

# СТРАТИГРАФИЯ И ЛИТОЛОГИЯ

УДК 551.781.43 : 561.251 (470.1)

## **БАРТОНСКИЙ ЯРУС СРЕДНЕГО ЭОЦЕНА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ. СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ И КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНИЦ СТАТЬЯ 2. ДЕТАЛЬНАЯ ЗОНАЛЬНАЯ СТРАТИГРАФИЯ ЛЮТЕТСКО-БАРТОНСКОГО ИНТЕРВАЛА ПО НАННОПЛАНКТОНУ И ПАЛЕОМАГНИТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗОВ ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

© 2019 г. В.А. Мусатов, А.Б. Богачкин

АО «Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики»

DOI: 10.24411/1997-8316-2019-19901

*Аннотация:* рассмотрена детальная зональная стратиграфия по наннофоссилиям среднеэоценовых отложений в разрезах р. Хеу и р. Белая (Предкавказье), уточнен возраст выделяемых палеомагнитных хронов лютетско-бартоновского интервала изученных разрезов, возраст так называемого среднеэоценового климатического оптимума МЕСО (Middle Eocene Climatic Optimum), который соответствует уровню появления *Dictyococcites bisectus* и началу зоны CNE15 (по шкале Agnini et al., 2014). В лютетско-бартоновском интервале выделен ряд трансгрессивно-регрессивных циклов, соответствующих максимумам и минимумам потепления и похолодания. Предлагается в качестве уровня нижней границы бартоновского яруса принять уровень ~43,3 млн л., что соответствует подошве кумской свиты юга России, по наннопланктону отвечает уровню появления в комплексе многочисленных *Discoaster bifax*. На графике изотопов кислорода (Zachos et al., 2001, 2008) эта граница соответствует началу значительного потепления и крупному трансгрессивному этапу эпиконтинентальных морских бассейнов.

*Ключевые слова:* наннопланктон, зональные шкалы, лютетский, бартоновский, ярус, граница, кумская свита, черкесская свита, МЕСО.

Мусатов Владимир Александрович e-mail: dr.musatov@yandex.ru

## **BARTONIAN STAGE OF THE MIDDLE EOCENE WITHIN EUROPEAN PART OF RUSSIA. STRATIGRAPHIC INTERVAL AND BOUNDARY DETERMINATION CRITERIA**

### **ARTICLE 2. DETAILED ZONAL STRATIGRAPHY OF THE LUTETIAN-BARTON INTERVAL ON NANNOPLANKTON AND PALEOMAGNETIC CHARACTERISTICS OF CAUCASUS SECTIONS**

V. A. Musatov, A. B. Bogachkin

JSC "Lower-Volga Research Institute of Geology and Geophysics"

*Abstract:* A detailed zonal stratigraphy by nanofossils of the Middle Eocene deposits in the sections of the Kheu and Belaya rivers (Ciscaucasia) is considered and the age of the distinguished

chrones of the Lutetian-Barton interval of the studied sections is specified. The age of the so-called Middle Eocene climatic optimum (MECO), which corresponds to the level of occurrence of *Dictyococcites bisectus* and the beginning of the CNE15 zone (according to the scale of Agnini et al., 2014), is specified. In the Lutetian-Barton interval, a number of transgressive-regressive cycles were identified that correspond to the maxima and minima of warming and cooling. It is proposed that the level of the lower boundary of the Bartonian stage be taken to be ~43.3 Ma, which corresponds to the bottom of the Kuma Formation in southern Russia. According to nannoplankton it corresponds to the level of the appearance of numerous *Discoaster bifax* in the complex. On the graph of oxygen isotopes (Zachos et al., 2001, 2008), this boundary corresponds to the beginning of significant warming and the large transgressive stage of the epicontinental sea basins.

**Key Words:** nannoplankton, zonal stratigraphic scales, Lutetian, Bartonian, stage, border, Kuma Formation, Cherkessk Formation, MECO.

### Постановка проблемы

Разрезы среднего эоцена Предкавказья, в частности по р. Хеу и р. Белой (рис. 1), в первую очередь привлекательны тем, что выделяемые стратиграфические подразделения представлены карбонатными отложениями — известняками, мергелями и карбонатными глинами, благоприятными для изучения палеонтологических групп с карбонатным скелетом, особенно фораминифер и наннопланктона, кроме того присутствует группа органикостенного фитопланктона — динофлагелляты, которая является связующим звеном при корреляции южных карбонатных разрезов с одновозрастными отложениями, представленными, преимущественно, терригенными породами, широко развитыми в более северных районах Русской платформы и в северном Прикаспии.

Зональное деление лютетско-бартонского интервала по фораминиферам разрабатывалось с 30–50-х годов прошлого столетия [1, 5, 6, 7, 11, 12, 17, 18, 19] и в настоящее время широко применяется. Зональная шкала по фораминиферам была несколько детализирована В.Н. Беньямовским [3, 22, 23]. Наннопланктон из указанных разрезов изучался А.С. Андреевой-Григорович [2], И.П. Табачниковой [6], Н.Г. Музылевым [9, 11, 13, 31], Е.А. Щербининой [31], ис-

следования проводились с применением зональных шкал Мартини (1971) или Окада и Бакри (1980). Как показано в работах [14, 15], данные шкалы для зонального деления лютетско-бартонского интервала не могут быть использованы по ряду объективных причин. Соответственно, исходя из современных требований, выделенные палеомагнитные хроны в указанных разрезах [4] требуют более детального палеонтологического обоснования для непротиворечивого сопоставления с общей шкалой.

Таким образом, вопрос о зональном делении по наннопланктону разрезов лютетско-бартонского интервала южных регионов с карбонатным типом осадконакопления и преимущественно терригенных разрезов Русской платформы, а также определение границы лютетского и бартонского ярусов, как и определение критериев для выбора глобальной точки стратотипа данной границы (GSSP), остается открытым до настоящего времени. В общей шкале палеогена в качестве уровня для проведения нижней границы бартонского яруса условно принята верхняя граница магнитохрона C19n [33], без какого-либо палеонтологического обоснования.

В данной работе предпринята попытка изучения наннопланктонных комплексов

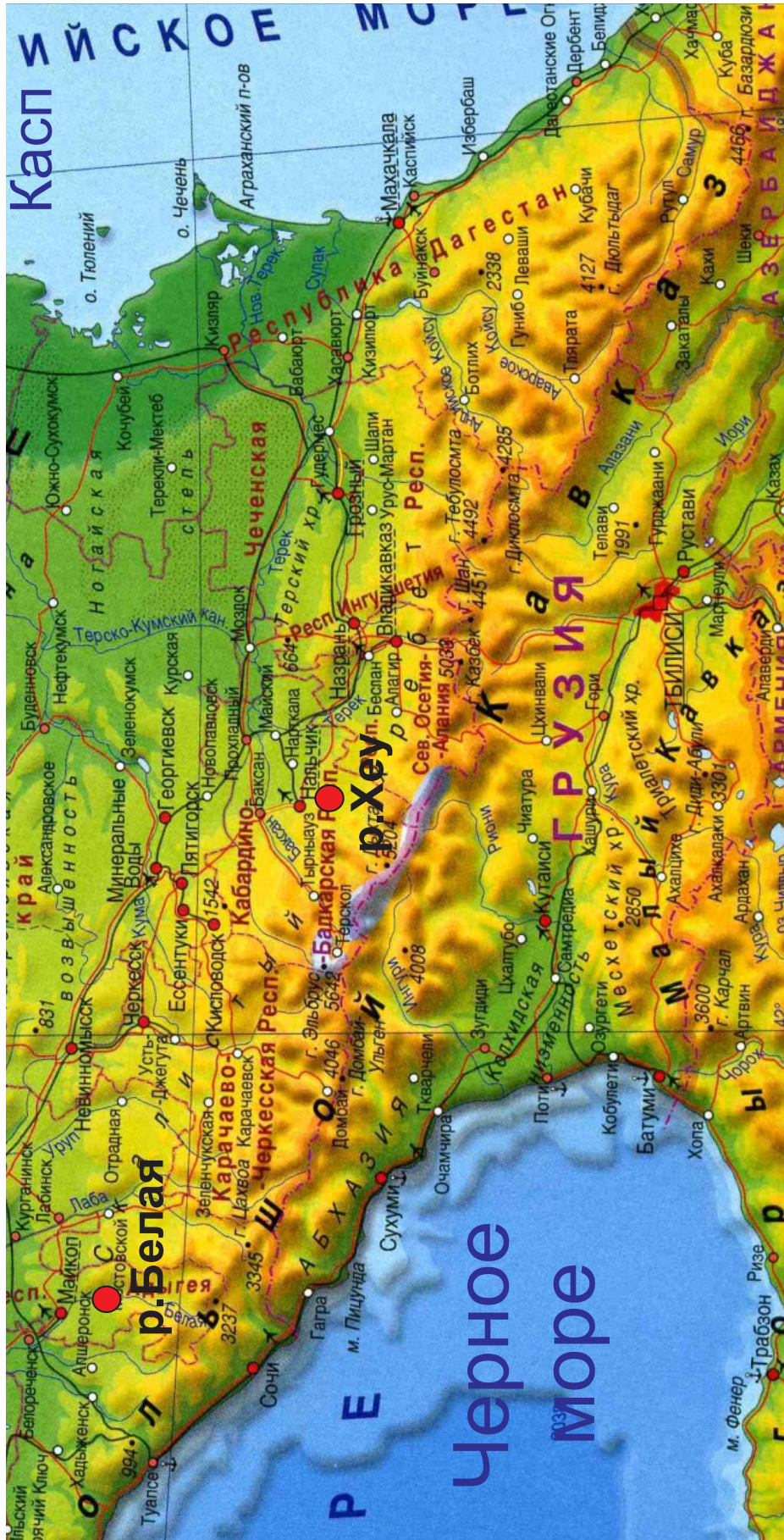


Рис.1. Обзорная карта расположения изученных разрезов на р.Хеу и р.Белая

и обоснование возраста выделенных палеомагнитных хронов в разрезах среднего эоцена по р.Хеу и р.Белой, а также сопоставление полученных результатов с имеющимися данными по геохимии. Основная цель работы — выявление стратиграфически важных биотических и абиотических событий, которые могут послужить в качестве дополнительных и непротиворечивых критериев для нахождения и обоснования уровней — потенциальных кандидатов для определения точки глобального стратотипа (GSSP) для нижней границы бартонского яруса.

Лютетско-бартонский интервал в изученных разрезах представлен однотипными породами — мергелями и кокколитовыми мягкими известняками, в той или иной степени глинистыми, с прослоями известковистых глин, что благоприятно для изучения наннофоссилий.

### Описание разрезов

Разрезы Предкавказья описаны многими исследователями [1, 3, 4, 10, 12, 13, 17, 18], но, как это ни странно, до настоящего времени нет их детальных послойных описаний с применением более тонких инструментов, таких как описание шлифов, выделение микрофаций, карбонатометрии, изотопии, кроме того отсутствует и общепринятое стратиграфическое деление среднеэоценовых отложений. Имеются лишь отдельные работы по разрезу р.Хеу, в которых дано распределение  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{C}_{\text{орг}}$  [31]. Эти данные свидетельствуют о достаточно сложном строении среднеэоценовых стратонов.

В связи с тем, что в разные годы разными исследователями в данном разрезе выделялись различные стратиграфические подразделения и отсутствует устоявшаяся, общепринятая точка зрения как на выделение тех или иных свит, так и на их объем, нами принимается условное

его деление на верхнюю часть черкесской свиты и кумскую свиту. Выделение куберлинской и керестинской свит в разрезах Предкавказья считаем неправомочным и невозможным, так как они были выделены в разрезах Южных Ергеней, литологически представлены совершенно другими породами и стратиграфически отвечают незначительной части черкесской свиты (куберлинская свита) и нижней части кумской свиты (керестинская свита) [14].

### Разрез по реке Хеу

Описание и изучение разреза проведено по полевым наблюдениям авторов настоящей работы, кроме того использовались результаты исследования коллекций образцов и полевые описания Э.А. Молоствовского, Н.Г. Музылева и В.Н. Беньямовского (рис. 2).

#### Нижняя часть черкесской свиты

1. Разрез нижней части черкесской свиты, относимой к ипрскому ярусу раннего эоцена, заканчивается пачкой зеленоватых мергелей с восемью прослоями так называемых сапропелевых глин, коричневатых-серых, насыщенных органическим веществом, мощностью 0,1–0,7 м. По наннопланктону данная часть разреза отвечает зоне CNE7.

#### Верхняя часть черкесской свиты

2. Лютетская, верхняя часть черкесской свиты представлена пачкой светло-зеленоватых мергелей, плотных, однородных. Нижняя граница условно проведена по кровле 8-го сапропелевого прослоя. Мощность около 7–8 м. По наннопланктону отвечает зонам CNE8, CNE9.

3. Пачка ритмичного переслаивания более плотных мергелей зеленоватых-серых и более мягких прослоев аналогичных мергелей. Встречаются редкие прослои пепловых бентонитовых глин. Мощность около 7–8 м. По наннопланктону отвечает зоне CNE10.

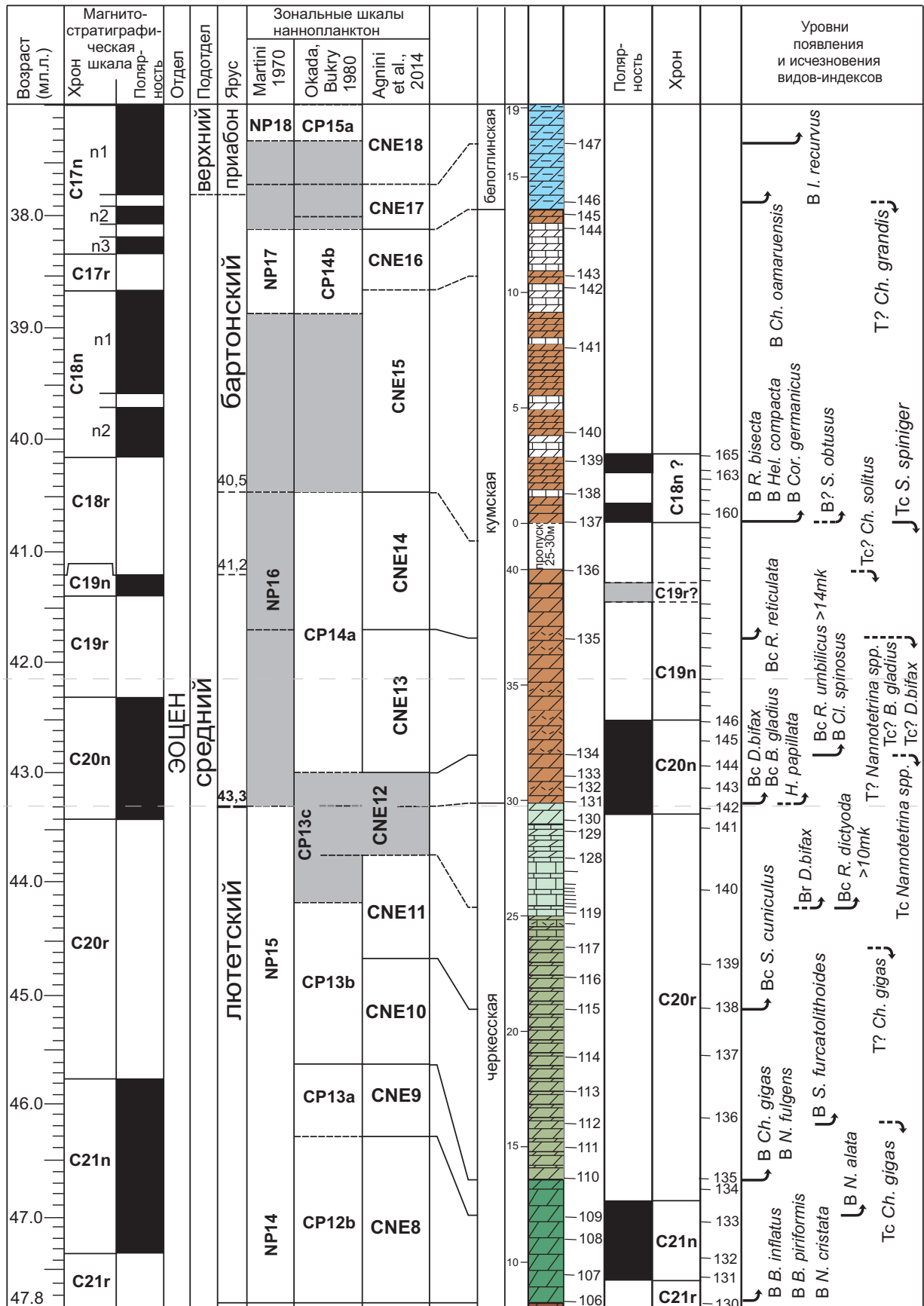


Рис.2. Зональное деление по наннопланктону и палеомагнитная характеристика лютетско-бартонского интервала разреза по р.Хеу

4. Пачка более тонкоритмичного переслаивания зеленовато-серых мергелей, известняков и карбонатных глин. Мощность около 3–4 м. По наннопланктону отвечает зоне CNE11.

5. Пачка переслаивания более темных мергелей и белых известняков. Мощность около 2–3 м.

6. Пачка переслаивания белых известняков и светло-серых мягких мергелей. Мощность около 2 м.

Слои 5, 6 отнесены к нижней подзоне CNE12.

### Кумская свита

На данный момент свита условно разделена на три части.

7. Пачка переслаивания светло- и темно-коричневых мергелей с редкими прослоями пепловых бентонитовых глин. В породе наблюдается значительное содержание аморфного органического вещества. Мощность около 6–7 м. По наннопланктону отвечает верхней части зоны CNE2 и зоне CNE13.

8. Пачка переслаивания темно-коричневых мергелей с многочисленными прослоями пепловых бентонитовых глин. Видимая мощность около 3 м. По наннопланктону отвечает зоне CNE14.

Пропуск в отборе образцов около 20–25 м.

9. Пачка мергелей темно-коричневых, алевролитистых, более плотных, в отдельных прослоях слабопесчанистых, с прослоями светлых зеленовато-серых или белых мергелей с коричневыми пятнами. Мощность около 12–15 м. По наннопланктону отвечает зонам CNE15 и CNE16(?).

Верхняя граница свиты проводится по последнему коричневому прослою. Общая мощность свиты около 45–50 м.

10. Коричневые мергели кумской свиты сменяются пачкой зеленовато-светло-серых мергелей белоглинской свиты верхнего эоцена. В основании пачки появляется ком-

плекс наннопланктона, сопоставляемый с зоной CNE17, выше, около 5 м, в комплексе встречен вид-индекс *Isthmolithus recurvus*, позволяющий сопоставить выше лежащие породы с зоной CNE18.

### Разрез по реке Белой

Данный разрез описан в ряде работ [1, 10, 12, 16, 42]. Автором статьи отобраны образцы с целью изучения наннопланктона от основания палеогена до майкопа включительно. Образцы изучались из двух коллекций — авторской и предоставленной С. В. Поповым (рис. 3).

Выше углового несогласия, отделяющего отложения нижней части черкесской свиты ипрского яруса от лютетских, начинается разрез среднего эоцена.

### Верхняя часть черкесской свиты

1. Алевролиты глинистые, известковистые, грязно-зеленые. Мощность около 1–2 м. По наннопланктону соответствуют зоне CNE10.

2. Алевролиты слоя 1 вверх по разрезу быстро становятся более глинистыми и переходят в глину песчанистую, известковистую. Мощность около 14 м. По наннопланктону соответствуют зоне CNE11.

3. Мергели песчанистые, прослоями алевролитистые, зеленовато-серые, вверх по разрезу становятся все более плотными и ярко-зелеными, бирюзовыми. Мощность около 6–7 м. По наннопланктону условно отнесены к нижней части зоны CNE12.

### Кумская свита

Без каких-либо следов перерыва зеленые мергели верхов черкесской свиты с резким переходом перекрываются коричневыми мергелями кумской свиты. Разрез может быть условно разделен на четыре части.

4. Пачка переслаивания мергелей тонкослоистых, коричневых с массой чешуи, фрагментами скелетов рыб и более светлых

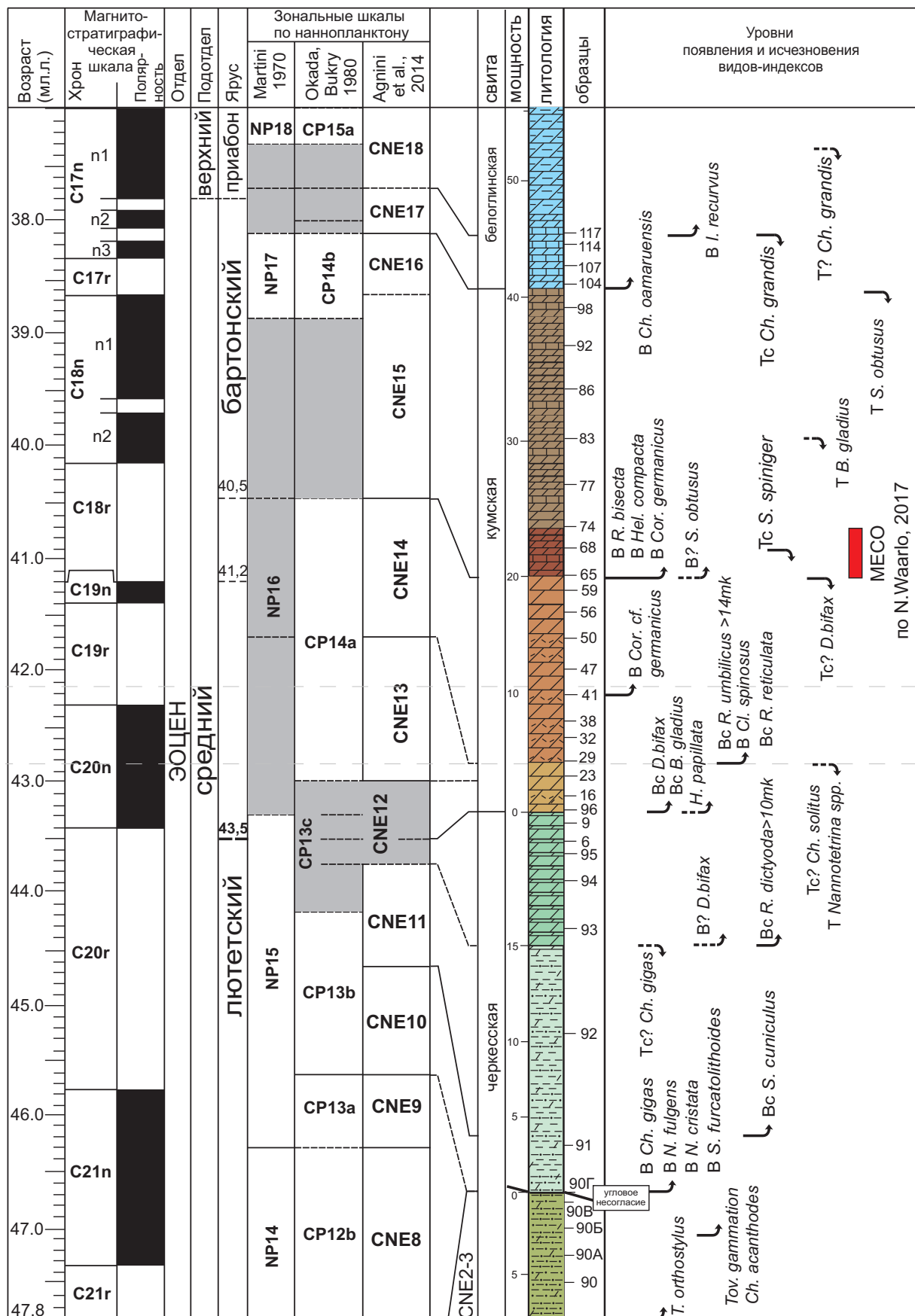


Рис.3. Зональное деление по наннопланктону лютетско-бартонского интервала разреза по р.Белой

мергелей. Встречаются редкие тонкие прослойки пепловых бентонитовых глин. Мощность около 4–5 м. По наннопланктону соответствуют зоне CNE12.

5. Пачка переслаивания более темных мергелей. Мощность около 15–17 м. По наннопланктону соответствуют зоне CNE14.

6. Пачка переслаивания еще более темных мергелей. Мощность около 4–5 м.

7. Пачка переслаивания тонкослоистых серовато-коричневых мергелей со значительным содержанием чешуи и косточек рыб. Встречаются прослойки бентонитовых глин. Мощность около 12–15 м.

Слои 7, 8 по наннопланктону соответствуют зонам CNE15, CNE16.

### Белоглинская свита

8. По достаточно отчетливой границе коричневые мергели кумской свиты без следов перерыва перекрываются светлыми зеленовато-серыми мергелями. Вблизи границы наблюдаются крупные (от 5 до 20–30 см) уплощенные конкреции пирита. Мощность около 50 м. По наннопланктону соответствуют зонам CNE17 и CNE18.

Наннопланктонные комплексы верхнего эоцена требуют дополнительного детального изучения и в настоящей работе не рассматриваются.

### Палеонтологическая характеристика и биостратиграфическое расчленение разрезов по наннопланктону

Образцы из разреза по р. Хеу для исследования были любезно предоставлены В.Н. Беньямовским (ГИН РАН, Москва), кроме того были исследованы образцы из коллекции Э.А. Молоствовского (1980 г.), по которым изучался наннопланктон и палеомагнитная характеристика разреза, предоставленные лабораторией петрофизики Саратовского государственного университета, а также коллекция, отобранная совместно с Н.Г. Музылевым. Образцы р. Белой изу-

чены по двум коллекциям, одна из них предоставлена С.В. Поповым [16], вторая отобрана автором настоящей работы. Отбор образцов проводился через 1–3 м, в приграничных интервалах через 10–20 см.

Известковый наннопланктон изучался во всех без исключения образцах. Исследования проводились на временных препаратах без покровного стекла и без обогащения. Просмотр препаратов осуществлялся с помощью микроскопа AxioLab A1 (Zeiss) с объективом X100 и окулярами 10x/20. Фотографирование и обработка фотографий выполнялись цифровым фотоаппаратом Canon 1000D с применением программы AxioVision. Rel.4.8.2 (06–2010). Весьма богатые в видовом отношении комплексы наннопланктона обнаружены практически во всех образцах, что позволяет уверенно выделять зональные подразделения.

Зональное деление описанных выше разрезов осуществлялось на основе разработанной С. Agnini et al. [20] зональной шкалы по наннофоссилиям. Данная шкала, как показано в работах [14, 15], в настоящее время является наиболее дробной, зональные границы в достаточной степени обоснованы, и, как показала практика исследований, выделяемые биособытия вполне отчетливо могут быть прослежены в разрезах эоцена на территории Предкавказья и Русской платформы.

В связи с тем, что изученные разрезы расположены друг от друга на расстоянии 300 км и находятся в одной палеогеографической области единого теплового и относительно глубоководного эпиконтинентального морского бассейна, видовой состав выделенных разновозрастных зональных комплексов мало отличается друг от друга. Отдельные колебания в видовом и количественном составе будут описаны



ниже. Наиболее стратиграфически важные виды, уровни их появления и исчезновения приведены на рис. 2 и 3.

#### **Зона CNE8 — *Nannotetrina cristata***

Определяется как интервал от появления *Nannotetrina cristata* и *Blackites inflatus* до появления *Nannotetrina alata* и/или *Nannotetrina fulgens*. Зона выделена только в разрезе по р. Хеу в основании верхней половины черкесской свиты. Мощность зоны около 3 м. В разрезе по р. Белой она отсутствует в связи с тем, что верхняя, лютетская, половина черкесской свиты залегает со стратиграфическим и угловым несогласием на нижней, ипрской половине свиты.

Комплекс наннопланктона включает большинство видов, проходящих из ипрской части разреза. Вид-индекс *Blackites inflatus* в самом основании зоны встречается крайне редко, еще реже в комплексе присутствует *Blackites piriformis*. Несколько выше основания зоны (~ 1 м) данные виды встречаются не часто, но постоянно. Вид *Nannotetrina cristata* в единичных экземплярах появляется с самого основания зоны и в 1–2 м становится обычным в комплексе.

Характерная особенность комплекса нижней половины зоны — присутствие довольно многочисленных *Chiphragmalithus acanthodes*, *Discoaster sublodoensis*, *Toweius gammation*, редких *Discoaster lodoensis*, обычно уродливых и мелких. В верхней половине зоны указанные виды исчезают либо становятся единичными.

#### **Зона CNE9 — *Nannotetrina alata***

Определяется как интервал от появления *Nannotetrina alata* и/или *Nannotetrina fulgens* до появления *Coccolithus gigas*. Необходимо отметить, что вид *Nannotetrina fulgens* встречается крайне редко, и его появление в комплексе обычно наблюдается несколько выше уровня появления

*Nannotetrina alata*. Зона определена только в разрезе по р. Хеу, и ее нижняя граница расположена приблизительно на 3 м выше 8-го сапропелевого прослоя, залегающего в кровле отложений, относимых к ипрскому ярусу. Верхняя граница зоны проводится на уровне 6 м от 8-го сапропелевого прослоя.

Характерной особенностью комплекса является присутствие нечастых и довольно крупных *Nannotetrina alata*. Кардинальных изменений в видовом составе комплекса не происходит, за исключением исчезновения *Blackites inflatus* и *Blackites piriformis*.

#### **Зона CNE10 — *Chiasmolithus gigas***

Определяется как интервал от первого появления *Chiasmolithus gigas* до уровня обычного присутствия в комплексе (Base common) *Sphenolithus cuniculus*.

Данная зона выделена в разрезе по р. Хеу в средней, лютетской, части черкесской свиты. В разрезе по р. Белой нижняя граница зоны совпадает с угловым несогласием.

Характерной особенностью зонального комплекса является присутствие крупных (до 25–30 мк) *Chiasmolithus gigas*, здесь же в достаточно значимом количестве появляются и *Nannotetrina fulgens*. В комплексе особо значимых перестроек не наблюдается, присутствует большинство видов из нижней части разреза.

В разрезе по р. Белой, в комплексе, выделенном из образца, отобранного в самом основании зоны, отмечается присутствие *Sphenolithus furcatolithoides*, что свидетельствует об отсутствии самой нижней части зоны, т.к. данный вид появляется несколько выше подошвы [20, 30].

#### **Зона CNE11 — *Sphenolithus cuniculus*/ *Chiasmolithus gigas***

В авторской трактовке [20] данная зона определяется как интервал от уровня обычного присутствия в комплексе (Base

common) *Sphenolithus cuniculus* до исчезновения *Chiasmolithus gigas*. Наши исследования разрезов Предкавказья и Крыма показывают, что наиболее удобным в применении является уровень резкого уменьшения численности (Top common) данного вида в комплексе, который достаточно отчетливо читается в разрезах южных регионов России. Отдельные экземпляры *Chiasmolithus gigas* могут встречаться до подошвы кумской свиты, а иногда и в нижней ее части, да и сами авторы данной зоны указывают на его редкую встречаемость в более молодых отложениях.

Таким образом, определение зоны представляется нам как интервал от уровня обычного присутствия в комплексе (Base common) *Sphenolithus cuniculus* до уровня резкого уменьшения численности (Top common) *Chiasmolithus gigas*. Зона выделена в средней части черкесской свиты как в разрезе по р. Хеу, так и по р. Белой.

Увеличение численности *Sphenolithus cuniculus*, появление немногочисленных *Sphenolithus furcatolithoides* и резкое уменьшение численности *Chiasmolithus gigas* у верхней границы зоны — основные изменения в комплексе.

### **Зона CNE12 — *Nannotetrina* spp.**

В авторской трактовке [20] данная зона определяется как интервал от исчезновения *Chiasmolithus gigas* до уровня обычного содержания (Base common) в комплексе крупных *Reticulofenestra umbilicus* (>14mk). Авторы указывают, что с основания зоны *Discoaster bifax* становится обычным в комплексе и исчезает между уровнем полного исчезновения *Chiasmolithus gigas* и уровнем обычного содержания крупных ретикулофенестр. Результаты исследования разрезов Предкавказья и юга Русской платформы показывают, что первое редкое появление

*Discoaster bifax* наблюдается в самой верхней части черкесской свиты, в подошве кумской свиты данный вид в комплексе становится обычным, а иногда многочисленным и очень крупным. Резкое уменьшение численности, но не полное исчезновение, наблюдается на уровне появления *Reticulofenestra reticulata*, т.е. значительно позже уровня с крупными ретикулофенестрами. Выше данный вид встречается единично. В связи с вышесказанным данную зону рекомендуется разделить на две подзоны.

Нижняя подзона — интервал от первого редкого появления в комплексе *Discoaster bifax* до уровня его частого появления (Top common).

Верхняя подзона — интервал от уровня с частым присутствием в комплексе *Discoaster bifax* до уровня с обычным присутствием в комплексе крупных *Reticulofenestra umbilicus* (>14mk).

Указанные подзоны хорошо определяются и в изученных разрезах. Нижняя подзона в разрезе по р. Хеу соответствует слоям 5 и 6 верхней части черкесской свиты, в разрезе по р. Белой соответствует мергельной пачке слоя 3 верхней части черкесской свиты. Вид-индекс данной подзоны встречается в комплексе очень редко, в связи с этим одним из альтернативных видов может служить вид *Reticulofenestra dictyoda* >10mk, который на данном уровне присутствует в достаточно значимом количестве. Кроме того, в данной подзоне становятся многочисленными и очень крупными *Nannotetrina fulgens*, *N. cristata* и *N. pappii*, а также *Chiasmolithus grandis* и *Chiasmolithus solitus*.

Верхняя подзона определяется во всех разрезах очень уверенно по появлению в комплексе многочисленных крупных *Discoaster bifax*, *Blackites gladius* и *Blackites rotundus*. Нижняя граница подзоны совпа-

дает с основанием коричневых мергелей кумской свиты во всех изученных разрезах Предкавказья и Крыма.

Верхняя граница уверенно проводится по уровню появления достаточно многочисленных *Reticulofenestra umbilicus* (>14mk). Следует отметить, что уровень появления крупных ретикулофенестр не очень отчетливо проявляется в разрезе, отдельные крупные экземпляры ретикулофенестр могут быть обнаружены с основания зоны CNE12. Одним из критериев определения верхней границы подзоны может служить уровень резкого снижения численности наннотетрин, а также появление в комплексе довольно многочисленных *Clathrolithus spinosus* Martini с широкой и плоской краевой стенкой, с отчетливо выраженными крупными шипами, но не *Clathrolithus ellipticus* Deflandre in Deflandre & Fert, в состав которого, по неясным причинам, включен и вид *Cl. spinosus* Martini [44].

Верхняя подзона соответствует нижней части кумской свиты мощностью около 5–8 м в разрезе по р.Хеу. В разрезе по р.Белой верхняя граница данной подзоны проведена условно.

#### **Зона CNE13 — *Reticulofenestra umbilicus***

Определяется как уровень от появления достаточно многочисленных *Reticulofenestra umbilicus* (>14mk) до уровня с обычным или многочисленным содержанием в комплексе вида *Reticulofenestra reticulata*. Зона хорошо идентифицируется во всех разрезах, дополнительным альтернативным видом для определения нижней границы зоны может служить уровень появления *Clathrolithus spinosus* Martini, а также практически полное исчезновение наннотетрин, хотя отдельные экземпляры *N. cristata* могут встречаться почти до кровли кумской свиты, т.е. до верхней части зоны CNE16. На этом же уровне происходит

резкое снижение численности, практически до полного исчезновения, *Blackites gladius*, *B. rotundus*, *Discoaster bifax*. В разрезе по р. Белой на данном уровне полностью исчезает *Chiasmolithus solitus*, но в разрезе по р. Хеу он встречается почти до подошвы зоны CNE15.

В разрезе по р. Белой нижняя граница данной подзоны проведена условно. Видимых следов перерыва в осадконакоплении в нижней части кумской свиты не наблюдается, вероятнее всего, пропуск этой зоны связан с некоторой конденсированностью разреза и недостаточной частотой отбора исследованных образцов.

#### **Зона CNE14 — *Criboecentrum reticulatum***

Определяется как уровень от появления многочисленных *Reticulofenestra reticulata* до появления *Reticulofenestra bisecta*. В разрезах Предкавказья, в том числе по р. Хеу и р. Белой, нижняя граница зоны хорошо определима по появлению относительно многочисленных *Reticulofenestra reticulata*. Единичные экземпляры этого вида могут встречаться в верхней части зоны CNE13. В верхней части интервала по р.Белой появляется вид *Corannulus cf. germanicus* (Фототаблица 3), несколько отличающийся от голотипа – кокколит овально-округлый, стенка кокколита имеет довольно крупные поры во всей окружности и всегда несет на себе 6 шипов, в то время как голотип округлый, поры отсутствуют и шипов обычно насчитывается 8-10 (Фототаблица 4).

Данная зона охватывает наибольший стратиграфический объем и включает всю среднюю часть кумской свиты.

#### **Зона CNE15 — *Dictyococcites bisectus*/ *Sphenolithus obtusus***

Выделение в изученных разрезах зоны CNE15 обычно не представляет каких-либо трудностей, так как в комплексе появляются крупные и многочисленные *Reticulofenestra*

*bisecta*. Альтернативным видом-индексом для определения нижней границы зоны может служить вид *Corannulus germanicus*. В нижней части зоны он достаточно редок, в средней и верхней присутствует в обычном количестве и близок к голотипу.

Еще одним альтернативным видом может служить *Helicosphaera compacta* — крупный кокколит, достаточно легко идентифицируемый, который появляется в комплексе у нижней границы зоны.

Вблизи нижней границы зоны появляется *Sphenolithus obtusus*. Обычно он представлен очень мелкими экземплярами (3–4 мк), что иногда не позволяет его точно идентифицировать или обнаружить в комплексе, особенно в препаратах, насыщенных мелким кальцитовым шламом.

Еще одной характерной чертой наннопланктонных комплексов данной зоны является присутствие, иногда в значимом количестве, переотложенных меловых и палеоценовых видов, в том числе фасцикулитов.

В разрезах р. Хей и р. Белой данная зона охватывает почти всю верхнюю часть кумской свиты.

### **Зона CNE16 — *Chiasmolithus grandis***

В авторском определении зона выделяется как интервал от исчезновения *Sphenolithus obtusus* до уровня постоянного или многочисленного присутствия в комплексе *Cribocentrum erbae*.

В изученных разрезах уровень исчезновения *Sphenolithus obtusus* определить крайне проблематично из-за его немногочисленности в комплексах и очень малого размера. Вид *Cribocentrum erbae* присутствует в незначительном количестве и практически неопределим в комплексах, где наблюдается значительное обрастание кокколитов, кроме того морфологически сходные экземпляры были встречены и в более

молодых отложениях. Соответственно, использование данного вида в качестве маркера верхней границы зоны пока нецелесообразно. Наименее проблематичным является все же вид *Chiasmolithus oamaruensis*, появление которого практически совпадает с уровнем верхней границы зоны CNE16.

В изученных разрезах данная зона была выделена условно и охватывает объем самой верхней части кумской свиты. Выше лежащие зеленовато-серые и голубоватые мергели белоглинской свиты относятся уже к приабонскому ярусу верхнего эоцена.

Комплексы наннопланктона белоглинской свиты в данных разрезах еще недостаточно изучены и не рассматриваются подробно в данной работе. Однако необходимо отметить следующие моменты.

### **Зона CNE17 — *Cribocentrum erbae***

Зона определяется как интервал от уровня многочисленного *Cribocentrum erbae* до уровня резкого снижения его численности. Вид, указанный в качестве индикатора, для определения нижней и верхней границы зоны [20, 39] присутствует в комплексах изученных разрезов весьма редко. Относительно значимое его количество иногда наблюдается на уровне постоянного присутствия в комплексах *Isthmolithus recurvus*, вида следующей выше зоны. Кроме того, как указывалось выше, он весьма подвержен обрастанию и плохо идентифицируется.

Традиционно для определения границы среднего и верхнего эоцена использовался вид *Chiasmolithus oamaruensis*, уровень появления которого практически совпадает с уровнем границы зоны CNE17 [20, 39]. Появление *Chiasmolithus oamaruensis* в комплексах юга России обычно совпадает и сменой коричневых мергелей кумской свиты на зеленоватые мергели белоглинской. В то же время имеются данные, в том чи-

сле и автора настоящей работы, свидетельствующие о том, что его появление может не коррелироваться с уровнем изменения цвета мергелей. Так, в известном разрезе цементного завода в Бахчисарае первое появление *Chiasmolithus oamaruensis* отмечается в верхней части коричневых мергелей кумской свиты.

В связи с невозможностью на данный момент использовать вид *Cribrocentrum erbae* в качестве вида-индекса для определения нижней границы зоны предлагается оставить в качестве альтернативного вид *Chiasmolithus oamaruensis*.

Верхняя граница зоны, по данным авторов [20], практически совпадает с уровнем первого редкого появления *Isthmolithus recurvus*, что позволяет принять его в качестве основного вида-индекса для верхней границы зоны.

#### **Зона CNE-18 — *Isthmolithus recurvus***

Зона определяется как интервал от уровня значительного снижения продуктивности *Cribrocentrum erbae* до появления *Cribrocentrum isabellae*.

Проблемы с определением нижней границы этой зоны описаны выше. Верхняя граница в разрезах юга России пока недостаточно исследована, в связи с этим возможность использования данного зонального подразделения остается под большим вопросом. В настоящей работе использовался традиционный уровень появления *Isthmolithus recurvus*. Безусловно, что вопрос об истинном уровне его появления, как и о характере распространения вверх по разрезу остается пока не до конца выясненным. Имеются данные, свидетельствующие о нахождении указанного вида в отложениях, значительно более молодых, чем это принималось ранее, в том числе в разрезах по р. Хеу, р. Белой и разрезе Бахчисарая. На самом низком уров-

не (~ в 12–13 м выше кровли кумской свиты) в разрезе Бахчисарай данный вид встречается крайне редко, выше не встречен вообще, лишь на уровне около 30 м он появляется в значимом количестве.

В разрезах по р. Хеу и р. Белой первые единичные экземпляры *Isthmolithus recurvus* обнаружены на уровне 3–4 м, т. е. ниже, чем в Крыму.

Для определения нижней границы зоны с использованием данного вида необходимы более детальные исследования. В настоящей работе нами использован уровень его первого появления в комплексе.

Исследования комплексов наннопланктона верхнего эоцена в разрезах Предкавказья необходимо провести с более дробным отбором образцов, что позволит выявить истинные уровни появления и исчезновения стратиграфически важных видов и снимет целый ряд как палеонтологических, так и стратиграфических проблем.

#### **Палеомагнитная характеристика разреза по реке Хеу**

Палеомагнитные исследования разреза по р. Хеу проводились в два этапа. Первоначальный отбор образцов и их палеомагнитная характеристика были осуществлены в 80-х годах прошлого века в лаборатории палеомагнетизма Саратовского государственного университета под руководством Э. А. Молоствовского. Повторное изучение данной коллекции было проведено в той же лаборатории А. Б. Богачкиным [4]. Первоначальное зональное деление разреза по наннопланктону и корреляция выделенных магнитохронов выполнены в 80-х годах прошлого столетия, эти же данные были использованы и в дальнейшем, при палеомагнитной характеристике эоценовых отложений по р. Хеу [4]. Палеомагнитная характеристика разреза по р. Белой не изучалась.

Лабораторные исследования велись по стандартной методике (Палеомагнитология, 1982; Буров, Ясонов, 1979; Молостовский, Храмов, 1997). Измерения остаточной намагниченности производились на приборах JR-3, JR-4; магнитной восприимчивости — на ИМВ-2 и КТ-5. Температурные магнитные чистки осуществлялись поэтапными нагревами образцов в печи конструкции В.П. Апарина, экранированной пермаллоем. Остаточное поле в печи не превышало 10–15 нТл. Нагревы производились с шагом в 50–100° С до 450–500° С с часовой выдержкой на каждом этапе. Компонентный состав намагниченности исследовался с применением диаграмм Зийдервельда. Для изучения магнитной фракции широко использовались термомагнитный и дифференциальный термомагнитный анализы (ТМА и ДТМА). Установлено, что основными носителями намагниченности пород являются аллотигенный магнетит и аутигенные магнитные сульфиды пирротин-грейгитового ряда.

В результате проведенных термомагнитных чисток направления магнитных векторов, задокументированных в эоценовых отложениях, группируются в южных и северных румбах (интервалы обратной — R и прямой — N полярности соответственно) на стереографической проекции.

По результатам проведенных исследований построена шкала магнитной полярности, где на фоне доминирующей обратной полярности документируются интервалы прямого знака. Последние, с учетом палеонтологических данных, хорошо соотносятся с однополярными зонами (хронами) международной стратиграфической шкалы (рис. 2).

Некоторые образцы из средней части кумской свиты в результате нагрева при термомагнитных чистках выгорели из-за

значительного содержания в породе органического вещества, что привело к невозможности выделения в данной части разреза палеомагнитных хронов.

**Хрон C21n** выделен в нижней части лютетского яруса. Нижняя и верхняя границы подтверждены появлением в комплексе наннопланктона видов-индексов *Blackites inflatus*, *Nannotetrina alata*, *Nannotetrina fulgens* и *Chiasmolithus gigas*. Указанные палеонтологические уровни с достаточной степенью уверенности позволяют сопоставить данный хрон с международной палеомагнитной и стратиграфической шкалой палеогеновых отложений [33].

**Хрон C20n** выделен в кровле черкесской и нижней части кумской свит. Возраст и положение хрона подтверждаются появлением *D. bifax* и *Reticulofenestra umbilica* > 14mk, что позволяет уверенно коррелировать выделенный хрон с аналогичным хроном международной шкалы.

**Хрон C19n?** выделен в разрезе условно, так как образцы из данной части разреза, как указывалось выше, выгорели в результате термомагнитных чисток. Его положение, предположительно, установлено выше уровня появления вида-индекса *Cribricentrum reticulatum*.

**Хрон C18n?** выделяется с достаточной степенью достоверности по появлению вида *Reticulofenestra bisecta*. В то же время в связи с выгоранием образцов уровень его нижней границы определен условно.

В верхней части разреза (верхняя часть кумской и нижняя часть белоглинской свит) уверенное выделение палеомагнитных хронов осуществить не удалось из-за слабых магнитных свойств пород.

**Хрон C17n?** выделен по уровню появления *Isthmolithus recurvus*, но в связи с низкой намагниченностью пород его границы

определены неточно. В то же время можно с определенной степенью уверенности предположить, что данная часть разреза соответствует хрону **C17n1n**, однако палеомагнитных данных для полной уверенности не хватает. В связи с этим данный хрон выделен условно, со знаком вопроса.

Таким образом, в разрезе среднего-верхнего эоцена уверенно выделяются хроны **C21n**, **C20n**, с достаточной степенью уверенности выделен хрон **C18n?**. Для создания более дробной и достоверной палеомагнитной шкалы необходимо проведение дополнительных комплексных исследований по ряду разрезов.

**Некоторые общие вопросы по геологической истории развития лютетско-бартонского бассейна, абиотических событиях и обоснование нижней границы бартонского яруса**

Детальная зональная стратиграфия по наннопланктону и выделенные палеомагнитные хроны позволяют более точно сопоставить изученные разрезы с общей шкалой

палеогена [33]. Анализ геохимических материалов [31], а также некоторые данные, полученные при изучении наннопланктонных комплексов, в частности видовое разнообразие комплексов в каждом образце, качественная оценка преобладания в ассоциациях тепловодных и холодноводных видов, обрастание или растворение кокколитов, позволяет с некоторой долей условности подойти к пониманию истории развития лютетско-бартонского бассейна юга России (рис. 4).

Прежде всего, обращает на себя внимание явная тенденция доминирования холодноводных таксонов вверх по разрезу [31], от основания лютетского яруса к основанию отложений приабонского яруса. Особенно заметным оно становится на уровне появления зонального вида-индекса *Cr. reticulatum*. Безусловно, что приведенный на рис. 4 график отражает лишь общую тенденцию развития комплексов и при детальном исследовании может принять более дифференцированный вид.

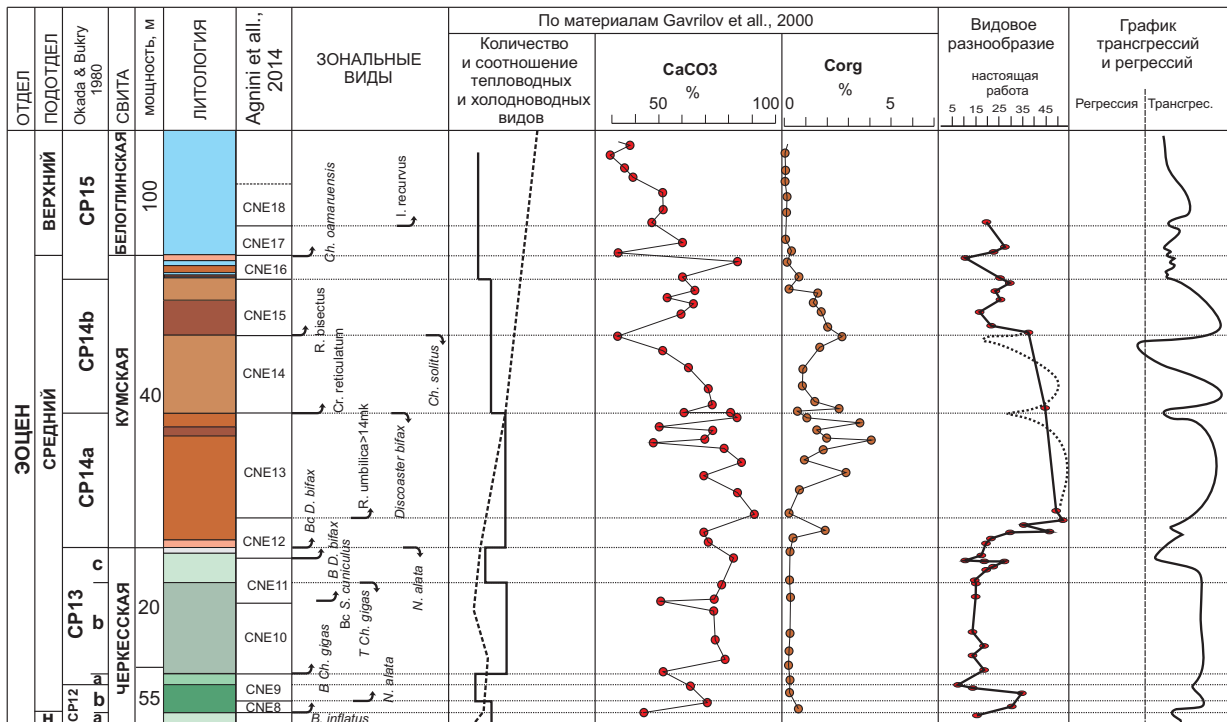


Рис.4. Зональное расчленение по наннопланктону разреза по р.Хей. Сопоставление биотических и абиотических событий

Графики изменений содержания  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{C}_{\text{орг}}$  более подробно характеризуют процессы, происходящие в морском бассейне, в частности кратковременные изменения температуры и периоды значительного углубления бассейна. Высокое содержание карбонатов практически по всему разрезу свидетельствует о тепловодности бассейна, кратковременные уровни с низким содержанием карбонатов, соответствующие максимальным пикам на графике содержания  $\text{C}_{\text{орг}}$ , позволяют говорить о значительном углублении бассейна с формированием в придонной части аноксидных условий, с незначительным растворением карбонатов и накоплением неокисленного органического вещества. Особенно это характерно для отложений кумского времени. В то же время снижение содержания карбонатов может говорить о регрессии бассейна и накоплении терригенных осадков. Сопоставление указанных графиков с графиком видового разнообразия наннопланктона приводит к непротиворечивому выводу о том, что видовое разнообразие резко снижается на границах свит и свидетельствует о значительных перестройках в истории развития бассейна, вероятнее всего связанных со снижением температуры и регрессиями, в целом совпадая с изменениями на графике карбонатности. Значительное увеличение видового разнообразия в комплексах связывается с увеличением температуры и трансгрессиями. Приведенное прямое сопоставление слишком упрощено, вероятно, сам механизм был намного сложнее, в частности значительное влияние играли крупные тектонические перестройки, которые могли приводить как к усилению деятельности вулканов (многочисленные пепловые прослойки в кумской и более редкие в верхах черкесской свит), раскрытию и свободному сообщению с океаническими бассейнами, так и к затрудненной связи морских бассейнов в лютетско-бартонское время.

Тем не менее обобщение имеющегося материала позволило построить график трансгрессий и регрессий для среднего эоценового бассейна, существовавшего в пределах юга Русской платформы, и выделить два крупных трансгрессивных этапа первого порядка — лютетский с двумя трансгрессивно-регрессивными циклами второго порядка и бартонский, включающий четыре цикла второго порядка.

### **Лютетский трансгрессивный этап**

В первую очередь обращает на себя внимание достаточно спокойное развитие бассейна в черкесское время. Существовал тепловодный бассейн с незначительными колебаниями уровня моря, с нормальным окислительным режимом в придонной части, без особых, кардинальных изменений в наннопланктонных комплексах. Выделенные циклы второго порядка достаточно условны, но все же отличаются друг от друга.

### **Нижнелютетский трансгрессивно-регрессивный цикл 1**

Графики карбонатности и видового разнообразия отчетливо указывают на изменения, произошедшие на границе ипрского и лютетского времени. Увеличение содержания кальцита и значительное увеличение количества видов в комплексах наннопланктона свидетельствуют о начале лютетской трансгрессии и некотором повышении температуры. На этом же уровне появляется *Blackites inflatus*, вид-индекс нижней границы лютетского яруса [33, 37, 38]. Данные изменения хорошо коррелируются с графиком изотопов кислорода. Достаточно быстро вверх по разрезу наблюдается обратная тенденция, что позволяет выделить первый лютетский цикл второго порядка.

### **Средне-верхнелютетский трансгрессивно-регрессивный цикл 2**

Характеризуется спокойным развитием морского тепловодного бассейна с появ-



лением в его начале крупных *Coccolithus* (*Chiasmolithus*) *gigas*. В конце этапа морской бассейн значительно сокращается, но все же остается тепловодным, что отражается в некотором обрастании кокколитов. На графике изотопов кислорода окончание второго цикла и лютетского этапа соответствует минимуму, что свидетельствует о достаточно сильном понижении температуры [24, 45, 46].

В целом лютетский трансгрессивный этап характеризуется постепенным и значительным похолоданием с незначительными кратковременными потеплениями. К концу черкесского времени бассейн, занимающий территорию юга Русской платформы, оставался еще достаточно тепловодным, но несколько регрессировавшим с зоной карбонатакопления лишь на юге, в силу своего палеогеографического положения. Севернее отлагались в основном бескарбонатные либо слабоизвестковистые терригенные отложения.

#### **Бартонский трансгрессивный этап**

Бартонский трансгрессивный этап характеризуется созданием обширного, достаточно глубоководного бассейна с аноксическим режимом в придонной части, чему способствовало резкое повышение температуры, развитие на этом фоне крупной трансгрессии, охватившей значительную территорию, тектоническими перестройками, способствовавшими активизации вулканической деятельности и поставившей пепловый материал в бассейн. Высокие температуры, поступление огромного объема питательных веществ с северной, более мелководной части бассейна [8], а также с вулканогенным материалом привело к созданию своеобразного кумского глубоководного бассейна со значительной эвтрофикацией на юге Русской платформы, в Предкавказском прогибе и мелководным

бассейном с нормальным оксическим режимом в северной части, охватившим значительную территорию Русской платформы и Прикаспийскую впадину.

Результаты исследований показывают, что данный этап был достаточно сложным, общая трансгрессивная тенденция неоднократно прерывалась кратковременными понижениями температуры и регрессиями. Это позволило наметить четыре трансгрессивно-регрессивных цикла. Безусловно, наши исследования не отражают всю полноту истории развития кумского бассейна, для этого необходимо провести более детальное изучение комплексов наннопланктона, уточнить палеомагнитную характеристику разреза, изменения в геохимических параметрах и получить результаты по стабильным изотопам кислорода и углерода.

#### **Начальный кумский трансгрессивно-регрессивный цикл 1**

Отличается резким переломом в характере развития бассейна и соответствует границе рубежа черкесского и кумского времени. График карбонатности не претерпевает каких-либо существенных изменений, хотя и отмечается незначительное снижение содержания  $\text{CaCO}_3$  вблизи нижней границы зоны CNE12. График содержания органического вещества показывает быстрое и значительное увеличение  $\text{C}_{\text{орг}}$ , здесь же происходит значительное увеличение видового разнообразия, до 50–60 видов и более в комплексах наннопланктона, что свидетельствует о быстром потеплении и начале крупнейшей трансгрессии среднеэоценового времени. Колебания, отмечаемые на графиках содержания  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{C}_{\text{орг}}$ , говорят о непостоянстве и разнонаправленности тектонических движений и уровня морского бассейна. Литологически это выразилось в переслаивании светло-коричневых и темно-коричневых,

порой почти черных мергелей, иногда встречаются тонкие прослой (до 0,5 см) черных углей. Вся толща насыщена тонкорассеянным красно-коричневым аморфным каплевидным органическим веществом, вероятнее всего микробиогенного происхождения. Об этом свидетельствует почти полное отсутствие обрывков растительных тканей, а также капли красно-коричневого органического вещества в камерах фораминифер.

Трансгрессия на фоне повышения температуры развивалась постепенно, о чем свидетельствуют комплексы наннопланктона. В начале цикла кокколиты практически не несут на себе следов обрастания, появляются крупные дискоастеры, в том числе и *D. bifax*, постепенно увеличивается содержание крупных ретикулофенестр, становится больше тепловодных таксонов (сфенолитов, геликосфер, дискоастеров), значительно увеличивается содержание мелких ретикулофенестр и *Reticulofenestra daviesii*, что говорит о значительной эвтрофикации бассейна [41]. Максимальные температуры и пик трансгрессии соответствуют уровню появления в комплексах наннопланктона многочисленных крупных *Reticulofenestra umbilica* >14mk, *Reticulofenestra dictyoda*, кокколиты в значительной степени обросшие. В конце цикла обрастание практически отсутствует.

Цикл завершается кратковременной регрессией на фоне некоторого незначительного снижения температуры.

### Кумский трансгрессивно-регрессивный цикл 2

Начало второго трансгрессивно-регрессивного цикла соответствует уровню появления *Cribrocentrum reticulatum*. В начале цикла наблюдается некоторое увеличение содержания  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{C}_{\text{орг}}$ , соответствующие подъему температуры. Не исключено, что

данный уровень отвечает так называемому термальному событию C19r (Event C19r) в Северной Атлантике [29], аналогичный экскурс в сторону повышения температур на графиках изотопов кислорода наблюдается и в разрезах Тихого океана [28, 43]. Во второй половине этапа отмечается значительное снижение  $\text{C}_{\text{орг}}$  и карбонатности. Это свидетельствует о заметном снижении температуры морских вод на фоне общей тенденции к похолоданию в данный временной отрезок, вполне вероятно приведшей к значительной регрессии морского бассейна. Прямым свидетельством верности такого предположения является наличие перерыва на данном уровне не только в разрезах Южных и Северных Ергеней, но и в разрезе кумской свиты Крыма (Бахчисарай), что подтверждено нашими исследованиями и устным сообщением О. Н. Васильевой о нахождении горизонта перерыва с зубами акул именно на этом уровне. Значительное снижение температуры в это время зафиксировано и разрезах Европы и океанов [28, 35, 36].

Одной из причин снижения температуры может являться значительное задымление и загрязнение атмосферы пепловым материалом. Это подтверждается многочисленными прослоями бентонитовых глин в данной части разреза, сформировавшимися по пепловым прослоям.

Приведенные данные свидетельствуют о значительной тектонической перестройке и резком падении уровня вод морского бассейна с последующей новой трансгрессией, соответствующей уровню зоны CNE15. К сожалению, оценить характер изменения в наннопланктонных комплексах в разрезе по р.Хеу не представляется возможным из-за отсутствия образцов.

В разрезе по р. Белой наблюдается некоторое увеличение тепловодных таксонов и достаточно значительное обрастание кокколитов от начала цикла к его средней части, с последующим значительным уменьшением тепловодных и увеличением содержания холодноводных элементов к верхней регрессивной части цикла.

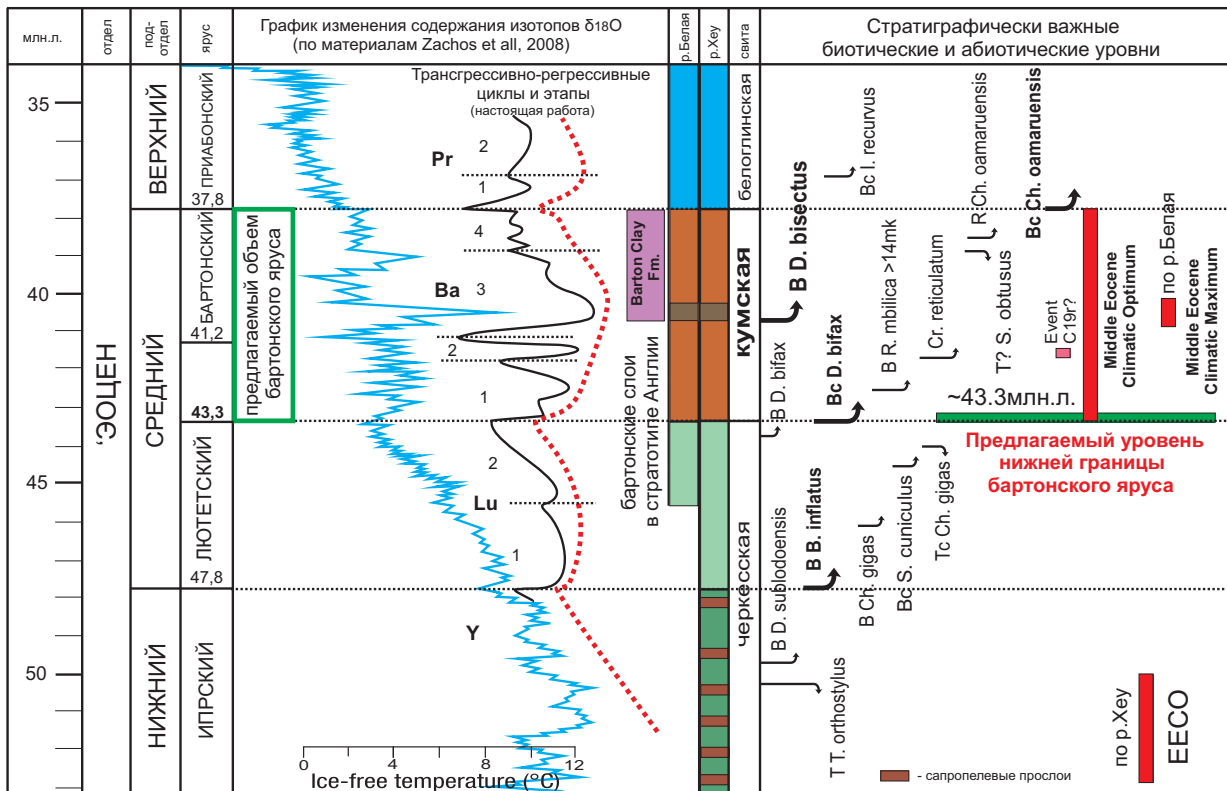
**Средний кумский трансгрессивно регрессивный цикл 3**

Данный трансгрессивно-регрессивный цикл наиболее интересен тем, что в его начале, по разрезу р.Белая, выявлен среднеэоценовый климатический максимум (МЕСО) [42]. К началу данного цикла приурочено появление *Dictyococcites bisectus*.

На уровне появления *D. bisectus* наблюдается увеличение содержания карбонатов, ор-

ганики и тепловодных таксонов, в том числе количества крупных дискоастеров из группы *D. nodifer*. Максимум содержания органического вещества отмечается лишь в начале этого интервала. Кроме того, в комплексах наннопланктона, как описывалось выше, появляются переотложенные меловые виды и впервые для среднего эоцена отмечается значимое содержание переотложенных палеоэоценовых видов, в том числе фасцикулитов.

Анализ изложенных материалов, а также данные геохимических исследований по разрезу р.Белой [42], где был выделен интервал, соответствующий среднеэоценовому климатическому оптимуму (МЕСО), его однозначная приуроченность к уровню появления *D. bisectus* позволили более детально подойти к интерпретации графика



**Рис.5. Сопоставление графика изотопов кислорода ( $\delta^{18}O$ ) (Zachos et al, 2008), зональных уровней по наннопланкtonу и уровней раннеэоценового климатического оптимума (ЕЕСО) и среднеэоценового климатического оптимума (МЕСО) в разрезах по р.Хей и р.Белой. Предлагаемый уровень нижней границы бартонского яруса**

изменений соотношений изотопов кислорода [45, 46], отражающего температурные изменения в мировом океане (рис. 5).

### **Завершающий, позднекумский трансгрессивно-регрессивный цикл 4**

Позднекумский этап характеризуется относительно низкими температурами, бассейн становится более мелководным и приобретает характер нестабильного — незначительные кратковременные трансгрессии сменяются кратковременными незначительными регрессиями, что отразилось и на характере осадконакопления. В разрезе наблюдается чередование коричневых мергелей, сформировавшихся при аноксическом режиме, и белых известняков, характерных для относительно мелководных бассейнов с нормальным газовым режимом по всей толще воды. Комплексы наннопланктона обедняются, становятся меньше тепловодных таксонов. Эти данные говорят о достаточно быстрых колебаниях уровня вод морского бассейна с общей тенденцией к регрессии, но температура все же оставалась достаточно высокой, что создавало благоприятные условия для накопления карбонатных отложений. Резкое уменьшение количества видов на границе с белоглинской свитой, а также снижение содержания карбонатов свидетельствуют о регрессии бассейна.

### **Приабонский трансгрессивный этап**

В начале позднего эоцена предварительно выделено два трансгрессивно-регрессивных цикла.

#### **Начальный трансгрессивно-регрессивный цикл 1**

Характеризуется невысокими температурами, что не позволило развиваться значительной трансгрессии. Соответственно, комплекс наннопланктона небогат в видовом отношении, кокколиты в значитель-

ной степени обросшие, много мелкого кальцитового шлама.

### **Трансгрессивно-регрессивный цикл 2**

Данный цикл выделен весьма условно лишь по незначительному увеличению карбонатности разреза и некоторым изменениям в комплексах наннопланктона и требует дополнительных исследований.

#### **Обоснование нижней границы бартонского яруса**

Уровень 41,2 млн л, предлагаемый в настоящее время в качестве нижней границы бартонского времени, был обозначен только по одной причине: относительно удобная привязка к общей шкале — уровень верхней границы магнитохрона C19n, никакого другого обоснования у данной границы нет.

Наши исследования показывают, что в кумское время на фоне значительного подъема температуры сформировался своеобразный тепловодный и относительно глубоководный бассейн с крайней степенью эвтрофикации, что привело к формированию аноксидных условий в придонной части южного участка бассейна.

Это время характеризуется развитием крупного трансгрессивного этапа, прерываемого незначительными короткими регрессиями. Максимум регрессии достигла в третий трансгрессивно-регрессивный цикл, что отражено на графике стабильных изотопов кислорода как значительный экскурс в сторону потепления, который выделяется во многих разрезах Европы [21, 30, 34, 36, 40], Турции [35] и океанов [24, 25, 26, 28, 32] как событие среднеэоценового климатического оптимума (Middle Eocene Climatic Optimum — МЕСО).

В то же время анализ полученных материалов показывает, что глобальное потепление началось еще задолго до этого вре-

мени и в разрезах юга Русской платформы и Предкавказья и соответствует уровню начала формирования коричневых мергелей кумской свиты. Уровень МЕСО правильнее было бы назвать уровнем среднеэоценового климатического максимума, на фоне крупного интервала климатического оптимума, по аналогии с палеоэоценовым климатическим максимумом (РЕТМ), или раннеэоценовым климатическим оптимумом (ЕЕСО).

Комплексная интерпретация результатов геохимических исследований и анализ количественных и качественных изменений в наннопланктонных комплексах позволяет с достаточной степенью уверенности выделить два крупных интервала, различающихся по своим характеристикам: 1) черкесский, преимущественно спокойный этап развития без особых колебаний уровня вод морского бассейна, 2) кумский, соответствующий мощной трансгрессии и значительному увеличению температуры морских вод, которая прерывалась кратковременными эпизодами некоторого похолодания и регрессии бассейна. В целом кумский бассейн оставался крайне теплопроводным, но нестабильным. В середине данного интервала наблюдается резкое увеличение изотопов  $\delta^{18}\text{O}$ , что и соответствует уровню МЕСО.

Можно предположить, что указанные два крупных этапа соответствуют двум ярусам: нижний — лютетскому, верхний — бартонскому, который в разрезах Предкавказья полностью охватывает объем кумской свиты. Это позволяет предложить в качестве уровня для нижней границы бартонского яруса уровень подошвы кумской свиты, соответствующий появлению в комплексе обильных *Discoaster bifax* (~43.3 млн л.).

Уровень кровли палеомагнитного хрона С19n (~41.2 млн л.), который предлагается в настоящее время, абсолютно не обоснован палеонтологически, литологически и геохимически, не выражен в разрезах, и его нахождение без использования палеомагнитных данных абсолютно бесперспективно. В чистых карбонатных разрезах, особенно в разрезах с повышенным содержанием органики, его выделение весьма проблематично и вряд ли будет использовано на практике.

Нижняя граница бартонских глин с *Nummulites prestwichianus* в стратотипической местности на юге Англии однозначно датируется появлением *D. bisectus* и может отвечать уровню МЕСО, но не всему объему бартонского яруса.

Соответственно, наиболее логичным, обоснованным палеонтологически и геохимически является уровень ~43.3 млн л., соответствующий началу этапа значительного потепления и развития крупнейшей среднеэоценовой кумской трансгрессии.

### Заключение

Получены новые данные по биостратиграфии и палеомагнитной характеристике опорных разрезов среднего эоцена Предкавказья. Комплексные исследования наннопланктона, изучение палеомагнитной характеристики разреза, сопоставление с имеющимися данными по геохимии показывают их значительную сходимость, что позволило обоснованно коррелировать выделяемые биотические и абиотические события как в удаленных разрезах юга Русской платформы, Предкавказья и Крыма, так и корректно сопоставить их с результатами зарубежных исследователей во многих регионах мира. Выделенные палеомагнитные хроны получили достаточно корректное возрастное обосно-

вание и сопоставлены с одновозрастными хронами общей шкалы палеогена.

Полученные результаты показывают значительное различие бассейнов черкесского и кумского времени, совершенно разный их характер по температурному и геохимическому режиму, что хорошо отражается в качественных и количественных изменениях наннопланктонных комплексов и геохимических данных.

На основании проведенных ранее геохимических исследований по р. Белой [42] был выделен уровень МЕСО. В подошве слоев, относимых к МЕСО, появляется *D. bisectus*, вид-индекс зоны CNE15.

В качестве нижней границы бартонского яруса предлагается уровень ~43,2 млн л.,

что соответствует нижней границе кумской свиты и началу значительного потепления.

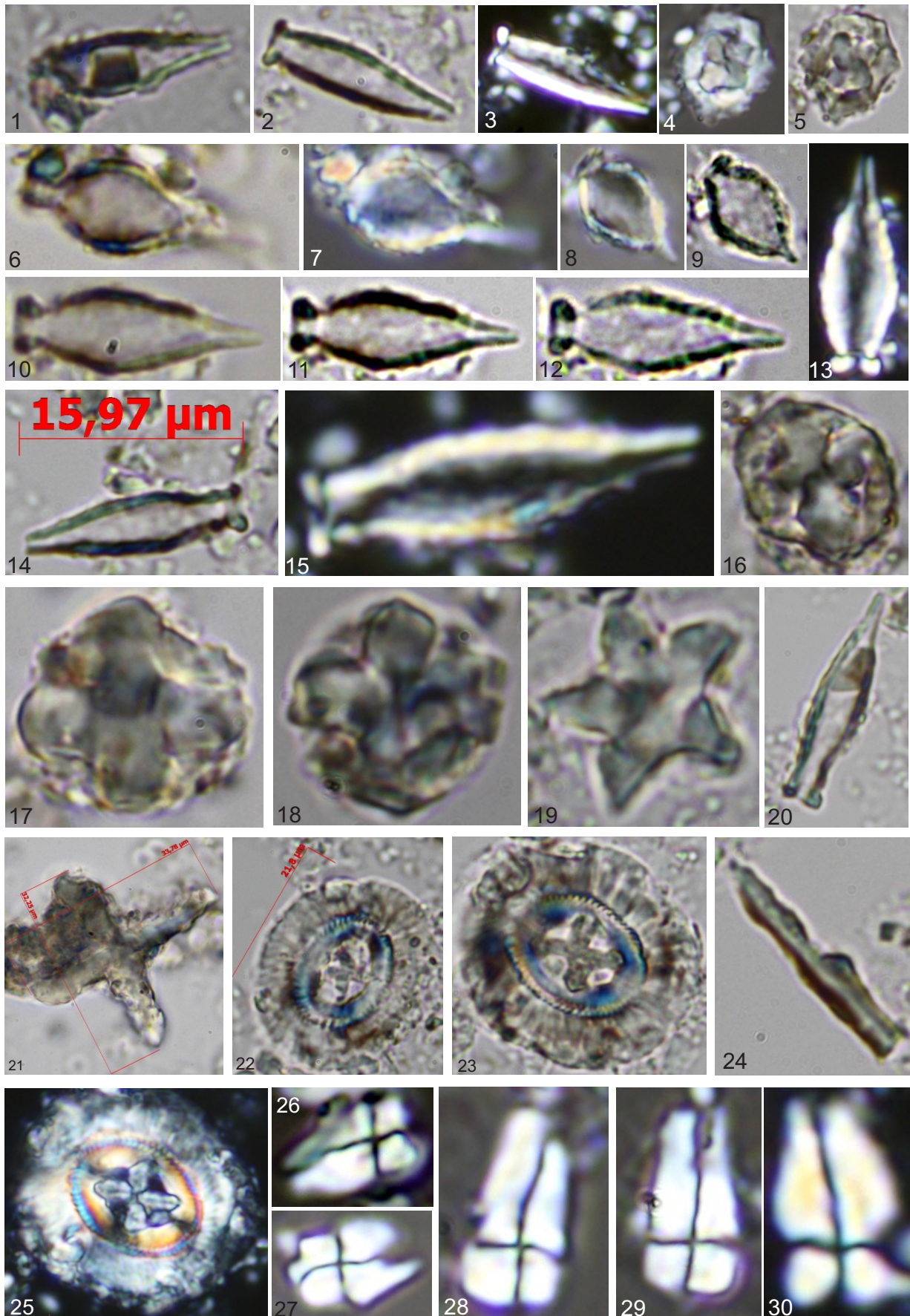
Нижняя граница бартонских глин с *Nummulites prestwichianus* в стратотипической местности на юге Англии, как уже указывалось ранее, соответствует лишь началу среднеэоценового температурного максимума, т.е. середине кумской свиты Предкавказья и уровню появления *D. bisectus*. На основании совокупности всех результатов предложено увеличить объем бартонского яруса, который в разрезах юга России будет охватывать весь объем кумской свиты.

В связи с большим объемом материала зональное деление среднеэоценовых разрезов юга Русской платформы будет рассмотрено в статье 3.

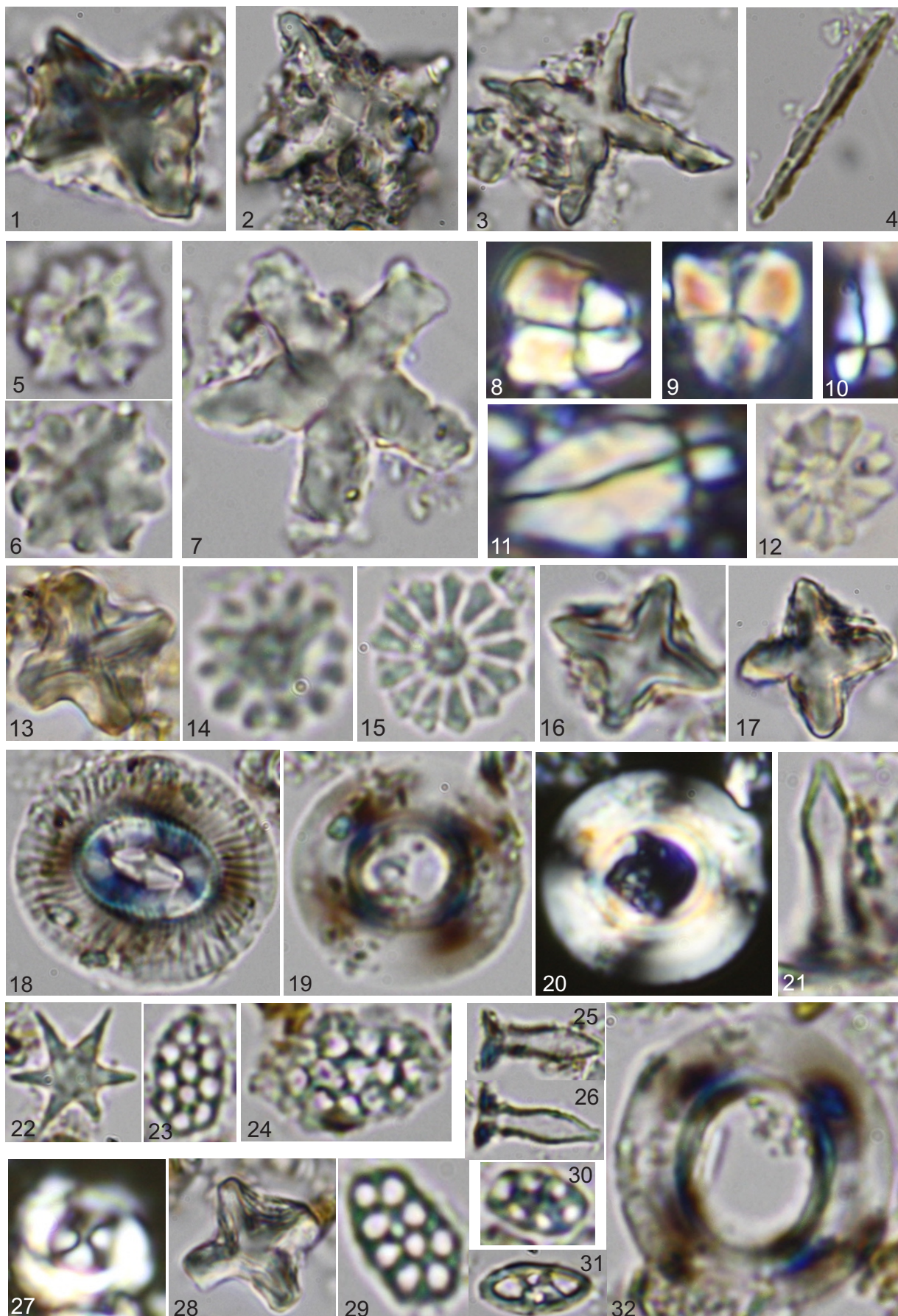
### Фототаблица 1

- 1-3; 10-13. *Blackites inflatus* (Bramlette & Sullivan, 1961) Kapellos & Schaub, 1973. Образец 106, р.Хеу, зона CNE8, основание лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
- 4, 5, 16. *Chiphragmalithus acanthodes* Bramlette & Sullivan, 1961. Образец 106, р.Хеу, зона CNE8, основание лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
- 6-8. *Blackites piriformis* (Pavsic in Khan et al., 1975) Aubry, 1999. Образец 106, р.Хеу, зона CNE8, основание лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
- 14, 15, 20 *Blackites inflatus* (Bramlette & Sullivan, 1961) Kapellos & Schaub, 1973. Образец 107, р.Хеу, зона CNE8, основание лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
- 17, 18. *Nannotetrina cristata* (Martini, 1958) Perch-Nielsen, 1971. Образец 107, р.Хеу, зона CNE8, основание лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
19. *Discoaster sublodoensis* Bramlette & Sullivan, 1961. Образец 107, р.Хеу, зона CNE8, основание лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
21. *Nannotetrina alata* (Martini, in Martini & Stradner 1960) Haq and Lohmann, 1976. Образец 133, р.Хеу, зона CNE9, нижняя часть лютетского яруса. Коллекция Э.А.Молостовского.
22. *Coccolithus gigas* Bramlette & Sullivan, 1961 (*Chiasmolithus gigas* (Bramlette & Sullivan, 1961) Radomski, 1968). Образец 110, р.Хеу, зона CNE10, средняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
- 23, 25. *Coccolithus gigas* Bramlette & Sullivan, 1961 (*Chiasmolithus gigas* (Bramlette & Sullivan, 1961) Radomski, 1968). Образец 112, р.Хеу, зона CNE10, средняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
24. *Blackites inversus* (Bukry & Bramlette, 1969) Bown & Newsam 2017. Образец 112, р.Хеу, зона CNE10, средняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
26. *Sphenolithus furcatolithoides* Locker, 1967. Образец 112, р.Хеу, зона CNE10, средняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
27. *Sphenolithus furcatolithoides* Locker, 1967. Образец 137, р.Хеу, зона CNE10, средняя часть лютетского яруса. Коллекция Э.А.Молостовского.
- 28-30. *Sphenolithus cuniculus* Bown, 2005. Образец 112, р.Хеу, зона CNE11, средняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.

Фототаблица 1



Фототаблица 2

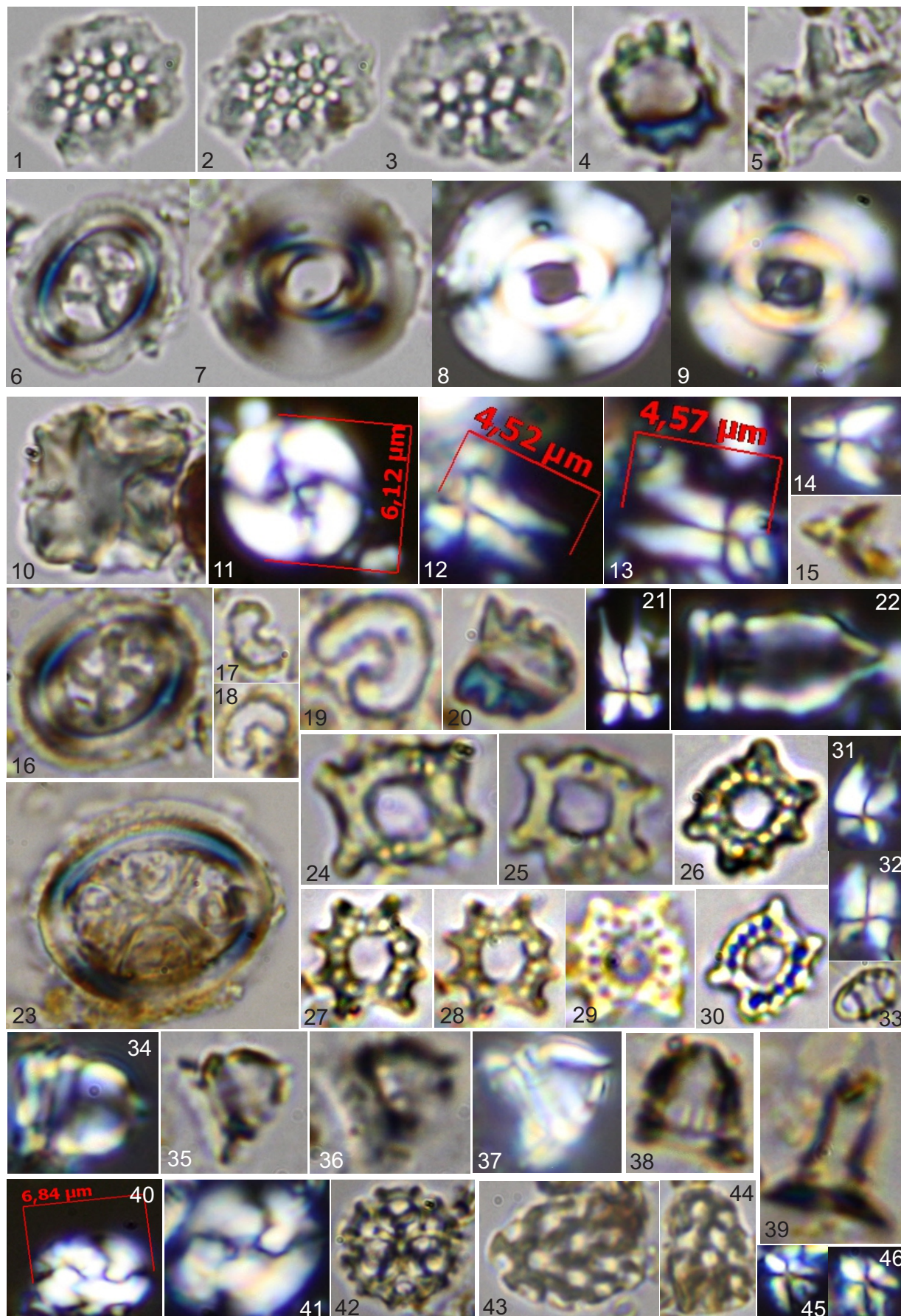




## Фототаблица 2

1. *Nannotetrina fulgens* (Stradner, in Martini & Stradner 1960) Achuthan and Stradner, 1969. Образец 110, р.Хеу, зона CNE10, средняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
2. *Nannotetrina fulgens* (Stradner, in Martini & Stradner 1960) Achuthan and Stradner, 1969. Образец 119, р.Хеу, зона CNE12, верхняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
3. *Nannotetrina fulgens* (Stradner, in Martini & Stradner 1960) Achuthan and Stradner, 1969. Образец 120, р.Хеу, зона CNE12, верхняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
4. *Blackites inversus* (Bukry & Bramlette, 1969) Bown & Newsam 2017. Образец 120, р.Хеу, зона CNE12, верхняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
- 5, 6. *Discoaster bifax* Bukry, 1971. Образец 120, р.Хеу, зона CNE12, верхняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
7. *Discoaster martinii* Stradner, 1959. Образец 120, р.Хеу, зона CNE12, верхняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
8. *Sphenolithus spiniger* Bukry, 1971. Образец 121, р.Хеу, зона CNE12, верхняя часть лютетского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
9. *Sphenolithus spiniger* Bukry, 1971. Образец 92, р.Белая, зона CNE11, средняя часть лютетского яруса. Коллекция В.А.Мусатова. Образец 92, р.Белая, зона CNE12, верхняя часть лютетского яруса. Коллекция В.А.Мусатова.
10. *Sphenolithus furcatolithoides* Locker, 1967. Образец 92, р.Белая, зона CNE12, верхняя часть лютетского яруса. Коллекция В.А.Мусатова.
11. *Sphenolithus cuniculus* Bown, 2005. Образец 95, р.Белая, зона CNE12, верхняя часть лютетского яруса. Коллекция В.А.Мусатова.
12. *Discoaster bifax* Bukry, 1971. Образец 96, р.Белая, верхняя половина зоны CNE12, верхняя часть лютетского яруса. Коллекция В.А.Мусатова.
13. *Nannotetrina cristata* (Martini, 1958) Perch-Nielsen, 1971. Образец 96, р.Белая, верхняя половина зоны CNE12, верхняя часть лютетского яруса. Коллекция В.А.Мусатова.
- 14, 15. *Discoaster bifax* Bukry, 1971. Образец 131, р.Хеу, верхняя половина CNE12, основание кумской свиты, основание бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
- 16, 17. *Nannotetrina fulgens* (Stradner, in Martini & Stradner 1960) Achuthan and Stradner. Образец 133, р.Хеу, верхняя половина зоны CNE12, основание кумской свиты, основание бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
18. *Coccolithus staurion* Bramlette & Sullivan, 1961. Образец 133, р.Хеу, верхняя половина зоны CNE12, основание кумской свиты, основание бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
- 19, 20. *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Stradner in Stradner & Edwards, 1968 (*Reticulofenestra samodurovii* (Hay et al. 1966), *Reticulofenestra caucasica* Hay et al. 1966) <14mk. Образец 133, р.Хеу, верхняя половина зоны CNE12, основание кумской свиты, основание бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
21. *Blackites gladius* (Locker, 1967) Varol, 1989. Образец 133, р.Хеу, верхняя половина зоны CNE12, основание кумской свиты, основание бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
22. *Discoaster strictus* Stradner 1961. Образец 133, р.Хеу, верхняя половина CNE12, основание кумской свиты, основание бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
- 23, 29. *Holodiscolithus macroporus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Roth, 1970. Образец 134, р.Хеу, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
24. *Clathrolithus spinosus* Martini 1961. Образец 134, р.Хеу, основание зоны CNE13, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
- 25, 26. *Blackites gladius* (Locker, 1967) Varol, 1989. Образец 134, р.Хеу, основание зоны CNE13, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
27. *Reticulofenestra reticulata* (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972 (*Cribo Centrum reticulatum* (Gartner & Smith, 1967) Perch-Nielsen 1971). Образец 135, р.Хеу, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
28. *Nannotetrina cristata* (Martini, 1958) Perch-Nielsen, 1971. Образец 135, р.Хеу, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
30. *Holodiscolithus solidus* (Deflandre in Deflandre & Fert, 1954) Roth, 1970. Образец 135, р.Хеу, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
31. *Neococcolithes minutus* (Perch-Nielsen, 1967) Perch-Nielsen, 1971. Образец 135, р.Хеу, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
32. *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968. Экземпляр размером более 14mk. Образец 134, р.Хеу, основание зоны CNE13, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.

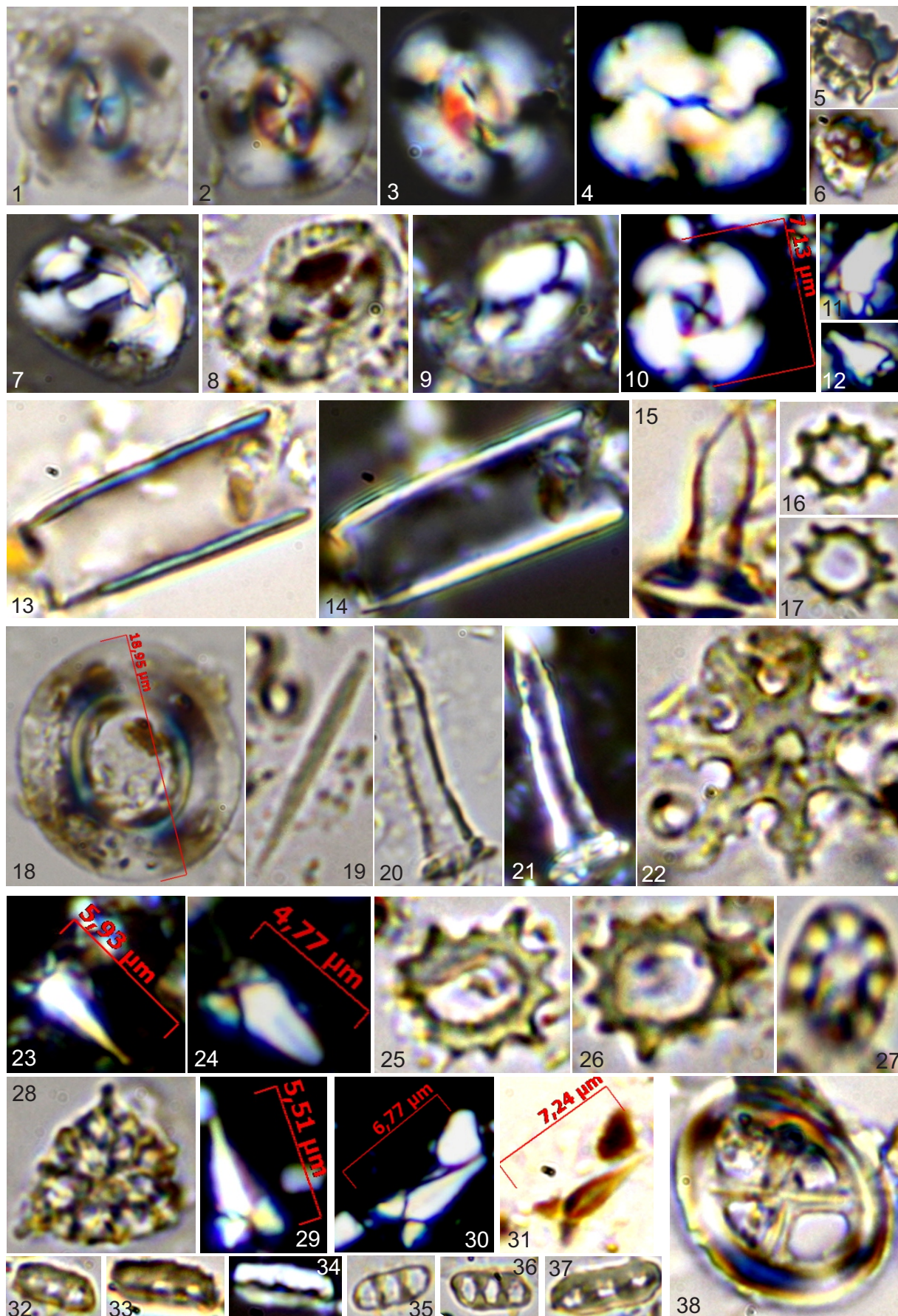
Фототаблица 3



## Фототаблица 3

- 1-3. *Clathrolithus spinosus* Martini 1961. Образец 135, р.Хеу, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
4. *Daktylethra punctulata* Gartner in Gartner & Bukry, 1969. Образец 135, р.Хеу, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
5. *Discoaster tanii* Bramlette & Riedel, 1954. Образец 135, р.Хеу, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
6. *Chiasmolithus solitus* (Bramlette and Sullivan, 1961) Locker, 1968. Образец 135, р.Хеу, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
- 7, 8. *Reticulofenestra hillae* Bukry & Percival, 1971. Образец 135, р.Хеу, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
9. *Reticulofenestra hillae* Bukry & Percival, 1971. Образец 29, р.Белая, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
10. *Nannotetrina spinosus* (Stradner, in Martini and Stradner 1960) Bukry 1973. Образец 135, р.Хеу, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция В.Н.Беньямовского.
11. *Reticulofenestra reticulata* (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972 (*Cribrocentrum reticulatum* (Gartner & Smith, 1967) Perch-Nielsen 1971). Образец 29, р.Белая, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 12, 13. *Sphenolithus furcatolithoides* Locker, 1967. Образец 29, р.Белая, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 14, 15. *Sphenolithus spiniger* Bukry, 1971. Образец 29, р.Белая, основание зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
16. *Chiasmolithus solitus* (Bramlette and Sullivan, 1961) Locker, 1968. Образец 38, р.Белая, нижняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 17-19. *Clathrolithus joidesa* (Bukry & Bramlette, 1968) Bown, 2005. Образец 38, р.Белая, нижняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
20. *Daktylethra punctulata* Gartner in Gartner & Bukry, 1969. Образец 38, р.Белая, нижняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
21. *Sphenolithus furcatolithoides* Locker, 1967. Образец 41, р.Белая, средняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
22. *Blackites deflandrei* var. 2 Bown & Newsam 2017. Образец 41, р.Белая, средняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
23. *Chiasmolithus expansus* (Bramlette and Sullivan, 1961) Gartner, 1970. Образец 41, р.Белая, средняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 24-30. *Corannulus cf. germanicus* Stradner, 1962. Образец 41, р.Белая, средняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 31, 32. *Sphenolithus furcatolithoides* Locker, 1967. Образец 47, р.Белая, средняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
33. *Orthozygus aureus* (Stradner, 1962) Bramlette & Wilcoxon, 1967. Образец 50, р.Белая, средняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 34-38. *Blackites deflandrei* (Perch-Nielsen, 1968) Bown, 2005. Образец 47, р.Белая, средняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
39. *Blackites gladius* (Locker, 1967) Varol, 1989. Образец 50, р.Белая, средняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 40, 41. *Dictyococcites scrippsae* (?) Bukry and Percival, 1971. Образец 47, р.Белая, средняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
42. *Lithostromation operosum* (Deflandre, 1954) Bybell 1975. Образец 47, р.Белая, средняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 43, 44. *Clathrolithus ellipticus* Deflandre in Deflandre & Fert, 1954. Образец 59, р.Белая, средняя часть зоны CNE14, нижняя часть кумской свиты, нижняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 45, 46. *Sphenolithus spiniger* Bukry, 1971. Образец 65, р.Белая, основание зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.

Фототаблица 4



## Фототаблица 4

- 1-4. *Reticulofenestra bisecta* (Hay, Mohler and Wade, 1966) Roth, 1970 (*Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler and Wade, 1966) Bukry and Percival, 1971). Образец 65, р.Белая, основание зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Начало МЕСО. Коллекция С.В.Попова.
- 5, 6. *Dakylethra punctulata* Gartner in Gartner & Bukry, 1969. Образец 65, р.Белая, основание зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
7. *Helicosphaera bramlettei* (Müller, 1970) Jafar & Martini, 1975. Образец 65, р.Белая, основание зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 8, 9. *Helicosphaera compacta* Bramlette & Wilcoxon, 1967. Образец 65, р.Белая, основание зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
10. *Reticulofenestra reticulata* (Gartner & Smith, 1967) Roth & Thierstein, 1972 (*Cribozentrum reticulatum* (Gartner & Smith, 1967) Perch-Nielsen 1971). Образец 74, р.Белая, нижняя часть зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
11. *Sphenolithus obtusus* Bukry, 1971. Образец 68, р.Белая, основание зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
12. *Sphenolithus predistentus* Bramlette & Wilcoxon, 1967. Образец 68, р.Белая, основание зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 13, 14. *Scyphosphaera expansa* Bukry & Percival, 1971. Образец 65, р.Белая, основание зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
15. *Blackites gladius* (Locker, 1967) Varol, 1989. Образец 83, р.Белая, средняя часть зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 16, 17. *Corannulus germanicus* Stradner, 1962. Образец 83, р.Белая, средняя часть зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
18. *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968. Экземпляр размером более 18mk. Образец 83, р.Белая, средняя часть зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
19. *Blackites tortilis* Bown & Dunkley Jones, 2006. Образец 83, р.Белая, средняя часть зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
- 20, 21. *Blackites sextonii* Bown & Newsam 2017. Образец 83, р.Белая, средняя часть зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
22. *Discoaster nodifer* (Bramlette & Riedel, 1954) Bukry, 1973 (*Discoaster tani nodifer* Bramlette & Riedel, 1954). Образец 92, р.Белая, верхняя часть зоны CNE15, верхняя часть кумской свиты, верхняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
23. *Sphenolithus predistentus* Bramlette & Wilcoxon, 1967. Образец 92, р.Белая, верхняя часть зоны CNE15, верхняя часть кумской свиты, верхняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.
24. *Sphenolithus obtusus* Bukry, 1971. Образец 83, р.Белая, средняя часть зоны CNE15, средняя часть кумской свиты, средняя часть бартонского яруса. Коллекция С.В.Попова.

Л и т е р а т у р а

1. Алимарина В. П. Некоторые особенности развития планктонных фораминифер в связи с зональным расчленением нижнего палеогена Северного Кавказа // Вопросы микропалеонтологии. – № 7. – 1963. – С. 158–195
2. Андреева-Григорович А. С. Зональная стратиграфия палеогена юга СССР по фитопланктону: Диноцисты и наннопланктон: автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук: 04.00.09/ Ин-т геологический наук. – Киев, 1991. – 47 с.
3. Беньямовский В. Н. Горизонты, планктонные фораминиферы и седиментологические, палеогеографические, палеоклиматические события палеоцена-эоцена Крымско-Кавказской области Центрально-Евразийской периферии Тетиса // Современная микропалеонтология. Сборник трудов XVI Всероссийского микропалеонтологического совещания. – Калининград. – 2015. – С. 173–177.
4. Богачкин А. Б. Палеомагнитная стратиграфия и петромагнетизм палеогеновых отложений Кавказа и Северного Прикаспия: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Саратов, 2004. – 24с.
5. Бугрова Э. М. Фораминиферы палеогена центральной части Северного Кавказа и Предкавказья // Атлас важнейших групп фауны мезозойско-кайнозойских отложений Северного Кавказа и Предкавказья. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. – С. 64–76.
6. Бугрова Э. М., Николаева И. А., Панова Л. А., Табачникова И. П. К зональному делению палеогена юга СССР // Советская геология. – 1988. – № 4. – С. 96–107.
7. Бугрова Э. М. Проблемы проведения границ подразделений МСШ при обновлении региональных стратиграфических схем палеогена России и СНГ // Сб. конференции «Общая стратиграфическая шкала России». – М., 2013.
8. Гаврилов Ю. О., Копаевич Л. Ф. О геохимических, биохимических и биотических следствиях эвстатических колебаний // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1996. – Т. 4. – № 4. – С. 3–14.
9. Гаврилов Ю. О., Кодина Л. А., Лубченко И. Ю., Музылев Н. Г. Позднепалеоценовое аноксическое событие в эпиконтинентальных морях Пери-Тетиса и образование сапропелитового горизонта: седиментология и геохимия // Литология и полезные ископаемые. – 1997. – № 5. – С. 492–517.
10. Гроссгейм В. А. Палеоген Северо-Западного Кавказа // Труды Краснодарского филиала ВНИИ. Геологический сборник. – 1960. – Вып. 4. – 190 с.
11. Крашенинников В. А., Музылев Н. Г. Соотношение зональных шкал по планктонным фораминиферам и наннопланктону в разрезах палеогена Северного Кавказа // Вопросы микропалеонтологии. – Вып. 18. – 1975. – С. 212–224.
12. Леонов Г. П., Алимарина В. П. Вопросы стратиграфии нижнепалеогеновых отложений северо-западного Кавказа. – М.: Изд-во Московского университета, 1964. – 202 с.
13. Музылев Н. Г. Стратиграфия палеогена Юга СССР по наннопланктону // Труды ГИН АН СССР. – М.: Наука, 1980. – Вып. 348. – 94 с.
14. Мусатов В. А., Богачкин А. Б. Граница лютетского и бартонского ярусов, проблемы и критерии нахождения точки глобального стратотипа // ПАЛЕОСТРАТ-2018. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. – М., 2018. – С. 42–43.
15. Мусатов В. А., Богачкин А. Б. Бартонский ярус среднего эоцена европейской части России. Стратиграфический объем и критерии определения границ. Статья 1. Пределы точности зональной стратиграфии лютетско-бартонского интервала по наннопланктону и возраст бартонских слюев Англии // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2019. – Вып. 98. – С. 3–24.

16. Попов С. В., Табачникова И. П., Пинчук Т. Н., Ахметьев М. А., Запорожец Н. И. Опорный разрез эоцена р.Белая, Адыгея, Западное Предкавказье // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2018. – Т. 26. – № 6. – с. 65–79
17. Субботина Н. Н. Пелагические фораминиферы палеогеновых отложений Юга СССР // Палеогеновые отложения юга Европейской части СССР. – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1960
18. Шуцкая Е. К. Стратиграфия нижнего палеогена Северного Предкавказья и Крыма // Палеогеновые отложения юга Европейской части СССР. – М.: Гостоптехиздат, 1960.
19. Шуцкая Е. К. Стратиграфия, фораминиферы и палеогеография нижнего палеогена Крыма, Предкавказья и западной части Средней Азии // Труды ВНИГНИ, Вып. LXX. – М.: Изд-во «Недра», 1970. – 256 с.
20. Agnini C., Fornaciari E., Raffi I., Catanzariti R., Pälke H., Backman J., Rio D. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes // Newsletters on Stratigraphy, 47, 2014. – P. 131–181.
21. Agnini C., Fornaciari E., Giusberti L., Grandesso P., Lanci L., Luciani V., Muttoni G., Pälke H., Rio D., Spofforth D. J. A., Stefani C. Integrated biomagnetostratigraphy of the Alano section (NE Italy): A proposal for defining the middle-late Eocene boundary // GSA Bulletin; May/June 2011; v. 123; no. 5/6; P. 841–872.
22. Beniamovski V. N. A high resolution Lutetian-Bartonian planktonic foraminiferal zonation in the Crimean-Caucasus region of the northeastern Peri-Tethys // Austrian Journal of Earth Sciences, 2012. – V.105/1. – P. 117–128.
23. Beniamovski V. N., Alekseev A. S., Ovechkina M. N., Oberhiinsli H. Middle to upper Eocene dysoxic-anoxic Kuma Formation (northeast Peri-Tethys): Biostratigraphy and paleoenvironments // in Wing. S. L. Gingerich P. D., Schmitz B., Thomas E. eds. Causes and Consequences of Globally Warm Climates in the Early Paleogene: Boulder, Colorado, Geological Society of America, 2003, Special Paper 369. – P. 95–112.
24. Bohaty S. M., Zachos J. C. Significant Southern Ocean warming event in the late middle Eocene // Geology, 2003. – V. 31. – № 11. – P. 1017–1020.
25. Bohaty S. M., Zachos J. C., Florindo F., Delaney M. L. Coupled greenhouse warming and deep-sea acidification in the middle Eocene // Paleoceanography, 2009. – 24. – P. 1–16.
26. Boscolo G. F., Thomas E., Pagani M., Warren C., Luciani V., Giusberti L. The middle Eocene climatic optimum (MECO): A multiproxy record of paleoceanographic changes in the southeast Atlantic (ODP Site 1263, Walvis Ridge), Paleoceanography, 2014. – 29. – P. 1–19.
27. Dallanave E., Agnini C., Bachtadse V., Muttoni G., Crampton J. S., Strong C. P., Hines B. R., Hollis C. J., Slotnick B. S. Early to middle Eocene magneto-biochronology of the southwest Pacific Ocean and climate influence on sedimentation: Insights from the Mead Stream section, New Zealand // Geological Society of America Bulletin, May 2015. – 18 p.
28. Dawber C. F., Tripathi A. K. Constraints on glaciation in the middle Eocene (46–37 Ma) from Ocean Drilling Program (ODP) Site 1209 in the tropical Pacific Ocean // Paleoceanography, 2011. – 26. – P. 1–17.
29. Edgar K. M., Wilson P. A., Sexton, P. F., Gibbs S. J., Roberts A. P., Norris R. D. New biostratigraphic, magnetostratigraphic and isotopic insights into the Middle Eocene Climatic Optimum in low latitudes // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 2010. – 297 (3–4). – P. 670–682.
30. Fornaciari E., Agnini C., Catanzariti R., Rio D., Bolla E. M., Valvasoni E. Mid-Latitude calcareous nannofossil biostratigraphy and biochronology across the middle to late Eocene transition // Stratigraphy, 2010. – V. 7. – № 4. – P. 229–264.
31. Gavrilov Y. O., Shcherbinina E. A., Muzylöv N. G. A Paleogene sequence in central north Caucasus: a response to paleoenvironmental changes // GFF, 122, 2000. – P. 51–53.

32. Galazzo B.F., Thomas E., Pagani M., Warren C., Luciani V., Giusberti L., The middle Eocene climatic optimum (MECO): A multiproxy record of paleoceanographic changes in the southeast Atlantic (ODP Site 1263, Walvis Ridge), *Paleoceanography*, 2014.– 29.– P. 1–19.

33. Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. The Geologic Time Scale 2012 // Elsevier, Amsterdam, 1–2, 2012. P. 1–1144.

34. Jovane L., Florindo F., Coccioni R., Dinarès-Turell J., Marsili A., Monechi S., Roberts A.P., Sprovieri M. The middle Eocene climatic optimum event in the Contessa Highway section, Umbrian Apennines, Italy // *Geological Society of America Bulletin*, 2007.– v. 119.– no. 3/4.– P. 413–427.

35. Jovane L., Giorgioni M., Rego E. S., Rodelli D., Frontalini F., Coccioni R., Catanzariti R., Özcan E. Carbon cycle instability and orbital forcing during the Middle Eocene Climatic Optimum // *Scientific Reports*, 2019.– P. 1–10.– <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45763-2>

36. Luciani V., Giusberti L., Agnini C., Fornaciari E., Rio D., Spofforth D. J. A., Pälike H. Ecological and evolutionary response of Tethyan planktonic foraminifera to the middle Eocene climatic optimum (MECO) from the Alano section (NE Italy) // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2010.– P. 82–95.

37. Molina E., Alegret L., Apellaniz E., Bernaola G., Caballero F., Dinarès-Turell J., Hardenbol J., Heilman-Clausen C., Larrasoaña J. C., Luterbacher H., Monechi S., Ortiz S. Orue-Etxebarria X., Payros A., Pujalte V. Rodríguez-Tovar F.J., Tori F., Tosquella J. & Uchman A. The Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) for the base of the Lutetian Stage at the Gorrondatxe section, Spain // *Episodes*.– 2011.– 34(2).– P. 86–108.

38. Ortiz S., Gonzalvo C., Molina E., Rodríguez-Tovar F.J., Uchman A., Vandenberghe N., Zeelmaekers E. Palaeoenvironmental turnover across the Ypresian–Lutetian transition at the Agost section, Southwestern Spain: In search of a marker event to define the Stratotype for the base of the Lutetian Stage // *Marine Micropaleontology*.– 2008.– 69.– P. 297–313

39. Raffi I., Agnini C., Backman J., Catanzariti R., Pälike H. A Cenozoic calcareous nannofossil biozonation from low and middle latitudes: A synthesis // *J. Nannoplankton Res.*, USA, 36 (2), 2016.– P. 121–132.

40. Spofforth, D. J. A., Agnini C., Pälike H., Rio D., Fornaciari E., Giusberti L., Luciani V., Lanci L., Muttoni G. Organic carbon burial following the middle Eocene climatic optimum in the central western Tethys // *Paleoceanography*, 2010.– 25.– PA3210.– P. 1–11.

41. Villa G., Fioroni C., Persico D., Roberts A.P., Florindo F. Middle Eocene to Late Oligocene Antarctic glaciation/deglaciation and Southern Ocean productivity // *Paleoceanography*.– 2014.– № 29.– P. 1–15.

42. Waarlo N. Elevated CO<sub>2</sub> levels in the Peri-Tethys during the Middle Eocene Climatic Optimum. A CO<sub>2</sub> reconstruction using carbon isotope fractionation of organic matter from the Belaya River Section, Russia // Master's Thesis. Department of Earth Sciences Faculty of Geosciences Utrecht University, 2017.– 52p.

43. Westerhold T., Röhl U. Orbital pacing of Eocene climate during the Middle Eocene Climate Optimum and the chron C19r event: Missing link found in the tropical western Atlantic, *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*.– 2013.– V. 14.– № 11.– P. 4811–4825.

44. Young, J.R., Bown P.R., Lees J.A. (2017) Nannotax3 website. International Nannoplankton Association. Accessed 21 Apr.-2017.– URL: <http://www.mikrotax.org/Nannotax3>

45. Zachos J. C., Dickens G. R., Zeebe R. E. An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon-cycle dynamics // *Natur*, 2008.– Vol.451.– P. 279–283

46. Zachos J., Pagani M., Sloan L., Thomas E., Billups K. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present // *Science*, 292.– 2001.– P. 686–693.