

УДК 551.763.3(470.62)

О ГРАНИЦЕ ТУРОНСКОГО И КОНЬЯКСКОГО ЯРУСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Елена Васильевна Яковишина^{1✉}, Сергей Иванович Бордунов²,
Людмила Федоровна Копачевич³, Елизавета Андреевна Краснова⁴,
Дарья Александровна Нетреба⁵

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; yakovishina@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; Геологический институт РАН, Москва, Россия; sib-msu@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; lfkopaevich@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; E.Krasnova@oilmsu.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; Dbezhikina@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты комплексного изучения границы туронского и коньякского ярусов в верхнемеловых отложениях Абинского района Северо-Западного Кавказа, сложенных ритмично построенной карбонатной толщей гемипелагического типа. Биостратиграфический анализ комплексов фораминифер позволил выделить в разрезе зоны, которые сопоставимы с предложенными для точки глобального стратотипа границы коньякского яруса в Германии. На базе хемотратиграфических (изотопных) исследований в разрезе установлены уровни абиотических событий, прослеженные и на других территориях. Шапсугский разрез после дополнительного изучения может быть предложен в качестве возможного гипостратотипа (лимитотипа) турон-коньякской границы для территории Российской Федерации.

Ключевые слова: Кавказ, стратиграфия, верхний мел, граница туронского и коньякского ярусов, фораминиферы, изотопы углерода и кислорода, ТГСГ

Для цитирования: Яковишина Е.В., Бордунов С.И., Копачевич Л.Ф., Краснова Е.А., Нетреба Д.А. О границе туронского и коньякского ярусов Северо-Западного Кавказа // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2022. № 4. С. 34–42.

THE BOUNDARY OF THE TURONIAN AND CONIACIAN OF THE NORTH-WESTERN CAUCASUS

Elena V. Yakovishina^{1✉}, Sergey I. Bordunov², Ludmila F. Kopaevich³,
Elisaveta A. Krasnova⁴, Dariya A. Netreba⁵

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; yakovishina@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University; Geological Institute RAS, Moscow, Russia; sib-msu@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; lfkopaevich@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; E.Krasnova@oilmsu.ru

⁵ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; Dbezhikina@mail.ru

Abstract. The results of a comprehensive study of the boundaries of the Turonian-Coniacian in the Upper Cretaceous deposits of the Abinsky region of the North-Western Caucasus, composed of rhythmically constructed carbonate strata of the hemipelagic type, are presented. Biostratigraphic analysis of foraminifera complexes made it possible to identify zones in the section that are comparable to those proposed for the Point of the Global Stratotype of the boundary of the Coniacian in Germany. On the basis of chemostratigraphic (isotopic) studies, the levels of abiotic events traced in the section and other territories have been established. The Shapsug section, after further study, can be proposed as a possible Hypostratotype (Limitotype) of the Turon-Coniacian boundary for the territory of the Russian Federation.

Key words: Caucasus, stratigraphy, Upper Cretaceous, boundary of the Turonian-Coniacian, foraminifera, isotopes of carbon and oxygen, GSSP

For citation: Yakovishina E.V., Bordunov S.I., Kopaevich L.F., Krasnova E.A., Netreba D.A. The boundary of the Turonian and Coniacian of the North-Western Caucasus. *Moscow University Geol. Bull.* 2022; 4: 34–42. (In Russ.)

Введение. Изученный разрез расположен в Абинском районе на территории, относящейся к складчато-аллохтонной Анапско-Агойской подзоне Новороссийско-Лазаревской зоны Большого Кавказа (рис. 1) [Корсаков и др., 2013]. Отметим, что ранее этот разрез никем не описывался. Предметом изучения стали отложения натухайской свиты

(K_2nt) (названной так по ст. Натухайской), которые обнажены в северо-западной стенке отработанного карьера севернее ст. Шапсугская (рис. 2). Возраст свиты датируется поздним туроном–коньяком [Корсаков и др., 2013, 2021], и, таким образом, граница туронского и коньякского ярусов проходит внутри разреза.

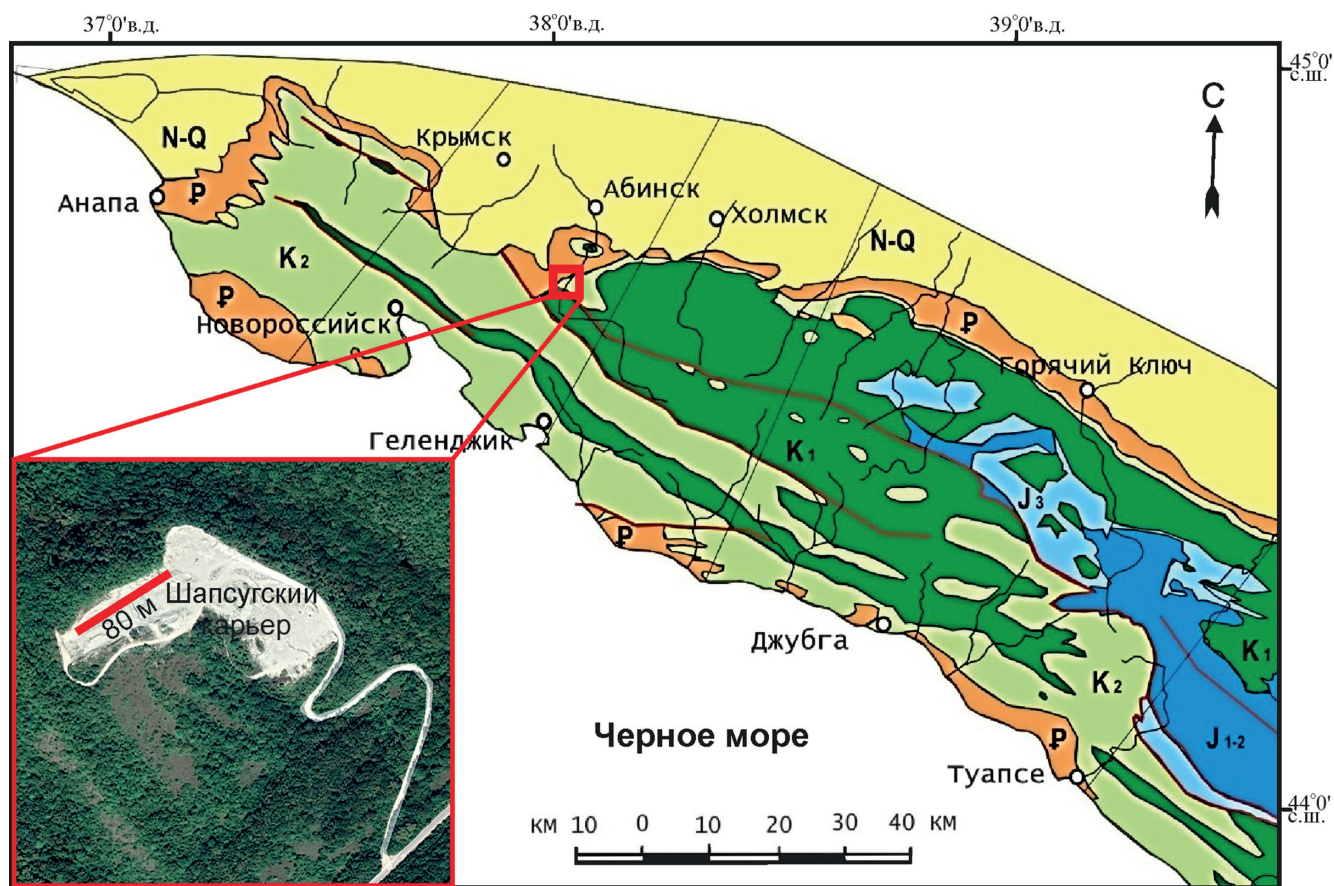


Рис. 1. Геологическая карта Северо-Западного Кавказа, по [Расцветаев и др., 2011], с изменениями. На врезке — космоснимок Шапсугского карьера (Яндекс-карты). Линия 80 м — интервал отбора образцов

Свита подразделяется на нижнюю (верхний турон) и верхнюю (коньяк) подсвиты. Состав подсвит неоднороден в разных разрезах, что вызывает определенные трудности ее стратиграфического расчленения [Корсаков и др., 2013, 2021]. Нижняя часть свиты в основном терригенно-карбонатная с более частыми прослоями песчаников и алевролитов, верхняя коньякская часть более карбонатная и содержит больше известняков [Келлер, 1947; Афанасьев, 1992]. Мощность свиты в этом районе достигает 150 м [Корсаков и др., 2013]. Характерная особенность этого разреза заключается в присутствии в его нижней части так называемых красных прослоев известняков и известковистых глин. Эта характерная особенность турон-коньякского интервала типична для территории Дагестана, разрезов Альп, Карпат, океанических скважин [Ренгартен, 1965; Neuhuber et al., 2007].

Цель нашей работы — определение интегративных характеристик разреза границы турона–коньяка на Северо-Западном Кавказе на базе детальных био- и хеостратиграфических исследований.

Материалы и методы исследований. Аналитические исследования проводились на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова. Из разреза натухайской свиты мощностью 80 м разными методами изучены 22 образца (интервал отбора 1–5 м).

Вещественный состав пород изучался в петрографических шлифах.

Данные о возрасте пород турон-коньякской границы получены путем микропалеонтологического анализа содержащихся в них комплексов фораминифер, как планктонных (ПФ), так и бентосных (БФ). Предварительно раздробленную породу дезинтегрировали путем кипячения в слабощелочном растворе, затем отмывали вручную в проточной воде через сито с размером ячеек 0,063 мм. Приведены изображения наиболее значимых для определения возраста таксонов и показано их стратиграфическое распространение. Виды-индексы ПФ и БФ сфотографированы на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6480LV.

Методом изотопного анализа кислорода и углерода образцы исследованы на масс-спектрометре Delta V Advantage. Анализ соотношений изотопных значений $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ и $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ основан на методе выделения CO_2 из карбоната при взаимодействии с фосфорной кислотой. Продукты реакции CO_2 и H_2O заполняют вакуумную линию, где происходит их криогенное разделение. Очищенный CO_2 собирают в ампулу, анализируют на масс-спектрометре и измеряют отклонения значений $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ и $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ в образцах от значений этих параметров в стандарте VPDB (δ Vienna Pee Dee Belemnite Standard). Результаты измерения выражаются как $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$ в ‰.

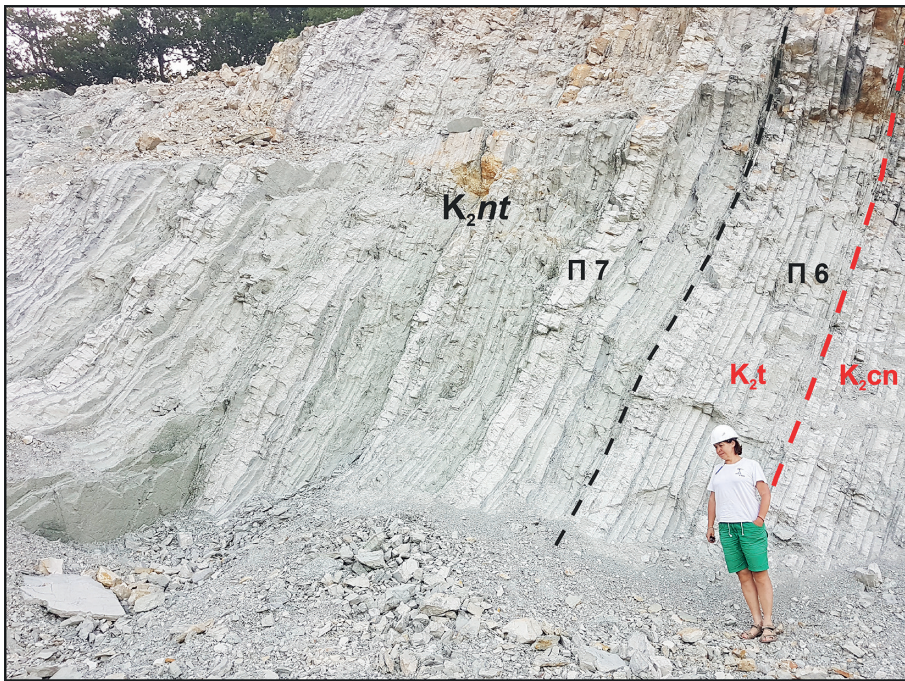
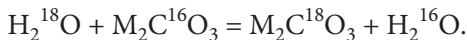


Рис. 2. Граница туронского и коньякского ярусов в разрезе северо-западной стены Шапсугского карьера. Черная пунктирная линия — граница пачек 6 и 7, красная — граница туронского и коньякского ярусов (фото Е.В. Яковишиной)

Метод изотопной термометрии основан на распределении изотопа ^{18}O между кислородом воды и минерала, т. е. на наличии изотопного обмена между этими двумя компонентами, выражающегося следующей реакцией, например, для карбонатов:



Расчет значений палеотемпературы выполнен с использованием уравнения Эпштейна [Epstein et al., 1953] с измененными температурными коэффициентами, рассчитанными для лабораторного неорганического осаждения кальцита [Kim et al., 1997]. Для пересчета использована формулы

$$T = 16,9 - 4,38(\delta) + 0,1(\delta^2), \delta = \delta_c - \delta_w,$$

где T — температура, $^{\circ}\text{C}$; δ — разница значения $\delta^{18}\text{O}_c$ образца пород относительно стандарта VPDB и значения $\delta^{18}\text{O}_w$ (стандартное среднее значение $\delta^{18}\text{O}$ океанической воды для условий высоких широт, свободных от льда в интервале позднего мела), ‰. Установлено, что для позднего мела в условиях высоких широт, свободных от льда, это значение δO_w составляет -1‰ [Shackleton, Kennett, 1975].

Увеличение содержания $\delta^{13}\text{C}$ в изученных образцах свидетельствует об увеличении роли органического вещества в палеобассейне, так как живые организмы для фотосинтеза используют легкий изотоп ^{12}C , а тяжелый изотоп ^{13}C остается в воде и идет на постройку карбонатов, т. е. чем больше $\delta^{13}\text{C}$, тем выше была биопродуктивность бассейна.

Результаты исследований и их обсуждение.

Описание разреза. Разрез Шапсугского карьера представлен ритмичной, существенно карбонатной толщей, представляющей собой крутопадающую

на юг моноклираль. Нижний и верхний контакты натухайской свиты в Шапсугском карьере не установлены. Мощность обнаженной части разреза 80 м. Снизу вверх в разрезе обнажаются следующие отложения (рис. 2).

Пачка 1. Циклическое чередование зеленовато-серых известняков, зеленовато-серых известковистых глин и белых мелоподобных известняков. Мощность зеленовато-серых известняков 10 см, прослоев глин — 2–3 см, белых известняков — 30 см. Для белых известняков характерны стилолитовые швы. Пачка представлена ритмичными циклами, похожими на циклы Миланковича, всего в пачке 36 циклов. Общая мощность пачки 12 м.

Пачка 2. Известняки красные и зеленовато-серые, с тонкими прослоями глин. В подошве пачки залегают красные известняки, плотные, с ожелезнением и тонкими прослоями глин, зеленовато-серые известняки, иногда с включениями обломков красных известняков размером до 2–3 см. Наблюдаются складки подводно-оползневой генезиса. Мощность нижней части до 1 м. Выше находится пачка переслаивания красных и зеленовато-серых известняков (3–10 см) с тонкими прослоями красных и зеленовато-серых глин (2–5 см). Мощность пачки 5 м.

Пачка 3. Чередование зеленовато-серых известняков (10–15 см), глинистых известняков (карбонатных глин) (5–10 см) и песчаников. В кровле пачки отмечено чередование зеленовато-серых известняков и глинистых известняков, а также красных глин (2–5 см), выявлен прослой известняка с черными примазками мощностью 10 см. В известняках присутствуют ходы илоедов, стилолитовые швы. В пачке выделяются редкие прослои песчаников, алевролитов и глин. Мощность песчаников 0,5–3 см. Песчаники мелко-тонкозернистые, с карбонатным цементом. Подсчитано 20 флишoidalных ритмов с песчаниками. Градационная слоистость отсутствует. Границы между слоями хорошо выражены. В песчаниках видны горизонтальные ходы илоедов длиной до 20 см. Мощность пачки 16 м.

Пачка 4. Переслаивание белых и зеленовато-серых известняков и тонкослоистых глинистых известняков. В глинистых известняках присутствуют кальцитовые жилы. Мощность толщи 2 м. Выше залегает толща чередования известняка и известковистой глины. Мощность прослоев известняков 10–15 см, мощность глин от 2–3 до 15 см. Мощность пачки 7 м.

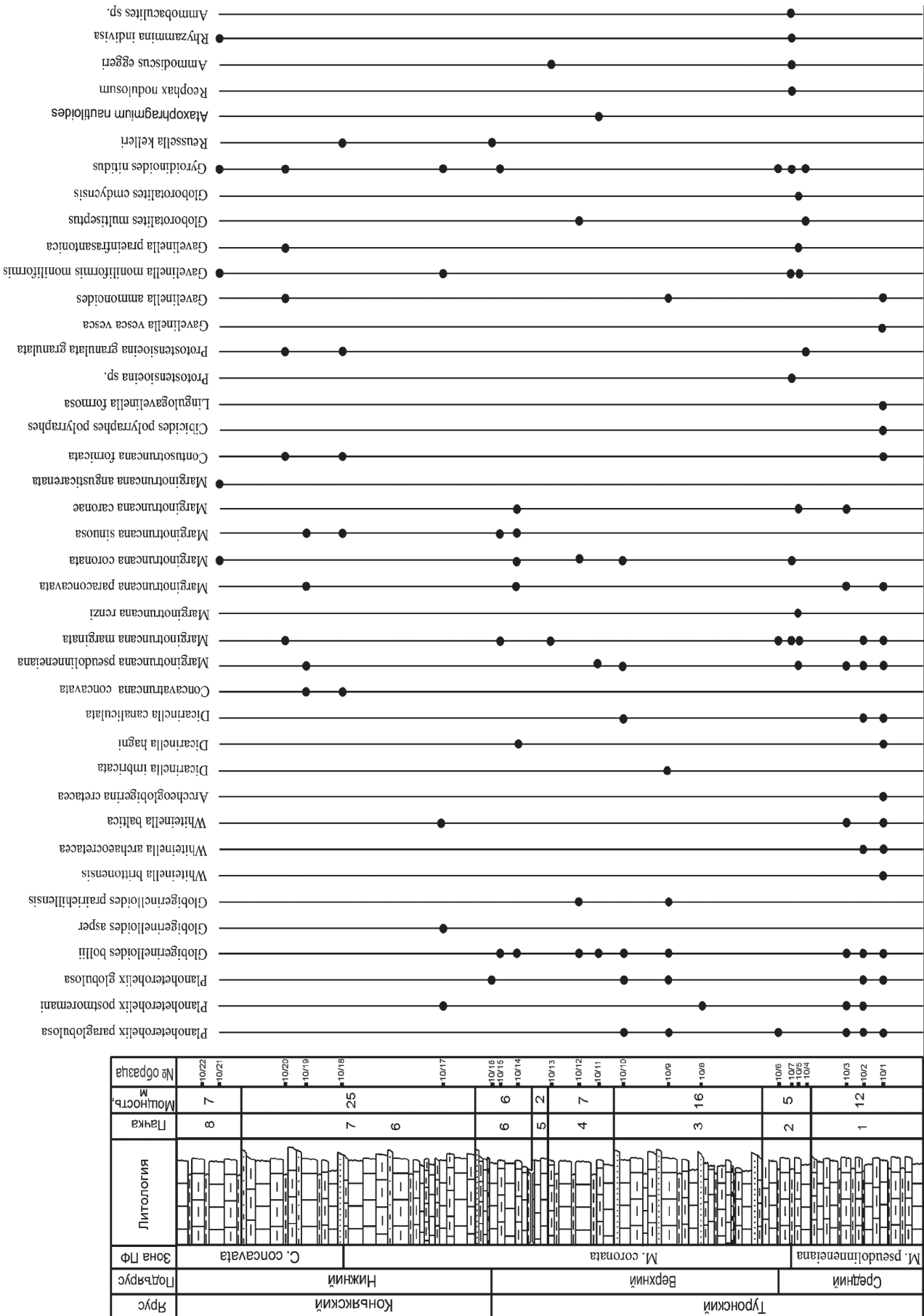


Рис. 3. Стратиграфическое распространение фораминифер в турон-коньякских отложениях разреза Шапсугского карьера

Пачка 5. Известняки белесоватые с лимонитовыми примазками по напластованию и трещинам. Мощность прослоев 15–25 см. Мощность пачки 2 м. В кровле отмечено зеркало скольжения по малоамплитудному субвертикальному взбросу. Амплитуда взброса около 4 м. Разрывное нарушение затухает в видимой части разреза.

Пачка 6. Ритмичное чередование известняков светло-серых и белых, очень плотных (10–15 см) и глинистых известняков темно-серых, зеленовато-серых (5–10 см). Пачка имеет циклический характер по типу циклов Миланковича. В глинистых зеленовато-серых известняках выявлены ходы илоедов. Мощность пачки 6 м.

Пачка 7. Ритмичное флишиоидное чередование известняков светло-серых, белесых (10–15 см) и глинистых известняков темно-серых, зеленовато-серых (5–10 см). Мощность единичного цикла светлый–темный известняк составляет около 15–25 см. Встречаются редкие прослои мелкозернистых светло-серых песчаников (известняков песчанистых) с косою слоистостью, по слоистости видны черные примазки растительного детрита. Песчаники плотные, с карбонатным цементом. В песчаниках отмечены редкие некрупные механоглифы (следы течений). В глинистых известняках встречены друзы кальцита. Мощность пачки 25 м.

Пачка 8. Неравномерное переслаивание известняков плотных (20 см), известняков глинистых зеленовато-серых (10–15 см), известняков серых, песчанистых, песчаников мелкозернистых известковистых, с косою слоистостью и следами течений, с тонкими прослоями (1–2 см) зеленых и черных глин. В глинах присутствуют тонкие кальцитовые жильные прослои толщиной до 0,5 см, характерны многочисленные горизонтальные ходы илоедов. Мощность пачки 7 м.

Биостратиграфический анализ. Зональная стратиграфия турон-коньякских отложений Западной Европы базируется в первую очередь на стратиграфическом распространении иноцерамид, а также аммонитов [Walaszczyk et al., 2010, 2021; Wood et al., 2004]. В Шапсутском карьере остатки макрофауны не обнаружены, поэтому определение возраста вмещающих пород основано на распределении раковин планктонных и бентосных фораминифер, среди которых преобладают ПФ (рис. 3). Основную часть ассоциаций ПФ в наиболее представительных образцах составляют крупные скульптурированные раковины с двукилевым периферическим краем и широким умбиликальным отверстием. Детали строения устья, к сожалению, не различимы, так как сохранность раковин средняя. В эту группу входят представители родов *Marginotruncana*, а также весьма редких умбиликально-выпуклых *Dicarinella* (в современной классификации некоторых исследователей *Concavototruncana*). Именно они лежат в основе зональной стратиграфии пограничного турон-коньякского интервала (рис. 3). Оставшуюся часть комплекса

составляют более мелкие раковины с относительно простой морфологией, состоящие из глобулярных камер, не имеющие кия, с простым умбиликально-внутрикраевым или внутрикраевым устьем.

Высокое разнообразие видов рода *Marginotruncana* и отсутствие раковин *Helvetoglobotruncana helvetica* (Bolli) (зональная форма нижнего турона) указывает на принадлежность разреза, заключенного в интервале между пробами 1–5, к зоне *Marginotruncana pseudolinneiana*, т. е. к средней зоне туронского яруса. В пробе 7 появляются первые *Marginotruncana coronata* (Bolli), что позволяет выделить начиная с этого уровня отложения одноименной зоны. Она отвечает верхнему турону в разрезах Центральной Польши [Walaszczyk, Peryt, 1998], верхнему турону–нижнему коньяку в разрезах Юго-Западного Крыма и Северо-Восточного Кавказа [Копаяевич, 2010; Копаяевич, Vishnevskaya, 2016; Vishnevskaya, Копаяевич, 2020]. Начиная с пробы 14 в разрезе появляются единичные раковины *Marginotruncana sinuosa* (Porthault), а с пробы 18 — также единичные умбиликально-выпуклые раковины группы *Dicarinella concavata* (Brotzen). Появление в разрезе вида *M. sinuosa* свидетельствует о присутствии в разрезе верхней части зоны *Marginotruncana coronata* Крымско-Кавказской зональной шкалы [Копаяевич, 2010], а появление в пробе 18 морфотипа с сильно выпуклой умбиликальной стороной *Dicarinella concavata* — на безусловное присутствие в разрезе отложений нижнего коньяка [Coccioni et al., 2015].

БФ встречены по всему разрезу, число их раковин колеблется от 20 до 60%. Таксономическое разнообразие невелико, не более 17 видов. Отметим постоянное преобладание известково-секреционного бентоса над агглютинирующим, который представлен всего 6 видами. Агглютинирующие формы доминируют только в пробе 7. В составе ассоциации БФ в нижней части разреза (пробы 1–5) встречены виды, появившиеся и пользующиеся постоянным распространением в сеноманских–нижнетуронских отложениях, но поднимающиеся и в более высокие интервалы турона. Однако присутствие наряду с ними вида *Gavelinella moniliformis moniliformis* (Reuss) указывает на возраст отложений не древнее среднего турона, а появление первых *Protostensioeina* sp. в пробе 7 — на позднетуронский возраст пород. В верхней части разреза в пробе 16 отмечен индекс-вид *Reusella kelleri* Vasilenko, появляющийся в верхней части верхнего турона Восточно-Европейской платформы, а в пробе 18 — *Protostensioeina granulata granulata* (Olbertz), что указывает уже на раннеконьякский возраст вмещающих отложений [Бенямовский, 2008; Вишневецкая и др., 2018]. По всему разрезу встречаются раковины *Gyroidinoides nitidus* (Reuss) (пробы 4–20). В пробе 11 отмечено увеличение количественного содержания БФ с агглютинирующей стенкой и среди них *Ataxophragmium nautiloides* (Brotzen), появляющийся обычно в терминальной части турона [Бенямовский, 2008].

Анализ таксономического состава комплексов фораминифер из турон-коньякских отложений в Шапсугском карьере показал, что отложения формировались в условиях открытого морского бассейна с относительно высоким таксономическим разнообразием ПФ. В пробах, где таксономическое разнообразие уменьшается, преобладают виды с примитивной морфологией, относительно мелководные или переходные таксоны. Эти данные, а также флуктуации отношения ПФ/БФ указывает на уменьшение глубины и приближение источника сноса. С этими интервалами связано формирование прослоев терригенных отложений, которые встречаются в разрезе Шапсугского карьера, что также указывает на кратковременные снижения уровня моря и на возможные проявления тектонических движений. На это же указывает редкое присутствие ПФ, принадлежащих так называемым *К-стратегистам*, которым для осуществления жизненного цикла были необходимы прозрачная толща воды до глубины не менее 200 м и благоприятная температура [Кораевич, Vishnevskaya, 2016]. Скорее всего, глубина бассейна не превышала области внешнего шельфа–верхней части континентального склона. Это подтверждается и седиментологическими данными.

Изотопный анализ. Изотопная стратиграфия на основе кривой изменений значений $\delta^{13}\text{C}$ на протяжении позднего мела достаточно хорошо разработана, и изотопные события могут быть прослежены на значительные расстояния [Jarvis et al., 2006; Voigt et al., 1997; Wiese, 1999; Wood et al., 2004; Walaszczuk et al., 2010]. В турон-коньякском разрезе Шапсугского карьера по изменениям изотопной кривой и абсолютным значениям $\delta^{13}\text{C}$ определены интервалы, выделенные как изотопные зоны, которые можно сопоставить с рядом изотопных событий, выделенных в европейских разрезах соответствующего возраста (рис. 4) [Jarvis et al., 2006; Voigt et al., 1997; Wiese, 1999; Walaszczuk et al., 2010]. В характеристике зон исследованного разреза учитывались относительные значения (‰), их изменения, максимумы и минимумы значений на изотопной кривой.

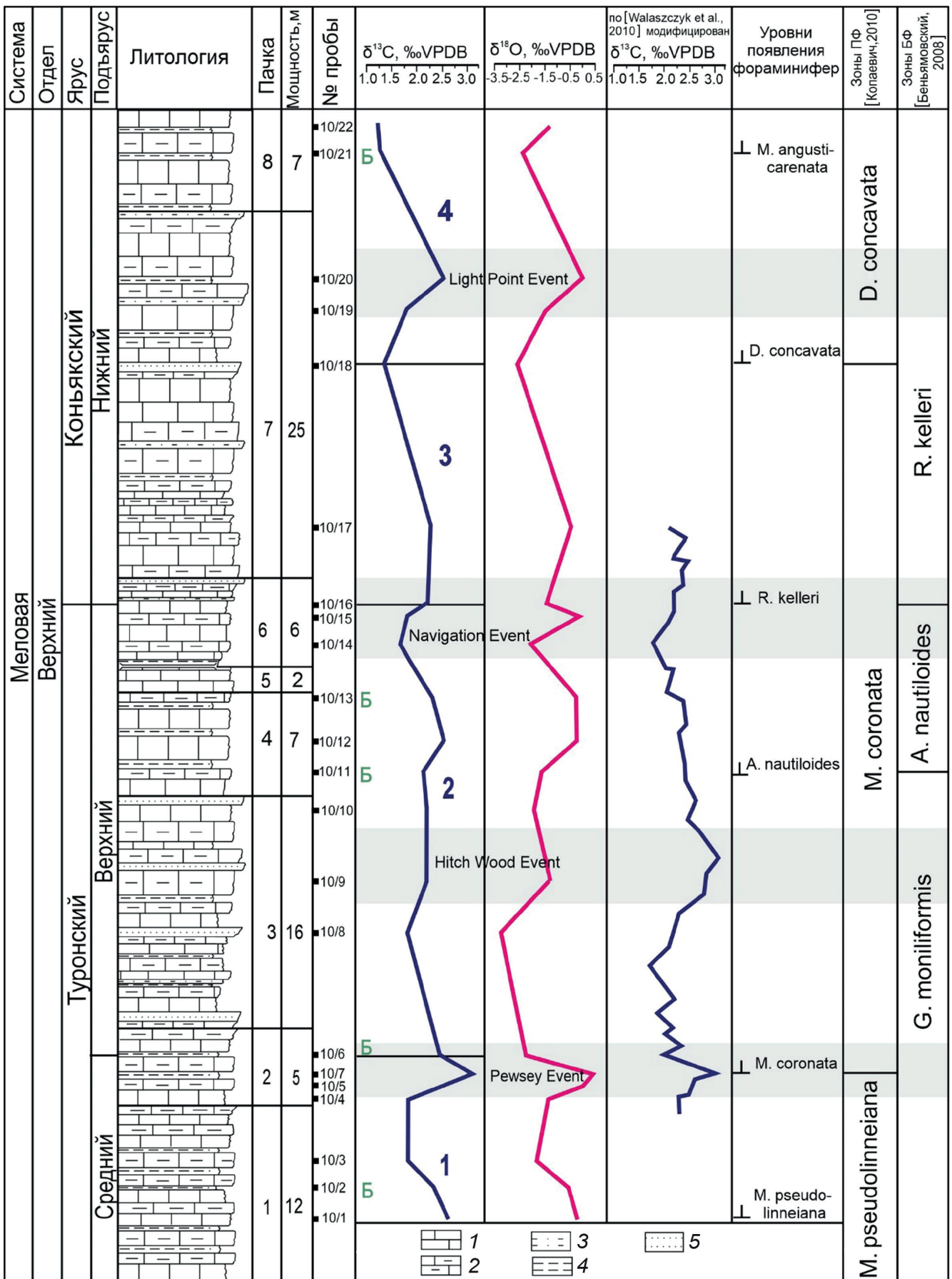
В зоне 1 в верхней части установлен локальный максимум на кривой $\delta^{13}\text{C}$, характерный для конца среднего турона [Gale, 1996; Wiese, 1999; Jarvis et al., 2006; Walaszczuk et al., 2010]. В западноевропейских разрезах это событие выделено как Pewsey Event [Voigt et al., 2004; Walaszczuk et al., 2010]. Граница между зонами 1 и 2 проводится по смене локального максимума на уменьшение значений $\delta^{13}\text{C}$ и сопоставляется с границей среднего и верхнего турона. В основании зоны 2 выделяется максимум, соответствующий нижней части верхнего турона. Проявленный максимум значений $\delta^{13}\text{C}$ называется верхнетуронским событием (Hitch Wood Event или Nyphantoceras Event) [Voigt et al., 2004; Walaszczuk et al., 2010]. Смену тенденций изменения кривой значений $\delta^{13}\text{C}$ в верхней части верхнего турона

связывают с границей туронского и коньякского ярусов [Wiese, 1999; Jarvis et al., 2006; Walaszczuk et al., 2010]. Это событие на границе туронского и коньякского ярусов называют навигационным событием (Navigation Event) [Jarvis et al., 2006; Walaszczuk et al., 2010, 2021].

Локальный минимум значений $\delta^{13}\text{C}$ соответствует самым верхам верхнего турона. Указанное событие Международным союзом геологических наук выбрано в качестве вспомогательного маркера при установлении точки глобального стратотипа границы так называемого золотого гвоздя (GSSP), нижней границы коньякского яруса [Walaszczuk et al., 2021]. Зоны 3 и 4 соответствуют нижнему коньяку. Зафиксированный в зоне 4 максимум значения $\delta^{13}\text{C}$ коррелирует с изотопным событием Light Point Event в западноевропейских разрезах [Jarvis et al., 2006; Walaszczuk et al., 2010]. Изотопная кривая $\delta^{13}\text{C}$ меловых отложений в Шапсугском карьере имеет значительное сходство с изменением $\delta^{13}\text{C}$ в европейских разрезах [Jarvis et al., 2006; Walaszczuk et al., 2010]. Экскурсы этих значений — хорошие маркеры, которые можно проследить на значительные расстояния, что позволяет проводить достоверные стратиграфические корреляции. Таким образом, на основе анализа изменения значений $\delta^{13}\text{C}$ и построения изотопной кривой удалось детализировать стратиграфическое расчленение турон-коньякских отложений разреза и наметить в нем положение границ туронского и коньякского ярусов, а также среднего и верхнего турона (рис. 4).

В целом экскурсы величин $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ хорошо согласуются с литологическими особенностям пород и изменениями в составе микробиоты вмещающих их отложений.

Таким образом, интегративный подход к изучению верхнемеловых отложений в Шапсугском карьере на основе био- и хемотратиграфии послужил основой для определения границы турона и коньяка в этом разрезе. Отметим, что 1 мая 2021 г. Международный союз геологических наук ратифицировал точку глобального стратотипа границы Global Stratotype Section and Point (GSSP), так называемый золотой гвоздь нижней границы коньякского яруса верхнего отдела меловой системы [Walaszczuk et al., 2021]. Нижняя граница коньякского яруса зафиксирована в подошве слоя 46 разреза в карьере Зальцгиттер-Зальдер (Salzgitter-Salder) в Северной Германии (рис. 5). Граница определяется по первому появлению двусторчатых моллюсков иноцерамов вида *Cremnoceramus deformis erectus* (Meek) и дополняется углеродным изотопным навигационным (Navigation) событием, фиксирующим отрицательную аномалию значений $\delta^{13}\text{C}$ в этой точке. Также выбраны три вспомогательных разреза для уточнения характеристик границы в разных фациях и отличающихся в географическом и биогеографическом плане. Это разрезы Ступиа Надбрэжна (Słupia Nadbrzeźna), расположенный в Центральной Польше; Стрелец (Střeleč) в Чешской Ре-



спублике; El Rosario на северо-востоке Мексики [Walaszczyk et al., 2021].

Важность этого решения несомненна для стратиграфов каждой страны, занимающихся проблемами меловой системы. С практической точки зрения это послужит поводом для приведения состояния региональных стратиграфических шкал в соответствие со стратотипом, что позволит проводить более достоверные сопоставления стратиграфических шкал и межрегиональные корреляции.

Установление глобального стратотипа границы и точки подошвы коньякского яруса ставит вопрос о выделении гипостратотипа (лимитотипа) этой границы на территории Российской Федерации. Авторы предлагают верхне-меловой разрез Шапсугского карьера в Абинском районе Северо-Западного Кавказа в качестве возможного гипостратотипа (лимитотипа) нижней границы коньякского яруса для территории Российской Федерации в соответствии со Стратиграфическим кодексом России, так как стратотип находится за ее пределами [Стратиграфический..., 2019]. Такому решению способствует и то, что отложения в Шапсугском карьере имеют схожий состав пород и представлены фактически в одинаковых или очень близких фациях с отложениями стратотипа границы на севере Германии.

Граница туронского и коньякского ярусов проходит внутри единой пачки 6, представленной ритмичным чередованием известняков и глинистых известняков, что подтверждает имеющуюся непрерывность стратиграфической последовательности и отсутствие существенных перерывов. Значительное сходство со стратотипом имеют комплексы планктонных и бентосных фораминифер. Изотопная кривая $\delta^{13}\text{C}$ для отложений в Шапсугском разрезе во многом совпадает с таковой в отложениях стратотипа границы туронского и коньякского ярусов [Walaszczyk et al., 2010, 2021]. В этом разрезе пока не найдены раковины иноцерамов и аммонитов для более корректной корреляции со стратотипическим разрезом, это существенный недостаток. Иноцерамы, однако, найдены в соседних разрезах района, откуда определены *Inoceramus lamarcki* Park. в низах натухайской свиты [Корсаков и др., 2013]. В Шапсугской синклинали найдены *Cremnoceramus* ex gr. *inconstans* Woods, *C. schloenbachi* (Boehm) [Корсаков и др., 2021]. Это может свидетельствовать о возможности их нахождения и в Шапсугском разрезе, что



Рис. 5. Палеогеографическая карта Европы (90 млн лет назад) с расположением стратотипа и парастратотипов GSSP подошвы коньякского яруса, а также предлагаемого гипостратотипа в Шапсугском карьере, по [Blakey, 2021], с изменениями

служит несомненным поводом для дальнейшего его изучения и сбора ископаемой фауны.

Граница турона и коньяка проходит внутри магнитозоны С33п нормальной полярности магнитостратиграфической шкалы мела [Гужиков и др., 2007; Wendler, 2013]. Поэтому этот метод нельзя применить для ее уточнения. Дополнительные преимущества Шапсугского разреза заключаются в наличии представительных комплексов пелагических и бентосных фораминифер, а также в отсутствии явных доказательств наличия перерывов, конденсированных горизонтов, уровней ненакопления осадков, следов размыва и эрозии. Важно и то, что местоположение разреза удобно для подъезда к нему, рядом в районе развитая инфраструктура. Решение проблемы границы туронского и коньякского ярусов представляется весьма актуальным для отечественной стратиграфии верхнего мела.

Выводы. 1. Осадконакопление на рубеже турона и коньяка проходило в относительно глубоководном открытом морском бассейне. Песчаные и алевролитовые прослои фиксируют кратковременные моменты отступления береговой линии в сторону бассейна, что подтверждается микропалеонтологическими данными.

2. На основе изменения значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ на изотопных кривых выделены событийные уровни, фиксирующие климатические флуктуации и колебания биопродуктивности палеобассейна. Интервалы между изотопными событиями выделены в качестве изотопных зон.

3. Экскурсы значений $\delta^{13}\text{C}$ можно сопоставить с рядом изотопных событий, установленных в раз-

разрез Западной и Восточной Европы соответствующего возраста.

4. В разрезе установлена граница туронского и коньякского ярусов на базе комплексных хемо- и биостратиграфических данных. Определена граница среднего и верхнего турона.

5. Верхнемеловой разрез Шапсугского карьера предложен в качестве возможного гипостратотипа (лимитотипа) нижней границы коньякского яруса для территории Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Афанасьев С.Л. Путеводитель экскурсии 10-й Международной школы морской геологии. Верхнемеловая–датская флишевая формация Северо-Западного Кавказа. М.: Ин-т океанологии, 1992. 31 с.

Беньямовский В.Н. Схема инфразонального биостратиграфического расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Статья 1. Сеноман–коньяк // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2008. Т. 16, № 3. С. 36–46.

Вишневецкая В.С., Копавич Л.Ф., Беньямовский В.Н., Овечкина М.Н. Корреляция верхнемеловых зональных схем Восточно-Европейской платформы по фораминиферам, радиоляриям и нанопланктону // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2018. № 1. С. 26–35.

Гужиков А.Ю., Барабощкин Е.Ю., Фомин В.А. Магнитостратиграфическая шкала меловой системы: современное состояние, проблемы построения и перспективы развития // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2007. С. 69–86.

Келлер Б.М. Верхнемеловые отложения Западного Кавказа. М.: Изд-во АН СССР, 1947. 129 с. (Тр. ин-та геол. наук; вып. 48. Геол. серия. № 15).

Копавич Л.Ф. Зональная схема для верхнемеловых отложений Крымско-Кавказского региона по глоботрунканидам (планктонные фораминиферы) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2010. Т. 85, вып. 5. С. 40–52.

Корсаков С.Г., Горбова С.М., Каменев С.А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Изд. 2-е. Сер. Кавказская. Лист L-37-XXXIII (Геленджик). Объясн. зап. М.: Моск. филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2021. 106 с.

Корсаков С.Г., Семенуца И.Н., Белуженко Е.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000. Изд. 2-е. Сер. Кавказская. Лист L-37-XXVII (Краснодар). Объясн. зап. М.: МФ ВСЕГЕИ, 2013. 234 с.

Ренгартен В.П. Опорные разрезы верхнемеловых отложений Дагестана. М.; Л.: Наука, 1965. 99 с.

Стратиграфический кодекс России. Изд. 3-е, испр. и доп. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2019. 96 с.

Coccioni R., Premoli Silva I. Revised Upper Albian–Maastriichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetostratigraphy of the classical Tetyan Cubbio section (Italy) // Newsletters on Stratigraphy. 2015. Vol. 48, N 1. P. 47–90.

Epstein S., Buchsbaum R., Lowenstam H.A., Urey H.C. Revised carbonate–water isotopic temperature scale // Geol. Soc. Amer. Bull. 1953. Vol. 64, N 11. 1315 p.

Jarvis I., Gale A.S., Jenkyns H.C., Pearce M. Secular variation in Late Cretaceous carbon isotopes: a new $\delta^{13}\text{C}$ carbonate reference curve for the Cenomanian–Campanian (99.6–70.6 Ma) // Geol. Mag. 2006, Vol. 143. P. 561–608.

Благодарности. Авторы признательны сотрудникам геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова А.М. Никишину за советы по применяемой терминологии, В.Л. Косорукову — за помощь в обработке и интерпретации результатов рентгенофазового анализа.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты №18-05-00495-а, 18-05-00503-а, 19-05-00361-а).

Kim S.T., O'Neil J. Equilibrium and nonequilibrium oxygen isotope effects in synthetic carbonates // Geochim. et Cosmochim. Acta. 1997. Vol. 61, N 16. P. 3461–3475.

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

Neuhuber S., Wagreich M., Wendler I., Spoetl C. Turonian oceanic red beds in the eastern Alps: Concepts for palaeoceanographic changes in the Mediterranean Tethys // Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol. 2007. Vol. 251, N 2. P. 222–238.

Shackleton N.J., Kennett J.P. Paleotemperature history of the Cenozoic and the initiation of Antarctic glaciation: Oxygen and carbon isotope analysis in DSDP Sites 277, 279, and 280 // Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project 29: Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1975. P. 743–755.

Voigt S., Hilbrecht H. Late Cretaceous carbon isotope stratigraphy in Europe: Correlation and relations with sea level and sediment stability // Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol. 1997. Vol. 134. P. 39–60.

Walaszczyk I., Čech S., Crampton J.S. et al. The global boundary stratotype section and point (GSSP) for the base of the Coniacian Stage (Salzgitter-Salder, Germany) and its auxiliary sections (Ślupia Nadbrzeżna, central Poland; Střeleč, Czech Republic; and El Rosario, NE Mexico) // Communication of IUGS Geol. Standards. 2021. P. 1–40.

Walaszczyk I., Peryt D. Inoceramid-foraminiferal biostratigraphy of the Turonian through Santonian deposits of the Middle Vistula Section, Central Poland // Zbl. Geol. Paläont. Teil 1. Hf. 11/12. 1998. S. 1501–1513.

Walaszczyk I., Wood C.J., Lees J.A. et al. The Salzgitter-Salder Quarry (Lower Saxony, Germany) and Ślupia Nadbrzeżna river cliff section (Central Poland): a proposed candidate composite global boundary stratotype section and point for the base of the Coniacian Stage (Upper Cretaceous) // Acta Geol. Polonica. 2010. Vol. 60, N 4. P. 445–477.

Wendler I. A critical evaluation of carbon isotope stratigraphy and biostratigraphic implications for Late Cretaceous global correlation // Earth. Sci. Rev. 2013. Vol. 126. P. 116–146.

Wiese F. Stable isotope data ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) from the Middle and Upper Turonian (Upper Cretaceous) of Liencres (Cantabria, northern Spain) with a comparison to northern Germany (Söhlde and Salzgitter-Salder) // Newsletter Stratigraphy. 1999. Vol. 37. P. 37–62.

Wood C.J., Walaszczyk I., Mortimore R.N., Woods M.A. New observations on the inoceramid biostratigraphy of the higher part of the Upper Turonian and the Turonian–Coniacian boundary transition in Poland, Germany and the UK // Acta Geol. Polonica, 2004. Vol. 54, N 4. P. 541–549.

Статья поступила в редакцию 07.11.2021, одобрена после рецензирования 09.03.2022, принята к публикации 31.08.2022