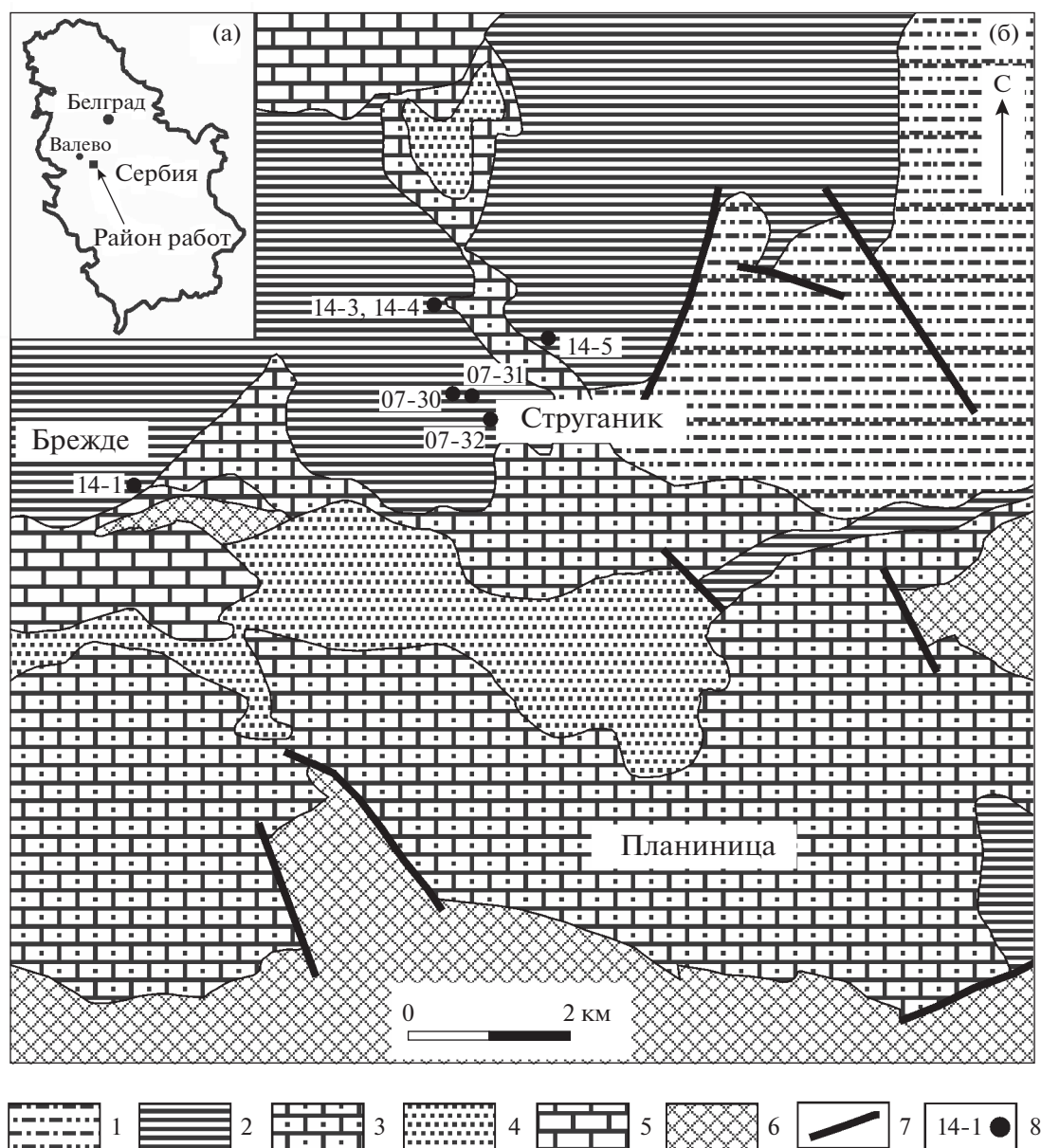


Рис. 1. Схема геологического строения района села Струганик (по Filipović et al., 1978; Gajić et al., 2011).

1 – терригенный флиш, кампан–маастрихт; 2 – известняки тонкоплитчатые, мергели, калькарениты, сантон–кампан; 3 – известняки органогенно-обломочные, известняковые конгломераты, песчаные известняки, мергели, сеноман–коньяк; 4 – конгломераты, известняки органогенно-обломочные, альб–сеноман; 5 – известняки, верхний триас; 6 – юрский офиолитовый меланж; 7 – разломы; 8 – местонахождения находок радиолярий и планктонных фораминифер (14-1 – Брежде; 14-3, 14-4 – Петровича Брдо; 07-30, 07-31, 07-32 – Струганик, Государственный карьер; 14-5 – Говедже Брдо).

кампан-маастрихтского флиша (Filipović et al., 1978; Gajić et al., 2016).

Следует отметить, что имеющихся палеонтологических данных пока недостаточно для точной датировки известняков Струганика. Известны находки иноцерамид (Marković, Andelković, 1953), нуждающихся в дополнительном изучении, а также планктонных фораминифер, которые были изучены в шлифах (Gajić et al., 2011). Наиболее

распространены в известняках Струганика радиолярии. Первые данные по этим микрофоссилиям были получены из характерного прослоя бентонитовых глин в большом карьере в селе Струганик (уровень образца 07-30-2; настоящая работа, рис. 2; Vasić et al., 2005). Комплекс радиолярий из этого прослоя изучался независимо разными исследователями (Djerić et al., 2009; Vishnevskaya et al., 2009; Брагина и др., 2014) и был

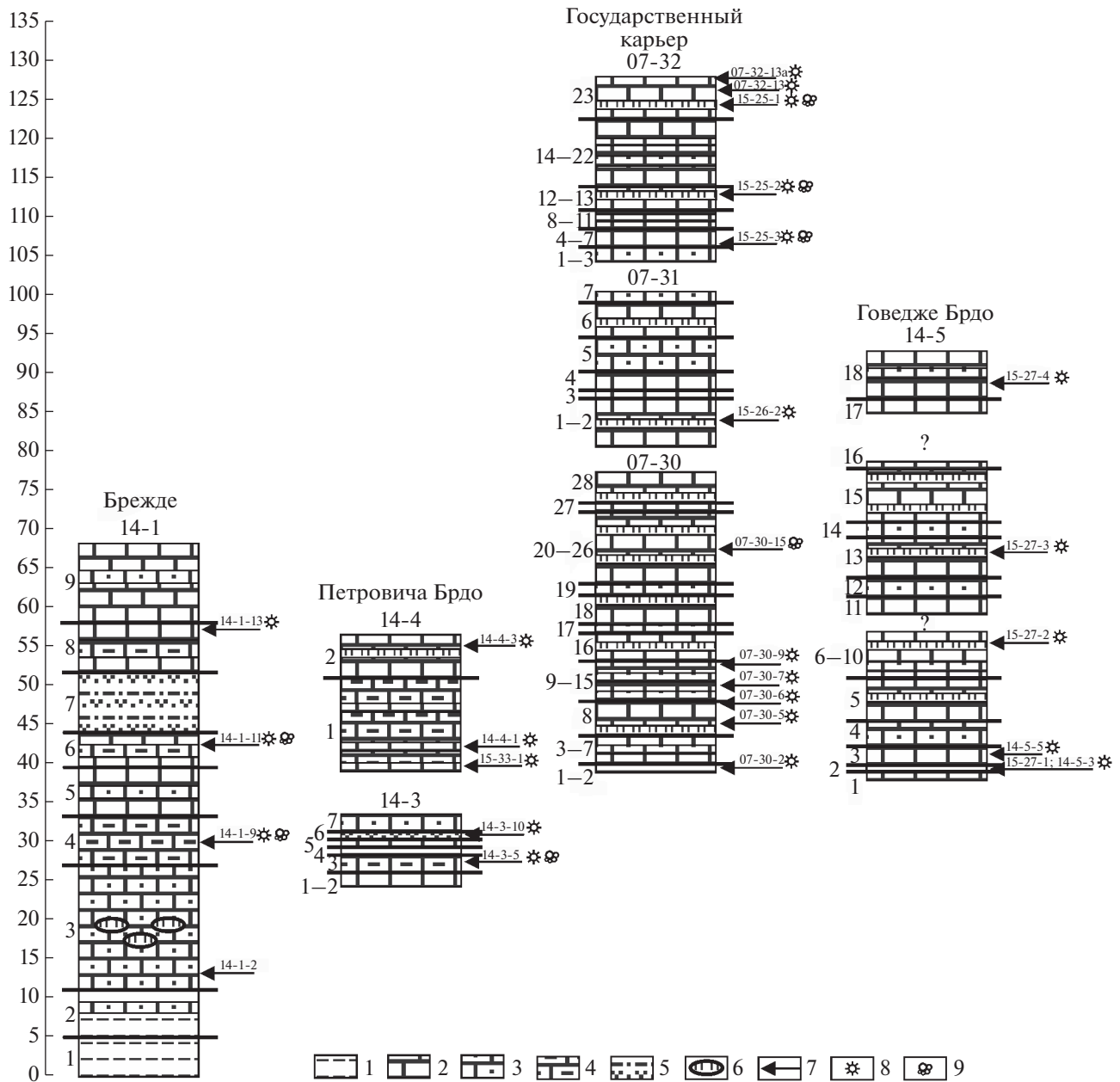


Рис. 2. Разрезы известняков Струганика и положение образцов с микрофауной.

1 – аргиллиты; 2 – плитчатые микритовые известняки; 3 – алевритистые известняки, калькарениты и рудиты; 4 – глинистые известняки и мергели; 5 – туффиты; 6 – прослои и стяжения кремней; 7 – уровни отбора результативных образцов; 8 – уровни с радиоляриями; 9 – уровни с планктонными фораминиферами.

первоначально интерпретирован как коньяк-сантонский (Djerić et al., 2009), а затем как нижнесантонский (Брагина и др., 2014). Здесь были определены 23 вида, по которым установлены слои с *Theosampe urna*–*Dictyomitra koslovae* (Брагина и др., 2014).

Вышележащая последовательность отложений охарактеризована более разнообразным комплексом радиолярий, включающим более 50 видов (Брагина и др., 2014). Для этого интервала

(обр. 07-30-5–07-30-9) были выделены слои с *Afens perapediensis*–*Clathropyrgus titthium* и слои с *Alievium gallowayi*–*Crucella espartoensis* (верхний сантон). Эти предварительные радиоляриевые биостратоны в настоящее время желательно заменить зонами недавно разработанной радиоляриевой зональной схемы верхнего мела (Брагина, 2016).

Более того, данные по радиоляриям должны быть подтверждены независимыми данными по другим группам ископаемых. Поэтому в данной ра-

боте предпринято совместное изучение радиолярий и планктонных фораминифер, извлеченных из пород, с целью анализа стратиграфического распространения представителей этих групп в разрезе и применения современных зональных схем по планктонным фораминиферам (Robaszynski, Caron, 1995) и радиоляриям (Брагина, 2016) как для детального биостратиграфического расчленения и корреляции изучаемых отложений, так и для уточнения границ и объемов радиоляриевых зон.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе изучения известняков Струганика (2007, 2014 и 2015 гг.) были отобраны 123 микропалеонтологические пробы. Предпочтение отдавалось известнякам (110 проб), особенно окремненным разностям вблизи и внутри кремневых желваков и прослоев. В таких кремнистых известняках микрофоссилии хорошо видны на выветрелой поверхности в лупу. Кроме того, были отобраны пробы глин (13 проб), в том числе бентонитовых.

Известняки дезинтегрировали с помощью разбавленной (10%) муравьиной кислоты (НСООН) по методике, разработанной Э. Пессаньо и Р. Ньюпортом (Pessagno, Newport, 1972). Нерастворившийся осадок промывали водой, а затем для полного удаления глинистых частиц обрабатывали горячей водой с добавлением (менее 1 г) пирофосфата натрия ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) в течение 5 мин, после чего еще раз промывали водой (по методике, разработанной совместно С.В. Гришиным (Геологический институт РАН) и Н.Ю. Брагиным). Глины размачивали в воде, затем отмывали и обрабатывали пирофосфатом натрия, после чего промывали еще раз.

Микрофоссилии (радиолярии и планктонные фораминиферы) были обнаружены в 30 пробах, причем в 16 пробах радиолярии и фораминиферы были встречены совместно. Следует отметить, что сохранность микрофоссилий, извлеченных путем химического препарирования из твердых известняков, различна и не всегда достаточно хороша. Раковины радиолярий часто корродированы, но их морфологические признаки, как правило, сохранены. Раковины фораминифер несут следы вторичного окремнения и растворения, нередко фораминиферы представлены внутренними ядрами. В некоторых случаях сохранность фораминифер не позволяет рассматривать детали строения устья, элементы скульптуры, характер стенки и пористости, а также морфологию килей и межкилевых промежутков. Несмотря на эти проблемы, большинство морфологических признаков фораминифер могут быть прослежены на снимках, сделанных на сканирующем электронном микроскопе. Тем не менее существенная часть

видов фораминифер определена в открытой номенклатуре.

Микрофоссилии сначала изучали и отбирали на бинокулярном микроскопе ЛОМО-МБС-10, после чего изучали и фотографировали на сканирующих электронных микроскопах TESCAN 2300 (табл. II) в Геологическом институте РАН, Москва и TESCAN VEGA-II XMU (табл. I, III–VI) в Палеонтологическом институте РАН, Москва. Материал хранится в Геологическом институте РАН, Москва.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ОПИСАНИЕ РАЗРЕЗОВ

Разрезы известняков Струганика наблюдаются по большей части в карьерах и в выемках дорог на территории от села Брежде до села Говедже Брдо (рис. 2). Наиболее западный разрез находится около села Брежде по дороге Брежде–Мионича. Самая нижняя часть известняков Струганика наблюдается в разрезе Брежде ($44^{\circ}10'45.7''$ с.ш., $20^{\circ}04'03.4''$ в.д.; рис. 2, разрез 14-1):

1. Серые алевритистые аргиллиты с растительным детритом. Мощность 5 м.
2. Серые аргиллиты с прослоями зеленовато-серых глинистых известняков. Мощность 5 м.
3. Светло-желтовато-серые и зеленовато-серые плитчатые алевритистые известняки с желваками серых и светло-коричневых кремней (рис. 6), которые наиболее обильны в средней части слоя. В нижней части слоя (обр. 14-1-2) содержатся неопределимые остатки планктонных фораминифер. В верхней части слоя присутствуют прослои зеленовато-серых туфоалевролитов и горизонт желваков красных кремней. Мощность 16 м.
4. Розовато-серые и кирпично-красные мергели с прослоями зеленовато-серых и желтовато-серых мергелей, розовато-серых глинистых известняков и красных глин. В 2.5 м выше подошвы слоя (обр. 14-1-9) встречены радиолярии зоны *Stucella robusta* (рис. 3). Мощность 6 м.
5. Светло-серые и желтовато-серые известняки с прослоями желтовато-серых массивных калькаренитов и горизонтами кремней. Мощность 6 м.
6. Светло-серые плитчатые известняки с прослоями голубовато-серых тонкослоистых мергелей и редкими прослоями калькаренитов с желваками кремней. В 2.8 м выше подошвы слоя (обр. 14-1-11) встречены планктонные фораминиферы *Dicarinella* sp. aff. *D. concavata* (Brotzen), *Globotruncana bulloides* Vogler, *G. linneiana* (d'Orbigny), *Marginotruncana* sp. cf. *M. coronata* (Bolli), *M. sp. cf. M. pseudolinneiana* Pessagno, *M. sigali* (Reichel), *M. sinuosa* Port-hault, *M. undulata* (Lehmann), *Heterohelix sphenoides* Masters, *Planoheterohelix globulosa* (Ehrenberg), *P. reussi* (Cushman); а также бентосные фораминиферы *Gaudryina rugosa* (d'Orbigny) и *Pullenia*

Таблица I

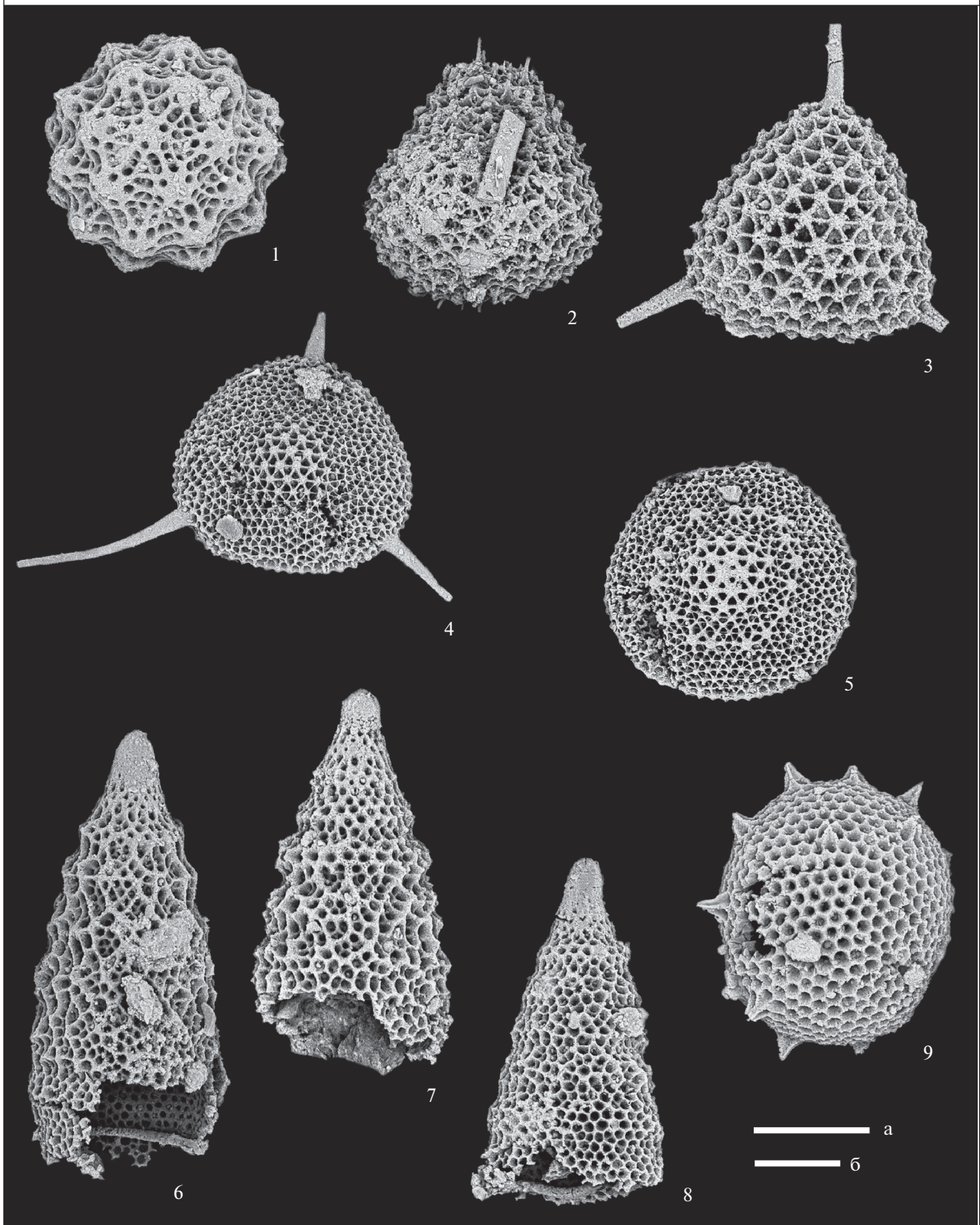


Таблица I. Радиоларии верхнего сантона из разреза Петровича Брдо (Сербия).

1 – *Praeconocaryomma universa* Pessagno; 2 – *Pseudoalievium inflatum* Bragina; 3 – *Alievium gallowayi* (White); 4 – *Pseudoaulophacus floresensis* Pessagno; 5 – *Pseudoaulophacus* sp. cf. *P. decoratus* Bragina; 6–8 – *Amphipyndax* sp. A; 9 – *Heliocryptosarpsa peagui* Dumitrica. Длина масштабной линейки 100 мкм: а – фиг. 1–3, 5–9; б – фиг. 4. Все фотоизображения происходят из обр. 15-33-1.

dampelaе Dain и радиолярии зоны Afens perapedi-
ensis (Брагина и др., 2018). Мощность 5 м.

7. Светло-зеленовато-серые и светло-голубова-
то-серые тонкослоистые туфоаргиллиты. Мощ-
ность 8 м.

8. Светло-желтовато-серые плитчатые извест-
няки с прослоями желтовато-серых тонкослои-
стых мергелей. В верхней части слоя наблюдается
прослой (0.6 м) серой известковистой глины. В
0.7 м ниже кровли слоя (обр. 14-1-13) встречены
радиолярии зоны Afens perapediensis (рис. 3).
Мощность 6 м.

9. Светло-желтовато-серые плитчатые известня-
ки с частыми прослоями желтовато-серых алеври-
титистых известняков и редкими прослоями розова-
то-серых калькаренитов. Видимая мощность 10 м.

Разрез завершается в точке с координатами
44°10'57.1" с.ш., 20°04'14.2" в.д. Вышележащая,
большая часть известняков Струганика обнажа-
ется в крутом обрыве над дорогой и недоступна
для изучения.

Сходный разрез наблюдается на южном скло-
не холма Петровича Брдо. В небольшом карьере с
координатами 44°11'53.6" с.ш., 20°05'56.2" в.д.
обнажаются (рис. 2, разрез 14-3):

1. Зеленовато-серые, желтовато-серые и розо-
вато-серые плитчатые известняки с желваками
красных и розовых кремней и прослоями зелено-
вато-серых известковистых алевролитов. Мощ-
ность 0.5 м.

2. Желтовато-серые и зеленовато-серые алеври-
титистые и глинистые плитчатые известняки. В
нижней части слоя встречаются прослой красных
спонголитовых кремней. Мощность 2 м.

3. Красновато-коричневые, голубовато-серые
и зеленовато-серые тонкослоистые мергели с
прослоем малиново-красной известковистой
глины (0.5 м выше подошвы слоя). В верхней ча-
сти слоя присутствуют тонкие прослой желтова-
то-серых алевролитистых известняков. В 1 м выше
подошвы слоя (обр. 14-3-5) встречены планктон-
ные фораминиферы аналога зоны Dicarinella asy-
metrica (рис. 4). Мощность 2 м.

4. Малиново-красные и зеленовато-серые из-
вестковистые глины с прослоями серых алеври-
титистых известняков. Мощность 0.5 м.

5. Серые массивные калькарениты с желвака-
ми кремней. Мощность 0.5 м.

6. Голубовато-серые и зеленовато-серые глины
с прослоями зеленовато-серых кремнистых туф-

фитов. В 0.5 м выше подошвы слоя (обр. 14-3-10)
идентифицированы радиолярии зоны Crucella ro-
busta (рис. 3). Мощность 0.6 м.

7. Серые и желтовато-серые массивные каль-
карениты. Мощность 2 м.

В другом небольшом карьере на южном склоне
холма Петровича Брдо выше разреза 14-3, в точке
с координатами 44°11'53.3" с.ш., 20°05'57.6" в.д.
обнажается более высокая часть последователь-
ности (рис. 2, разрез 14-4):

1. Светло-серые и желтовато-серые алеври-
титистые и глинистые плитчатые известняки. В 0.8
м выше подошвы слоя (обр. 15-33-1) встречены ра-
диолярии зоны Crucella robusta, в 2.2 м выше по-
дошвы слоя (обр. 14-4-1) выявлены радиолярии
зоны Afens perapediensis (рис. 3). Мощность 12 м.

2. Светло-серые и белые плитчатые известняки с
прослоями темно-серых кремней. В 4.1 м выше по-
дошвы слоя (обр. 14-4-3) встречены радиолярии зо-
ны Afens perapediensis (рис. 3). Мощность 6 м.

Почти полная последовательность известня-
ков Струганика развита в серии больших карье-
ров (07-30, 07-31 и 07-32) непосредственно за-
паднее центра села Струганик. Разрез Государ-
ственный карьер начинается в пункте с
координатами 44°11'25.3" с.ш., 20°06'09.5" в.д.
(рис. 2, разрез 07-30):

1. Светло-серые плитчатые известняки с про-
слоями темно-серых кремней. Мощность 0.2 м.

2. Белые, светло-серые и коричневатые-серые
бентонитовые глины. В 0.1 м выше подошвы слоя
(обр. 07-30-2, рис. 3) встречен комплекс радиоля-
рий зоны Crucella robusta (ранее слои с Theosampe-
urna–Dictyomitra koslovae; Брагина и др., 2014).
Мощность 0.2 м.

3. Светло-серые и белые плитчатые известня-
ки. Мощность 1 м.

4. Желтовато-серые калькарениты. Мощ-
ность 0.3 м.

5. Светло-серые массивные и толстопластовые
известняки с желваками светло-серых и желтова-
то-серых кремней. Мощность 0.4 м.

6. Светло-серые и белые плитчатые известня-
ки и мергели. Мощность 1 м.

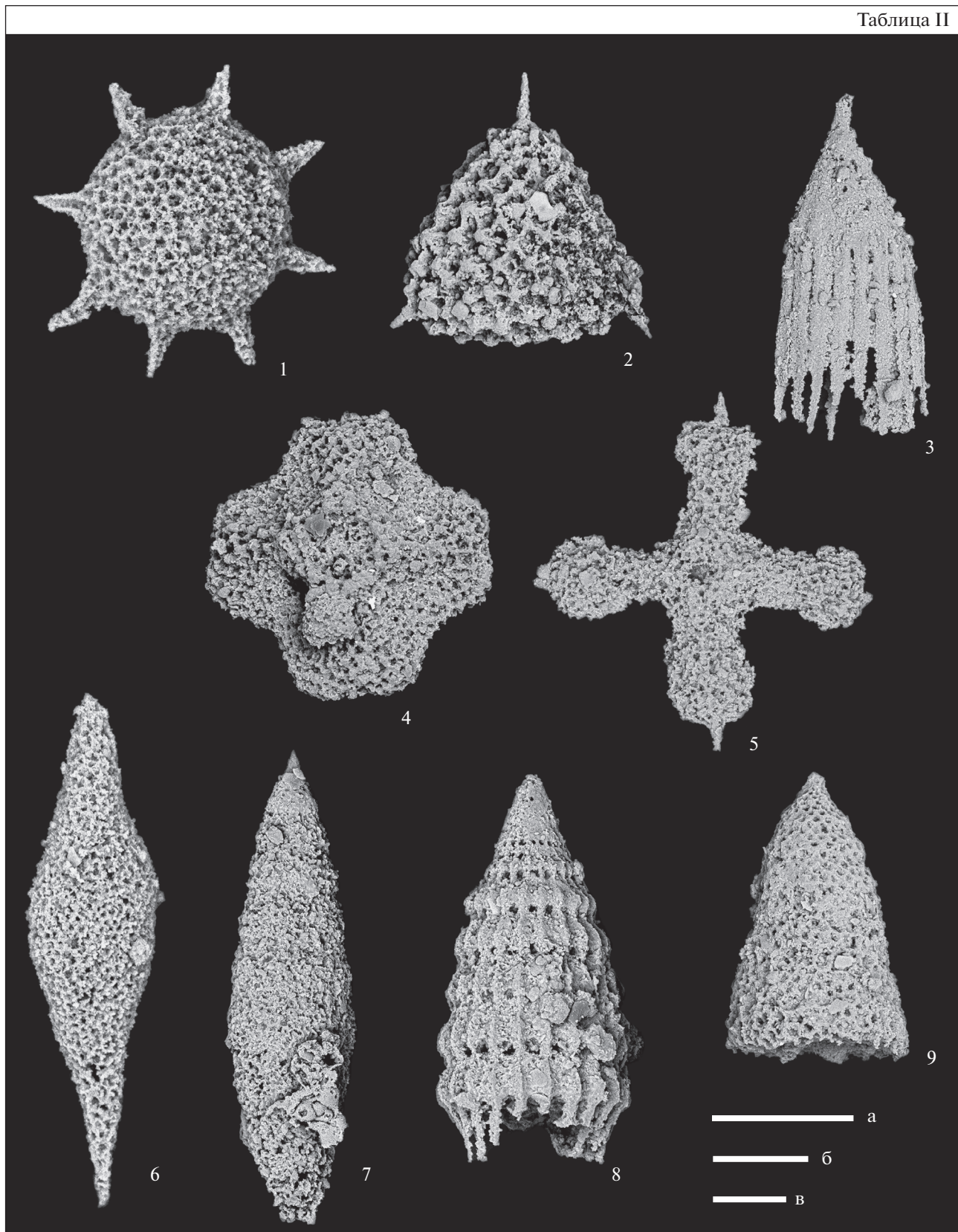
7. Серые массивные калькарениты. Мощ-
ность 0.7 м.

8. Светло-серые и белые плитчатые известня-
ки и мергели с желваками темно-серых и желтова-
то-серых кремней. В 1.3 м (обр. 07-30-5) и в 3.8 м

Таблица II. Радиолярии верхнего сантона из разрезов Брежде и Государственного карьера (Сербия).

1 – *Heliocryptocapsa perapediensis* Bragina; 2 – *Alievium gallowayi* (White); 3 – *Afens perapediensis* Bragina; 4 – *Crucella robusta* Bragina; 5 – *Crucella espartoensis* Pessagno; 6 – *Pseudoeucyrtis belogorskensis* Bragina; 7 – *Pseudoeucyrtis cupricus* Bragina; 8 – *Dictyomitra formosa* Squinabol; 9 – *Parvimitrella cretacea* Soycan. Длина масштабной линейки 100 мкм: а – фиг. 1, 6; б – фиг. 2, 4, 5, 7, 8; в – фиг. 3, 9. Фиг. 1, 9 происходят из обр. 07-30-5 и фиг. 6 – из обр. 07-30-9, Государственный карьер; фиг. 2–5, 7, 8 – из обр. 14-1-11, разрез Брежде.

Таблица II



(обр. 07-30-6) выше подошвы слоя встречен комплекс радиолярий, относящийся к зоне *Afens perapedienseis* (ранее слои с *Afens perapedienseis*—*Clathropyrgus titthium*; Брагина и др., 2014). Мощность 4 м.

9. Серые массивные калькарениды. Мощность 0.5 м.

10. Светло-серые и белые плитчатые известняки и мергели с прослоями темно-серых кремней. В 1.3 м (обр. 07-30-7) выше подошвы слоя встречены радиолярии зоны *Afens perapedienseis* (ранее слои с *Afens perapedienseis*—*Clathropyrgus titthium*; Брагина и др., 2014). Мощность 1.5 м.

11. Серые массивные калькарениды. Мощность 0.5 м.

12. Светло-серые и белые массивные известняки с желваками серых кремней. Мощность 1.2 м.

13. Светло-серые и белые плитчатые известняки с тонкими прослоями желтовато-серых кремней. Мощность 0.5 м.

14. Серые массивные калькарениды. Мощность 0.5 м.

15. Белые и желтовато-серые известняки с прослоем желтовато-серых кремней. В 0.5 м выше подошвы слоя (обр. 07-30-9) встречены радиолярии зоны *Afens perapedienseis* (ранее слои с *Alievium gallowayi*—*Crucella espartoensis*; Брагина и др., 2014). Мощность 1 м.

16. Светло-серые и белые плитчатые известняки с тонкими прослоями желтовато-серых мергелей и с желваками серых и желтовато-серых кремней. Мощность 2.5 м.

17. Желтовато-серые и розовато-серые калькарениды с желваками кремней. Мощность 1.2 м.

18. Светло-серые и белые плитчатые известняки с прослоями темно-серых кремней. Мощность 3.5 м.

19. Серые массивные калькарениды с желваками кремней. Мощность 1.5 м.

20. Светло-серые и белые плитчатые известняки с частыми желваками серых и желтовато-серых кремней. Мощность 1.5 м.

21. Светло-серые плитчатые известняки с желваками кремней. Развиты складки подводного оползания. Мощность 3.5 м.

22. Желтовато-серые и зеленовато-серые мергели. Мощность 0.2 м.

23. Желтовато-серые и зеленовато-серые глины. Мощность 0.1 м.

24. Светло-серые и желтовато-серые известняки с желваками серых кремней. В 1 м выше

подошвы слоя (обр. 07-30-15) встречены раковинки планктонных фораминифер, предположительно, зоны *Globotruncanita elevata* (рис. 4). Мощность 1.2 м.

25. Желтовато-серые и зеленовато-серые глины. Мощность 0.1 м.

26. Светло-серые и белые плитчатые известняки с прослоями серых кремней. Мощность 2.3 м.

27. Серые массивные калькарениды. Мощность 1 м.

28. Светло-серые и белые плитчатые известняки с прослоями и желваками серых кремней. Мощность 2.3 м.

Этот разрез завершается в точке с координатами 44°11'25.2" с.ш., 20°06'11.5" в.д. Продолжение стратиграфической последовательности наблюдается в следующем карьере и начинается в точке с координатами 44°11'25.2" с.ш., 20°06'18.0" в.д. (рис. 2, разрез 07-31):

1. Светло-серые и белые толстопластовые известняки с редкими прослоями серых кремней. Мощность 2.5 м.

2. Светло-серые и белые известняки и мергели с прослоями темно-серых кремней и тонкими прослоями зеленовато-серых глин. В 0.7 м выше подошвы слоя (обр. 15-26-2) встречены радиолярии зоны *Afens perapedienseis* (рис. 3). Мощность 4 м.

3. Серые и розовато-серые массивные калькарениды. Мощность 0.8 м.

4. Светло-серые и белые толстопластовые известняки с редкими мелкими желваками желтовато-серых кремней. Мощность 2 м.

5. Серые и розовато-серые рудиты, в верхней части слоя замещающиеся калькаренидами. Мощность 4 м.

6. Светло-серые и белые плитчатые известняки с прослоями серых кремней. Мощность 4 м.

7. Серые массивные рудиты. Мощность 1 м.

Самая верхняя часть известняков Струганика обнажается в следующем карьере, расположенном непосредственно в селе Струганик. Начало разреза в точке с координатами 44°11'17.9" с.ш., 20°06'27.1" в.д. (рис. 2, разрез 07-32 (с дополнительными образцами 15-25-1—15-25-3, 15-26-2, отобранными в 2015 г.)):

1. Серые массивные рудиты. Мощность 0.5 м.

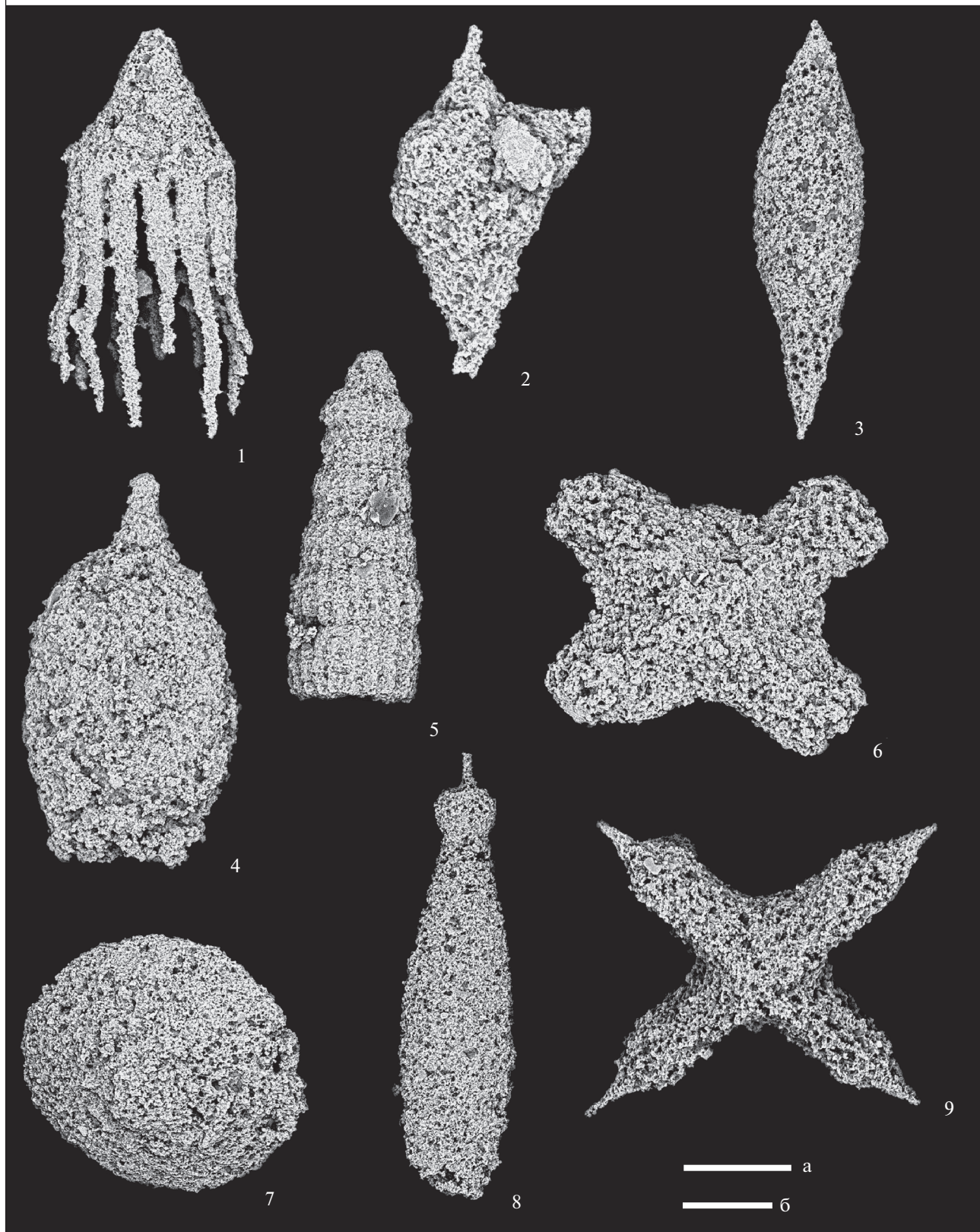
2. Светло-серые плитчатые известняки. Мощность 0.2 м.

3. Серые массивные рудиты. Мощность 0.6 м.

Таблица III. Радиолярии верхнего сантона—нижнего кампана из разреза Государственный карьер (Сербия).

1 — *Afens perapedienseis* Bragina; 2 — *Clathropyrgus titthium* Riedel et Sanfilippo; 3 — *Pseudocucyrtis belogorskensis* Bragina; 4 — *Tubulustrionella guttaeformis* (Bragina); 5 — *Dictyomitra koslovae* Foreman; 6 — *Crucella robusta* Bragina; 7 — *Patellula planosonvexa* (Pessagno); 8 — *Eostichomitra magna* (Gorka); 9 — *Crucella* sp. ex gr. *C. messinae* Pessagno. Длина масштабной линейки 100 мкм: а — фиг. 1–3, 5–9; б — фиг. 4. Фиг. 1–3, 8, 9 происходят из обр. 15-25-1; фиг. 4–7 — из обр. 15-25-3.

Таблица III



4. Светло-серые и белые плитчатые известняки с прослоями желтовато-серых кремней. В основании этого слоя (обр. 15-25-3) установлено присутствие радиолярий зоны *Afens perapediensis* (рис. 3). На этом же уровне встречены планктонные фораминиферы зоны *Globotruncanita elevata* (рис. 4). Мощность 1 м.

5. Светло-серые и белые плитчатые известняки с прослоями темно-серых и коричневатых-серых кремней и зеленоватых-серых мергелей. Мощность 0,3 м.

6. Светло-серые, зеленоватые-серые и желтовато-серые тонкослоистые глины. Мощность 0,1 м.

7. Светло-серые плитчатые известняки. Мощность 0,6 м.

8. Серые массивные рудиты. Мощность 0,25 м.

9. Светло-серые и белые плитчатые известняки с прослоями серых кремней. Мощность 1 м.

10. Серые массивные калькарениды. Мощность 0,6 м.

11. Темно-серые и серые тонкоплитчатые известняки. Мощность 0,2 м.

12. Светло-серые толстопластовые известняки с прослоями серых кремней. Мощность 1,5 м.

13. Светло-серые и белые плитчатые известняки с прослоями серых кремней. В 0,5 м выше подошвы слоя (обр. 15-25-2) встречены радиолярии зоны *Afens perapediensis* (рис. 3). На этом же уровне выявлены планктонные фораминиферы зоны *Globotruncanita elevata* (рис. 4). Мощность 1,5 м.

14. Серые массивные калькарениды. Мощность 0,5 м.

15. Светло-серые и белые толстопластовые известняки с желваками серых и желтовато-серых кремней. Мощность 1,5 м.

16. Серые массивные калькарениды. Мощность 0,6 м.

17. Светло-серые и белые толстопластовые известняки с редкими прослоями желтовато-серых кремней. Мощность 1,3 м.

18. Серые массивные калькарениды. Мощность 0,6 м.

19. Светло-серые толстопластовые известняки. Мощность 0,3 м.

20. Светло-серые и белые плитчатые известняки с прослоями серых кремней. Мощность 1,3 м.

21. Серые массивные рудиты. Мощность 1,5 м.

22. Светло-серые и белые толстопластовые известняки. Мощность 1 м.

23. Светло-серые плитчатые известняки с прослоями серых калькаренидов и желтовато-серых кремней. В 1,7 м выше подошвы слоя (обр. 15-25-1) выявлены радиолярии зоны *Afens perapediensis* (рис. 3). На этом же уровне идентифицированы планктонные фораминиферы зоны *Globotruncanita elevata* (рис. 4). В 3 м выше подошвы слоя (обр. 07-32-13) продолжает встречаться комплекс радиолярий зоны *Afens perapediensis*, в 3,9 м выше подошвы слоя (обр. 07-32-13a) обнаружен обедненный комплекс радиолярий, представленный несколькими видами: *Praeconocaryomma universa* Pessagno, *Dictyomitra formosa* Squinabol, *Tubulustrionella guttaeforma* (Bragina), *Eostichomitra magna* (Gorka) (рис. 3). Мощность 6 м.

Следующий разрез известняков Струганика находится на западном склоне холма Говедже Брдо к востоку от села Струганик, начиная с точки с координатами 44°11'46.5" с.ш., 20°06'47.6" в.д. (рис. 2, разрез 14-5):

1. Светло-серые и светло-голубовато-серые плитчатые известняки с прослоями темно-серых полупрозрачных кремней. Мощность 1 м.

2. Светло-голубовато-серые и желтовато-коричневые бентонитовые глины. В 0,2 м (обр. 14-5-3 и обр. 15-27-1) выше подошвы слоя встречены радиолярии зоны *Crucella robusta*. Мощность 0,4 м.

3. Светло-серые плитчатые известняки с прослоями кремней и с прослоями желтовато-серых рудитов в нижней части слоя. В 1,6 м (обр. 14-5-5) выше подошвы слоя идентифицированы радиолярии зоны *Afens perapediensis* (рис. 3). Мощность 2 м.

4. Серые и желтовато-серые калькарениды. Мощность 0,5 м.

5. Светло-серые и белые плитчатые известняки с прослоями темно-серых кремней. Мощность 5 м.

6. Серые массивные калькарениды. Мощность 0,3 м.

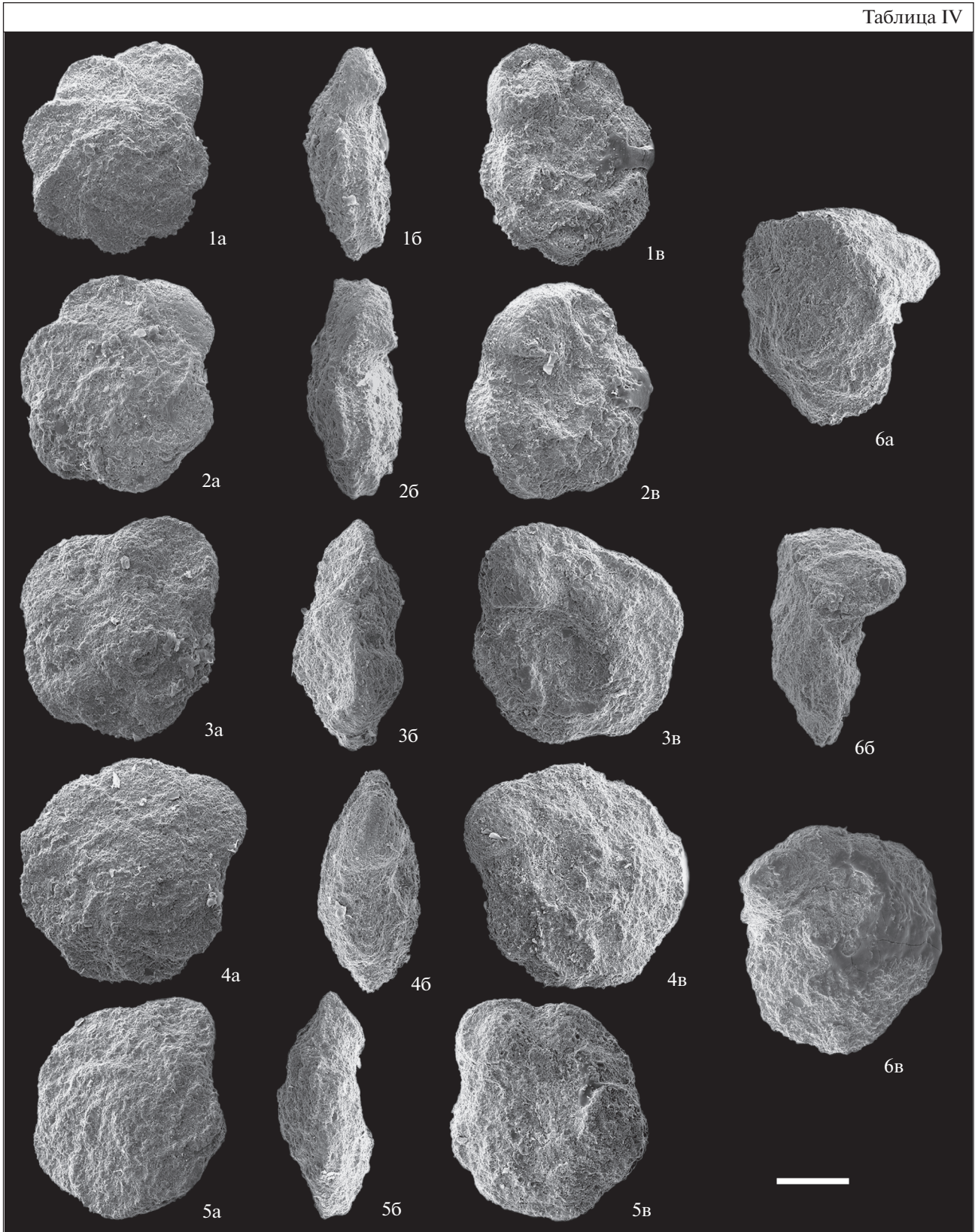
7. Светло-серые, желтовато-серые и голубовато-серые плитчатые известняки с прослоями и желваками темно-серых кремней. Мощность 2 м.

8. Серые массивные калькарениды. Мощность 0,5 м.

Таблица IV. Планктонные фораминиферы верхнего сантона из разрезов Брежде и Петровича Брдо.

Здесь и в табл. V, VI раковины планктонных фораминифер, имеющих спирально-коническое строение, изображены в трех, реже в двух положениях: а — вид со спиральной стороны раковины, где видны все обороты и все камеры; б — вид с умбиликальной стороны раковины, где виден последний оборот раковины, а также устьевое отверстие; в — вид с боковой стороны раковины, где видно строение кия, характер и степень выпуклости раковины. 1 — *Marginotruncana coronata* (Bolli); 2 — *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno; 3 — *Dicarinella primitiva* (Dalbiez); 4 — *Marginotruncana coronata* (Bolli); 5 — *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno; 6 — *Globotruncanita stuartiformis* (Dalbiez). Фиг. 1–5 происходят из обр. 14-1-9, разрез Брежде; фиг. 6 — из обр. 14-3-5, разрез Петровича Брдо. Длина масштабной линейки 200 мкм.

Таблица IV



9. Серые и желтовато-серые толстопластовые известняки с прослоями и желваками темно-серых кремней. В 1.7 м выше подошвы слоя (обр. 15-27-2) продолжает встречаться комплекс зоны Afens perapediensiensis (рис. 3, 5). Мощность 2 м.

10. Серые массивные калькаренины. Мощность 0.5 м.

Не обнажено 2 м.

11. Светло-серые, желтовато-серые и голубовато-серые плитчатые глинистые известняки с частыми прослоями темно-серых кремней. Мощность 2 м.

12. Серые плитчатые известняки с прослоями серых калькаренинов и рудитов. Мощность 2 м.

13. Серые и голубовато-серые плитчатые известняки с частыми прослоями и желваками темно-серых кремней. В 3.1 м выше подошвы слоя (обр. 15-27-3) продолжает встречаться радиоляриевый комплекс зоны Afens perapediensiensis (рис. 3, 5). Мощность 5 м.

14. Серые массивные калькаренины. Мощность 1.5 м.

15. Светло-серые и белые плитчатые известняки с частыми прослоями и желваками темно-серых и желтовато-серых кремней. Мощность 7 м.

16. Серые массивные калькаренины. Мощность 0.5 м.

Не обнажено 6 м.

17. Серые толстопластовые глинистые известняки с частыми желваками темно-серых кремней. Мощность 1.5 м.

18. Серые плитчатые известняки с частыми тонкими прослоями темно-серых калькаренинов и редкими желваками серых кремней. В 1.9 м выше подошвы слоя (обр. 15-27-4) продолжает встречаться радиоляриевый комплекс зоны Afens perapediensiensis (рис. 3). На этом же уровне обнаружены планктонные фораминиферы зоны Globotruncanita elevata (рис. 4, 5). Мощность 6 м.

С помощью литологической корреляции изученных разрезов составлен сводный разрез известняков Струганика (рис. 5). В нем можно выделить две толщи. Нижняя толща (ниже уровня обр. 07-30-2, рис. 5) представлена плитчатыми, реже массивными алевритистыми известняками и калькаренинами, красными и зеленоватыми мергелями и глинами, зеленоватыми туфоаргиллитами и туфоалевролитами, розовыми и крас-

ными спонголитовыми кремнями (рис. 6). Ранее эту часть разреза относили к турону (Vasić et al., 2005). Мощность нижней толщи около 40 м.

Верхняя толща (выше уровня обр. 07-30-2, рис. 5) представлена тонкоплитчатыми известняками с подчиненными прослоями толстопластовых известняков, калькаренинов и рудитов (рис. 7). Повсеместно встречаются стяжения и прослойки кремней, обычно серых, темно-серых и желтовато-серых. В разрезе также присутствуют редкие маломощные прослойки бентонитовых глин. Тонкослоистые плитчатые породы интерпретируются в литературе как микритовые (ортохемные) известняки, в то время как обломочные породы описаны как аллохемные известняки, представленные чередованием грубообломочных рудитов и тонко- или среднеобломочных калькаренинов, для которых характерна косая и градиционная слоистость (Folk, 1959; Gajić et al., 2011, 2014; Matović, Čalić, 2016). Микритовые известняки считаются автохтонными отложениями, возникшими в относительно глубоководных спокойных условиях, и обычно характеризуются тонкой горизонтальной слоистостью. Аллохемные известняки состоят из карбонатных фрагментов мелководного происхождения, включая обломки и ядра мелководных моллюсков (рудитов), ядра бентосных и планктонных фораминифер, обломки известковых водорослей. Текстуры этих пород характеризуются проявлением интервалов цикла Боума и указывают на транспортировку обломочного материала потоками. На поверхностях напластования всех типов известняков Струганика часто встречаются разнообразные биоглифы и механоглифы (Gajić et al., 2011). Эта часть разреза ранее датировалась как сенон (Vasić et al., 2005; Gajić et al., 2011). Мощность верхней толщи около 90 м.

Микрофоссилии (радиолярии и планктонные фораминиферы) встречаются на многих уровнях этой последовательности (рис. 2, 5) и могут быть использованы для датировки и расчленения известняков Струганика.

РЕЗУЛЬТАТЫ

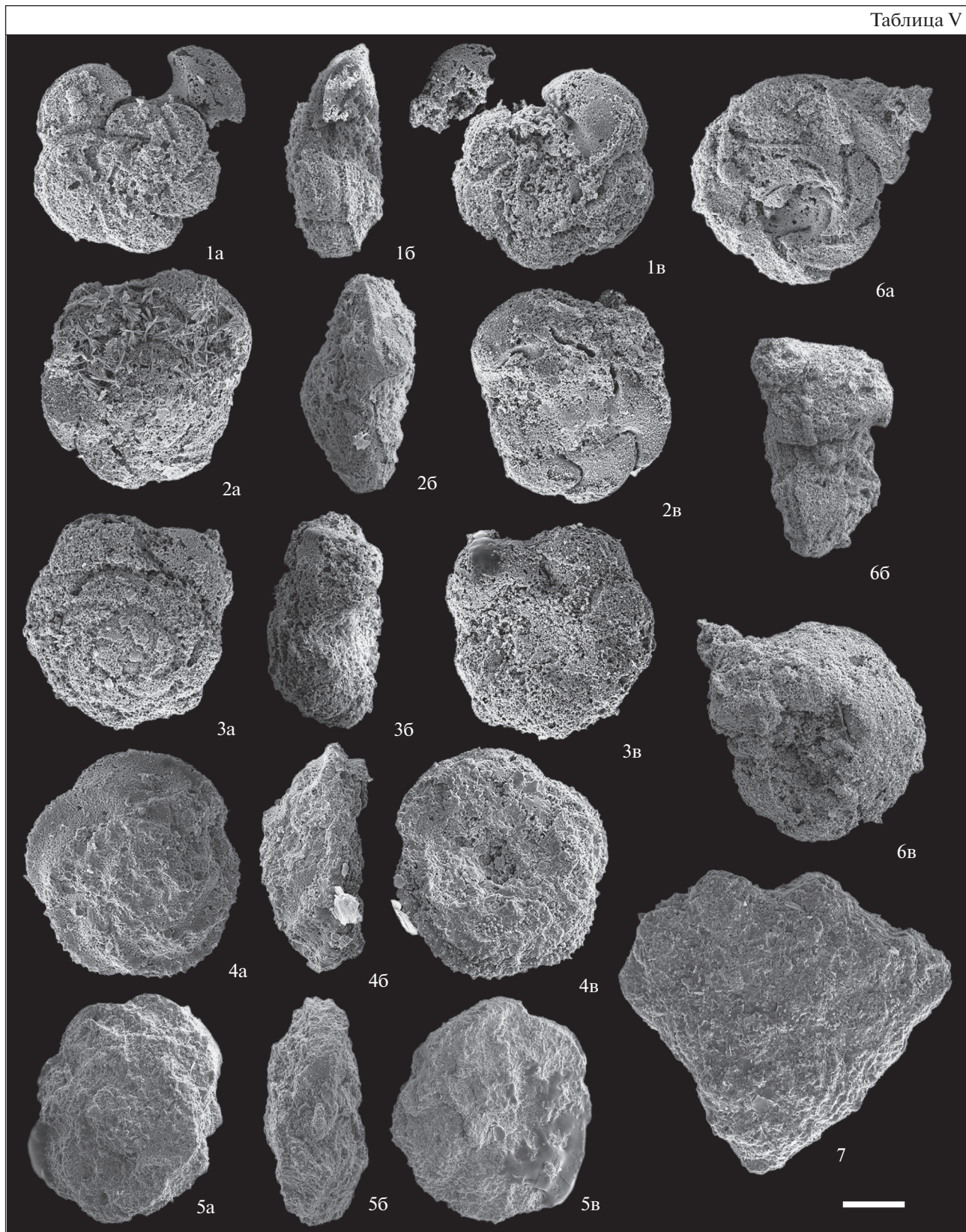
Радиолярии

Изученные разрезы на многих стратиграфических уровнях охарактеризованы радиоляриями (рис. 2, 3; табл. I–III). Комплексы радиолярий богаты и разнообразны (Брагина и др., 2014), они

Таблица V. Планктонные фораминиферы верхнего сантона–нижнего кампана из разрезов Брежде, Государственный карьер и Петровича Брдо.

1 – Globotruncana sp. cf. G. bulloides Vogler; 2 – Globotruncana sp. cf. G. arca (Cushman); 3 – Globotruncana arca (Cushman); 4 – Contusotruncana fornicata (Plummer); 5 – Marginotruncana sp. cf. M. lapparenti Brotzen; 6 – Globotruncanita sp. cf. G. elevata (Brotzen); 7 – Ventilabrella sp. cf. V. glabrata Cushman. Фиг. 1–3 происходят из обр. 15-25-1, разрез Государственный карьер; фиг. 4 – из обр. 07-30-15, разрез Государственный карьер; фиг. 5 – из обр. 14-3-5, разрез Петровича Брдо; фиг. 6 – из обр. 15-25-2, разрез Государственный карьер; фиг. 7 – из обр. 14-1-9, разрез Брежде. Длина масштабной линейки 200 мкм.

Таблица V



Ярус	Сантон																Кампан						
Зоны по радиоляриям (Брагина, 2016)	Crucella robusta						Afens perapediensis																
Образцы Виды радиолярий	14-3-5	14-1-9	14-3-10	07-30-2	15-33-1	14-1-11	14-4-1	14-5-5	07-30-5	07-30-6	07-30-7	07-30-9	14-4-3	14-1-13	15-27-2	15-27-3	15-26-2	15-27-4	15-25-3	15-25-2	15-25-1	07-32-13	07-32-13a
<i>Alievium gallowayi</i> (White)	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+			+	+	+		+	+	+		
<i>Alievium praegallowayi</i> Pessagno	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+									
<i>Crucella messinae</i> Pessagno	+																						
<i>Crucella robusta</i> Bragina	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Praeconocaryomma universa</i> Pessagno	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudoaulophacus floresensis</i> Pessagno	+		+	+	+	+	+	+			+	+		+	+	+	+		+	+	+	+	
<i>Dictyomitra formosa</i> Squinabol	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dictyomitra koslovae</i> Foreman	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Clathropyrgus titthium</i> Riedel et Sanfilippo		+		+	+		+	+	+		+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Patellula planoconvexa</i> (Pessagno)		+			+									+					+				
<i>Amphipyndax</i> sp.				+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+		+		+		
<i>Pseudoalievium inflatum</i> Bragina					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Parvimitrella cretacea</i> Soykan					+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Heliocryptocapsa neagui</i> Dumitrica					+																		
<i>Pseudoaulophacus</i> sp. cf. <i>P. decoratus</i> Bragina					+																		
<i>Crucella espartoensis</i> Pessagno						+		+				+	+	+	+		+	+	+	+	+		
<i>Afens perapediensis</i> Bragina						+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Heliocryptocapsa perapediensis</i> Bragina						+	+	+	+		+				+		+					+	
<i>Pseudoeucyrtis belogorskensis</i> Bragina						+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pseudoeucyrtis cypricus</i> Bragina						+		+	+								+		+	+			
<i>Tubilustrionella guttaeformis</i> (Bragina)						+			+		+	+			+	+			+	+	+	+	+
<i>Eostichomitra magna</i> (Gorka)						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Crucella</i> sp. aff. <i>C. messinae</i> Pessagno																			+		+		

Рис. 3. Распространение видов радиолярий по образцам.

Ярус	Сантон				Кампан		
Зоны по фораминиферам (Robaszynski, Caron, 1995)	Аналог зоны <i>Dicarinella</i> <i>asymetrica</i>				<i>Globotruncanita</i> <i>elevata</i>		
Образцы Виды фораминифер	14-3-5	14-1-9	14-1-11	07-30-15	15-25-3	15-25-2	15-25-1
<i>Globotruncanita stuartiformis</i> (Dalbiez)	+						
<i>Marginotruncana</i> sp. cf. <i>M. lapparenti</i> Brotzen	+						
<i>Marginotruncana</i> <i>pseudolinneiana</i> Pessagno		+	+				
<i>Marginotruncana coronata</i> (Bolli)		+		+	+		
<i>Marginotruncana</i> <i>paraconcavata</i> Porthault		+					
<i>Ventilabrella</i> sp. cf. <i>V. glabrata</i> Cushman		+					
<i>Dicarinella primitiva</i> (Dalbiez)		+					
<i>Globotruncana arca</i> (Cushman)		+					+
<i>Dicarinella</i> sp. aff. <i>D. concavata</i> (Brotzen)			+				
<i>Marginotruncana</i> sp. cf. <i>M. coronata</i> (Bolli)			+				
<i>Marginotruncana</i> sp. cf. <i>M. pseudolinneiana</i> Pessagno			+				
<i>M. sigali</i> (Reichel)			+				
<i>M. sinuosa</i> Porthault			+				
<i>M. undulata</i> (Lehmann)			+				
<i>Heterohelix sphenoides</i> Masters			+				
<i>Planoheterohelix globulosa</i> (Ehrenberg)			+				
<i>P. reussi</i> (Cushman)			+				
<i>Globotruncana bulloides</i> Vogler			+				
<i>G. linneiana</i> (d'Orbigny)			+	+			
<i>Contusotruncana fornicata</i> (Plummer)				+			
<i>Globotruncanita</i> sp. cf. <i>G. elevata</i> (Brotzen)				+		+	
<i>Globotruncanita elevata</i> (Brotzen)					+		
<i>Globotruncana</i> sp. cf. <i>G. bulloides</i> Vogler							+
<i>Globotruncana</i> sp. cf. <i>G. arca</i> (Cushman)							+

Рис. 4. Распространение видов фораминифер по образцам.

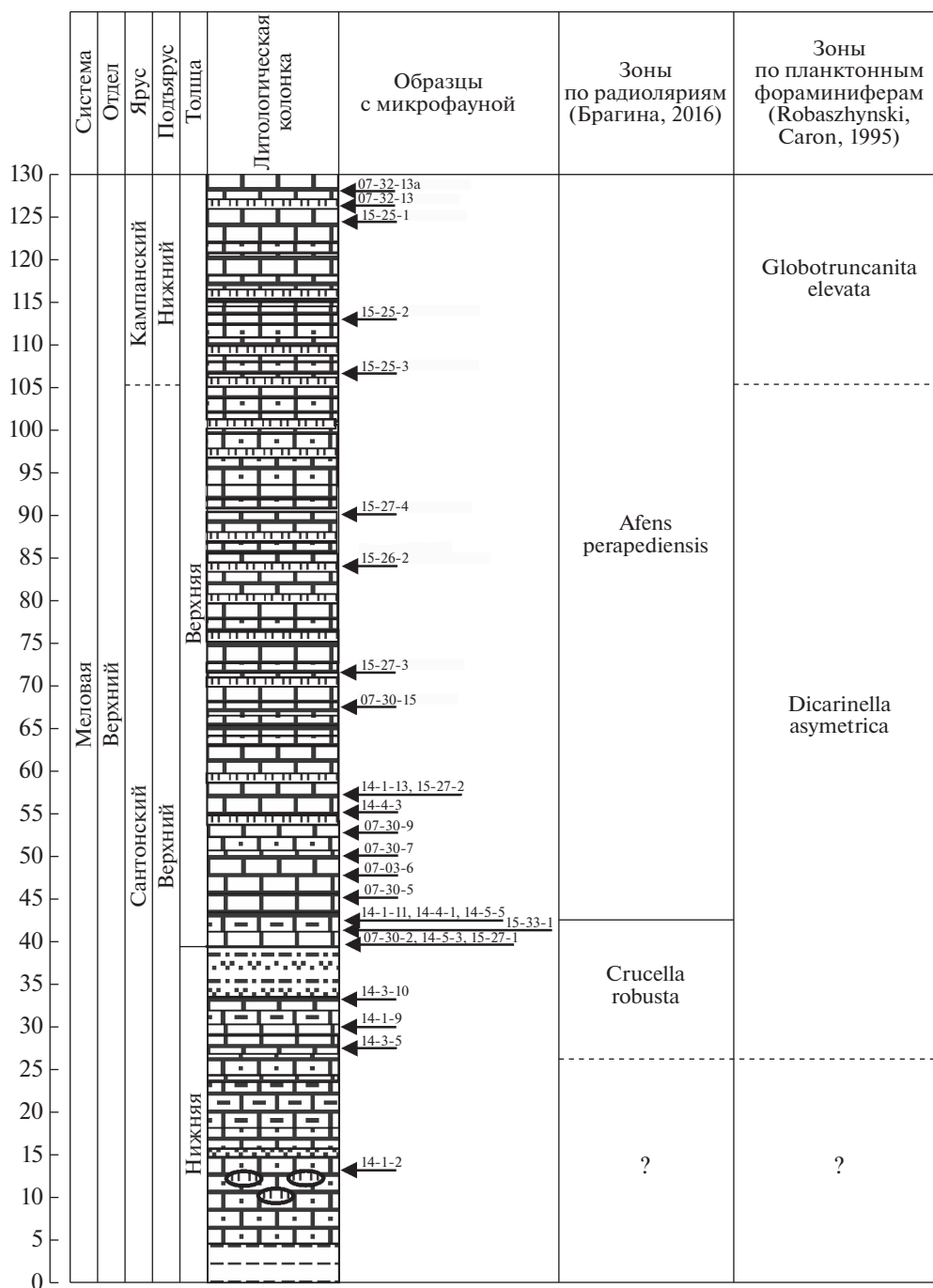
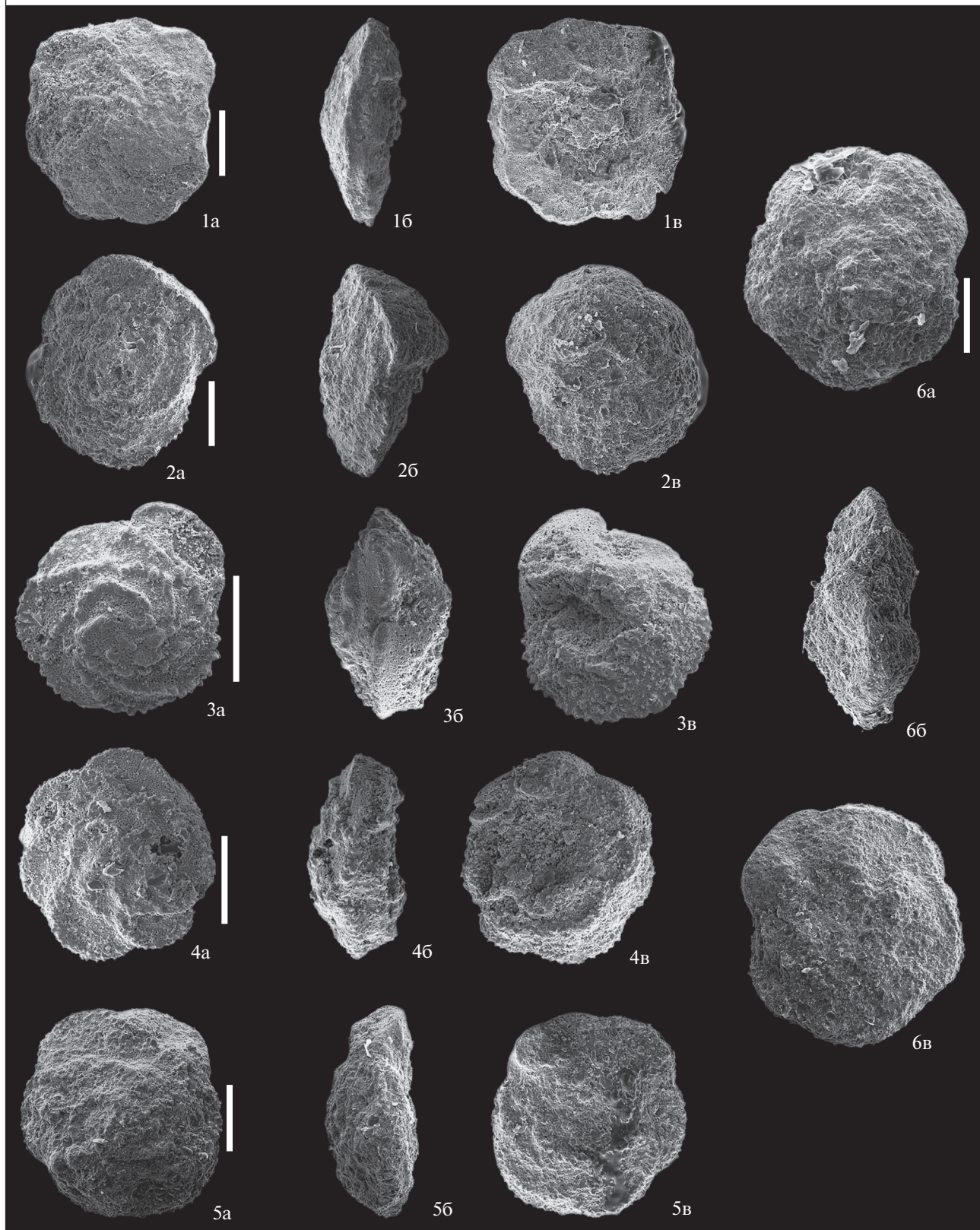


Рис. 5. Сводный разрез толщи известняков Струганика и положение зон по радиоляриям и планктонным фораминиферам. Условные обозначения см. рис. 2.

Таблица VI. Планктонные фораминиферы верхнего сантона—нижнего кампана из разрезов Государственный карьер и Брежде.

1 – *Marginotruncana coronata* (Bolli); 2 – *Globotruncanita elevata* (Brotzen); 3 – *Globotruncanita* sp. cf. *G. elevata* (Brotzen); 4 – *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny); 5 – *Globotruncana* sp. cf. *G. arca* (Cushman); 6 – *Marginotruncana paraconcavata* Porthault. Фиг. 1 и 2 происходят из обр. 15-25-3, разрез Государственный карьер; фиг. 3, 4 – из обр. 07-30-15, разрез Государственный карьер; фиг. 5, 6 – из обр. 14-1-9, разрез Брежде. Длина масштабной линейки 200 мкм.

Таблица VI



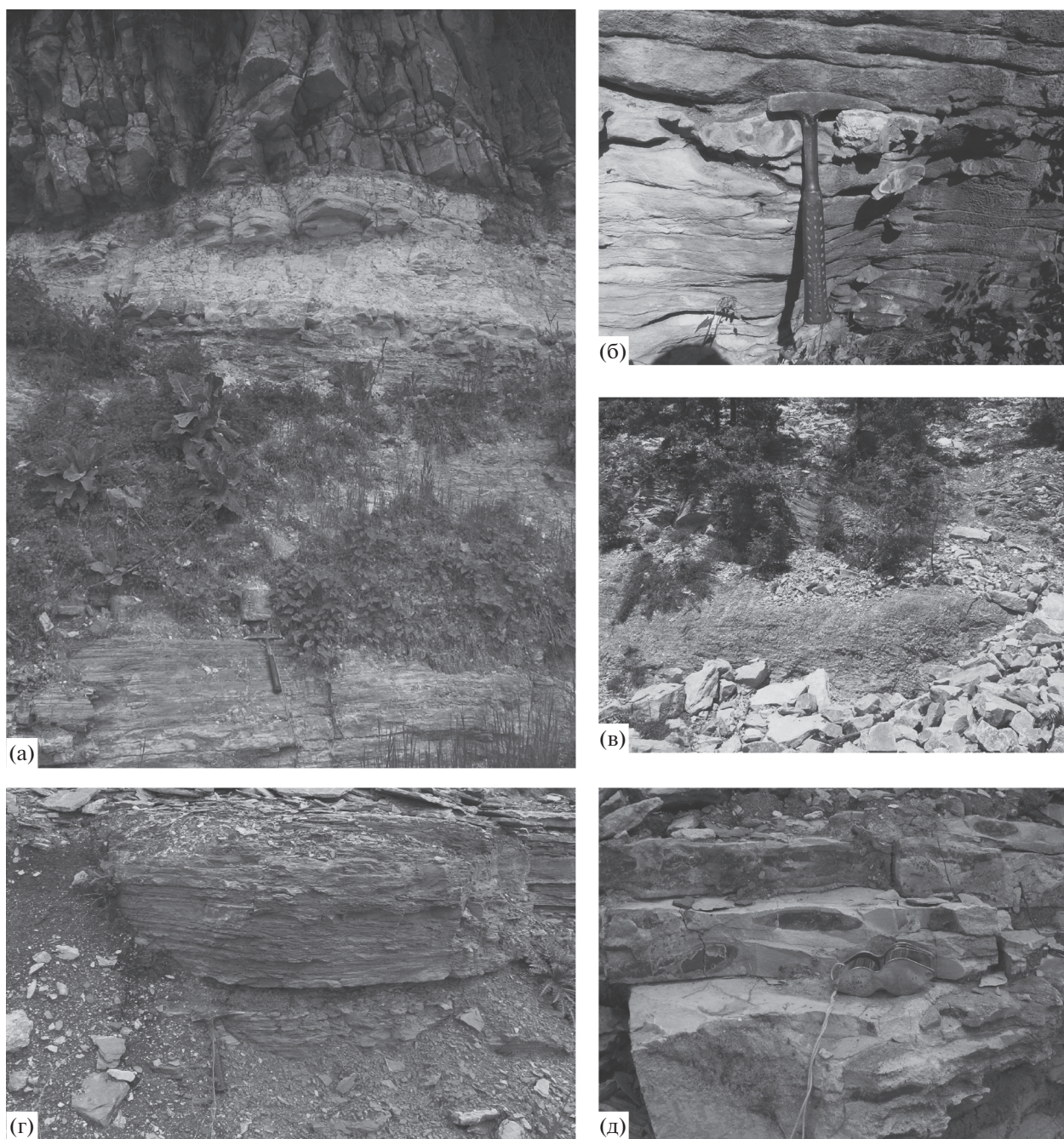


Рис. 6. Отложения нижней толщи известняков Струганика.

а – красные, голубовато-серые и зеленовато-серые глины и мергели, переслаивающиеся с калькаренидами, южный склон холма Петровича Брдо, разрез 14-3, слои 3–7; б – плитчатые алевритистые известняки с желваками кремней, дорожная выемка около села Брежде, разрез 14-1, слой 3; в – светло-зеленовато-серый туфоалевролит, дорожная выемка около села Брежде, разрез 14-1, слой 7; г – красный мергель, южный склон холма Петровича Брдо, разрез 14-3, слой 3; д – алевритистые известняки с желваками красных и розовых спонголитовых кремней, южный склон холма Петровича Брдо, разрез 14-3, слой 2.

существенно изменяются вверх по разрезу и позволяют проследить здесь биостратоны недавно разработанной зональной схемы верхнего мела по радиоляриям (Брагина, 2016).

В самой нижней части известняков Струганика радиолярии не найдены. Они появляются в средней

и верхней частях нижней толщи (обр. 14-3-5, 14-1-9, 14-3-10). Этот интервал охарактеризован комплексом радиолярий с *Alievium gallowayi* (White), *Alievium praegallowayi* Pessagno, *Crucella robusta* Bragina, *Patellula planoconvexa* (Pessagno), *Praeconocaryomma universa* Pessagno, *Pseudoaulopha-*

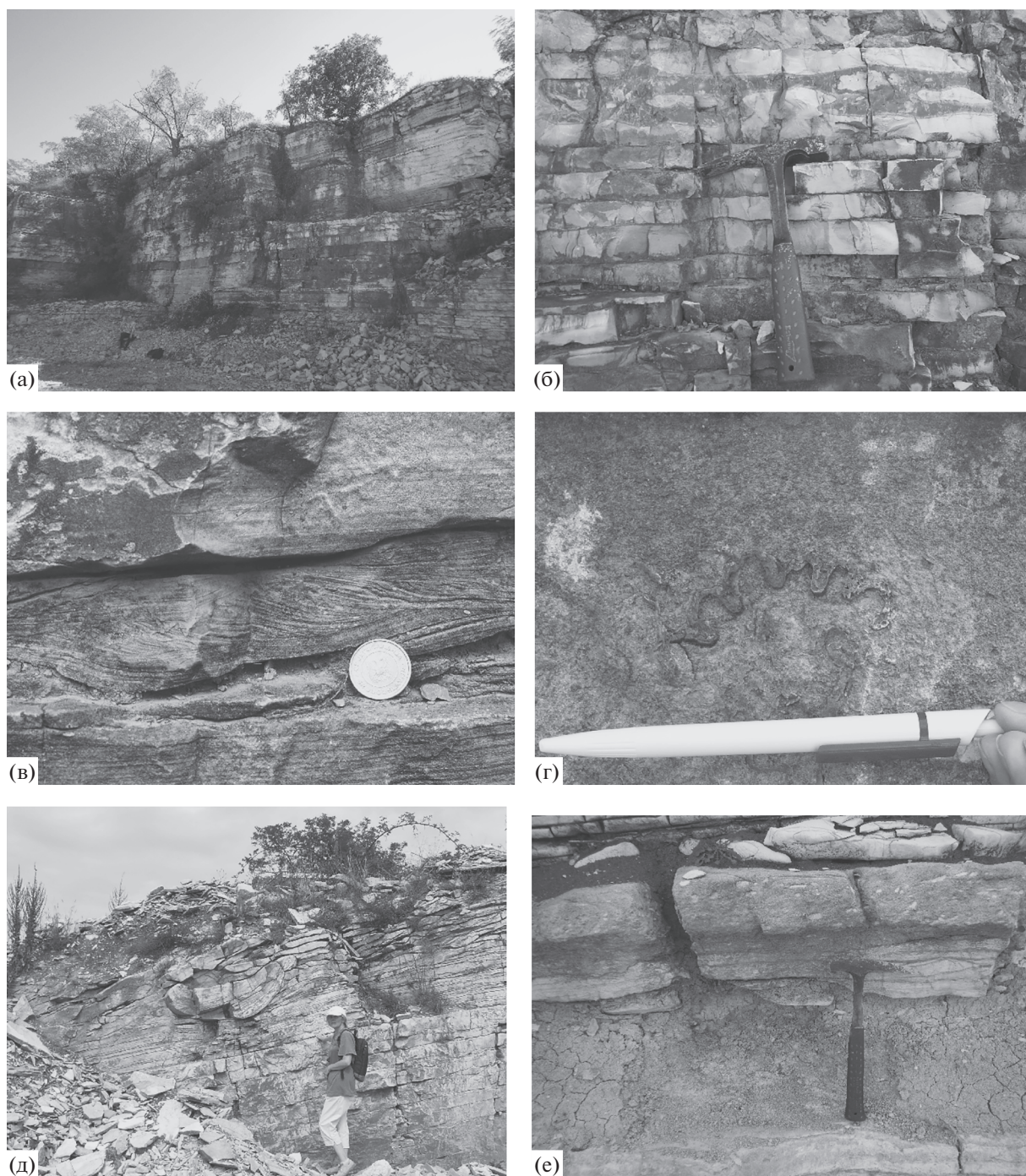


Рис. 7. Отложения верхней толщи известняков Струганика.

а – тонкослоистые микритовые известняки, переслаивающиеся с калькаренидами, село Струганик, разрез 07-32 (общий вид); б – тонкослоистые микритовые известняки с прослоями кремней, село Струганик, разрез 07-30, слой 8; в – калькаренит с косою слоистостью, село Струганик, разрез 07-30, слой 9; г – калькаренит с фрагментом раковины рудиста, село Струганик, разрез 07-31, слой 3; д – складки подводного оползания в плитчатых микритовых известняках, село Струганик, разрез 07-30, слой 21; е – слой бентонитовой глины, перекрытый белыми микритовыми известняками и серыми рудитами, холм Говедже Брдо, разрез 14-5, слой 2 и 3.

cus florensensis Pessagno, *Clathropyrgus titthium* Riedel et Sanfilippo, *Dictyomitra formosa* Squinabol, *Dictyomitra koslovae* Foreman и др. Состав комплекса позволяет проследить в этом интервале

разреза комплексную зону *Crucella robusta* (средний сантон–нижняя часть верхнего(?) сантона) (Брагина, 2016). Эта зона известна в разрезах Южного Кипра (Брагина, 2016), Баварии (Ohmert,

2006; Брагина, 2016, с. 159), ее наличие предполагается в Северной Турции (Soysan, Nakyemez, 2018). Самая нижняя часть верхней толщи (обр. 07-30-2, 14-5-3, 15-27-1, 15-33-1) охарактеризована тем же комплексом зоны *Crucella robusta*, в составе которого в этом интервале дополнительно появляются несколько видов: *Pseudoalievium inflatum* Bragina, *Pseudoaulophacus* sp. cf. *P. decoratus* Bragina, *Amphipyndax* sp. A, *Heliocryptocapsa neagui* Dumitrica и *Parvimitrella cretacea* Soysan.

Вышележащая последовательность верхней толщи (обр. 14-1-11, 14-4-1, 14-5-5, 07-30-5, 07-30-6, 07-30-7, 07-30-9, 14-4-3, 14-1-13, 15-27-2, 07-30-15, 15-27-3, 15-26-2, 15-27-4, 15-25-3, 15-25-2, 15-25-1, 07-32-13, 07-32-13а) содержит богатый и разнообразный комплекс радиолярий с *Afens perapediensis* Bragina, *Heliocryptocapsa perapediensis* Bragina, *Pseudoecyrtis belogorskensis* Bragina, *Pseudoecyrtis cypricus* Bragina, *Tubilustrionella guttaeforma* (Bragina), *Eostichomitra magna* (Gorka) и др., позволяющий проследить здесь комплексную зону *Afens perapediensis* (Брагина, 2016). В составе комплекса немало видов из предыдущей зоны *Crucella robusta* (Брагина и др., 2014, 2018). Зона *Afens perapediensis* первоначально относилась к верхней части верхнего сантона (Брагина, 2016), но впоследствии интервал зоны был расширен от верхней части верхнего сантона до нижнего кампана (Брагина и др., 2016). Зона *A. perapediensis* известна на Кипре (Брагина, 2016), в Крыму (Брагина, 2016; Брагина и др., 2016) и в Северной Атлантике (Thurrow, 1988; Брагина, 2016, с. 160). Нижняя граница зоны прослеживается по появлению вида-индекса и нескольких сопутствующих видов. Следует отметить, что в пределах зоны *Afens perapediensis* в разрезах Струганика (рис. 3) состав комплекса почти не меняется.

Таким образом, по распространению радиолярий в разрезе известняков Струганика выделяются две комплексные зоны: *Crucella robusta* (средний сантон—нижняя часть верхнего(?) сантона) и *Afens perapediensis* (верхняя часть верхнего сантона—нижний кампан).

Планктонные фораминиферы

Изученные разрезы охарактеризованы многочисленными планктонными фораминиферами различной сохранности (от плохой до удовлетворительной) на ряде стратиграфических уровней (рис. 2, табл. IV–VI). В средней части нижней толщи известняков Струганика (обр. 14-3-5) обнаружен вид *Globotruncanita stuartiformis* (Dalbiez), распространенный от верхнего сантона до маастрихта (Robaszynsky et al., 1984; Georgescu, 2015). На более высоком стратиграфическом уровне (рис. 5, обр. 14-1-9) встречаются *Marginotruncana parascavata* Porthault, *Dicarinella primitiva* (Dalbiez), верхним стратиграфическим пределом которых являет-

ся верхний сантон (База..., 2017), и *Globotruncana arca* (Cushman). Последний известен с верхнего сантона до маастрихта (Georgescu, 2015). Кроме того, здесь найдены многочисленные *Ventilabrella* sp. cf. *V. glabrata* Cushman. Вид *Ventilabrella glabrata* Cushman известен в верхнем сантоне и нижнем кампане (Georgescu, 2015). Таким образом, можно утверждать, что уже низы известняков Струганика (рис. 5; обр. 14-3-5, 14-1-9) относятся к верхнему сантону.

На следующем уровне (обр. 14-1-11) обнаружен ряд видов, не встречающихся выше верхнего сантона: *Marginotruncana sigali* (Reichel), *M. sinuosa* Porthault, *M. undulata* (Lehmann), *Heterohelix sphenoides* Masters (Spezzaferri, Spiegler, 2005; Coccioni, Premoli Silva, 2015; Georgescu, 2015; База..., 2017; Брагина и др., 2018). Еще одним подтверждением того, что уровень образца 14-1-11 относится к верхнему сантону, стали находки бентосных фораминифер *Gaudryina rugosa* (d'Orbigny) и *Pullenia dampelae* Dain (Брагина и др., 2018). Это позволяет предполагать, что интервал от средней части нижней толщи до самых низов верхней толщи известняков Струганика может быть отнесен к верхнему сантону, то есть он может соответствовать верхней части зоны *Dicarinella asymmetrica* (Robaszynski, Caron, 1995; Coccioni, Premoli Silva, 2015). Более детальная датировка и использование наиболее новой зональной схемы верхнего мела по фораминиферам (Georgescu, 2017) пока невозможны из-за недостатка материала.

В верхней толще известняков Струганика планктонные фораминиферы становятся относительно редкими. Они встречаются лишь на некоторых уровнях и часто имеют плохую сохранность. В обр. 07-30-15 обнаружена *Globotruncanita* sp. cf. *G. elevata* (Brotzen). На этом же уровне отсутствуют почти все представители рода *Marginotruncana* Hofker, 1956, за исключением *Marginotruncana coronata* (Bolli) (рис. 4, 5). Наиболее поздние экземпляры этого вида продолжают встречаться в пределах нижней части интервал-зоны *Globotruncanita elevata* (База..., 2017).

В верхах верхней толщи известняков Струганика на уровне обр. 15-25-3 отмечено первое достоверное присутствие *Globotruncanita elevata* (Brotzen). Этот вид известен в пределах верхнего сантона и нижнем кампане (Georgescu, 2015) и является видом-индексом зоны *Globotruncanita elevata* (нижний кампан; Robaszynski, Caron, 1995; Coccioni, Premoli Silva, 2015, p. 61). На этом уровне из представителей рода *Marginotruncana* продолжает встречаться только *Marginotruncana coronata* (Bolli). Поэтому здесь можно предполагать начало зоны *Globotruncanita elevata*, то есть начало кампана (рис. 5). В интервале образцов 15-25-3–15-25-1 были обнаружены немногочисленные фораминиферы *Globotruncanita* sp. cf. *G. elevata* (Brotzen),

Globotruncana sp. cf. *G. arca* (Cushman), *Globotruncana* sp. cf. *bulloides* Vogler), которые не позволяют уточнить датировку. Тем не менее можно предполагать, что средняя и верхняя части верхней толщи известняков Струганика (обр. 15-25-3–15-25-1) относятся уже к нижнему кампану, т.е. к зоне *Globotruncanita elevata*.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Корреляция между зонами по радиоляриям и планктонным фораминиферам

Детализация зон по радиоляриям и их соотношение с зонами по другим организмам стали одной из важнейших проблем радиоляриевых исследований мезозоя (Goričan et al., 2018). Недавно была предложена новая зональная схема верхнего мела (альба–сантона) по радиоляриям (Брагина, 2016), две зоны которой прослеживаются в известняках Струганика. Верхнемеловые разрезы известняков Струганика охарактеризованы как радиоляриями, так и планктонными фораминиферами и потому представляют перспективный материал для получения новых биостратиграфических данных, позволяющих подтвердить или уточнить зональную схему по радиоляриям.

В разрезах известняков Струганика по планктонным фораминиферам устанавливается верхнесантонский интервал (обр. 14-3-5–14-1-11, 07-30-15), который может соответствовать зоне *Dicarinella asymetrica*, и со значительной уверенностью выделяется нижнекампанский интервал, отвечающий зоне *Globotruncanita elevata* (обр. 15-25-3–15-25-1). Граница между этими интервалами может быть с некоторой долей условности проведена в средней части верхней толщи известняков Струганика, в интервале между образцами 07-30-15 и 15-25-3 (рис. 5). Неопределенность здесь обусловлена не только спорадичностью находок, но и тем, что экземпляры, обнаруженные в обр. 07-30-15, имеют плохую сохранность. Так, не всегда возможно увидеть детали строения устья, элементы скульптуры, а также характер пористости раковин.

Радиоляриевые зоны *Crucella robusta* (средний сантон–нижняя часть верхнего (?) сантона) и *Afens perapediensis* (верхняя часть верхнего сантона–нижний кампан) могут быть сопоставлены с фораминиферовыми зонами (рис. 5). Граница между зонами *Crucella robusta* и *Afens perapediensis* проходит в низах верхней толщи известняков Струганика между образцами 07-30-2, 14-5-3, 15-27-1, 15-33-1 и образцами 14-1-11, 14-4-1, 14-5-5 (рис. 5), то есть непосредственно выше характерного прослоя бентонитовых глин и пирокластитов, описанного в Струганике (Vasić et al., 2005) и в настоящей работе прослеженного в разрезе Говедже Брдо (14-5) (рис. 7ж).

Это означает, что зона *Crucella robusta* соответствует в данном районе верхнему сантону. При этом следует отметить, что в разрезах Струганика отсутствуют данные по нижней границе зоны *Crucella robusta* и мы можем иметь дело с ее верхней частью. В то же время зона *Afens perapediensis* сопоставляется с неопределенным объемом зоны *Globotruncanita elevata* и частью нижележащих отложений. Это означает, что объем радиоляриевой зоны соответствует верхней части верхнего сантона–нижнему кампану, что подтверждает ранее сделанные выводы по радиоляриевой зональной схеме верхнего мела (Брагина и др., 2016).

Проблема границы сантона и кампана

Первоначально известняки Струганика датировались сеноном (Marković, Anđelković, 1953), позднее сантоном–кампаном (Gajić et al., 2011). Наличие кампанского яруса давно предполагалось здесь, и в качестве подтверждения приводились находки *Inoceramus balticus* Bohm (Marković, Anđelković, 1953; Filipović et al., 1978). Однако эти фоссилии изучались очень давно и нуждаются в новом исследовании. Иноцерамиды наиболее обильны в верхней части верхней толщи известняков Струганика, в интервале между образцами 15-25-3 и 07-32-13, т.е. именно в той части разреза, которая с наибольшей степенью уверенности предполагается нами кампанской.

Граница сантона и кампана характеризуется исчезновением большинства маргинотрунканид, конкаватотрунканид и быстрой эволюцией новых таксонов родов *Globotruncana* Cushman, 1927 и *Globotruncanita* Reiss, 1957, первые представители которых появились еще в сантоне. Начало кампана совпадает с исчезновением видов *Concavotottruncana concavata* (Brotzen) и *D. asymetrica* (Sigal) и с присутствием *Globotruncanita elevata* Brotzen, *Globotruncana arca* (Cushman) (Брагина и др., 2016). Логично предположить положение границы между сантоном и кампаном в интервале данных биотических событий и в разрезе известняков Струганика. Тем не менее в настоящее время не представляется возможным установить точное положение нижней границы кампана, поскольку данные по фораминиферам недостаточны, а иногда и противоречивы. Так, в обр. 07-30-15 вместе с *Globotruncanita* sp. cf. *G. elevata* (Brotzen) встречается и *Contusotruncana fornicata* (Plummer), но разные авторы по-разному определяют стратиграфическое распространение последнего вида: от строго кампан-маастрихтского интервала (Georgescu, 2015) до широкого турон-маастрихтского (База..., 2017).

Другим важным критерием нижней части зоны *Globotruncanita elevata*, подтверждающим кампанский возраст вмещающих отложений, в литературе считается вымирание *D. asymetrica* (Coccioni, Premoli Silva, 2015). Эта точка зрения фигурирует и в

самых последних публикациях (Soysan, Nakuzmez, 2018). Однако, учитывая редкую встречаемость *D. asymerica* (а в известняках Струганика этот вид не обнаружен), положение границы сантона и кампана лишь в немногих случаях может быть определено достоверно. Все это означает, что граница сантона и кампана может лишь предполагаться в достаточно широком интервале разреза известняков Струганика, между уровнями обр. 07-30-15 и 15-25-3. Следует также отметить, что эта граница попадает в пределы радиоляриевой зоны *Afens perapediensis*.

Таксономические и морфологические черты радиоляриевых и фораминиферовых комплексов

Комплексы радиолярий зоны *Crucella robusta* характеризуются таксономическим обеднением. В отличие от типичных ассоциаций зоны на Кипре (Bragina, 2012; Брагина, 2016), в разрезах нижней толщи и самых низов верхней толщи известняков Струганика (обр. 14-3-5, 14-1-9, 14-3-10, 15-33-1) почти не встречаются *Hagiastriidae* Riedel, 1971 и *Patulibracchiidae* Pessagno, 1971, а из населлярий — *Neosciadiocapsidae* Pessagno, 1969. Данные особенности не могут быть объяснены избирательной сохранностью, потому что такой состав имеют комплексы хорошей и даже превосходной сохранности (особенно в обр. 15-33-1). Возможно, это связано с палеоэкологическими факторами. Можно предположить, что именно во временной интервал, соответствующий зоне *Crucella robusta*, началось заселение бассейна радиоляриями, и первоначально сюда проникли наиболее обильные в пределах данной зоны представители подсем. *Pseudoaulophacinae* Riedel, 1967 и населлярии рода *Dictyomitra* Zittel, 1876. Следует отметить, что бассейн, в котором формировались известняки Струганика, находился в пределах мелководной карбонатной платформы (на что указывает развитие аллохемных известняков с фрагментами рудистов) и был частично изолирован от открытого моря. Это могло до некоторой степени ограничить проникновение планктонных организмов.

В то же время комплексы радиолярий следующей зоны *Afens perapediensis* практически не отличаются от ассоциаций того же возраста, известных в Крыму (Корчагин и др., 2012; Брагина и др., 2016), и лишь немного уступают в богатстве и разнообразии комплексам той же зоны на Кипре (Bragina, 2012; Брагина, 2016), что можно объяснить практически идеальной сохранностью кипрских комплексов. По-видимому, во временной интервал, соответствующий зоне *Afens perapediensis*, условия бассейна Струганика стали особенно благоприятны для существования комплексов радиолярий.

Обнаруженные комплексы планктонных фораминифер характеризуются относительно небогатым таксономическим составом. Раковины

спирально-винтовых планктонных фораминифер встречаются только в отдельных образцах нижней части разреза. При этом необходимо указать многочисленность раковин рода *Ventilabrella* Cushman, 1928 в обр. 14-1-9. Отсутствуют спирально-конические морфотипы — роды *Archaeoglobigerina* Pessagno, 1967 и *Rugolibigerina* Brönnimann, 1952. Следует отметить, что появление рода *Rugolibigerina* является важным биостратиграфическим маркером сантон-кампанской границы (Маслакова, 1978; Robaszynski et al., 1984; Robaszynski, Caron, 1995; Caron, 1985; Coccioni, Premoli Silva, 2015; Кораевич, Vishnevskaya, 2016; База..., 2017).

Таксономическую неполноту комплексов фораминифер можно объяснить прежде всего избирательной сохранностью, например растворением наиболее тонкостенных морфотипов или разрушением их в ходе замещения карбоната кальция кремнеземом. Однако не следует отбрасывать и вероятность влияния особой палеоэкологической и палеогеографической ситуации: бассейн, где накапливались известняки Струганика, находился в пределах мелководной карбонатной платформы и был до некоторой степени изолирован от открытого моря. Возможно, такие особенности бассейна по-разному отражались в развитии двух групп планктона — фораминифер и радиолярий.

ВЫВОДЫ

1. В результате изучения микрофауны (радиолярий и планктонных фораминифер) в серии разрезов верхнемеловых карбонатных отложений (литографских известняков) в районе села Струганик (Западная Сербия) прослежены зоны по радиоляриям: *Crucella robusta* (средний сантон—нижняя часть верхнего (?) сантона) и *Afens perapediensis* (верхняя часть верхнего сантона—нижний кампан), а также по планктонным фораминиферам: аналог зоны *Dicarinella asymerica* (средний—верхний сантон) и зона *Globotruncanita elevata* (нижний кампан).

2. Корреляция зон по радиоляриям и планктонным фораминиферам подтверждает сделанные ранее выводы о стратиграфическом объеме и границах радиоляриевых биостратонов верхнего мела. При этом границы радиоляриевых и фораминиферовых биостратонов не совпадают: нижняя граница зоны *Globotruncanita elevata* соответствует границе сантона и кампана, в то время как нижняя граница зоны *Afens perapediensis* проходит внутри верхнего сантона.

3. Комплексы радиолярий и планктонных фораминифер имеют особенности таксономического состава, выраженные, прежде всего, в отсутствии или редкой встречаемости ряда таксонов, что могло быть вызвано либо неполной сохран-

ностью комплексов, либо палеоэкологическими и палеогеографическими факторами, например частичной изоляцией бассейна, развитого в пределах карбонатной платформы. Несмотря на это, обе группы успешно применены в стратиграфии известняков Струганика.

4. На основании полученных результатов стратиграфический интервал толщи литографских известняков Струганика ограничен пределами верхнего сантона—нижнего кампана.

Благодарности. Авторы выражают признательность М. Коштаку (Карлов Университет, Прага) и В.С. Вишневской (Геологический институт РАН) за ценные советы и замечания, а также Н.В. Горьковой (Геологический институт РАН) и Е.А. Жегалло (Палеонтологический институт РАН) за помощь в фотографировании на СЭМ.

Источники финансирования. Работа выполнена по теме госзадания № 0135-2018-0036 при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ (№№ 16-05-00363 и 18-05-00503). Химическое препарирование и изучение радиолярий под электронным микроскопом и анализ полученных комплексов микрофауны проведены за счет гранта РФФИ № 16-05-00363. Дополнительное химическое препарирование образца 15-25-3 и анализ выделенного комплекса фораминифер проведены за счет гранта РФФИ № 18-05-00503.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

База данных. URL: <http://www.mikrotax.org>. The mikrotax.org hosts two main databases – pannotax and pforums@mikrotax 2017 (дата обращения 03.02.2018).

Брагина Л.Г. Зональная схема меловых (альб-сантонских) отложений тетических районов Евразии по радиоляриям // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24. № 2. С. 41–66.

Брагина Л.Г., Брагин Н.Ю., Джерич Н., Гаич В. Поздне-меловые радиолярии и уточнение возраста субфлишевых отложений разреза Струганик, Западная Сербия // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22. № 2. С. 90–107.

Брагина Л.Г., Беньямовский В.Н., Копачевич Л.Ф. Радиолярии, фораминиферы и биостратиграфическое расчленение коньяка–кампана разреза Алан-Кыр, Горный Крым // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24. № 1. С. 44–63.

Брагина Л.Г., Брагин Н.Ю., Копачевич Л.Ф., Беньямовский В.Н. Сантонские радиолярии и фораминиферы в разрезе Брэдэ, Сербия // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 2018. № 3. С. 12–24.

Корчагин О.А., Брагина Л. Г., Брагин Н.Ю. Планктонные фораминиферы и радиолярии сантонских отложений горы Ак-Кая, Горный Крым, Украина // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2012. Т. 20. № 1. С. 1–25.

Маслакова Н.И. Глобтруканиды юга европейской части СССР. М.: Наука, 1978. С. 1–166.

Bragina L.G. Radiolarian biostratigraphy of the Perapedhi Formation (Cyprus): implications for the geological evolu-

tion of the Troodos Ophiolite // Bull. Soc. Geol. France. 2012. V. 183. № 4. P. 347–353.

Caron M. Cretaceous planktonic foraminifera // Plankton Stratigraphy. Cambridge Univ. Press, 1985. P. 17–86.

Coccioni R., Premoli Silva I. Revised Upper Albian–Maastichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetostratigraphy of the Classical Tethyan Gubbio section // Newslett. Stratigr. 2015. V. 48. № 1. P. 47–90.

Dimitrijević M.D. Geology of Yugoslavia. Beograd: Geol. Inst. Gemini, 1997. 187 p.

Djerić N., Gerzina N. New data on the age of an Upper Cretaceous clastic-carbonate succession in Brežde (Western Serbia) // Geologia Croatica. 2014. V. 67. № 3. P. 163–170.

Djerić N., Gerzina N., Gajić V., Vasić N. Early Senonian radiolarian microfauna and biostratigraphy from the Western Vardar Zone (Western Serbia) // Geologica Carpathica. 2009. V. 60. № 1. P. 35–41.

Filipović I., Marković B., Pavlović Z., Rodin V., Marković O. Explanatory booklet for the Sheet Gornji Milanovac (Basic Geologic Map of Former Yugoslavia 1 : 100 000). Belgrade: Federal Geological Survey, 1978.

Folk R.L. Practical petrographic classification of limestones // Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 1959. V. 43. P. 1–38.

Gajić V., Matović V., Vasić N., Srećković-Batočanin D. Petrophysical and mechanical properties of the Struganik limestone (Vardar Zone, western Serbia) // Annales Geologiques de la Peninsule Balkanique. Belgrade. 2011. № 72. P. 87–100.

Gajić V., Dunčić M., Gajić VI., Vasić N. Sedimentology and biostratigraphy of Santonian–Campanian limestone from Brežde vicinity (central part of the Vardar Zone) // Оптимално истраживање и одрживо коришћење геолошких ресурса: зборник радова XVI конгреса геолога Србије, Donji Milanovac, 22–25.05.2014 (Optimal Research and Sustainable Usage of the Geological Resources: Proceedings of the XVI Serbian Geological Society). Beograd: Geological. Srpsko geološko društvo, 2014. P. 85–86.

Gajić V., Dunčić M., Vasić N., Gajić VI. Sedimentology and biostratigraphy of the Campanian–Maastichtian calciclastic turbidities from the Ljig area (central part of the Vardar zone) // Proceedings of Third Congress of Geologists of Republic of Macedonia. Struga: Macedonian Geological Society, 2016. P. 335–337.

Georgescu M.D. Handbook of late Cretaceous Planktic Foraminifera (Practical classification, biostratigraphy). New York: Nova Science Publishing, 2015. 331 p.

Goričan Š., O'Dogherty L., Baumgartner P.O., Carter E.S., Matsuoka A. Mesozoic radiolarian biochronology – current status and future directions // Revue de Micropaleontologie. 2018. V. 61. № 3–4. P. 165–189.

Kopaeovich L.F., Vishnevskaya V.S. Cenomanian–Campanian (Late Cretaceous) planktonic assemblages of the Crimea–Caucasus area: palaeoceanography, palaeoclimate and sea level changes // Palaeogeogr. Palaeoclimat. Palaeoecol. 2016. V. 441. Spec. Iss. P. 493–515.

Marković O., Anđelković M. Geological composition and tectonics of wider surroundings of villages Osečenica, Brežde and Struganik (West Serbia) // Zbornik radova Srpska Akademia Nauk. Geological Institute. Belgrade. 1953. V. 32. № 5. P. 111–150 (in Serbian).

- Matović V., Čalić T.V.* Mesozoic carbonate rocks in Serbia used as dimension stone // *Bull. Engineering Geol. Environment*. 2016. V. 75. № 1. P. 1–12.
- Ohmert W.* Radiolarien faunen und Obergrenze der Amden Formation (Coniacium–Santonium) im Tolzer Helvetikum (Oberbayern) // *Zitteliana*. 2006. V. 46. P. 3–40.
- Pessagno E.A., Newport R.L.* A technique for extracting Radiolaria from radiolarian cherts // *Micropaleontol.* 1972. V. 18. № 2. P. 231–234.
- Robaszynski F., Caron M., González-Donoso J.-M., Wonders A.H., and European Working Group on Planktonic Foraminifera.* Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids // *Revue de Micropaléontologie*. 1984. V. 26. P. 145–305.
- Robaszynski F., Caron M.* Foraminifères planctoniques du Crétacé: commentaire de la zonation Europe Méditerranée // *Bulletin de la Société Géologique de France*. 1995. V. 166. P. 681–692.
- Soycan H., Hakyemez A.* The first calibration of radiolarian biochronology with Late Cretaceous (latest Coniacian–Santonian to early Campanian) planktonic foraminifera in the volcano-sedimentary sequences of the Eastern Pontides, NE Turkey // *Cretaceous Res.* 2018. V. 85. P. 319–348.
- Spezzaferri S., Spiegler D.* Fossil planktic foraminifera (an overview) // *Paläontol. Z.* 2005. V. 79. P. 149–166.
- Thurrow J.* Cretaceous radiolarians of the North Atlantic Ocean; ODP Leg 103 (sites 638, 640, and 641) and DSDP legs 93 (Site 603) and 47B (Site 398) // *Eds. Boilot G., Winterer E.L. Proc. Ocean Drilling Program. Sci. Res.* 1988. V. 103. P. 379–418.
- Vasić N., Gajić V., Rabrenović D., Milovanović D., Djerić N., Kostić M.* Pyroclastic rock in the Upper Cretaceous carbonaceous sediments from Struganik // *14th Geological Congress of Serbia and Montenegro. Novi Sad, 2005.* P. 113–114.
- Vishnevskaya V., Djerić N., Zakariadze G.S.* New data on Mesozoic radiolaria of Serbia and Bosnia, and implications for the age and evolution of oceanic volcanic rocks in the Central and Northern Balkans // *Lithos.* 2009. V. 108. № 1–4. P. 72–105.

Рецензенты В.С. Вишневецкая, М. Коштак

Stratigraphy and Microfauna (Radiolarians and Foraminifers) of the Upper Cretaceous (Upper Santonian–Lower Campanian) Carbonate Deposits of Struganik Village Region, Western Serbia

L. G. Bragina^{a,*}, N. Yu. Bragin^a, L. F. Kopaevich^b, N. Djerić^c, and N. Gerzina Spajić^c

^a*Geological Institute RAS, Moscow, Russia*

^b*Lomonosov Moscow State University, Geological Faculty, Moscow, Russia*

^c*Belgrade University, Faculty of Geology and Mining, Belgrade, Serbia*

*e-mail: l.g.bragina@mail.ru

Radiolarians and planktonic foraminifers were studied from group of sections of the Upper Cretaceous lithographic limestones in Struganik Village region (Western Serbia). The studied deposits were formed in the local basin that was surrounded by carbonate platform and was characterized by low-energy conditions of sedimentation. The deposits represent micritic limestones with intercalations of calcarenites and rudites. The section of Struganik limestones has small stratigraphic interval covering upper Santonian and lower Campanian and total thickness 120–150 m. Radiolarian zones *Crucella robusta* and *Afens perapediensis*, and foraminiferal zones (equivalent of *Dicarinella asymetrica* Zone and *Globotruncanita elevata* Zone) were traced.

Keywords: Santonian, Campanian, radiolarians, planktonic foraminifers, biostratigraphy, limestones, Struganik, Serbia