

# Стратиграфия

УДК 551.781.43 : 561.251 (470.1)

## **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 СЛОЕВ АНГЛИИ**

© 2019 г. В. А. Мусатов, А. Б. Богачкин  
АО "Нижне-Волжский НИИ геологии и геофизики"

DOI: 10.24411/1997-8316-2019-19801

*Аннотация:* рассмотрены принципы построения «стандартных» зональных шкал по наннопланктону Martini (1970), Okada and Bukry (1980), Agnini (2014). Показаны пределы точности каждой из рассмотренных шкал. Приведена интерпретация результатов М.–Р. Aubry (1983, 1986) по исследованиям наннопланктона из разрезов бартонских слоев Alum Bay и Whitecliff Bay острова Уайт (Isle of Wight), соответствующих зоне CNE15. Намечены три возможных уровня для проведения нижней границы бартонского яруса.

*Ключевые слова:* наннопланктон, зональные шкалы, лютетский, бартонский ярус, граница.

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 1. THE ACCURACY LIMITS OF THE ZONAL STRATIGRAPHY LUTETIAN-BARTONIAN INTERVAL BASED ON NANNOPLANKTON, THE AGE OF BARTONIAN STRATA IN ENGLAND**

V.A. Musatov, A. B. Bogachkin  
JSC "Lower-Volga Research Institute of Geology and Geophysics"

*Abstract:* principles of «standard» zonal scales construction based on nannoplankton Martini (1970), Okada and Bukry (1980), Agnini (2014) are considered. The limits of accuracy of each of the considered scales are shown. The interpretation of the results of M.-P. Aubry (1983, 1986) studies of the outcrops of Bartonian layers «Alum Bay» and «Whitecliff Bay» on the Isle of Wight corresponding to the CNE15 area are given. Three possible levels for the lower boundary of the Bartonian stage are outlined.

*Key words:* nannoplankton, zonal scales, Lutetian, Bartonian, stage, boundary.

### Постановка проблемы

Бартонский ярус был выделен швейцарским стратиграфом Карлом Майер-Эймаром в 1857 году. Название происходит от топонима *Бартон-он-Си* (Barton on Sea), городка в Южной Англии. Под бартонской группой понимается среднеэоценовое литостратиграфическое подразделение Гемпширского бассейна в Южной Англии. За основание бартонских слоев первоначально принят уровень появления нуммулитов *Nummulites preswichianus* (Keeping, 1887), который совпадает с основанием пласта бартонских глин (Lower Barton Clay). Подстилаются бартонские слои отложениями, относимыми к группе Бреклешем (Bracklesham Group). В настоящее время к бартонскому ярусу отнесены и пески Боскомб (Boscombe Sand Formatin), ранее входившие в состав слоев Бреклешем. Стратотип бартонских слоев расположен в береговых обрывах и малодоступен из-за оползней. Наиболее полные, доступные для изучения разрезы данных отложений вскрываются в береговых обрывах Alum Bay и Whitecliff Bay острова Уайт (Isle of Wight), расположенного в 10 км от стратотипа.

За более чем полутора вековую историю изучения проведено огромное количество исследований, в том числе и палеонтологических, однако до настоящего времени нет однозначного понимания стратиграфического объема бартонских слоев, корреляции с удаленными разрезами Западной Европы, и, соответственно, слабо обосновано их положение в общей стратиграфической шкале палеогена. Это связано с рядом объективных и субъективных причин, основные из них: 1) разнородный, преимущественно терригенный, литологический состав – песчаные некарбонатные пачки лагунного или авандельтового генезиса переслаиваются со слабокарбонатными морскими глинами с многочисленной макрофауной; 2) во многих слоях отсутствует микрофауна или

комплексы весьма обеднены; 3) целый ряд палеонтологических исследований, к которым апеллируют многие современные исследователи, был проведен в 70–80-е годы XX века, когда зональные схемы по микрофауне, в том числе и по наннопланктону, еще не были в достаточной степени детально разработаны. Все это предопределило неясное положение бартонского яруса в общей стратиграфической шкале – бартонский ярус есть, но в то же время его нет, так как отсутствует утвержденный стратиграфической комиссией стратотип яруса, не утверждены стратотипы его границ (GSSP) и нет однозначного понимания самого стратиграфического объема яруса.

С палеонтологической точки зрения особенно интересными являются исследования наннопланктона. Наиболее полно он был изучен М.-Р. Aubry [2, 3]. В качестве зональной основы автором была взята так называемая стандартная зональная шкала Мартини [10]. Обедненные комплексы наннопланктона, а также его отсутствие в целом ряде горизонтов и недостаточно подробная шкала не позволили уверенно датировать отложения, но все же для определения положения нижней границы бартонского яруса был предложен уровень первого появления вида *Reticulofenestra reticulata*. Верхняя граница бартонского яруса (и одновременно нижняя граница приабонского яруса) традиционно проводится по появлению вида *Chiasmolithus oamaruensis*. В настоящее время для нижней границы бартонского яруса условно взят уровень верхней границы магнитохрона C19n – 41,2 млн л. [13]. Однако данный уровень палеонтологически не обоснован, что не позволяет его широко использовать без применения палеомагнитных исследований. До настоящего времени не установлен и не принят Международным Стратиграфическим Комитетом (ICS) стратотип бартонского яруса.

### Обзор зональных шкал эоценовых отложений по наннофоссилиям

Прежде чем проводить анализ зонального деления разрезов бартонских отложений, необходимо определить принципы построения применяемых наиболее часто так называемых стандартных зональных шкал по наннопланктону, пределы их точности и возможность их применения.

Биостратиграфические исследования решают несколько взаимосвязанных задач. Основные из них – выявление закономерностей в развитии тех или иных палеонтологических групп, создание на этой основе зональных шкал, применяемых в дальнейшем для определения возраста стратонов, их стратиграфического объема и положения в Общей стратиграфической шкале, и второй – корреляция с одновозрастными стратонами, выделенными на сопредельных и удаленных территориях.

Анализ существующих изданных материалов по исследованию наннопланктона показал, что, несмотря на, казалось бы, достаточно длительную историю исследования наннофоссилий, осталось много нерешенных проблем. Исследователи зачастую ограничиваются лишь выделением «стандартных» наннопланктонных зон по шкале Мартини [10] либо Окада и Бакри [11] и приводят минимальный видовой состав комплексов. Многие виды, используемые в настоящее время в современных зональных шкалах, либо еще не были описаны, либо на них не обращали должного внимания. В большинстве работ отсутствуют указания на стратиграфическое распространение характерных видов, полностью отсутствует информация о количественном содержании тепловодных и холодноводных видов. Кроме того, до настоящего времени нет общепринятой точки зрения на положение отдельных зональных границ, что напрямую влияет на объем выделяемых зональ-

ных подразделений, на их положение в общей шкале и в значительной степени затрудняет корреляцию выделяемых стратиграфических подразделений в разных регионах.

Одной из основных проблем лютетско-бартонского и бартонско-приабонского интервалов является неоднозначность их зонального деления по наннопланктону. Необходимость детального анализа применяемых стандартных зональных шкал Мартини и Окада и Бакри – принципов, заложенных при выделении зональных подразделений и уточнении состава зональных комплексов наннопланктона и стратиграфического распространения зональных видов-индексов, назрела уже давно.

#### «Стандартная зональная шкала»

##### Е. Мартини

«Стандартная зональная шкала» Е. Мартини [10] была создана на основе авторских исследований и анализа материалов других исследователей 50–60-х годов прошлого века из многих разрезов Западной Европы, Южной и Северной Америки, Новой Зеландии и некоторых разрезов, вскрытых глубоководным бурением в океанах. Разрезы Западной Европы, по которым были выделены многие ярусы палеогена и установлены наннопланктонные зоны, отличаются тем, что литологические тела, составляющие основу ярусов, сформировались в условиях эпиконтинентальных мелководных морских бассейнов, зачастую переходящих в лагунные и континентальные условия осадконакопления. Они изобилуют перерывами и недостаточно фаунистически охарактеризованы, что накладывает определенные ограничения в их применении как в качестве стратотипов ярусов, так и при определении границ зональных подразделений по наннопланктону и их объема. В настоящее время многие точки глобальных стратотипов границ ярусов перенесены в регионы, где разрезы стратиграфически более полные и лучше палеонтологически охарактеризо-

ваны, в основном это разрезы средиземноморского региона.

Предложенная Е. Мартини «стандартная зональная шкала» [10] является по своей сути компиляционной, обобщающей разрозненные на тот момент материалы по разным регионам с различной историей геологического развития и условиями осадконакопления. Безусловно, для своего времени она являлась революционным успехом в исследованиях наннопланктона, долго применялась исследователями, применяется и сейчас. В то же время имеется и целый ряд недостатков, которые не устранены и сегодня и в определенной степени ограничивают ее применение.

Основной проблемой данной «стандартной зональной шкалы» является то, что зональные подразделения выделены исследователями по разным, порой значительно удаленным друг от друга разрезам, большинство выделенных зон не смыкаются. В лютетско-приабонском интервале неясно положение практически всех границ выделяемых зон – NP14, NP15, NP16, NP17, NP18 и NP19, выделять зону NP20 совершенно невозможно.

Рассмотрим более подробно зональное деление лютетско-приабонского интервала в «стандартной зональной шкале» Е. Мартини. Возрастная принадлежность, названия зон и видовой состав приведены в авторской транскрипции (рис. 1).

### Средний эоцен

**Зона NP14 – *Discoaster subloensis*** – автор Нау, 1964, эталонной является формация Lodo, Калифорния, выделена как интервал от первого появления *Discoaster subloensis* Bramlette & Sullivan до первого появления *Nannotetrina alata* (Martini, in Martini & Stradner, 1960) Haq and Lohmann.

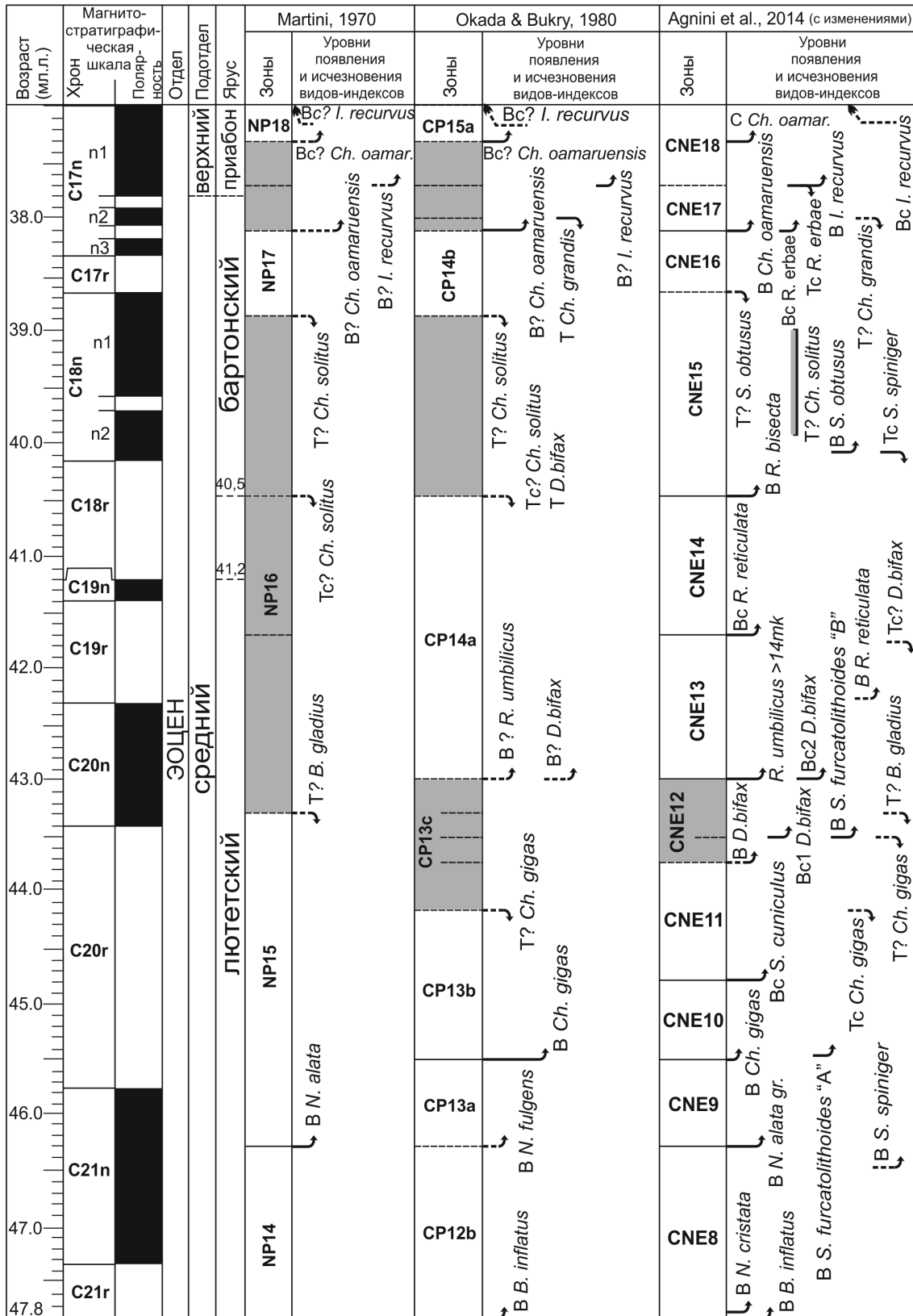
### Комментарии

Зона не разделена на подзоны и полностью отнесена автором к среднему эоцену. В настоящее время нижняя половина

данной зоны отнесена к ипрскому ярусу нижнего эоцена, а верхняя половина – к нижней части лютетского яруса среднего эоцена. Вызывает сомнение указание автора на появление *Sphenolithus furcatolithoides* Locker в верхней половине зоны. Не исключено, что за данный вид был принят *Sphenolithus* cf. *S. perpendicularis* sensu Bown & Newsam, 2017, появляющийся в середине зоны [5]. Зональный вид-индекс *Discoaster subloensis* Bramlette & Sullivan в отдельных разрезах весьма редок, и определить его первое появление затруднительно. Кроме того, в нижней части зоны достаточно часто встречаются очень мелкие пятилучевые формы вида *Discoaster lodoensis* Bramlette & Riedel, 1954, которые могут быть приняты за *Discoaster subloensis* Bramlette & Sullivan.

Верхняя граница зоны в авторском варианте определяется по появлению *Nannotetrina alata* (Martini, in Martini & Stradner, 1960) Haq and Lohmann, но в современной интерпретации она сопоставляется с уровнем появления *Nannotetrina fulgens* (Stradner, in Martini & Stradner, 1960) Achuthan and Stradner, 1969. До настоящего времени не установлено точное совпадение уровней появления данных видов, так как во многих разрезах точный уровень первого появления *Nannotetrina fulgens* установить не удастся из-за крайне редкой его встречаемости. Чаще данный вид начинает встречаться значительно выше уровня появления *Nannotetrina alata*.

Таким образом, верхняя граница зоны может приобретать двоякую трактовку – в разрезах, где *Nannotetrina fulgens* встречается часто, она может быть значительно древнее границы, проведенной в разрезах, где данный вид встречается редко или спорадически и отражает не уровень своего появления, а уровень максимального расцвета или уровень обычного содержания в комплексе (Base common).



■ – зоны со слабо обоснованными границами

Рис. 1. Сопоставление зональных шкал по наннопланктону Martini (1970), Okada and Bukry (1980), Agnini (2014, 2016)

**Зона NP 15 – *Chiphragmalithus alatus*** – автор Hay, 1967 (syn. *Chiphragmalithus quadratus* zone), исправлено Martini, 1970, эталонной является формация Tejon, Калифорния, выделена как интервал от первого появления *Chiphragmalithus alatus* (Martini) до последнего появления *Rhabdosphaera gladius* Locker. В комплексе присутствуют большинство видов из нижних зон, и помимо вида-индекса почти с основания зоны появляются *Rhabdosphaera gladius* Locker и *Reticulofenestra umbilica* (Levin). В верхней части зоны появляются *Discoaster tani nodifer* Bramlette and Riedel, *Discoaster martinii* Stradner, *Lanternithus minutus* Stradner.

Автор указывает, что кеммельский ярус Бельгии и верхняя часть слоев формации Bracklesham (FISHER bed 21) в разрезах Гемпшира Англии относятся к зоне NP15.

### Комментарии

Зона не разделена на подзоны и по своему объему охватывает большую часть лютетского яруса. Вид-индекс *Nannotetrina alata* (*Chiphragmalithus alatus*) является довольно крупной формой (10–30 мк), достаточно хорошо идентифицируется, но в некоторых случаях может быть изменчив и порой приобретает сходство с некоторыми другими видами этого рода, такими как *Nannotetrina cristata* (Martini, 1958) Perch-Nielsen, 1971, *Nannotetrina plana* Bown & Newsam, 2017, которые появляются еще в верхней половине зоны NP14.

Вызывает недоумение тот факт, что в зональном комплексе не указан вид *Coccolithus* (*Chiasmolithus*) *gigas* Bramlette & Sullivan, 1961 – гигант эоценового наннопланктона, пропустить который при исследовании комплексов зоны NP15 практически невозможно.

Вид *Rhabdosphaera gladius* Locker характерен, преимущественно, для мелководных эпиконтинентальных бассейнов и часто отсутствует в глубоководных океанических и

флишоидных разрезах [1, 8]. Уровень первого появления данного вида, как и уровень его исчезновения точно не установлены, отдельные, морфологически очень сходные экземпляры встречены еще в зоне NP14. Кроме того, отдельные экземпляры данного вида или очень сходные с ним формы, например *Blackites rotundus* Bown, 2005, могут быть встречены даже в зоне NP17.

В настоящее время применять уровень исчезновения данного вида в качестве маркера верхней границы зоны NP15 нецелесообразно.

**Зона NP 16 – *Discoaster tani nodifer*** – автор Hay, 1967, исправлено Martini, 1970, типовые отложения – глины Asse, Бельгия; выделена как интервал от последнего появления *Rhabdosphaera gladius* Locker до последнего появления *Chiasmolithus solitus* (Bramlette & Sullivan). Автор указывает, что глины Asse Бельгии сопоставляются с нижней частью зоны NP16.

Такие виды, как *Chiphragmalithus alatus* (Martini) и *Discoaster martinii* Stradner, исчезают в нижней части зоны, а *Discoaster distinctus* Martini – в верхней части. Вид *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel впервые появляется в верхней части зоны.

### Комментарии

В настоящее время, по данным E. Seurbaut [12], глины Asse Бельгии относятся к зоне NP15. По поводу последнего появления вида *Rhabdosphaera gladius* Locker сказано выше. Уровень первого появления вида *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel в настоящее время определяется в верхней части ипрского яруса, т.е. в зоне NP14, а в зоне NP16 он становится крупнее и встречается чаще. Название зоны довольно неудачно, так как предполагает либо появление вида *Discoaster tani nodifer*; либо его исчезновение. Автор же просто указывает, что упомянутый вид обычен в комплексе. По современным данным, он является синонимом *Discoaster nodifer* (Bramlette & Riedel, 1954)

Bukry, 1973, который появляется в низах зоны NP15 и исчезает в олигоцене.

Уровень исчезновения вида-индекса *Chiasmolithus solitus* (Bramlette & Sullivan) точно не установлен. В различных палеогеографических зонах он может исчезать раньше или позже. Считается, что данный вид является показателем прохладных вод.

Исходя из этого, выделение зоны NP16 становится фактически невозможным, в связи с неясным положением как нижней, так и верхней границы.

#### Верхний эоцен

**Зона NP 17 – *Discoaster saipanensis*** автор Martini, 1970. Эталон для данной зоны определены слои Chama верхнего бартона (Upper Barton H) Англии, в разрезе Highcliffe, Barton. Зона выделена как интервал от исчезновения *Chiasmolithus solitus* (Bramlette & Sullivan) до первого появления *Chiasmolithus oamaruensis* (Deflandre). Автор отмечает, что в данной зоне присутствует *Clathrolithus spinosus* Martini, но не указывает, где этот вид появляется. Вид *Sphenolithus furcatolithoides* Locker может быть обнаружен в нижней части зоны, *Helicopontosphaera compacta* (Bramlette & Wilcoxon) также впервые появляется в основании зоны.

#### Комментарии

Так же как и для зоны NP16, выбрано весьма неудачное название. Неудачным является и эталон для данной зоны – слои Chama верхнего бартона Англии. Проследить уровни исчезновения или появления каких-либо видов в разрезах бартонского яруса типовой местности невозможно в связи с весьма обедненными комплексами наннопланктона. Как в нижней части бартона, так и в верхней имеются интервалы, где наннопланктон полностью отсутствует. Автор отмечает, что в комплексе зоны NP17 встречаются редкие *Discoaster distinctus* Martini, в то же время в характеристике зоны NP16 указывает, что данный

вид исчезает в верхней части этой зоны. Уровень исчезновения вида *Chiasmolithus solitus* (Bramlette & Sullivan), который является типично холодноводным, может быть диахронным в разных регионах.

В настоящее время неизвестно, какой уровень был использован автором – уровень единичного появления вида *Chiasmolithus oamaruensis* (Deflandre) или уровень его первого обычного (частого) появления, кроме того, этот вид является типично холодноводным, а его появление может контролироваться температурными условиями морского палеобассейна.

Соответственно, нижняя и верхняя границы зоны могут быть некорректно определены в различных регионах, особенно осторожно необходимо применять эти виды в низких широтах.

**Зона NP 18 – *Chiasrnolithus oamaruensis***, автор Martini, 1970, эталонная местность в Баварии вдоль дороги из Rohrdorf в Langweid около Neubeuern, формация Stockletten. Определена как интервал от первого появления *Chiasmolithus oamaruensis* (Deflandre) до первого появления *Isthmolithus recurvus* Deflandre. Автор указывает, что в комплексе встречаются промежуточные формы между *Zygodolithus minutus* Perch-Nielsen и *Isthmolithus recurvus* Deflandre.

#### Комментарии

Для данной зоны фактически не указан разрез, в котором она выделена. В настоящее время [9] к зоне NP18 – *Chiasrnolithus oamaruensis* – отнесена только нижняя часть формации Stockletten, причем залегающая на подстилающих отложениях бартонского возраста со значительным перерывом (полностью отсутствует зона NP17). Таким образом, нижняя граница данной зоны в формации Stockletten в типовой местности может отсутствовать. Исходя из того, что автор в составе комплекса указывает на присутствие *Chiasmolithus grandis* (Bram-

lette & Riedel), а также принимая во внимание стратиграфический перерыв, этот интервал разреза, вероятнее всего, относится к нижней части, но не к самому основанию данной зоны. Кроме того, уровень первого появления *Isthmolithus recurvus* Deflandre в настоящее время точно не определен. Единичные находки данного вида отмечаются в средней части зоны NP18. Вероятнее всего, в качестве верхней границы зоны автором использован уровень его обычного появления (Base common).

#### **Общие комментарии к зональной шкале**

Большинство зональных подразделений данной шкалы не могут быть выделены с достаточной степенью надежности, а некоторые зоны невозможно выделить вообще. Положение зональных границ неясно вследствие того, что уровни появления и исчезновения принятых в зональной шкале видов-индексов не отвечают современным представлениям об их стратиграфическом распространении. Исходя из материалов, приведенных выше, единственным и относительно надежным видом-индексом в «стандартной зональной шкале» Е. Мартини для лютетско-бартонского интервала является только вид *Nannotetrina alata* (Martini, in Martini & Stradner, 1960) Haq and Lohmann, 1976 (*Chiphragtnalithus alatus*), но и его применение несколько проблематично в связи с некоторой видовой изменчивостью.

#### **Зональная шкала Окада и Бакри**

Данная зональная шкала отдельными фрагментами повторяет шкалу Мартини, но все же она в значительной степени более обоснована и более дробная. Шкала основана на исследовании океанических разрезов, вскрытых скважинами (рис. 1).

#### **Зона CP12 Discoaster sublodoensis**

Одним из наиболее значимых достижений является разделение зоны CP12 Discoaster sublodoensis (NP14 по Е. Мартини) на две подзоны: нижнюю – CP12a – Discoaste-

roides kuepperi, соответствующую верхней части ипрского яруса нижнего эоцена, и верхнюю – CP12b – Rhabdosphaera inflata, нижняя граница которой соответствует подошве лютетского яруса среднего эоцена [13].

#### **Средний эоцен**

**Подзона CP12b – Rhabdosphaera inflata** определена как интервал от первого появления вида-индекса до его исчезновения и появления *Nannotetrina quadrata*.

#### **Комментарии**

Нижняя граница подзоны CP12b – Rhabdosphaera inflata в настоящее время является одной из наиболее надежных в среднем эоцене. На уровне появления вида-индекса возникает сходный с ним вид – *Blackites piriformis* (Pavsic in Khan et al., 1975) Aubry, 1999, который может использоваться в качестве альтернативного вида-индекса. Авторы не указывают на появление в данной подзоне каких-либо видов рода *Nannotetrina*, что несколько странно, так как в настоящее время доказано возникновение этого рода с основания, или почти с основания, подзоны CP12b. Несколько выше появляются виды из группы *Nannotetrina alata*. Верхняя граница данной подзоны не столь надежна, как нижняя. Редкие экземпляры *Rhabdosphaera inflata* встречаются в нижней части подзоны CP13a.

Как указывалось выше, верхняя граница зоны определяется по уровню первого появления *Nannotetrina quadrata* (Bramlette & Sullivan, 1961) Bukry, 1973. На определенные трудности проведения данной границы указано выше, уровень появления *Nannotetrina alata* (Martini, in Martini & Stradner, 1960) Haq and Lohmann более предпочтителен, чем уровень появления *Nannotetrina fulgens* (Stradner, in Martini & Stradner, 1960) Achuthan and Stradner (*Nannotetrina quadrata* (Bramlette & Sullivan, 1961) Bukry, 1973) или уровень исчезновения *Blackites inflatus* (Bramlette & Sullivan,



1961) Kapellos & Schaub (*Rhabdosphaera inflata* Bramlette & Sullivan, 1961).

#### **Зона CP13 – *Nannotetrina quadrata***

Выделена как интервал от первого появления вида-индекса, до первого появления *Discoaster bifax* и/или *Reticulofenestra umbilica* и, в отличие от зоны NP15 Martini, разделена на три подзоны: **CP13a – *Discoaster strictus***, **CP13b *Chiasmolithus gigas***, **CP13c – *Coccolithus staurion***.

**Подзона CP13a – *Discoaster strictus*** выделена как интервал от первого появления *Nannotetrina quadrata* или последнего появления *Rhabdosphaera inflata* до первого появления *Chiasmolithus gigas*.

#### **Комментарии**

Нижняя граница подзоны проведена по уровню появления *Nannotetrina quadrata* (Bramlette & Sullivan, 1961) Bukry, 1973 (*Nannotetrina fulgens* (Stradner, in Martini & Stradner, 1960) Achuthan and Stradner, 1969). Считается, что этот уровень приблизительно совпадает с уровнем появления *Nannotetrina alata*, то есть совпадает с нижней границей зоны NP15, однако во многих случаях вид-индекс в комплексах встречается крайне редко и спорадически, на что указывают и сами авторы подзоны, и точную границу его появления не всегда возможно определить. Вследствие этого надежнее использовать виды, входящие в группу *Nannotetrina alata*, как предлагается в работе [1]. Вид *Rhabdosphaera inflata* (*Blackites inflatus*) достаточно редок в комплексах, особенно в верхней части подзоны CP12b, соответственно его использование для определения нижней границы подзоны CP13a весьма затруднено. Вид *Discoaster strictus* Stradner (1961), возможно, является синонимом *Discoaster sublodoensis* Bramlette & Sullivan [14] и авторами используется лишь в названии зоны, хотя и указывается, что он распространен в нижней части зоны CP13 – *Nannotetrina quadrata*. В связи с неясностью систематического

положения самого вида (является ли он самостоятельным или нет), вызывает большие сомнения его использование в качестве стратиграфически важного вида и в названии зоны.

**Подзона CP13b – *Chiasmolithus gigas*** определена как интервал от первого появления вида-индекса до уровня его исчезновения.

#### **Комментарии**

Определение уровня появления очень крупных *Chiasmolithus gigas* пока не вызывает особых проблем, но все же не исключено, что его положение может отличаться в южных и северных регионах. Уровень его исчезновения сегодня достоверно не установлен, отдельные экземпляры могут встречаться в подзоне CP13c и в основании подзоны CP14a. При определении верхней границы подзоны CP13b надежнее применять уровень окончания его частой или обычной встречаемости в комплексах (Top common) [1]. Кроме того, данный вид очень крупный и может достигать размеров 25–35 мкм, то есть сравним с размерами микрофораминифер. При изготовлении препаратов иглой можно случайно удалить со стекла как алевро-песчаные частицы и фораминиферы, так и экземпляры *Chiasmolithus gigas*, особенно в тех интервалах, где он встречается редко и где «исследователь знает, что его здесь не может быть».

**Подзона CP13c – *Coccolithus staurion*** выделена как интервал от исчезновения *Chiasmolithus gigas* до появления крупных *Reticulofenestra umbilica* и/или *Discoaster bifax*. Авторы указывают [11], что появление крупных *Reticulofenestra umbilica* является главным критерием для определения верхней границы данной подзоны. Вблизи нее появляется *Discoaster bifax* и исчезают последние виды рода *Nannotetrina*.

#### **Комментарии**

Данная подзона вызывает немало вопросов при ее выделении. Во-первых, на-

звание подзоны весьма неудачно, так как *Coccolithus staurion* появляется еще в позднем танете и исчезает в нижнем бартоне и не может участвовать как стратиграфически важный вид для определения данной подзоны. Во-вторых, как сказано выше, затруднено определение уровня исчезновения *Chiasmolithus gigas*. В-третьих, при определении уровня появления *Discoaster bifax* и/или «крупных» *Reticulofenestra umbilica* возникают весьма значительные проблемы. В настоящее время доказано, что *Discoaster bifax* появляется значительно раньше появления крупных *Reticulofenestra umbilica* > 14mk [1]. Кроме того, авторами не указан размер вида *Reticulofenestra umbilica*, сказано только, что они «крупные». Виды, относимые к группе «umbilica» меньше 14mk, появляются значительно ниже уровня, указанного авторами. Вопрос: с какого размера считать данный вид «крупным», остается без ответа. Соответственно, верхняя граница подзоны CP13c и нижняя граница подзоны CP14a не могут быть точно определены. В-четвертых, уровень появления *Discoaster bifax* определяется неоднозначно. Единичные экземпляры этого вида могут быть обнаружены несколько ниже принятой границы подзоны. Вероятнее всего, нижняя граница данной подзоны может быть определена как уровень обычного/многочисленного содержания этого вида в комплексе (Base common), но и в этом случае данная граница будет заведомо древнее, чем уровень появления крупных *Reticulofenestra umbilica* > 14mk.

Кроме того, существует вид *Discoaster praebifax* Wei & Wise, 1989 с весьма сходным обликом, появляющийся еще в верхней части ипрского яруса и исчезающий в кровле лютетского яруса. В настоящее время он считается синонимом мелких форм вида *Discoaster salisburgensis* Stradner, 1961. Указанные виды весьма близки морфологически и могут быть неправильно идентифици-

рованы, особенно при неудовлетворительной сохранности.

### Зона CP14 *Reticulofenestra umbilica*

Разделена на две подзоны: нижняя – CP14a – *Discoaster bifax*, верхняя CP14b – *Discoaster saipanensis*.

Подзона CP14a – *Discoaster bifax* выделена как интервал от появления *Discoaster bifax* и/или «крупных» *Reticulofenestra umbilica* до исчезновения *Chiasmolithus solitus* и *Discoaster bifax*.

### Комментарии

О нижней границе сказано выше. Установление положения уровня верхней границы основывается на двух видах, один из которых тепловодный – *Discoaster bifax*, второй – *Chiasmolithus solitus*, холодноводный. Данный факт предопределяет заведомо разное положение границ в различных климатических зонах, что доказывается находками редких экземпляров *Chiasmolithus solitus* и *Discoaster bifax* в подзоне CP14b. Вид *Discoaster bifax* довольно редко встречается в эоценовых разрезах океанов и разрезах с флишевым или флишеидным типом осадконакопления в пределах эпиконтинентальных бассейнов, что затрудняет его использование. Наилучшим вариантом при определении верхней границы подзоны, вероятно, может быть уровень резкого уменьшения содержания того или другого вида в комплексах (Top common). В любом случае, одновременное их использование при определении уровня верхней границы вряд ли возможно. Доказано, что уровень исчезновения *Chiasmolithus solitus* приурочен к средней части подзоны CP14b, в связи с этим зачастую нижнюю половину подзоны CP14b относят к подзоне CP14a.

Таким образом, уровни как нижней, так и верхней границ подзоны в авторском понимании не могут быть достоверно определены.

Подзона CP14b – *Discoaster saipanensis* выделена как интервал от исчезновения

*Chiasmolithus solitus* и *Discoaster bifax* до исчезновения *Chiasmolithus grandis* и появления *Chiasmolithus oamaruensis*. Авторы указывают, что в этой подзоне становятся доминирующими виды из группы *Dictyococcites bisectus* – *D. scrippsae*.

#### **Комментарии**

Уровни появления *Chiasmolithus oamaruensis* и исчезновения *Chiasmolithus grandis* не совпадают. Редкие экземпляры *Chiasmolithus grandis* могут встречаться даже в подзоне CP15b – *Isthmolithus recurvus*. Вид *Chiasmolithus oamaruensis* появляется значительно раньше исчезновения (или резкого количественного уменьшения содержания) вида *Chiasmolithus grandis*. Резкое уменьшение численности *Chiasmolithus grandis* отмечается на уровне обычного содержания (Base common) *Isthmolithus recurvus*. Соответственно, уровень верхней границы подзоны становится неопределенным. Проблемы с определением нижней границы описаны выше.

#### **Общие комментарии к шкале**

Зональная шкала Окада и Бакри в значительной степени более детальная, чем «стандартная зональная шкала» Мартини. Границы зональных подразделений обоснованы более корректно, хотя и не всегда могут быть уверенно проведены. Безусловно, данная зональная шкала может использоваться при зональном делении эоценовых разрезов различных регионов, в том числе и разрезов Русской платформы России, но с некоторыми дополнительными критериями, необходимыми для уточнения границ зональных подразделений и указанных в комментариях.

#### **Зональная шкала Agnini et al.**

Данная зональная шкала [1, 8] в настоящее время наиболее дробная и основана на исследованиях как океанических, так и эпиконтинентально-морских разрезов Италии. Не вдаваясь в подробный анализ каждого зонального подразделения,

необходимо отметить следующие положительные моменты, на которых основана данная шкала (рис. 1).

1. Выделяемые зональные подразделения в своем большинстве являются комплексными зонами.

2. Их границы обоснованы уровнями появления и/или исчезновения нескольких видов, которые можно использовать в качестве альтернативных.

3. Предложены новые уровни и новые более детальные зональные подразделения, в значительной степени способствующие нахождению наилучших критериев для удаленных корреляций.

4. Многие зональные подразделения выделены на основе выявления уровней начала или окончания максимального или обычного (Base common, Top common) содержания видов-индексов в комплексах, а не на уровнях первого появления или исчезновения.

5. Даны точные координаты расположения всех зональных подразделений, фактически указаны стратотипы их границ.

6. Проиллюстрированы уровни появления, исчезновения и количественного изменения основных видов в комплексах по вертикали.

7. Для всех разрезов даны палеомагнитные шкалы, что в значительной степени уточняет те или иные уровни появления/исчезновения видов и облегчает их корреляцию.

8. Для всех зональных подразделений даны исчерпывающие комментарии по нанопланктонным комплексам или по отдельным видам.

Основные недостатки зональной шкалы:

1. Зональные подразделения выделены в разных разрезах – частично в разрезах Италии, а частично в океанических разрезах, что может несколько ограничивать их применение для зонального деления эоце-

новых эпиконтинентальных разрезов, в том числе и России.

2. Многие границы зон определяются на основе тепловодных видов рода *Sphenolithus*, которые либо отсутствуют в наннопланктонных комплексах эоцена Русской платформы, либо крайне редки. Кроме того, виды данного рода имеют тенденцию к значительному обрастанию в благоприятных условиях и перерастают в совершенно неопределимые формы, что затрудняет или вовсе приводит к невозможности их использования. Так как род *Sphenolithus* является тепловодным, применение уровней первого появления или исчезновения отдельных видов в высокоширотных разрезах может быть некорректным, в связи с возможной диахронностью данных уровней.

3. Используются некоторые дополнительные уровни, например уровень исчезновения *Blackites gladius* и *Chiasmolithus gigas*, которые заведомо не совпадают с истинным исчезновением данных видов и могут быть использованы с определенной долей осторожности, на что указывают и сами авторы в комментариях к зональным подразделениям.

4. Определение нижней границы зоны CNE12 несколько неоднозначно, так как используется уровень исчезновения (Top) *Chiasmolithus gigas*, хотя сами же авторы показывают, что редкие экземпляры данного вида встречаются и в зоне CNE13. Авторы указывают, что *Discoaster bifax* с основания зоны присутствует постоянно в обычном количестве, с одновременным вымиранием наннотетрин из группы *N. alata*. Как указывалось выше, вымирание наннотетрин этой группы на данном уровне не подтверждается результатами исследований наннопланктона из разрезов Русской платформы и Предкавказья. Довольно многочисленные *N. fulgens* встречаются как минимум до уровня появления крупных *R. umbilica* >14mk, то есть до верхней границы данной зоны.

4. В зональной шкале авторы не предложили свое видение на уровне проведения границ между лютетским и бартонским, бартонским и приабонским ярусами. Нижняя граница бартонского яруса условно проведена по верхней границе хрона C19n и не подтверждена никакими изменениями в комплексах наннопланктона. Верхняя граница яруса не определена и условно проведена по уровню появления многочисленных *Cribricentrum erbae*. Данный уровень требует дополнительных исследований.

Рассмотрев принципы построения основных зональных шкал, применяемых при стратиграфических исследованиях, можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее обоснованными являются зональные шкалы с комплексной характеристикой выделяемых зон, границы которых проведены как по видам-индексам, так и по ряду альтернативных видов.

2. Уровни исчезновения видов-индексов могут контролироваться палеогеографическими и палеоэкологическими факторами и в наименьшей степени применимы для обоснования зональных границ.

3. Зональные шкалы, построенные для различных регионов, в особенности для океанических разрезов и разрезов эпиконтинентальных морских бассейнов, могут быть сопоставлены лишь с определенной долей условности. Необходимы дополнительные критерии для подтверждения корреляционных построений (фораминиферы, динофлагелляты, палеомагнитные хроны, геохимические события и т. д.).

4. Использование зональных шкал, построенных для океанических разрезов низких широт, при зональном делении палеогеновых разрезов высоких широт, юга России и более северных разрезов Русской платформы сопряжено с рядом трудностей, в частности связанных с палеоэкологическими, палеогеографическими и фациальными условиями осадконакопления,

непосредственно влияющими на продуктивность и состав комплексов наннопланктона.

5. Применение той или иной зональной схемы для разрезов определенного бассейна, даже самой «стандартной» из всех «стандартных», но созданной для бассейна с иной историей развития, не может быть полностью адекватным и полностью удовлетворяющим запросы региональной стратиграфии.

6. Безусловно, что основные этапы развития известкового наннопланктона, а также значимые, кризисные моменты в развитии Земли в палеогеновый период, такие как раннедатское событие (LDE), палеоцен/эоценовый температурный максимум (PETM), эоценовый температурный максимум (ETM), среднеэоценовый климатический оптимум (MECO), глобальное похолодание на границе эоцена и олигоцена (Oi-1), будут отражаться во всех зональных шкалах, построенных для разных территорий. В то же время механическое использование и применение зональной шкалы, созданной, например, для разрезов Атлантического океана, только лишь исходя из принципа ее «стандартности», не может обеспечить зонирование и корреляцию разрезов Русской платформы с достаточной степенью детальности и уверенности.

7. Зональные шкалы, созданные на основе тех или иных палеонтологических групп, определенно отражают как глобальные события в истории развития Земли, так и реальную специфическую историю развития того или иного бассейна. Это предопределяет необходимость разработки в первую очередь зональных шкал для палеогеновых отложений Русской платформы и южных регионов, исходя из специфики развития бассейна на данной территории, и лишь во вторую ее сопоставление с зональными шкалами других бассейнов на основе стратиграфически значимых событий, в том

числе абиотических, что в конечном итоге приведет к уточнению истории развития изучаемого бассейна и созданию легитимных стратиграфических схем.

#### **Определение границы лютетского и бартонского ярусов и возраст бартонских слоев в стратотипической местности Гемпширского бассейна Англии**

Бартонский ярус выделен в Гемпширском бассейне (Hampshire Basin) на юго-западном побережье Англии (Barton Sea) и представлен комплексом пород морского, лагунного и континентального генезиса, преимущественно терригенного состава с редкими тонкими прослоями известняков и известковистых глин.

Проблема точного определения возраста нижней границы бартонского яруса в его стратотипической местности на юге Англии, как это ни парадоксально, заключается не в отсутствии стратиграфически значимых палеонтологических групп или зональных видов-индексов, а в недостаточном анализе результатов уже проведенных исследований и, в частности, наннопланктона. Наиболее интересными в этом отношении являются работы М.-Р. Aubry [2, 3], где приведен несколько обедненный, но достаточно представительный комплекс наннофоссилий (38–47 видов) из верхней части слоев Бреклешем (Bracklesham Beds) и основания бартонских слоев (разрез Whitecliff Bay, нижний бартон, пачка A1, уровень слоя с *Nummulites prestwichianus*), включающий характерные виды: *Reticulofenestra umbilica*, *R. (Cribrocentrum) reticulatum*, *R. (Dictyococcites) bisectus*, *Clathrolithus spinosus*, *Corannulus germanicus* (рис. 2). Это позволило автору выделить наннопланктонные зоны NP16 и NP17 по «стандартной зональной шкале» Мартини и предложить вид-индекс *Reticulofenestra reticulata* (*Cribrocentrum reticulatum*) в качестве маркера для определения нижней границы бартонского яруса.

Анализируя данные материалы [2, 3], выявлено следующее.

1. В разрезах Whitecliff Bay и Alum Bay (Isle of Wihgt) на уровне горизонта с нуммулитами *Nummulites prestwichianus* (Lower Barton Beds, Highcliff Member A2, samples 2066, 2166) в комплексах присутствуют *Reticulofenestra reticulatum*, *R. umbilicus*, *Corannulus germanicus*, *Clathrolithus spinosus*, *Lithostromation perdurum*, *Sphenolithus furcatolithoides*, *Chiasmolithus solitus*, *Helicosphaera compacta*. Необходимо отметить, что указанные образцы отобраны приблизительно в 12–14 м выше подошвы бартонских отложений в современном понимании. Приведенные виды однозначно свидетельствуют о том, что отложения нижнего бартона не могут быть древнее верхней части зон NP16 и CP14a (зона CNE14 – *Criboecentrum reticulatum*, Agnini et al. [1]).

2. В образце 2069 (3,9 м выше образца 2066, разрез Whitecliff Bay) отмечается появление вида *Reticulofenestra bisecta* (*Dictyococcites bisectus*), исчезает *Chiasmolithus solitus* и *Sphenolithus furcatolithoides*.

3. Вид *Sphenolithus obtusus*, характерный для отложений бартонского возраста, отмечается с образца 2177 в разрезе Alum Bay (Middle Barton Beds, Naish Member C), что на 13–14 м выше от образца 2167.

4. Вид *Corannulus germanicus* появляется с основания зоны NP17 [14].

Приведенные данные, с некоторой долей условности, позволяют отнести пачку нуммулитовых глин бартонских слоев к зоне NP17 шкалы Мартини и подзоне CP14b шкалы Окада и Бакри. По зональной шкале Agnini et al. [1] данная часть разреза однозначно может быть сопоставлена с зоной CNE15, которая коррелируется с верхней частью хрона C18r и хроном C18n. Палеомагнитные данные [7] подтверждают этот вывод.

Возраст нижней части бартонских слоев (пески Боскомб – Boscombe Sand Formatin)

на юге Англии, предположительно, может быть определен началом зоны NP16 Мартини или зоны CNE14 Agnini et al. [1] и фиксируется появлением в комплексе вида *Reticulofenestra reticulata* (*Criboecentrum reticulatum*), как и было предложено первоначально [2, 3].

Следует отметить, что в основании пачки глин с *Nummulites prestwichianus* в разрезе Alum Bay отмечается уровень с карманами, заполненными галькой и гравием [7], что свидетельствует о перерыве в осадконакоплении. Вероятнее всего, вся пачка нуммулитовых глин выше этого уровня относится к зоне CNE15 Agnini et al. [1] или к зоне NP17 Martini [10], а отсутствие вида *Dictyococcites bisectus* в основании нуммулитовых глин (этот вид появляется на 3,9 м выше подошвы) можно объяснить обедненностью комплексов в начале трансгрессивного этапа.

Соответственно, нижняя часть бартона до нуммулитовых глин может относиться к зоне CNE14, а верхняя, включая нуммулитовые глины, к зоне CNE15.

Результаты исследований диноцист из разреза Alum Bay (Isle of Wihgt) [6] показывают, что вид-индекс *Rhombodinium draco* появляется в основании нуммулитовых глин бартона. Данный вид характерен для подзоны D10b бартонского яруса, и уровень его появления практически совпадает с уровнем появления *Dictyococcites bisectus*, что подтверждает отнесение нуммулитовых глин бартона в стратотипической местности к наннопланктонной зоне CNE15 [1] или подзоне CP14b [11] и зоне P13 (E12) *Orbulinoides beckmanni* по планктонным фораминиферам [13]. Соответственно, возраст нижней границы указанных зон и возраст бартонских слоев должен определяться на уровне ~ 40,5 млн л., а не 41,2 млн л. [13].

В данном случае идет речь только лишь о возрасте нижней части бартонских слоев

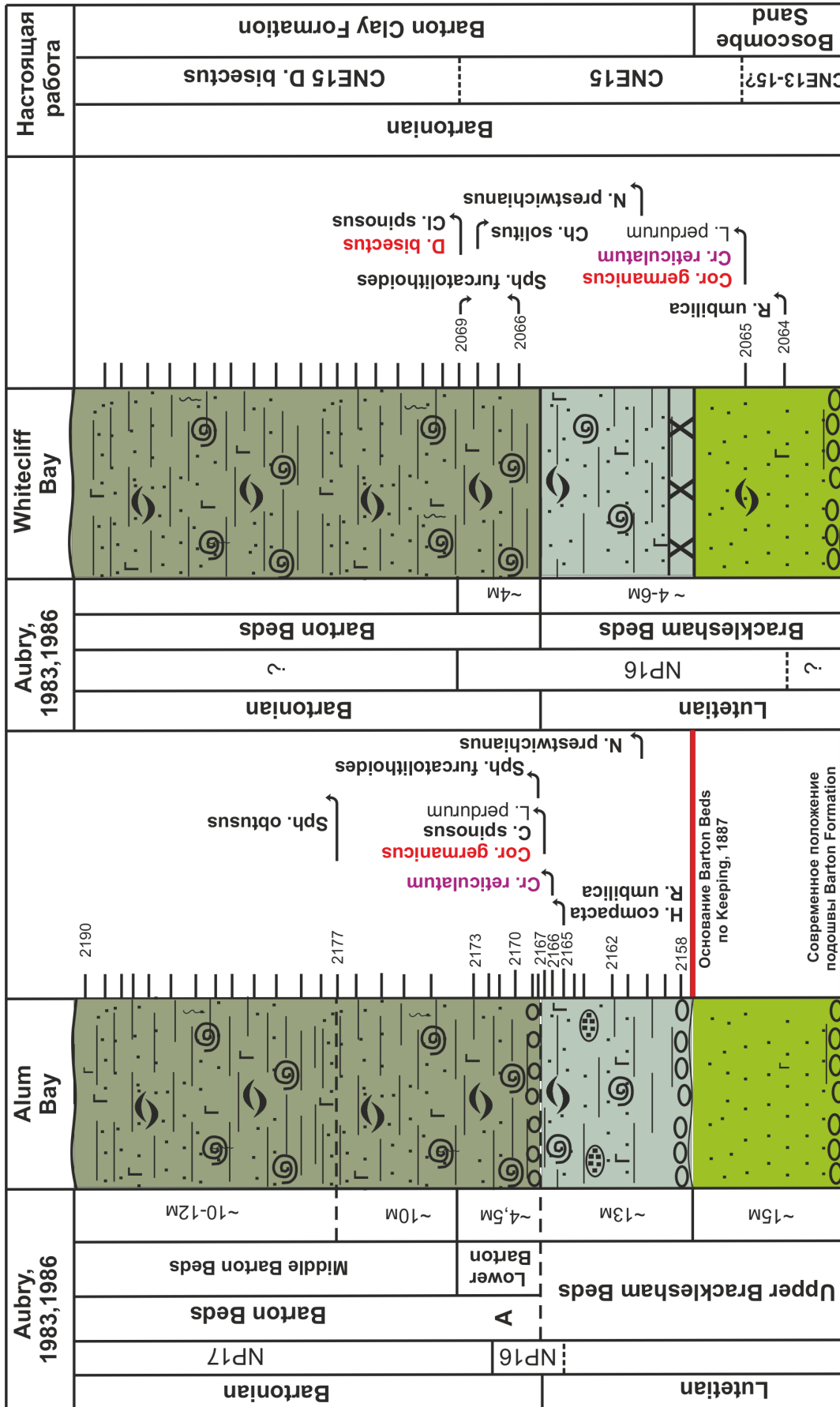


Рис. 2. Положение нижней границы бартонских слоев в разрезах Alum Bay и Whitecliff Bay (остров Wight, Англия), возрастная датировка по нанопланктону по Aubry (1983, 1986) и современная интерпретация результатов с применением зональной шкалы Agnini et al. (2014)

в стратотипической местности на юге Англии и не рассматривается вопрос о стратиграфическом объеме самого бартонского яруса, так как его объем и, соответственно, возраст нижней границы до настоящего времени не определены.

### Дискуссия

Вышеизложенные материалы показывают, что применение зональных шкал, разработанных в 60–70-е годы XX века по наннопланктону в лютетско-бартонском интервале стратиграфической шкалы, в значительной степени затруднено и порой просто невозможно по ряду причин, основной из которых является невозможность точного установления границ зон, выделенных авторами зональных шкал.

Проблема установления объема, определения границ и установления стратотипа бартонского яруса во многом предопределена именно невозможностью применения «стандартных» зональных шкал по наннопланктону.

В настоящее время возраст нижней границы бартонского яруса определен по уровню верхней границы хрона C19n, но не обоснован палеонтологически (рис. 3). Исходя из результатов изучения наннопланктона, диноцист и фораминифер, а также принимая во внимание наличие перерывов по ряду разрезов Северного Предкавказья, Крыма, Ергеней, Воронежской антеклизы, намечается три возможных варианта проведения нижней границы бартонского яруса: 1 – на уровне массового появления *Discoaster bifax*, 2 – на уровне появления *Cribocentrum reticulatum*, 3 – на уровне появления *Dictyococcites bisectus* и *Rhombodinium draco*, что в последнем случае совпадает с уровнем нижней границы бартонских глин Англии.

Не исключено, что возраст нижней границы бартонского яруса может быть опущен до уровня нижней границы зоны CNE12, что приблизительно соответствует нижней границе кумской свиты Предкавказья.

### Заключение

Наиболее перспективными в плане изучения изменений комплексов наннопланктона и создания кондиционной зональной шкалы по наннопланктону для лютетско-бартонского интервала являются, по нашему мнению, разрезы Предкавказья и юга Русской плиты по нескольким причинам: 1) разрезы сложены карбонатными породами, благоприятными для изучения микрофауны и наннопланктона; 2) во многих разрезах выделены диноцисты, которые могут быть связующим звеном между карбонатными разрезами юга и преимущественно терригенными разрезами северных частей бассейна; 3) в разрезах достаточно хорошо выделяются литологически обособленные свиты и слои, отражающие изменения положения уровня морского бассейна и температурные колебания; 4) по основным опорным разрезам Предкавказья уже выполнены палеомагнитные исследования, 5) большинство разрезов доступны для изучения и почти не требуют дополнительных вскрышных работ.

Проведенные исследования наннопланктона в разрезах Северного Кавказа (р.Хеу), Крыма (Бахчисарай), Северных и Южных Ергеней (стратотипическая скв.Кереста, скв.84, 85, 45 А и др.), Воронежской антеклизы (Кантемировка), Украины (парастратотип киевской свиты – Халепье), а также палеомагнитные исследования разрезов по р.Хеу, р.Кубань и др. выявили ряд стратиграфически значимых уровней появления и исчезновения наннофоссилий, уточнили стратиграфическое положение палеомагнитных хронов, были определены уровни многих температурных максимумов, что позволяет более обоснованно и детально подойти к выяснению истории развития палеогеновых бассейнов. Результаты исследований лютетско-бартонского интервала по р.Хеу и Ергенинскому региону, которые могут быть ключевыми при определении возраста и объема бартонского яруса, будут представлены в статье 2.



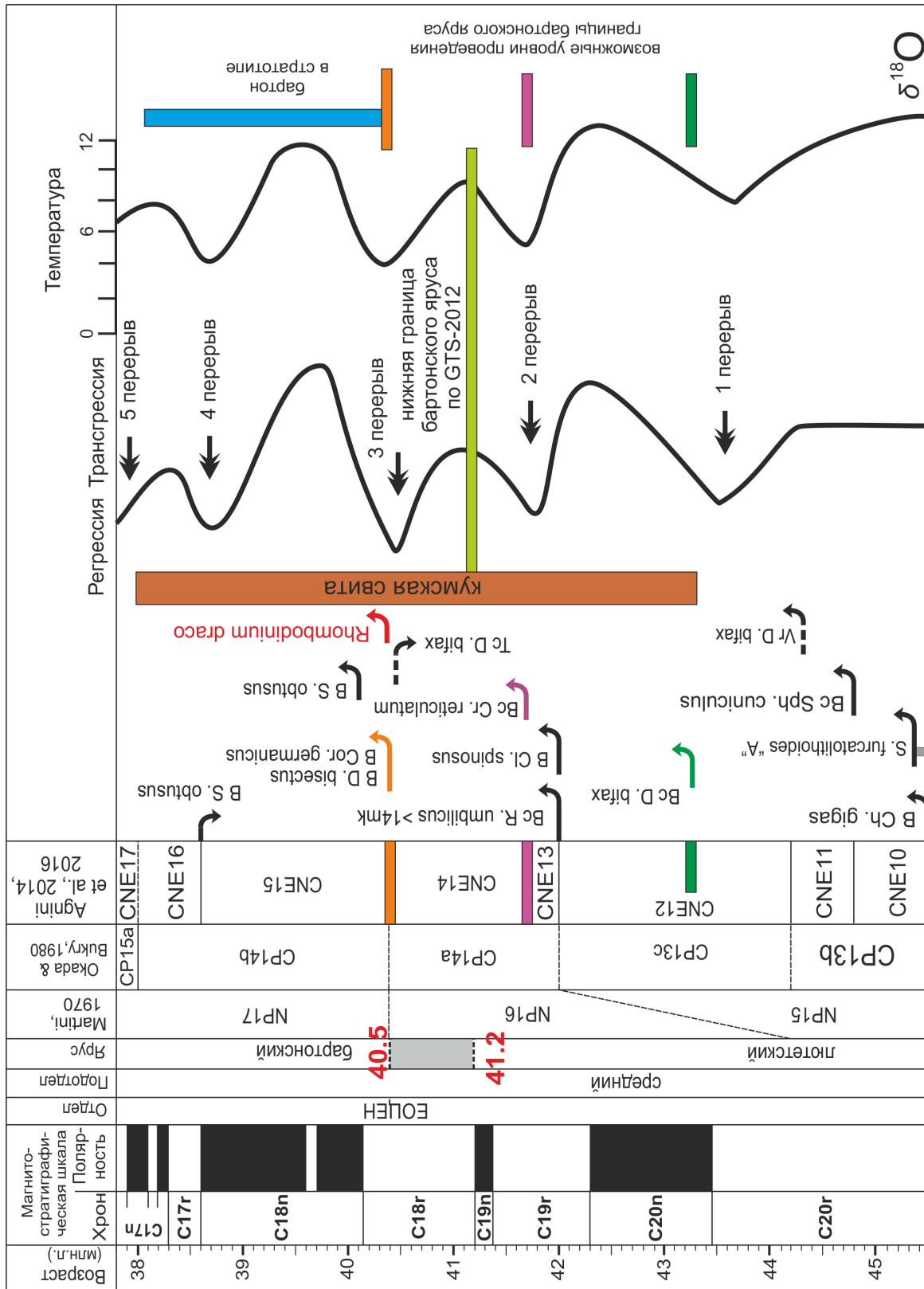
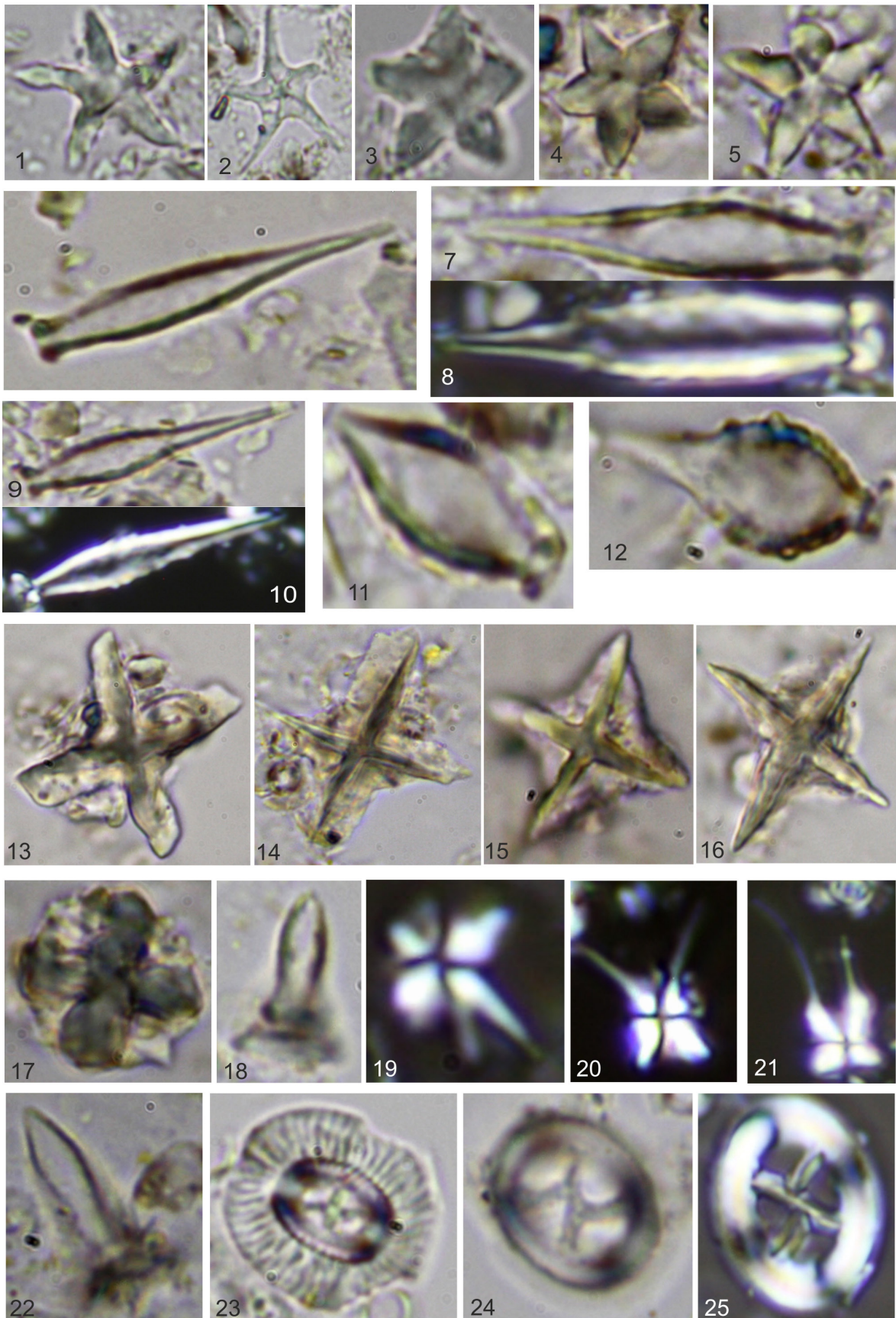


Рис. 3. Возможные уровни проведения нижней границы бартонского яруса

**Приложение: Фототаблицы 1–2. Виды-индексы и альтернативные виды нанно-планктона, используемые при создании зональных шкал (по материалам изучения разрезов Предкавказья, Приаралья, Крыма, Русской Платформы) (стр. 20–23)**

Фототаблица 1



1. *Discoaster lodoensis* Bramlette & Riedel, 1954. Мелкая пятилучевая форма. Обр.103, ипрский ярус, зоны CP12a, CNE6, р. Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского, 2000 г).

2. *Discoaster lodoensis* Bramlette & Riedel, 1954. Мелкая пятилучевая форма. Обр.101, ипрский ярус, зоны CP12a, CNE6, р. Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского, 2000 г).

3. *Discoaster sublodoensis* Bramlette & Sullivan, 1961. Обр.103, ипрский ярус, зоны CP12a, CNE6, р. Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского, 2000 г).

4. *Discoaster sublodoensis* Bramlette & Sullivan, 1961. Обр.77, основание лютетского яруса, зоны CP12b, CNE8, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

5. *Discoaster sublodoensis* Bramlette & Sullivan, 1961. Обр.77, основание лютетского яруса, зоны CP12b, CNE8, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

6. *Blackites inflatus* (Bramlette & Sullivan, 1961) Kapellos & Schaub, 1973. Обр.51, нижняя часть лютетского яруса, зоны CP13a, CNE9, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

7–10. *Blackites inflatus* (Bramlette & Sullivan, 1961) Kapellos & Schaub, 1973. Обр.77, основание лютетского яруса, зоны CP12b, CNE8, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

11. *Blackites piriformis* (Pavsic in Khan et al., 1975) Aubry, 1999. Обр.77, основание лютетского яруса, зоны CP12b, CNE8, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

12. *Blackites piriformis* (Pavsic in Khan et al., 1975) Aubry, 1999. Обр.131 А, основание лютетского яруса, зоны CP12b, CNE8, р. Хеу, Северный Кавказ (коллекция Э. А. Молоствовского, 1980 г).

13. *Nannotetrina alata* (Martini, in Martini & Stradner, 1960) Haq and Lohmann, 1976. Обр.51, нижняя часть лютетского яруса, зоны CP13a, CNE9, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

14. *Nannotetrina alata* (Martini, in Martini & Stradner, 1960) Haq and Lohmann, 1976. Обр.46 б, нижняя часть лютетского яруса, зоны CP13b, CNE10, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

15. *Nannotetrina fulgens* (Stradner, in Martini & Stradner, 1960) Achuthan and Stradner, 1969. Обр.51, основание лютетского яруса, зоны CP13a, CNE9, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

16. *Nannotetrina fulgens* (Stradner, in Martini & Stradner, 1960) Achuthan and Stradner, 1969. Обр.37, верхняя часть лютетского яруса, зоны CP14a, CNE13, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

17. *Nannotetrina cristata* (Martini, 1958) Perch-Nielsen, 1971. Обр.77, основание лютетского яруса, зоны CP12b, CNE8, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

18. *Blackites cf. gladius* (Locker, 1967) Varol, 1989. Обр.53, основание лютетского яруса, зоны CP13a, CNE9, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

19. *Sphenolithus perpendicularis* Shamrock, 2010. Обр.51, нижняя часть лютетского яруса, зоны CP13a, CNE9, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

20. *Sphenolithus perpendicularis* Shamrock, 2010. Обр.51, нижняя часть лютетского яруса, зоны CP13a, CNE9, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

21. *Sphenolithus furcatolithoides* Locker, 1967. Обр. 43, средняя часть лютетского яруса, зоны CP13c, CNE11, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

22. *Blackites cf. gladius* (Locker, 1967) Varol, 1989. Обр. 43, средняя часть лютетского яруса, зоны CP13c, CNE11, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

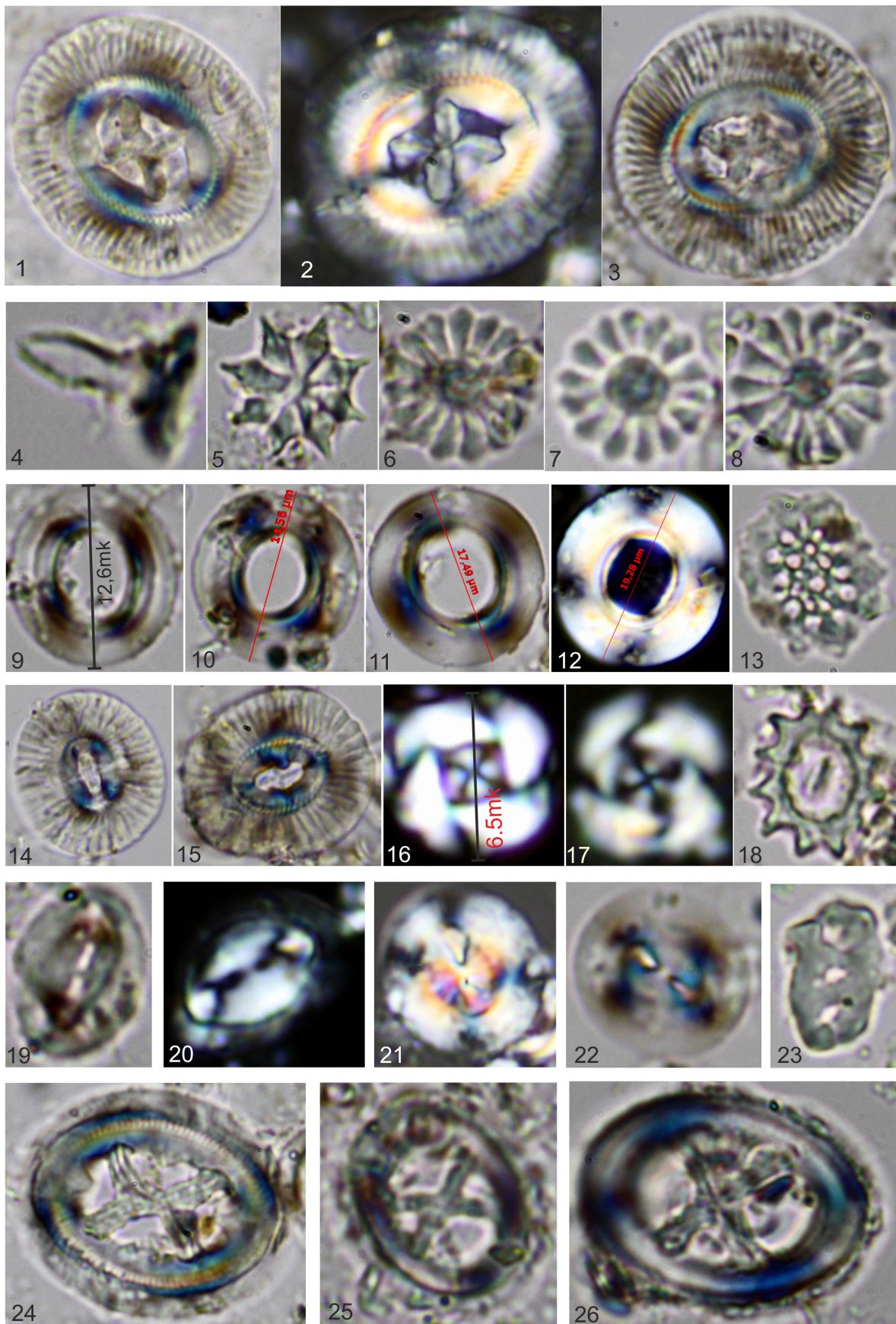
23. *Coccolithus staurion* Bramlette & Sullivan, 1961. Обр. 43, средняя часть лютетского яруса, зоны CP13c, CNE11, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

24–25. *Chiasmolithus solitus* (Bramlette and Sullivan, 1961) Locker, 1968. Обр. 43, средняя часть лютетского яруса, зоны CP13c, CNE11, мыс Актумсук, Приаралье, Узбекистан (коллекция Н. Г. Музылева).

Фото 1–7, 9, 11–18, 22–24 сняты в обычном свете.

Фото 8, 10, 19–21, 25 сняты в поляризованном свете.

Фототаблица 2



1–2. *Coccolithus gigas* Bramlette & Sullivan, 1961. Обр.16, середина лютетского яруса, новопавловская свита, зоны CP13b, CNE10, карьер цементного завода, Бахчисарай, Крым (коллекция В. А. Мусатова).

3. *Coccolithus gigas* Bramlette & Sullivan, 1961. Обр.25, середина лютетского яруса, подошва кумской свиты, верхняя часть зон CP13 с, CNE12, карьер цементного завода, Бахчисарай, Крым (коллекция В. А. Мусатова).

4. *Blackites gladius* (Locker, 1967) Varol, 1989. Обр.22, верхняя часть лютетского яруса, новопавловская свита, зоны CP13 с, CNE12, карьер цементного завода, Бахчисарай, Крым (коллекция В. А. Мусатова).

5. *Discoaster saipanensis* Bramlette & Riedel, 1954. Обр.22, верхняя часть лютетского яруса, новопавловская свита, зоны CP13 с, CNE12, карьер цементного завода, Бахчисарай, Крым (коллекция В. А. Мусатова).

6–8. *Discoaster bifax* Bukry, 1971. Обр.25, середина лютетского яруса, подошва кумской свиты, верхняя часть зон CP13 с, CNE12, карьер цементного завода, Бахчисарай, Крым (коллекция В. А. Мусатова).

9. *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968 <14mk. Обр.134, верхняя часть лютетского яруса, нижняя часть кумской свиты, зоны CP13 с, CNE12, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

10. *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968 >14mk. Обр.135, верхняя часть лютетского яруса, нижняя часть кумской свиты, зоны CP14a, CNE13, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

11. *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968 >14mk. Обр.136, верхняя часть лютетского яруса, нижняя часть кумской свиты, зоны CP14a, CNE13, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

12. *Reticulofenestra umbilicus* (Levin, 1965) Martini & Ritzkowski, 1968 >18mk. Обр.136, верхняя часть лютетского яруса, нижняя часть кумской свиты, зоны CP14a, CNE13, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

13. *Clathrolithus spinosus* Martini, 1961. Обр.135, верхняя часть лютетского яруса, нижняя часть кумской свиты, зоны CP14a, CNE13, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского)

14. *Coccolithus staurion* Bramlette & Sullivan, 1961. Обр. 136, верхняя часть лютетского яруса, нижняя часть кумской свиты, зоны CP14a, CNE13, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского)

15. *Coccolithus staurion* Bramlette & Sullivan, 1961. Обр. 136, верхняя часть лютетского яруса, нижняя часть кумской свиты, зоны CP14a, CNE13, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского)

16. *Criboecentrum reticulatum* (Gartner & Smith, 1967) Perch-Nielsen 1971. Обр. 137, нижняя часть бартонского яруса, верхняя часть кумской свиты, зоны CP14b, CNE15, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

17. *Corannulus germanicus* Stradner, 1962. Обр. 137, нижняя часть бартонского яруса, верхняя часть кумской свиты, зоны CP14b, CNE15, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

18. *Corannulus germanicus* Stradner, 1962. Обр. 138, нижняя часть бартонского яруса, верхняя часть кумской свиты, зоны CP14b, CNE15, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

19. *Helicosphaera compacta* Bramlette & Wilcoxon, 1967. Обр. 137, нижняя часть бартонского яруса, верхняя часть кумской свиты, зоны CP14b, CNE15, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

20. *Helicosphaera compacta* Bramlette & Wilcoxon, 1967. Обр. 138, нижняя часть бартонского яруса, верхняя часть кумской свиты, зоны CP14b, CNE15, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

21. *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler and Wade, 1966) Bukry and Percival, 1971. Обр.139, нижняя часть бартонского яруса, верхняя часть кумской свиты, зоны CP14b, CNE15, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

22. *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler and Wade, 1966) Bukry and Percival, 1971. Обр.141, нижняя часть бартонского яруса, верхняя часть кумской свиты, зоны CP14b, CNE15, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

23. *Isthmolithus recurvus* Deflandre in Deflandre and Fert, 1954. Обр.147, нижняя часть приабонского яруса, основание белоглинской свиты, зона CP15b, верхняя половина зоны CNE18, р.Хеу, Северный Кавказ (коллекция В. Н. Беньямовского).

24. *Chiasmolithus grandis* (Bramlette & Riedel, 1954) Radomski, 1968. Обр.1 Г, кровля бартонского/основание приабонского? яруса, кровля кумской свиты, зоны CP15a, CNE17, г. Казан-Таш, г. Бахчисарай, Крым (коллекция В. А. Мусатова).

25. *Chiasmolithus oamaruensis* (Deflandre, 1954) Hay et al., 1966. Обр.1 Г, кровля бартонского/основание приабонского? яруса, кровля кумской свиты, зоны CP15a, CNE17, г. Казан-Таш, г. Бахчисарай, Крым (коллекция В. А. Мусатова).

26. *Chiasmolithus oamaruensis* (Deflandre, 1954) Hay et al., 1966. Обр.7 Г, основание приабонского яруса, подошва альминской свиты, зоны CP15a, CNE17, г. Казан-Таш, г. Бахчисарай, Крым (коллекция В. А. Мусатова).

1. Agnini C., Fornaciari E., Raffi I., Catanzariti R., Pälike H., Backman J., Rio D. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes // *Newsletters on Stratigraphy*. – 2014. – V.47. – P.131–181.
2. Aubry, M.-P., (1983). Biostratigraphie du Paléogène épicontinental de l'Europe du Nord-Ouest. Étude Fondée sur les Nannofossiles Calcaires. *Documents des laboratoires de géologie Lyon*, 89: 1–317.
3. Aubry, M.-P., (1986). Palaeogene calcareous nannofossil biostratigraphy of northwestern Europe. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 55: 267–334.
4. Bukry D., Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry 1973, 1975) // *Marine Micropaleontology*. – 1980. – V.5. – P.321–325.
5. Bown P.R., Newsam C. Calcareous nannofossils from the Eocene North Atlantic Ocean (IODP Expedition 342 Sites U1403–1411). *Journal of Nannoplankton Research*, 2017. – V.37. – № 1. – P.25–60.
6. Bujak J.P. Proposed Phylogeny of the Dinoflagellates Rhombodinium and Gochtodinium // *Micropaleontology*. – 1979. – V.25. – № 3. – P.308–324.
7. Dawber C. F., A. K. Tripathi, Galee A.S, MacNiocaill C., Hesselbo S.P Glacioeustasy during the middle Eocene? Insights from the stratigraphy of the Hampshire Basin, UK // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2011. – V.300. – P.84–100.
8. 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.
9. Gebhardt H., Ćoric S., Darga R., Briguglio A., Schenk B., Werner W., Nils Andersen N., Sames B. Middle to Late Eocene paleoenvironmental changes in a marine transgressive sequence from the northern Tethyan margin (Adelholzen, Germany) // *Austrian Journal of Earth Sciences*. – 2013. – V.106/2. – P.45–72.
10. Martini, E., (1971). Standard tertiary and quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: Farinacci, A. (Editor), *Proceedings of the second planktonic conference, Rome, 1970*, Rome, P.737–785.
11. Okada, H. & Bukry, D., (1980). Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Marine Micropaleontology*, 5: 321–325.
12. Steurbaut E. Ypresian // *Geologica Belgica*. – 2006. – V.9/1–2. – P.73–93.
13. Vandenberghe N., Hilgen F.J., Speijer R. P., Ogg J. G., Gradstein F. M., Hammer O., Hollis C. J., Hooker J. J. The Paleogene Period // in *The Geologic Time Scale 2012*, Editors Felix M. Gradstein, James G. Ogg, Mark D. Schmitz, Gabi M. Ogg, 2012. – V.2. – P.855–921.
14. Young J. R., Bown P. R., Lees J. A. (eds) *Nannotax3 website*. International Nannoplankton Association. 21 Apr. 2017. URL: <http://ina.tmsoc.org/Nannotax3>

