

УДК 563.14+551.763.31:477.75

## РАДИОЛЯРИИ СЕНОМАНА И ЗОНАЛЬНАЯ СТРАТИГРАФИЯ В РАЗРЕЗЕ ГОРЫ СЕЛЬ-БУХРА, РЕСПУБЛИКА КРЫМ

© 2023 г. Л. Г. Брагина<sup>1</sup>, \*, Н. Ю. Брагин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Геологический институт РАН, Москва, Россия

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

Поступила в редакцию 08.09.2022 г.

После доработки 12.10.2022 г.

Принята к публикации 23.10.2022 г.

Приведены новые данные по радиоляриям из разреза горы Сель-Бухра, расположенного в юго-западной части Крыма и являющегося стратотипом зоны *Pseudoaulophacus lenticulatus* (средний сеноман). За счет выявления 5 видов (*Patulibracchium davisii* Pessagno, *Triactoma micropora* Bragina, *Microsciadocapsa sutterensis* Pessagno, *Obeliscoites maximus* (Squinabol) и *Rotaforma mirabilis* Pessagno), ранее не встреченных в разрезах Крыма, дополнены сведения о таксономическом разнообразии сеноманских радиолярий Крыма. Приведено описание нижней части стратотипа зоны *Triactoma parva* (верхний сеноман) в разрезе южного склона горы Сель-Бухра, не опубликованной ранее. Установлено, что более 60% таксономического состава комплексов зон *P. lenticulatus* и *T. parva* представлено видами, распространенными в Тетической надобласти.

*Ключевые слова:* меловая система, зона, стратотип, микрофоссилии, Тетическая надобласть

DOI: 10.31857/S0869592X23040026, EDN: TNTJRB

### ВВЕДЕНИЕ

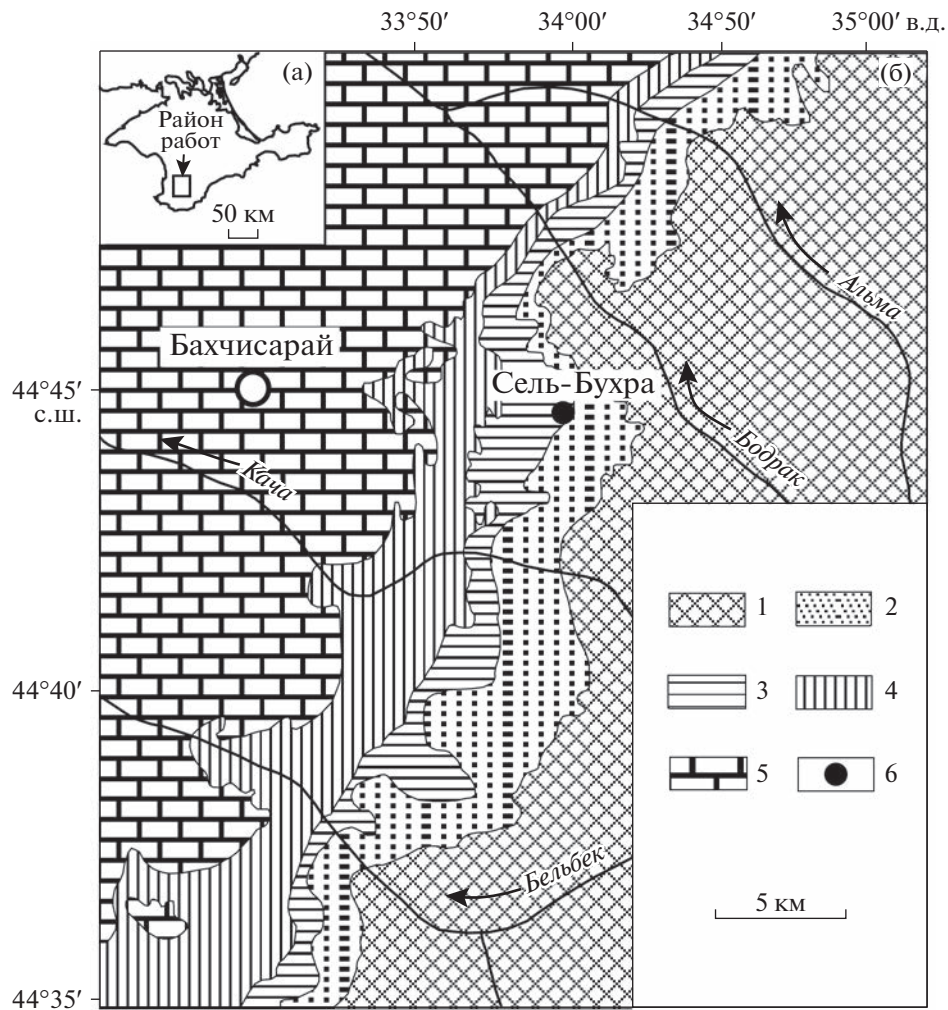
В 2016 г. была опубликована первая сверхдетальная схема по радиоляриям, основанная на изучении разрезов Тетис и южной части Северного Перитетиса (Брагина 2016а). Эта схема создана на основе анализа значительного палеонтологического материала, большая часть которого в настоящее время опубликована (Брагина, 2004; Брагина, 2011, 2014а, 2014б; Брагина и др., 2014а, 2014б, 2016; Брагина, Брагин, 2015; Bragina et al., 2019; Корчагин и др., 2012; Копаевич и др., 2015 и др.). Нижняя часть этой схемы (верхний альб–турон) основана на разрезах Горного Крыма. В настоящее время опубликованы описания стратотипов зон верхнего альба (Брагина, Брагин, 2020), нижнего и верхнего сеномана, а также турона (Брагина, 2018; Bragina, Bragin, 2020, 2021). Эти публикации сопровождаются значительным фотографическим материалом комплексов радиолярий, характеризующих эти зоны, и подробным анализом вертикального распространения видов радиолярий в стратотипах зон. Настоящая работа продолжает серию публикаций, посвященную детальному описанию стратотипов зон новой схемы; в ней рассматриваются зоны *Pseudoaulophacus lenticulatus* (средний сеноман) и *Triactoma parva* (верхний сеноман). Стратотипом зоны *P. lenticulatus* является разрез горы Сель-Бухра (северный и южный склоны). Стратотип зоны *Triactoma parva* (южный склон горы Сель-Бухра) установлен в объеме пач-

ки VI (Брагина, 2016а). Пачка VI делится на две подпачки: нижнюю (VI-1) и верхнюю (VI-2) (Алексеев, 1989; Найдин, Алексеев, 1980), разделенные перерывом. В монографии (Брагина, 2004) приводится описание разреза южного склона горы Сель-Бухра только с подпачки VI-2. В настоящей публикации, восполняющей этот пробел, приводится описание подпачки VI-1, в которой установлено основание зоны *Triactoma parva* и ее нижняя часть.

Разрезы верхнего мела Крыма детально расчленены по различным группам фоссилий. По фораминиферам для разрезов Крыма давно разработана зональная схема, которая постоянно совершенствуется и детализируется (Маслакова, 1977; Копаевич, 2010, 2011; Копаевич, Алексеев, 2019). Наличие детальной зональной схемы по фораминиферам представляет надежную основу для обоснования зональной шкалы по радиоляриям – группе, которая широко распространена в разрезах верхнего мела региона и в настоящее время активно используется в стратиграфии (Вишневецкая и др., 2006; Брагина, 2016а, 2018; Брагина, Брагин, 2020; Bragina, Bragin, 2020, 2021).

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В основу работы положены материалы, собранные на северном и южном склонах горы



**Рис. 1.** Местонахождение района работ в юго-западной части Горного Крыма (а) и схема его геологического строения (б). 1 – триас–юра; 2 – нижний мел; 3 – сеноман–коньяк; 4 – сантон–маастрихт; 5 – палеоген; 6 – изученный разрез.

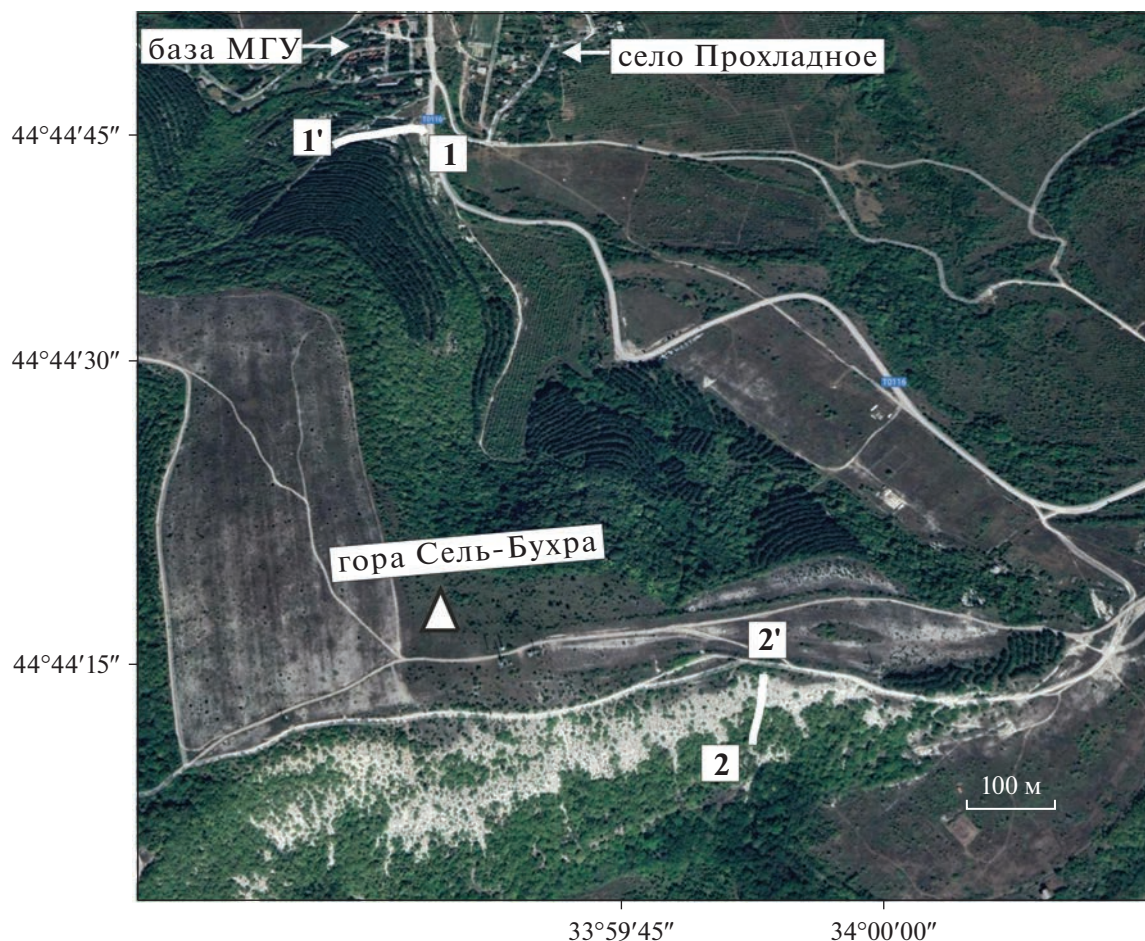
Сель-Бухра (Бахчисарайский район, юго-западная часть Горного Крыма). Отбор образцов производился с большой частотой, детальность отбора достигала 0.5 м.

Образцы глинистых известняков обрабатывали с помощью муравьиной кислоты, по стандартной методике (Pessagno, Newport, 1972). В полученных осадках из многочисленных образцов были отобраны скелеты радиолярий удовлетворительной сохранности. Выделенные микрофоссилии изучали и фотографировали на растровом сканирующем микроскопе Tescan 2300 в режимах BSE- и SE-детекторов. Радиолярии были изучены Л.Г. Брагиной. Диагностика радиолярий проводилась с учетом классификаций (Dumitrița, 1995; O'Dogherty et al., 2009).

Коллекция № 4870 хранится в Геологическом институте РАН, Москва.

## СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Наиболее полные верхнемеловые разрезы Юго-Западного Крыма находятся в районе учебной базы МГУ (село Прохладное Бахчисарайского района) (рис. 1, 2). Опорные для данного района разрезы (Найдин, Алексеев, 1980; Найдин и др., 1981) расположены на территории от села Трудолюбовка до села Верхоречье. В пределах этого района Л.Г. Брагиной и Н.Ю. Брагиными изучены разрезы северного склона горы Сель-Бухра (нижний и средний сеноман) и южного склона горы Сель-Бухра в стратиграфическом интервале средний сеноман–средний турон (рис. 3; наблюдения 1996, 2004, 2009, 2011, 2012 и 2013 гг.; Брагина, 1999, 2011; Bragina, 2004; Bragina, Bragin, 2020, 2021). В настоящей публикации впервые приведены фотоизображения радиолярий, выявленных в стратотипе зоны *Pseudoaulophacus lenticulatus* (табл. I–IV).



**Рис. 2.** Положение разрезов сеномана северного и южного склонов горы Сель-Бухра. 1–1' – разрез нижнего и среднего сеномана на северном склоне горы Сель-Бухра; 2–2' – разрез среднего и низов верхнего сеномана на южном склоне горы Сель-Бухра.

## СЕНОМАНСКИЕ РАДИОЛЯРИИ В РАЗРЕЗЕ ГОРЫ СЕЛЬ-БУХРА, КРЫМ

### *Разрез северного склона горы Сель-Бухра*

Один из изученных опорных разрезов верхнего мела Юго-Западного Крыма вскрывается на северном склоне горы Сель-Бухра, в 950 м северо-северо-западнее вершины горы (отм. 658.2 м), непосредственно рядом с базой МГУ (рис. 1, 2, 3) и охватывает стратиграфический интервал от нижнего (без самых низов) сеномана до среднего сеномана включительно. Здесь впервые были выделены и изучены радиоларии хорошей и средней сохранности (табл. I–IV). Координаты начала разреза  $44^{\circ}44'44.55''$  с.ш.,  $33^{\circ}59'26.56''$  в.д.; координаты конца разреза  $44^{\circ}44'43.20''$  с.ш.,  $33^{\circ}59'23.93''$  в.д. (использована всемирная геодезическая система WGS-84). Здесь снизу вверх обнажаются (рис. 3, сборы проб 1996, 2004, 2009 и 2013 гг.):

Пачка I (верхний альб)

1. Светло-серые мелкозернистые кварц-аркозовые песчаники с известковым цементом. Вверх

по разрезу они сменяются серыми алевритистыми мергелями. Мощность 3–4 м.

Пачки II и III (нижний сеноман), интервал-зона *Thalmaninella globotruncanoides* (фораминиферы).

2. Переслаивание известняков глинистых, светло-серых, толстоплитчатых и мергелей темно-серых и голубовато-серых, тонкоплитчатых, слабо алевритистых, с тонким рассеянным пиритом и отдельными пиритовыми стяжениями. Общая мощность пачек II и III 20 м.

В 0.5 м выше подошвы пачки II (обр. СБС-2) встречены радиоларии нижнего сеномана (*Bragina*, *Bragin*, 2020, 2021). Этот уровень соответствует основанию зоны *Patellula spica* (Брагина, 2016а).

В 3 м (обр. СБС-3) и в 5.5 м выше подошвы пачки II (обр. СБС-4) продолжают встречаться радиоларии зоны *P. spica*.

Пачка IV (верхи нижнего сеномана–средний сеноман)

Подпачка IV-1 (верхи нижнего сеномана)

3. Темно-серые глинистые известняки с прослоями серых известняков. Мощность 2 м.

Подпачка IV-2 (средний сеноман)

4. В основании слоя хард-граунд с редкой (до 2 см) галькой подстилающих известняков. Выше известняки желтовато-серые, глинистые, алевроитистые и мергели зеленовато-серые, слабо песчаные. Непосредственно выше хард-граунда (обр. СБС-7, СБС-8) встречены радиолярии среднего сеномана (рис. 3). Этот уровень соответствует основанию зоны *Pseudoaulophacus lenticulatus* (Брагина, 2016а). Мощность 2.7 м.

Пачка V (средний сеноман)

5. Известняки глинистые, светло-желтовато-серые, иногда темно-серые, с пятнами ожелезнения, неясноплитчатые, сильно биотурбированные, плотные, с частыми, повторяющимися через 0.5 м прослоями темно-серых и черных сильно известковистых глин тонкоплитчатых, интенсивно биотурбированных. Мощность 9.8 м.

#### Разрез южного склона горы Сель-Бухра

Изученный разрез отложений среднего сеномана—среднего турона находится на южном склоне горы Сель-Бухра, расположенном юго-восточнее опоры № 64 линии электропередачи Бахчисарай—пос. Научный (наблюдения 1996, 2004, 2009, 2011, 2012 гг.; рис. 3, 4). Из этого же разреза известны планктонные фораминиферы (Кобаевич, 2010, 2011; Кобаевич, Хотылев, 2014; Кобаевич, Алексеев, 2019). Описание разреза южного склона горы Сель-Бухра в (Брагина, 2004) начинается с низов подпачки IV-2. Ниже приводится описание части этого разреза, характеризующей средний сеноман (верхняя часть IV пачки и V пачка), а также нижней части верхнего сеномана (подпачка VI-I) (рис. 3). Координаты начала разреза  $44^{\circ}44'12.52''$  с.ш.,  $33^{\circ}59'52.38''$  в.д.; координаты конца разреза  $44^{\circ}44'15.13''$  с.ш.,  $33^{\circ}59'52.90''$  в.д.

Пачка IV (верхняя часть)

Подпачка IV-2 (средний сеноман), интервал-зона *Thalmaninella globotruncanoides* (планктонные фораминиферы)

1. Известняки глинистые, серые и желтовато-серые, с пятнами ожелезнения, с окисленными пиритовыми конкрециями, с прослоями глин известковистых зеленовато-серых, с редкими прослоями известняков зеленовато-серых и зеленовато-бурых. Видимая мощность 2.5 м.

В 2 м выше подошвы слоя 1 (обр. 11-2-2) встречены радиолярии среднего сеномана. Этот уро-

вень соответствует низам зоны *Pseudoaulophacus lenticulatus* (Брагина, 2016а).

Пачка V с аммонитами *Turrilites costatus* Lam. и планктонными фораминиферами *Thalmaninella deecke* (Franke) в верхней части пачки (Алексеев, 1989; Кобаевич, Хотылев, 2014).

2. Известняки глинистые, светло-желтовато-серые, иногда темно-серые, с пятнами ожелезнения, неясноплитчатые, плотные, сильно биотурбированные, с частыми повторяющимися через 0.5 м прослоями темно-серых и черных сильно известковистых глин тонкоплитчатых, интенсивно биотурбированных. Мощность 10.5 м.

В 2.5 м (обр. 11-2-6), 3 м (обр. 11-2-7) и 7.5 м (обр. 11-2-10) выше подошвы слоя 2 и в кровле слоя 2 (обр. 11-2-15) продолжают встречаться радиолярии зоны *P. lenticulatus*.

Пачка VI

Подпачка VI-1, низы, верхний сеноман

3. Известняки глинистые, светло-серые и белые, неясноплитчатые, в нижней части слоя — прослойки светло-зеленовато-серых известковистых глин. Видимая мощность 11 м.

В 0.5 м выше подошвы слоя 3 (обр. 11-2-16) встречены радиолярии верхнего сеномана. Этот уровень соответствует основанию зоны *Triactoma parva* (Брагина, 2016а).

В 1.5 м (обр. 11-2-17) и в 8.5 м (обр. 11-2-21) выше подошвы слоя 3 продолжают встречаться радиолярии зоны *T. parva*.

#### ЗОНЫ ПО РАДИОЛЯРИЯМ В РАЗРЕЗАХ СЕВЕРНОГО И ЮЖНОГО СКЛОНОВ ГОРЫ СЕЛЬ-БУХРЫ

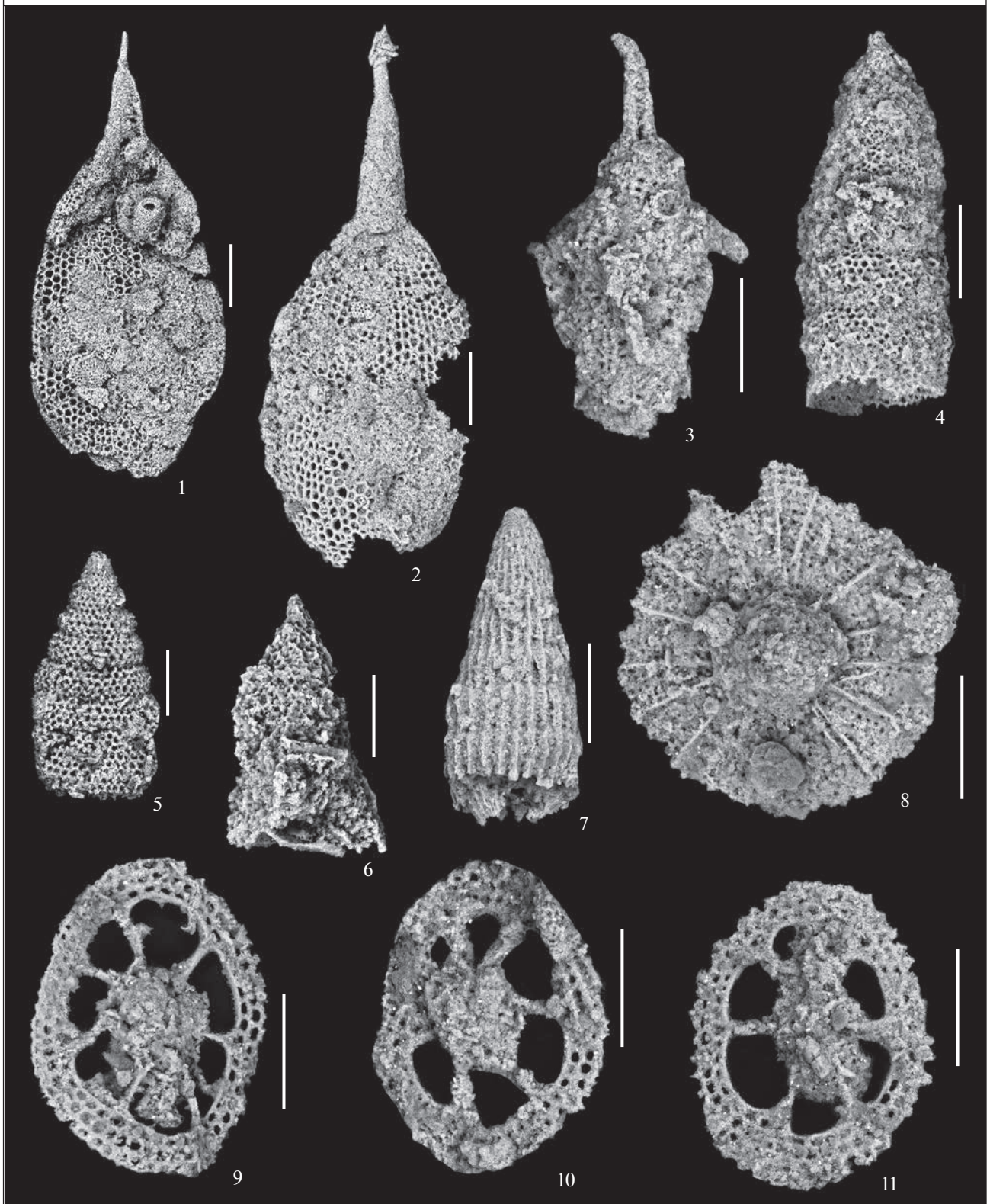
Детальные исследования разрезов горы Сель-Бухра и содержащихся в них комплексов радиолярий (рис. 3; табл. 1; табл. I—IV) позволили в разрезе северного склона Сель-Бухры установить основание зоны *Pseudoaulophacus lenticulatus* (верхняя часть пачки IV, подпачка IV-2 без низов). На южном склоне г. Сель-Бухра (рис. 3) прослеживаются как низы зоны *P. lenticulatus* (подпачка IV-2 без низов), так и ее верхняя часть (пачка V). Выше по разрезу, в 0.5 м выше самых низов пачки VI и до ее самых верхов установлена зона *Triactoma parva* (верхний сеноман; Брагина, 2016а).

**Зона *Pseudoaulophacus lenticulatus*** (средний сеноман; Брагина, 2016а). Объем зоны охватывает в стратотипическом разрезе г. Сель-Бухра подпачку IV-2 на северном склоне и подпачку IV-2 и

**Рис. 3.** Строение сеноманской части разрезов северного и южного склонов горы Сель-Бухра и положение находок радиолярий.

1 — черные сильно известковистые глины тонкоплитчатые; 2 — известняки глинистые; 3 — песчаные известняки; 4 — песчаники и пески; 5 — хард-граунд; 6 — уровни с радиоляриями и номера образцов.





**Таблица I.** Радиоларии среднего сеномана горы Сель-Бухра (юго-западная часть Горного Крыма).  
 1, 2 – *Obeliscoites maximus* (Squinabol); 3 – *Rhopalosyringium euganeum* (Squinabol); 4 – *Xitus* sp. cf. *X. spicularius* (Aliev);  
 5 – *Parvimitrella communis* (Squinabol); 6 – *Crolanium triangulare* (Aliev); 7 – *Dictyomitra montisserei* (Squinabol); 8 – *Microsciadiocapsa sutterensis* Pessagno; 9–11 – *Rotaforma mirabilis* Pessagno. Длина всех масштабных линеек 100 мкм. Фиг. 1, 3, 6, 10, происходят из обр. СБС-7, фиг. 4 – из обр. СБС-8 (разрез северного склона горы Сель-Бухра); фиг. 2, 9, 11, – из обр. 11-2-6, фиг. 4, 5, 7 – из обр. 11-2-7, фиг. 8 – из обр. 11-2-10 (разрез южного склона горы Сель-Бухра).



**Рис. 4.** Обнажение среднего сеномана на южном склоне г. Сельбухра.

(а) – общий вид разреза южного склона г. Сельбухра; (б) – деталь разреза, чередование известняков глинистых, светло-желтовато-серых с прослоями темно-серых и черных сильно известковистых глин тонкоплитчатых.

полностью пачку V на южном склоне. Зона охарактеризована таксономически разнообразным комплексом радиолярий. Нижняя граница зоны проводится по появлению вида-индекса, а также *Cavaspongia antelopensis* Pessagno и *Triactoma micropora* Bragina. В верхней части зоны отмечено первое появление *Novixitus costatus* Bragina. В комплексе, характеризующем зону, многочисленны виды *Triactoma cellulosa* Foreman и *Rotaforma mirabilis* Pessagno, а также роды *Patellula*, *Patulibracchium*, *Parvimitrella* и *Obeliscoites*. В верхней части зоны выявлены последние представители *Crolanium triangulare* (Aliev) и *Patellula spica* O'Dogherty, широко распространенных в разрезах Италии и Испании до верхов среднего сеномана (O'Dogherty, 1994).

В Горном Крыму (в междуречье Качи и Бодрака) подпачка IV-2 охарактеризована белемнитами *Neohibolites ultimus* (Orb.) и аммонитами *Mantelliceras dixoni* Spath, а пачка V — аммонитами *Turritites costatus* Lam. (Найдин, Алексеев, 1980; Алексеев, 1989; Gale et al., 1999). Зона *P. lenticulatus* отвечает верхней части зоны *Thalmaninella deecke* и нижней части зоны *Rotalipora cushmani*, выделенным по планктонным фораминиферам (Кобаевич, 2010, 2011; Кобаевич, Хотылев, 2014).

**Зона *Triactoma parva*** (верхний сеноман; Брагина, 2016a). Объем зоны охватывает полностью пачку VI в стратотипическом разрезе южного склона г. Сель-Бухра. Зона охарактеризована разнообразным комплексом радиолярий (Bragina, 2004). Нижняя граница зоны проводится по появлению вида-индекса, а также *Pseudoaulophacus praeflorensensis* Pessagno и *Pseudoaulophacus putahensis* Pessagno. В нижней части зоны отмечено первое присутствие вида *Crucella cachensis* Pessagno и исчезновение *Orbiculiforma railensis* Pessagno, *Rotaforma mirabilis* Pessagno и *Obeliscoites maximus* (Squinabol). В верхней части зоны впервые встречены *Archaeospongoprunum archaeobipartitum* Bragina, *A. triplum* Pessagno, *Cavaspongia robusta* Bragina, *Pseudodictyomitra nakasekoi* Taketani и *Pseudoeucyrtis tauricus* Bragina (Bragina, 2004; Брагина, 2016a). В верхней части зоны *T. parva* встречены последние представители видов *Novixitus subtilis* Bragina и *Obeliscoites perspicuus* (Squinabol).

В разрезе г. Сель-Бухра по планктонным фораминиферам подпачка VI-2 относится к верхней части зоны *Rotalipora cushmani* (низы верхнего сеномана), а подпачка VI-3 — к подзоне *Dicarinel-*

*la imbricata* (верхний сеноман) (Алексеев и др., 2007; Кобаевич, 2010, 2011).

## АНАЛИЗ КОМПЛЕКСОВ РАДИОЛЯРИЙ

В настоящей работе впервые приведены фотоизображения таксонов радиолярий, обнаруженных в стратотипе зоны *Pseudoaulophacus lenticulatus*. Первые данные по таксономическому разнообразию радиолярий среднего сеномана представлены в (Брагина, 2016b). В результате проведенного исследования на многих уровнях изученных разрезов было установлено присутствие радиолярий (табл. 1).

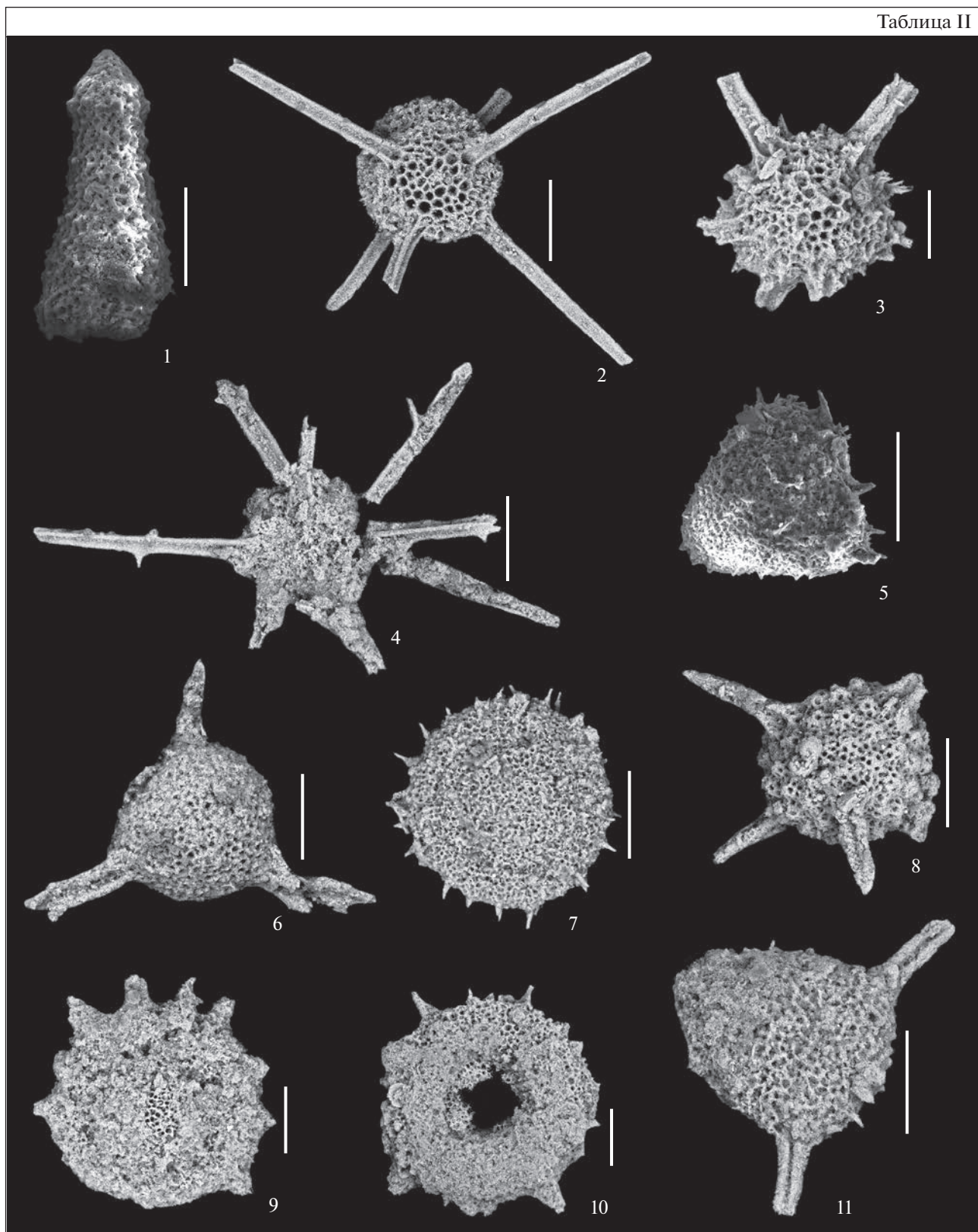
Комплекс, характеризующий зону ***Pseudoaulophacus lenticulatus*** (образцы СБС-7, СБС-8 с северного склона г. Сель-Бухра и 11-2-2, 11-2-6, 11-2-7, 11-2-10, 11-2-15 с южного склона), имеет удовлетворительную сохранность и представлен 36 таксонами, из которых 24 определены до вида (табл. I–IV). Некоторые виды комплекса известны в центральной части Горного Крыма с альба, в том числе *Acaeniotyle macrospina* (Squinabol), *Cavaspongia sphaerica* O'Dogherty, *Crucella messinae* Pessagno, *Orbiculiforma cachensis* Pessagno, *Quinquecapsularia* sp. cf. *Q. parvipora* (Squinabol), *Crolanium triangulare* (Aliev), *Parvimitrella communis* (Squinabol) и *Pogonisella* (?) *hirsutus* (Squinabol) (Брагина, Брагин, 2020; настоящая работа, табл. I, фиг. 5, 6; табл. II, фиг. 8, табл. III, фиг. 3, 6, 12). Часть видов, распространенных в разрезе Сель-Бухра в нижнем и верхнем сеномане (например, *Archaeosphaera? mellifera* O'Dogherty, *Archaeospongoprunum sphaericum* Bragina, *Dactyliodiscus lenticulatus* (Jud), *Patellula verteroensis* (Pessagno), *Praeconocaryomma lipmanae* Pessagno), а также *Obeliscoites speciosus* (Bragina), известный и в разрезах среднего сеномана Северной Турции, не были обнаружены в среднем сеномане из-за удовлетворительной сохранности изученного комплекса (Bragina, 2004). Новые виды *Vecus naidini* Bragina, *Vecus tauricus* Bragina, *Praeconocaryomma? bodrakensis* Bragina, *Diacanthocapsa bodrakense* Bragina, *Novixitus riedeli* Bragina и *Rhopalosyringium panovi* Bragina, описанные из нижнего сеномана разрезов г. Сель-Бухра и Бодракская стенка (Bragina, Bragin, 2020, 2021), не обнаружены в среднем сеномане—нижнем туроне разреза г. Сель-Бухра. Последнее может свиде-

**Таблица II.** Радиолярии среднего сеномана горы Сель-Бухра (юго-западная часть Горного Крыма).

1 — *Novixitus costatus* Bragina; 2 — *Staurosphaeretta grandipora* (Squinabol); 3 — *Pseudoacanthosphaera* sp. cf. *P. galeata* O'Dogherty; 4 — *Falsocromyodrimus mirabilis* (Squinabol); 5 — *Patellula spica* O'Dogherty; 6 — *Triactoma cellulosa* Foreman; 8 — *Acaeniotyle macrospina* (Squinabol); 7, 9, 10 — *Patellula cognata* O'Dogherty; 11 — *Triactoma* sp. cf. *T. micropora* Bragina. Длина масштабной линейки 200 мкм для фиг. 2, 4 и 100 мкм для фиг. 1, 3, 5–11. Фиг. 1 происходит из обр. 11-2-16, фиг. 2, 3, 7 — из обр. 11-2-15, фиг. 4 — из обр. 11-2-17, фиг. 6 — из обр. 11-2-6, фиг. 8 — из обр. 11-2-10 (разрез южного склона горы Сель-Бухра); фиг. 5, 9, 11 происходят из обр. СБС-7, фиг. 10 — из обр. СБС-8 (разрез северного склона горы Сель-Бухра).



Таблица II



**Таблица 1.** Распространение радиолярий в разрезе горы Сель-Бухра

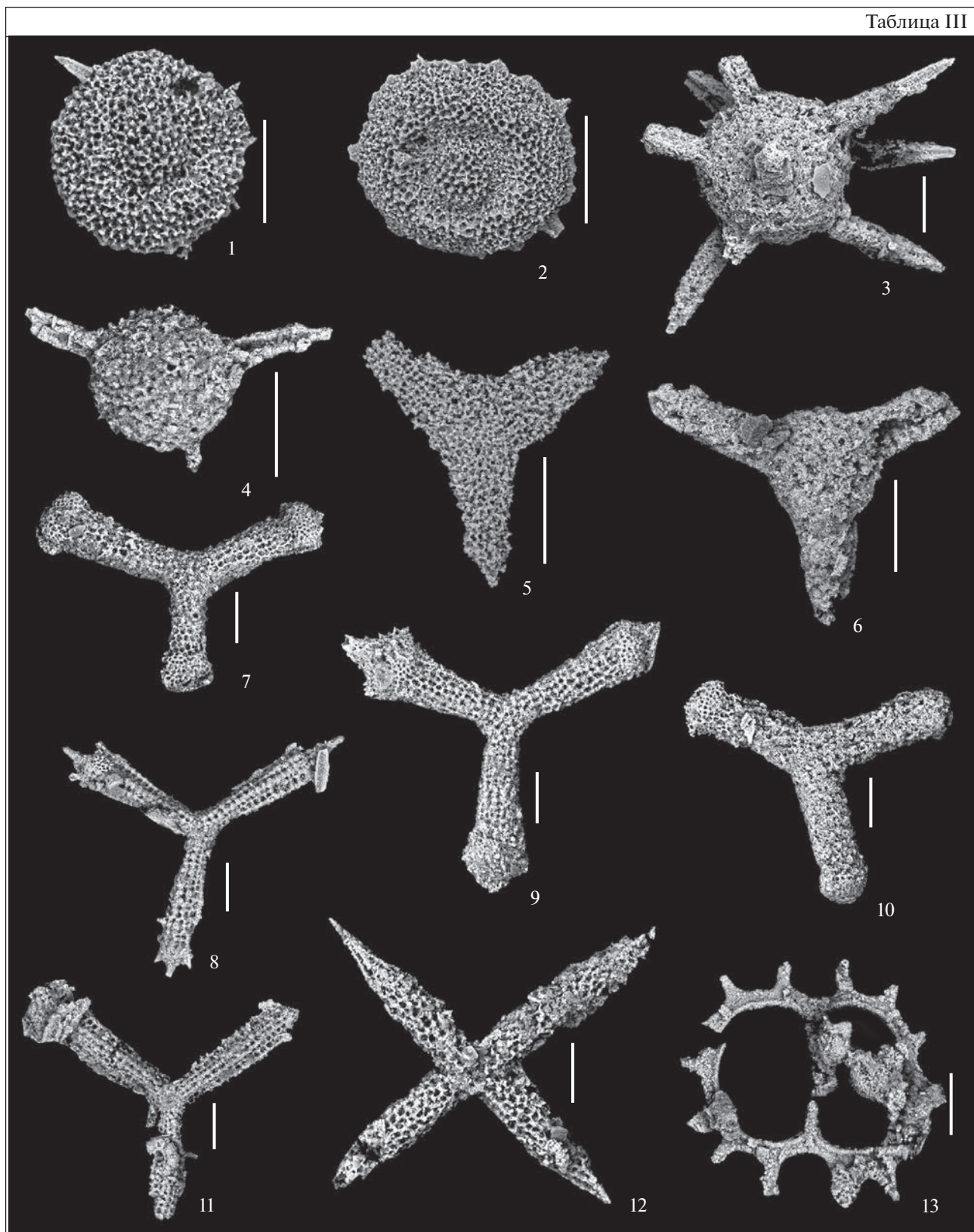
Виды радиолярий	Образцы с радиоляриями								
	СБС-7	СБС-8	11-2-6	11-2-7	11-2-10	11-2-15	11-2-16	11-2-17	11-2-21
<i>Acaeniotyle macrospina</i> (Squinabol)	Ч		Ч	Ч	Р	Р	Р	Р	Р
<i>Acanthocircus</i> sp. aff. <i>A. hueyi</i> (Pessagno)						Р			Р
<i>Cavaspongia antelopensis</i> Pessagno	Р				Р	Ч	Ч	Ч	Ч
<i>Cavaspongia</i> sp. cf. <i>C. contracta</i> Pessagno			Р	Р	Р	Ч			
<i>Cavaspongia sphaerica</i> O'Dogherty	Ч			Р		Р			
<i>Crucella messinae</i> Pessagno	Ч	Ч	Ч	Ч	Ч	Ч	О	О	О
<i>Falsocromyodrimus mirabilis</i> (Squinabol)			Ч			Ч			
<i>Orbiculiforma cachensis</i> Pessagno	Ч	Р		Р	Р	Р	Р	Р	Р
<i>Paronaella spica</i> Bragina	Ч		Р		О	О	О	О	О
<i>Patellula spica</i> O'Dogherty	Ч		Р		Р	Р			
<i>Patellula cognata</i> O'Dogherty	Ч	Ч	О		О	О			
<i>Patulibracchium davisii</i> Pessagno	Р		Ч		Ч	Ч			
<i>Patulibracchium</i> sp. cf. <i>P. davisii</i> Pessagno	Р			Ч	Ч				
<i>Patulibracchium</i> sp. cf. <i>P. teslaensis</i> Pessagno		Р	Ч			Ч			
<i>Pseudoacanthosphaera</i> sp. cf. <i>P. galeata</i> O'Dogherty	Ч		Р		Ч	Ч	Р		
<i>Pseudoaulophacus lenticulatus</i> (White)	Р		Ч		Ч	Ч	Ч	Ч	Ч
<i>Quinquecapsularia</i> sp. cf. <i>parvipora</i> (Squinabol)	Р		Р			Р			
<i>Staurosphaeretta grandipora</i> (Squinabol)	Р		Р	Р	Р	Р			
<i>Staurosphaeretta wisniowskii</i> (Squinabol)	Ч		Ч		Ч	Ч			
<i>Staurosphaeretta</i> sp. cf. <i>S. wisniowskii</i> (Squinabol)	Ч		Ч			Ч			
<i>Triactoma cellulosa</i> Foreman	Ч		Ч	Р	Ч	О			
<i>Triactoma fragilis</i> Bragina	Р			Ч		Ч			
<i>Triactoma</i> sp. aff. <i>T. fragilis</i> Bragina	Р		Р	Р		Р			
<i>Triactoma micropora</i> Bragina	Р		Ч			Р			
<i>Triactoma</i> sp. cf. <i>T. micropora</i> Bragina	Р	Р	О	Р	Р	Р			
<i>Crolanium triangulare</i> (Aliev)	Ч		Р	Р		Р			
<i>Dictyomitra montisserei</i> (Squinabol)	Ч	Р	Р	Р	Р	Р			
<i>Holocryptocanium</i> sp. cf. <i>H. barbui</i> Dumitrica	Ч				Ч	Ч			
<i>Novixitus costatus</i> Bragina						Р	Р	Р	Р
<i>Obeliscoites maximus</i> (Squinabol)	Ч		Ч		Ч	Р			
<i>Rhopalosyringium euganeum</i> (Squinabol)	Ч	Ч	Ч		Ч	Ч	Ч	О	Ч
<i>Rotaforma mirabilis</i> Pessagno	Ч		Ч		Ч	Р			
<i>Microsciadiocapsa sutterensis</i> Pessagno	Р		Р		Р	Р			
<i>Parvimitrella communis</i> (Squinabol)	Ч	Ч	О	Ч	Ч	О	О	О	О
<i>Xitus</i> sp. cf. <i>X. spicularius</i> (Aliev)	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р		Р
<i>Neosciadiocapsidae</i> gen. et spec. indet.	Р				Р				

Примечание. Р – редкие экземпляры, Ч – частые, О – обильные.

**Таблица III.** Радиолярии среднего сеномана горы Сель-Бухра (юго-западная часть Горного Крыма).

1, 2 – *Pseudoaulophacus lenticulatus* (White); 3 – *Quinquecapsularia* sp. cf. *Q. parvipora* (Squinabol); 4 – *Triactoma cellulosa* Foreman; 5 – *Cavaspongia* sp. cf. *C. contracta* Pessagno; 6 – *Cavaspongia sphaerica* O'Dogherty; 7 – *Patulibracchium* sp. cf. *P. davisii* Pessagno; 9 – *Patulibracchium davisii* Pessagno; 10 – *Patulibracchium* sp. cf. *P. teslaensis* Pessagno; 8, 11 – *Paronaella spica* Bragina; 12 – *Crucella messinae* Pessagno; 13 – *Acanthocircus* sp. aff. *A. hueyi* (Pessagno). Длина масштабной линейки 100 мкм. Фиг. 1, 3, 4, 12 происходят из обр. СБС-7, фиг. 6 – из обр. СБС-8 (разрез северного склона горы Сель-Бухра); фиг. 2, 5, 8 – из обр. 11-2-6, фиг. 7, 13 – из обр. 11-2-7, фиг. 9, 11 – из обр. 11-2-16, фиг. 10 – из обр. 11-2-15 (разрез южного склона горы Сель-Бухра).

Таблица III



тельствовать о том, что эти виды закончили существование в раннем сеномане.

В комплексе зоны *P. lenticulatus* присутствуют виды *Patellula cognata* O'Dogherty, *P. spica* O'Dogherty, *Triactoma cellulosa* Foreman и *Rhopalosyringium euganeum* (Squinabol), известные в юго-западной части Горного Крыма с нижнего сеномана (Bragina, Bragin, 2020, 2021; настоящая работа, табл. I, фиг. 3; табл. II, фиг. 5–7, 9, 10, табл. III, фиг. 4). Вышеперечисленные виды, а также *Cavaspongia antelopensis* Pessagno, *Paronaella spica* Bragina, *Patulibracchium davisii* Pessagno, *Pseudoaulophacus lenticulatus* (White), *Staurosphaeretta grandipora* (Squinabol), *S. wisniowskii* (Squinabol), *Triactoma fragilis* Bragina, *T. micropora* Bragina, *Dictyomitra montisserei* (Squinabol), *Novixitus costatus* Bragina, *Obeliscoites maximus* (Squinabol) и *Rotaforma mirabilis* Pessagno (табл. I, фиг. 1, 2, 9–11; табл. II, фиг. 1, 2; табл. III, фиг. 1, 2, 8, 9, 11; табл. IV, фиг. 5, 8, 9, 11, 16) характерны для Тетической надобласти (O'Dogherty, 1994; Bragina, 2004; Брагина, 2016в; Вак, 2011). Интересно отметить, что *R. mirabilis* в разрезах Италии и Испании встречается только в верхней части среднего сеномана (O'Dogherty, 1994). Виды *Patellula spica* O'Dogherty и *O. maximus* Pessagno характерны для зоны *Dactyliosphaera silvae* (нижний сеноман без низов–верхний сеноман без верхов) в разрезах Италии и Испании (O'Dogherty, 1994). Некоторые виды комплекса (*C. messinae* Pessagno, *P. davisii* Pessagno, *R. mirabilis* Pessagno) характерны для зоны *Rotaforma hessi* (средний сеноман) в разрезах Калифорнии (Pessagno, 1976). Вид *O. cachensis* Pessagno известен в разрезах Калифорнии в пределах всего сеномана (табл. IV, фиг. 1–4), а *Falsocromyodrimus mirabilis* (Squinabol) характерен для альба–нижнего турона Тетис и нижнего турона Горного Крыма (O'Dogherty, 1994; Bragina, 2004). Вид *Patulibracchium davisii* Pessagno в разрезах Калифорнии известен только в нижнем сеномане. Находки этого вида в пределах зоны *P. lenticulatus* расширяют его стратиграфическое и палеогеографическое распространение. Зона *Pseudoaulophacus lenticulatus* отчетливо прослеживается на Кавказе, в разрезе Келевудаг, где зона охарактеризована практически тем же комплексом радиолярий, что и в разрезе горы Сель-Бухра (Кобаевич и др., 2015).

Особенностью комплекса являются не встречающиеся в более древних отложениях таксоны, такие

как *Patulibracchium davisii* Pessagno, *Pseudoaulophacus lenticulatus* (White) и *Novixitus costatus* Bragina (последний известен в среднем сеномане Турции, а в Крыму встречается до нижнего турона включительно; Bragina, 2004).

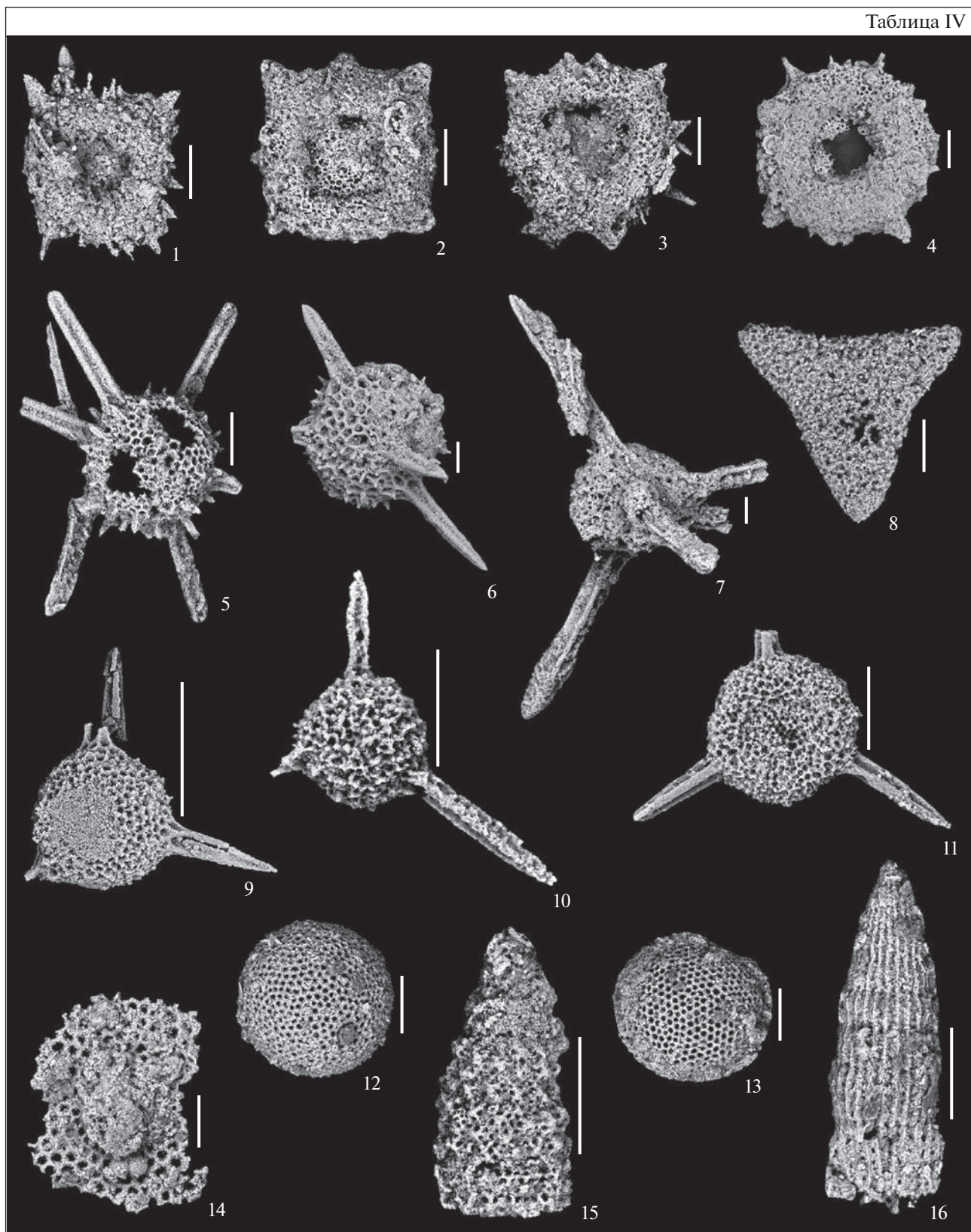
Комплекс зоны ***Triactoma parva*** (образцы 96-7, 96-16, 11-2-16, 11-2-17, 11-2-21; Брагина, 2016а) имеет удовлетворительную сохранность и включает 22 вида. Большая часть видов этого комплекса характерна для Тетической надобласти (Брагина, 2016в), например: *Acaeniotype diaphorogona* Foreman, *Archaeocenosphaera? mellifera* O'Dogherty, *Cavaspongia contracta* O'Dogherty, *Crucella cachensis* Pessagno, *C. messinae* Pessagno, *Dactyliosphaera lenticulatus* (Jud), *Paronaella solanoensis* Pessagno, *Patellula cognata* O'Dogherty, *P. verteroensis* (Pessagno), *Patulibracchium ingens* (Lipman), *Pseudoaulophacus lenticulatus* (White), *Pyramispongia glascoensis* Pessagno, *Triactoma parva* O'Dogherty, *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol), *Rhopalosyringium euganeum* (Squinabol) и *Xitus spicularius* (Aliev) (O'Dogherty, 1994; Вак, 2011; Брагина, Брагин, 2015; Брагина, 2016в и др.). Список таксонов комплекса и их фотоизображения опубликованы в монографии (Bragina, 2004, p. 344–348). Виды *A. diaphorogona* Foreman, *A.? mellifera* O'Dogherty, *P. cognata* O'Dogherty, *P. pseudomacrocephala* (Squinabol), *R. euganeum* (Squinabol) и *X. spicularius* (Aliev) ранее были известны в крымских разрезах из зон *Crolanium triangulare* (верхний альб) и *Patellula spica* (нижний сеноман) (Брагина, Брагин, 2020; Bragina, Bragin, 2020, 2021). Часть видов комплекса зоны *P. lenticulatus*, включая и вид-индекс, распространена также в зоне *T. parva* (Bragina, 2004; настоящая работа, табл. 1). В комплексе зоны *T. parva* отсутствуют виды, известные в зоне *P. lenticulatus*, такие как *Cavaspongia sphaerica* O'Dogherty, *Patulibracchium davisii* Pessagno, *Microsciadiocapsa sutterensis* Pessagno, *Crolanium triangulare* (Aliev) и *Patellula spica* O'Dogherty. Два последних вида в разрезах Италии и Испании встречаются только до верхов среднего сеномана (O'Dogherty, 1994). Особенностью комплекса зоны *T. parva* является то, что большая часть его видов характерна для Тетической надобласти (O'Dogherty, 1994; Вак, 2011; Брагина, Брагин, 2015).

В заключение следует отметить, что в Горном Крыму комплексы зон сеномана более чем на две

**Таблица IV.** Радиолярии среднего сеномана горы Сель-Бухра (юго-западная часть Горного Крыма).

1–4 – *Orbiculiforma cachensis* Pessagno; 5 – *Staurosphaeretta wisniowskii* (Squinabol); 6, 7 – *Staurosphaeretta* sp. cf. *S. wisniowskii* (Squinabol); 8 – *Cavaspongia antelopensis* Pessagno; 9 – *Triactoma fragilis* Bragina; 10 – *Triactoma* sp. aff. *T. fragilis* Bragina; 11 – *Triactoma micropora* Bragina; 12, 13 – *Holocryptocanium* sp. cf. *H. barbui* Dumitrica; 14 – *Neosciadiocapsidae* gen. et species indet; 15 – *Xitus* sp. cf. *X. spicularius* (Aliev); 16 – *Dictyomitra montisserei* (Squinabol). Длина масштабной линейки 200 мкм для фиг. 1, 2 и 100 мкм для фиг. 3–11. Фиг. 1, 3, 8, 11, 15 происходят из обр. СБС-7, фиг. 4 – из обр. СБС-8 (разрез северного склона горы Сель-Бухра); фиг. 2, 9 – из обр. 11-2-7, фиг. 5, 6, 16 – из обр. 11-2-6, фиг. 7, 12, 13 – из обр. 11-2-15, фиг. 10 – из обр. 11-2-17, фиг. 14 – из обр. 11-2-10 (разрез южного склона горы Сель-Бухра).

Таблица IV



трети состоят из видов, которые были широко распространены в Тетис. Последнее подтверждает сделанное Л.Г. Брагиной (2016в) предположение о том, что в сеномане территория Горного Крыма входила в состав Карпато-Кавказской области, т.е. принадлежала к окраине Тетической надобласти.

## ВЫВОДЫ

1. Изучение разрезов северного и южного склонов горы Сель-Бухра впервые позволило получить полное представление о таксономическом разнообразии среднесеноманского комплекса радиолярий из стратотипа зоны *Pseudoaulophacus lenticulatus*. Комплекс зоны включает 36 таксонов (24 вида и 12 таксонов в открытой номенклатуре). Анализ вертикального распространения видов радиолярий в стратотипическом разрезе позволил сделать заключение о практически неизменном комплексе, характеризующем зону с ее нижней части до самых верхов.

2. Большая часть видов зоны *P. lenticulatus* встречается и в зоне *T. parva*. Исключение составляют виды, которые характерны для зоны *T. parva*.

3. Комплекс радиолярий среднего сеномана почти на две трети состоит из видов, которые были широко распространены в Тетис, что подтверждает предположение о принадлежности территории Горного Крыма к Карпато-Кавказской области, т.е. к окраине Тетической надобласти.

**Благодарности.** Автор выражает признательность Л.Ф. Копаевич, В.С. Вишневецкой, М.А. Рогову и А.С.Алексееву за ценные советы и замечания, а также сотруднику ГИН РАН Н.В. Горьковой за помощь в фотографировании на СЭМ.

**Источники финансирования.** Исследования проведены в соответствии с планами научно-исследовательской работы ГИН РАН (тема № АААА-А21-121011590055-6).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев А.С.* Меловая система. Верхний отдел // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя. М.: Изд-во Московского ун-та, 1989. С. 123–157.
- Алексеев А.С., Копаевич Л.Ф., Никишин А.М.* Пограничные сеноман-туронские отложения Юго-Западного Крыма. Статья 1. Стратиграфия // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2007. Т. 82. Вып. 3. С. 3–29.
- Брагина Л.Г.* Радиолярии сеномана и турона Горного Крыма // Бюлл. МОИП. 1999. Т. 74. Вып. 3. С. 43–50.
- Брагина Л.Г.* Уточнение возраста аноксигенного горизонта рубежа сеномана и турона в разрезе горы Сель-Бухра (Горный Крым, Украина): радиоляриевый анализ // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2011. Т. 19. № 5. С. 1–11.
- Брагина Л.Г.* Новые виды радиолярий из разрезов верхнего мела Горного Крыма (Украина) // Палеонтол. журн. 2014а. № 1. С. 9–19.
- Брагина Л.Г.* Новые виды радиолярий отряда Nassellaria из коньяка-сантона формации Перапеди (Южный Кипр) // Палеонтол. журн. 2014б. № 2. С. 3–10.
- Брагина Л.Г.* Зональная схема меловых (альб-сантонских) отложений тетических районов Евразии по радиоляриям // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016а. Т. 24. № 2. С. 41–66.
- Брагина Л.Г.* Радиолярии альба-сантона Евразии: зональная стратиграфия, этапы развития и палеобиогеография. Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. М.: ГИН РАН, 2016б. 375 с.
- Брагина Л.Г.* Палеобиогеография по радиоляриям в позднем альбе-сантоне // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016в. Т. 24. № 6. С. 49–76.
- Брагина Л.Г.* Туронские радиолярии в разрезе горы Ак, Крым // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2018. Т. 26. № 1. С. 67–84.
- Брагина Л.Г., Брагин Н.Ю.* Новые данные по радиоляриям альба-коньяка разреза Келевудаг (Северо-Восточный Азербайджан) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2015. Т. 23. № 1. С. 48–59.
- Брагина Л.Г., Брагин Н.Ю.* Радиолярии и стратиграфия верхнего альба в окрестностях Симферополя, Республика Крым // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2020. Т. 28. № 4. С. 111–124.
- 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. 2014а. Т. 22. № 2. С. 90–107.
- Брагина Л.Г., Беньямовский В.Н., Копаевич Л.Ф.* Радиолярии, планктонные фораминиферы и стратиграфия турона-нижнего коньяка разреза Биюк-Карасу (Крым) // Вестник МГУ. Сер. геол. 2014б. № 3. С. 3–14.
- Брагина Л.Г., Беньямовский В.Н., Копаевич Л.Ф.* Радиолярии, фораминиферы и биостратиграфическое расчленение коньяка-кампа разреза Алан-Кыр, Горный Крым // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24. № 1. С. 44–63.
- Вишневецкая В.С., Горбачик Т.Н., Копаевич Л.Ф., Брагина Л.Г.* Развитие фораминифер и радиолярий на критических рубежах альба-сеномана и сеномана-турона (Северный Перитетис) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2006. Т. 14. № 5. С. 42–63.
- Копаевич Л.Ф.* Зональная схема для верхнемеловых отложений Крымско-Кавказского региона по глоботрунканидам (планктонные фораминиферы) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2010. Т. 85. Вып. 5. С. 40–52.
- Копаевич Л.Ф.* Планктонные фораминиферы позднего мела Восточно-Европейской платформы и ее южного обрамления: зональная биостратиграфия, смена на главных рубежах, палеоокеанологические реконструкции. Автореф. ... докт. геол.-мин. наук. М.: МГУ, 2011.
- Копаевич Л.Ф., Алексеев А.С.* Нина Ивановна Маслакова и развитие зональной шкалы верхнего мела юга Европы по планктонным фораминиферам // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2014. Т. 94. Вып. 4. С. 3–13.
- Копаевич Л.Ф., Хотылев А.О.* Стратиграфическое положение меловых вулканитов в Крыму и на Северном

- Кавказе // Вестник МГУ. Сер. геол. 2014. Т. 69. № 6. С. 433–444.
- Конаевич Л.Ф., Бенямовский В.Н., Брагина Л.Г.* Фораминиферы и радиоларии из верхнего альба–турона разреза Келевудаг, Северо-Восточный Азербайджан // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2015. Т. 23. № 6. С. 28–47.
- Корчагин О.А., Брагина Л.Г., Брагин Н.Ю.* Планктонные фораминиферы и радиоларии сантонских отложений горы Ак-Кая, Горный Крым, Украина // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2012. Т. 20. № 1. С. 1–25.
- Маслакова Н.И.* Зональная схема верхнего мела юга СССР по глоботрунканидам и методы ее разработки // Вопр. микропалеонтологии. 1977. Вып. 19. С. 77–98.
- Найдин Д.П., Алексеев А.С.* Разрез отложений сеноманского яруса между речья Качи и Бодрака (Крым) // Изв. вузов. Геол. и разведка. 1980. № 4. С. 11–25.
- Найдин Д.П., Алексеев А.С., Конаевич Л.Ф.* Фауна туронских отложений между речья Качи и Бодрака (Крым) и граница сеноман–турон // Эволюция организмов и биостратиграфия середины мелового периода. Владивосток: ДВНЦ Биолого-почвенный ин-т, 1981. С. 22–40.
- Bak M.* Tethyan radiolarians at the Cenomanian–Turonian Anoxic Event from the Apennines (Umbria–Marche) and the Outer Carpathians: palaeoecological and palaeoenvironmental implications // Methods and applications in micropalaeontology. Part II. Ed. Tyszka J. *Studia Geologica Polonica*. 2011. V. 134. P. 1–279.
- Bragina L.G.* Cenomanian–Turonian radiolarians of Northern Turkey and the Crimean Mountains // *Paleontol. J.* 2004. V. 38. Suppl. 4. P. 325–456.
- Bragina L., Bragin N.* Radiolaria from the lower Cenomanian (Upper Cretaceous) of Crimea. Part 1. Spumellaria // *Rev. Micropaléontol.* 2020. InterRad XV. V. 67. Spec. Iss. <https://doi.org/10.1016/j.revmic.2020.100425>
- Bragina L., Bragin N.* Radiolaria from the lower Cenomanian (Upper Cretaceous) of Crimea. Part 2. Nassellaria // *Rev. Micropaléontol.* 2021. V. 71. <https://doi.org/10.1016/j.revmic.2021.100482>
- Dumitriča P.* Systematic framework of Jurassic and Cretaceous Radiolaria // Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, Systematics, Biochronology. Eds. Baumgartner P., O’Dogherty L., Gorican S. *Mém. Géol. Lausanne*. 1995. № 23. P. 19–35.
- Gale A.S., Hancock J.M., Kennedy W.J.* Biostratigraphical and sequence correlation of the Cenomanian successions in Mangyshlak (W. Kazakhstan) and Crimea (Ukraine) with those in southern England // *Bellutin de l’institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Science de la Terre*, 69. Supplement A. 1999. P. 67–86.
- O’Dogherty L.* Biochronology and paleontology of Mid-Cretaceous radiolarians from Northern Apennines (Italy) and Betic Cordillera (Spain) // *Mém. Géol. Lausanne*. 1994. № 21. P. 1–413.
- O’Dogherty L., Carter E., Dumitrica P., Gorican Š., De Wever P., Bandini A.N., Baumgartner P., Matsuoka A.* Catalogue of Mesozoic radiolarian genera. Part 2: Jurassic–Cretaceous // *Geodiversitas*. 2009. V. 31. № 2. P. 271–356.
- Pessagno E.A., Jr.* Radiolarian zonation and stratigraphy of Upper Cretaceous portion of the Great Valley Sequence // *Micropaleontology*. 1976. Spec. Publ. № 2. P. 1–96.
- Pessagno E.A., Newport R.L.* A technique for extracting Radiolaria from radiolarian cherts // *Micropaleontology*. 1972. V. 18. № 2. P. 231–234.

*Рецензенты В.С. Вишневецкая,  
Л.Ф. Конаевич, М.А. Рогов*

## Cenomanian Radiolarians and Stratigraphy of the Sel’-Bukhra Section, Republic of Crimea

L. G. Bragina<sup>a, #</sup> and N. Yu. Bragin<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>#</sup> *e-mail: l.g.bragina@mail.ru*

New radiolarian data from the type section of the middle Cenomanian Pseudoaulophacus lenticulatus Zone located on the northern and southern slopes of the Sel’-Bukhra Mountain section (southwestern Crimea) are reported. The Pseudoaulophacus lenticulatus Zone radiolarians have been studied and analyzed in this section for the first time. Five species previously unknown in this region have been found here. Lithology of the lower part of the upper Cenomanian Triactoma parva Zone from the southern slope of the Sel’-Bukhra Mountain section is reported. Both Pseudoaulophacus lenticulatus and Triactoma parva Zones have more than 60% species distributed in the Tethyan Superrealm.

*Keywords:* Cretaceous system, zone, stratotype, microfossils, Tethyan Superrealm