

ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ КИСЛОРОДА И УГЛЕРОДА МЕЛОВЫХ ОРГАНОГЕННЫХ  
КАРБОНАТОВ КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ.

СТАТЬЯ 2. БАССЕЙН РЕКИ ТАЛОВКА (КОРЯКСКОЕ НАГОРЬЕ)

Ю.Д. Захаров\*, О.П. Смышляева\*, А.М. Попов\*, В.В. Голозубов\*,  
А.В. Игнатьев\*, Т.А. Веливецкая\*, К. Танабэ\*\*, Я. Шигэта\*\*\*,  
Х. Маэда\*\*\*\*, Т.Б. Афанасьева\*, А.А. Коляда\*\*\*\*\*, А.К. Чербаджи\*,  
К. Мория\*\*

\*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

\*\*Геологический институт, Токийский университет, г. Токио, Япония

\*\*\*Национальный научный музей, г. Токио, Япония

\*\*\*\*Университет в Киото, г. Киото, Япония

\*\*\*\*\*Корякгеолдобыча, пос. Корф

Изотопные палеотемпературы, полученные по раковинам брахиопод *Penzhinothyris plana* Smirnova из альбских отложений кедровской свиты по р. Мелкой (бассейн р. Таловки, западная Корякия), колеблются от 12,5 до 22,7 °С. Нижний температурный уровень соответствует, очевидно, зимнему сезону, а верхний – летнему. Предположительно зимние палеотемпературы, полученные по кальциту двустворок *Acila (Truncacila)* sp. и *Nannonavis sachalinensis* (Yok.) из коньякских отложений пенжинской свиты, колеблются от 10,9 до 14,1 °С. Предположительно осенне-весенние палеотемпературы для коньякского времени, флуктуирующие от 14,1 до 17,7 °С, были получены как по кальцитовому материалу раковин ринхонеллидных брахиопод, двустворок *Acila (Truncacila)* sp., *Nannonavis sachalinensis* (Yok.) и скафопод *Dentalium* sp., так и арагониту раковин аммоноидей *Anagaudryceras* sp., *Gaudryceras* sp., *Tetragonites popetensis* Yabe, *Mesopuzosia* sp., *Kossmaticeras japonicum* Mat. и *Scalarites* sp. Палеотемпературы в интервале 17,7°–22,4 °С, интерпретируемые нами как летние, были установлены по кальциту двустворок *Nannonavis* и скафопод *Dentalium* sp., а также по арагониту раковин аммоноидей *Anagaudryceras*, *Gaudryceras*, *Tetragonites*, *Mesopuzosia*, *Kossmaticeras*, *Yokoyamaoceras*, *Baculites*, *Yezoites*. Обзор полученных свидетельств по меловой изотопии и литературных данных позволяет допускать кратковременное существование полярного льда в меловое время (раннем маастрихте) лишь в Южном полушарии, на континенте Антарктида; для высоких широт Северного полушария нельзя исключать возможности существования кратковременных предзаморозковых условий в раннем валанжине, а также позднем коньяке–раннем сантоне и раннем маастрихте.

**Ключевые слова:** альб, сеноман, коньяк, беспозвоночные, органические карбонаты, сезонные изотопные палеотемпературы, западная Корякия.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно представлениям Дж. Прайса [31], теплые климатические условия в высоких широтах обычны для всего мезозоя, хотя вполне допустимо кратковременное появление здесь полярных льдов в ограниченном объеме.

Э. Баррера с соавторами приводит сведения о низких позднекампанских–маастрихтских палеотемпературах воды как антарктического шельфа (около 4–9 °С) [19], так и придонных вод экваториальной части Тихого океана (около 7–14 °С) [18], рассчитанных по изотопному составу бентосных фораминифер. Существование относительно низких палеотемператур (10 °С) в высоких широтах Южного полушария в раннем маастрихте недавно было подтверждено изотопными исследованиями планктонных фораминифер

[27]. Аналогичные свидетельства были получены и по маастрихтской макрофауне антарктического острова Джеймс Росс [30]: 9,3–14,8 °С (по двустворкам), 10,6–14,8 °С (по наутилоидеям), 9,9–12,4 °С (по аммоноидеям *Gunnarites*), 10,2 °С (по росту белемнита).

К.Дж. Миллер с соавторами [29] установили одновременность увеличения значений  $\delta^{18}\text{O}$  в раковинах раннемаастрихтских фораминифер, обитавших как на больших глубинах Антарктики, Атлантики и Индо-Пацифики (бентос), так и в поверхностных водах низких широт Пацифики (планктон), по сравнению с раковинами фораминифер позднего кампана. Выдвигаются две версии для объяснения одновременности этих событий. Увеличение значений  $\delta^{18}\text{O}$  в карбонатах, отлагавшихся как на больших глубинах, так и в мелководье тропиков, по мнению этих авторов, могло быть вызвано (1) образованием полярного льда в начале

маастрихта или (2) глобальным уменьшением температуры как поверхностных вод тропических морей, так и глубинных вод в раннем маастрихте. Поскольку одновременно с понижением значений  $\delta^{18}\text{O}$  в нижнемаастрихтских карбонатах произошло крупное (30–40 м) и довольно быстрое понижение уровня моря, наиболее отчетливо зафиксированное в Нью-Джерси, авторы статьи, поддерживая представления о гляциоэвстатической природе такого рода понижений, склоняются к первой версии, хотя и с ней, по их мнению, связано много спорных вопросов.

Низкие изотопные палеотемпературы для мела высоких широт Северного полушария (5,3–10,4°C) [22] установлены по рострам ранневаланжинских белемнитов Шпицбергена; сведения по довольно низким палеотемпературам для западной Корякии (10,2–16,9°C) недавно были получены нами и по кальциту раковин раннемаастрихтских брахиопод [33].

В настоящей статье на основе массовых замеров приводятся данные по широкому диапазону изотопно-кислородных изменений в хорошо сохранившихся раковинах беспозвоночных из мела высоких широт Северного полушария с целью выявления наиболее низких (зимних) палеотемператур альбского и коньякского времени.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения геохимических исследований в настоящей работе использован первичный кальцитовый и арагонитовый органогенный материал, собранный в основном в бассейне р. Таловки (рис. 1), западная часть Корякского нагорья, во время Российско-Японской экспедиции 1999 года.

Материалом для исследований послужила коллекция раковин брахиопод с сохранившейся фиброзной структурой из альбских отложений кедровской свиты по р. Мелкой (6 проб), арагонитовые и кальцитовые элементы раковин иноцерамов, а также арагонитовые раковины аммонитов из сеноманских отложений маметчинской свиты правобережья р. Таловки (31 проба), раковины брахиопод, разнообразных аммонитов, двустворок и гастропод из коньякских отложений пенжинской свиты, слагающих цоколь олигоценовой террасы в низовьях р. Таловки (87 проб). Последнее из упомянутых местонахождений особенно отличается обилием хорошо сохранившихся как первично кальцитовых, так и арагонитовых раковин беспозвоночных, и в этом отношении оно может считаться уникальным для территории северо-востока России. В сравнительных целях были исследованы также некоторые моллюски из коньякских отложений Хоккайдо.

Пробы для изотопного анализа отбирались обычно по определенной методике (в виде узких полосок, располагающихся вдоль линий роста раковин, с охватом всех слоев, за исключением внутреннего слоя, выстилающего значительную часть внутренней поверхности раковин брахиопод и моллюсков), позволяющей в конечном итоге

выявлять порции раковинного материала, отлагавшегося в определенные сезоны года.

Контролем за степенью диагенетических изменений в исследованных органогенных карбонатах служили (1) визуальные признаки, (2) относительное содержание арагонита в скелете (в случае исследования раковин аммоноидей, гастропод и некоторых элементов скелета иноцерамид), (3) степень сохранности первичной микроstructures скелета (при исследовании арагонита аммоноидей определялась с помощью СЭМ, при исследовании кальцита брахиопод – люминесцентным анализом с помощью рентгеновского микроанализатора JXA-5A с ускоряющим напряжением 25 kv).

Изотопный состав кислорода и углерода определялся прецизионным методом, с использованием масс-спектрометра Finnigan MAT-252. Лабораторный стандарт, откалиброванный по кальцитовому стандарту NBS 19 (National Bureau of Standards) и использованный при измерениях, равен  $+1,8 \pm 0,1\%$  для кислорода относительно PDB (Pee Dee belemnite) и  $-0,75 \pm 0,1\%$  для углерода. Точность измерения величины  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta^{13}\text{C}$  всегда лучше  $\pm 0,1\%$  на 95% доверительном уровне. Для интерпретации палеотемператур по значениям  $\delta^{18}\text{O}$  параллельно использовались две шкалы: (1) С. Эпштейна [23] и Х. Крейга [20], модернизированная Т.Ф. Андерсоном и М.А. Артуром [17] (при исследовании первичного кальцита), и (2) Э.Л. Гроссмана и Т. Ку [24] (при анализе арагонита).

Рентгеноструктурный анализ был выполнен по методу Т. Дэвиса и П. Хупера [21] с помощью дифрактометра ДРОН-3.

Все анализы выполнены в Аналитическом центре Дальневосточного геологического института ДВО РАН.

#### $\delta^{18}\text{O}$ , $\delta^{13}\text{C}$ И Ca–Mg ОТНОШЕНИЕ В СКЕЛЕТАХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ИЗ МЕЛА БАСЕЙНА РЕКИ ТАЛОВКИ КОРЯКСКОГО НАГОРЬЯ

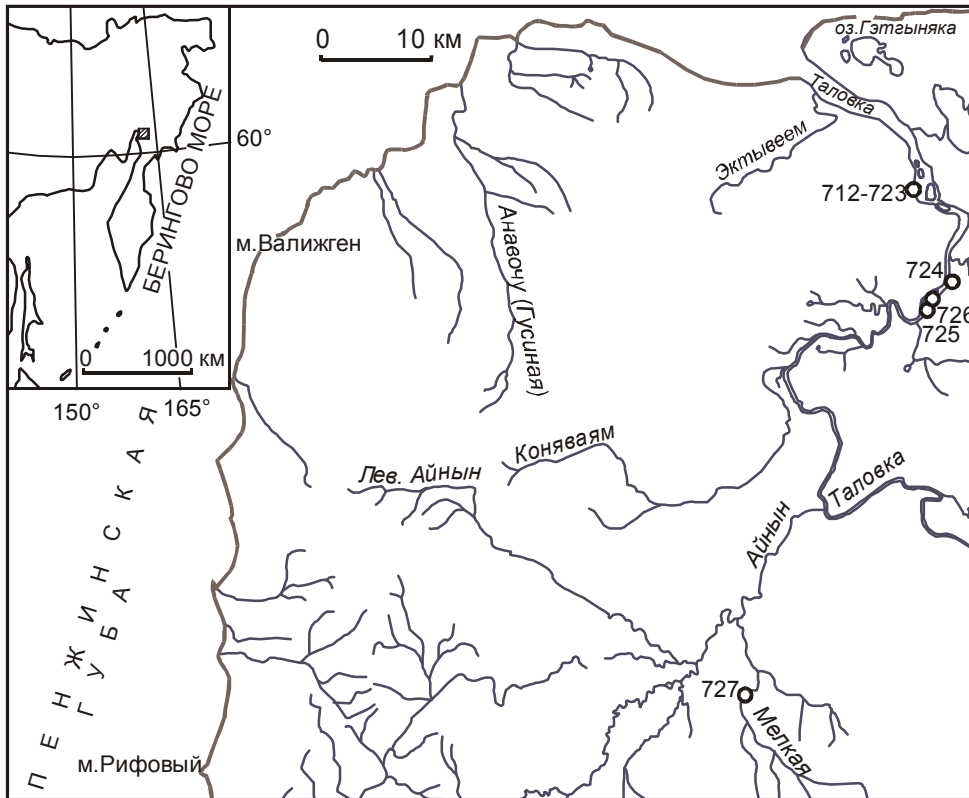
В бассейне р. Таловки материал, необходимый для изотопных исследований, был получен из трех стратиграфических уровней: альбского (р. Мелкая, приток р. Айнын), сеноманского (район ручьев Большой Вылгилвеем и Тыногыргинкуюл) и коньякского (приустьевая часть р. Таловки) ярусов (рис. 1).

#### Кедровская свита (альб)

Подробные сведения о комплексе аммоноидей кедровской свиты бассейна р. Айнын приведены в монографии Г.П. Авдейко [1], а также публикациях А.И. Алабушева и И. Видманна [2–4, 11–13].

На левом берегу р. Мелкой, примерно в 10 км выше ее устья, обнажены следующие отложения кедровской свиты (снизу вверх):

1. Алевролиты зеленовато-серые, с мелкими известково-мергельными конкрециями ..... 2,3 м



**Рис. 1.** Схема расположения исследованных разрезов меловых отложений в бассейне р. Таловки (Корякское нагорье).

727 – река Мелкая (кедровская свита, альб), 725-726 – руч. Большой Вылгилвеем (мамetchинская свита, сеноман), 724 – руч. Тыногыргинкуюл (мамetchинская свита, сеноман), 712-723 – низовья р. Таловки (пенжинская свита, коньяк).

Брахиоподы, гастроподы, аммоноидеи – *Anagaudryceras* sp., *Marshallites?* sp., *Sciponoceras* sp. (в мелких конкрециях из осыпи – 727–1–3).

2. Песчаники зеленовато-серые, мелкозернистые, граувакковые ..... 0,12 м

3. Алевролиты зеленовато-серые, с мелкими, значительно реже крупными известково-мергельными конкрециями (727-1-2) ..... 15 м

Брахиоподы – *Penzhinothyris plana* Smirnova.

4. Алевролиты зеленовато-серые, с прослоями аргиллитов и многочисленными крупными известково-мергельными конкрециями (727-1, 1а, 4; 727-2-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) ..... 5,5 м

Брахиоподы – *Penzhinothyris plana* Smirnova, двустворки – *Inoceramus* sp., аммоноидеи – *Beudanticeras* sp., *Hulenites* sp., остатки флоры – *Metasequoia* sp.

5. Алевролиты серые, с мелкими известково-мергельными конкрециями неправильной формы (крупные конкреции редки) ..... 12–14 м

Общая мощность отложений кедровской свиты в разрезе 35–37 м.

Изотопный анализ был выполнен по раковинам брахиопод *Penzhinothyris plana* Smirnova с хорошо сохранившейся фиброзной структурой раковины (727–2–1, 3, 6, 8). Значения  $\delta^{18}O$  и  $\delta^{13}C$  в кальците брахиопод колеблются, соответственно, от -2,5 до -0,1‰ (соответствуют палеотемпературам 12,5–22,7°C) и от -2,0 до -1,3‰.

Ca–Mg отношение в кальците колеблется от 170,5 до 190,5 и в среднем по выборке из 6 проб равно 180.

**Мамetchинская свита (сеноман)**

Сведения о сеноманских аммоноидеях бассейна р. Таловки приведены в работах А.И. Алабушева и И. Видманна [2,11–14].

**Большой Вылгилвеем**

В устье ручья Большой Вылгилвеем, в 29,3 км выше устья р. Таловки [9], установлены следующие отложения мамetchинской свиты сеноманского возраста (рис. 2):

1. Песчаники зеленовато-серые, мелкозернистые, косолоистые, с маломощными прослоями серых алевролитов и линзами известковистых песчаников-ракушечников (725-1-1,2,3,4,5; 725-1, 1а,2) ..... 2,5 м

Двустворки – *Inoceramus concentricus costatus* Nagao et Mat., *I. pennatulus* Perg.

2. Конгломераты среднегалечные и известковистые песчаники-ракушечники, содержащие крупную глыбу (4×2 м) песчаников оползневого происхождения ..... 3,0 м

Двустворки – *Inoceramus* sp.

3. Песчаники зеленовато-серые, мелкозернистые, с линзами известковистых песчаников-ракушечников и редкими прослоями черных алевролитов (725-3, 725-4-2, 3) ..... 5,0 м

Двустворки – *Inoceramus pennatulus* Perg.

4. Алевролиты черные, с крупными известково-мергельными конкрециями (725-5; 725-5-1, 2) ..... 35 м

Аммоноидеи – *Anagaudryceras* sp., *Marshallites* sp.

Общая мощность отложений пенжинской свиты в разрезе 46 м.

Аналізу подверглись как арагонитовые элементы раковин *Inoceramus concentricus costatus* Nagao et Mat. (725-1-1, 2, 3, 4, 5; 725-1; 726-1, 2), так и кальцитовые призматические слои *Inoceramus pennatulus* Perg. (725-4-2, 3) из пачек 1 и 3. Отмечаются довольно низкие значения  $\delta^{18}\text{O}$ , колеблющиеся от -3,2 до -0,6‰, при положительных значениях  $\delta^{13}\text{C}$  (1,0–3,8‰) и при содержании арагонита в раковинах иноцерамов до 100%. Только в единственной арагонитовой (97–98%) раковине аммонита *Anagaudryceras* обнаружены “нормальные” значения  $\delta^{18}\text{O}$ , колеблющиеся от -0,4 до 0,1‰ ( $\delta^{13}\text{C} = 0,7\text{--}1,3\text{‰}$ ), что соответствует палеотемпературам 15,1–17,2°C.

Са–Mg отношение в призматических слоях одной из раковин иноцерамов (725-4-3) равно 179,7.

**Тыногыргинкуюл**

Основные выходы скальных пород маметчинской свиты на р. Таловке, в 25 км выше ее устья (в 2 км выше устья ручья Тыногыргинкуюл) [9], представлены двумя пачками (рис. 3):

1. Песчаники зеленовато-серые, мелкозернистые, с прослоями песчаных алевролитов, линзами и желваками известковистых песчаников-ракушечников (724-1-1, 2, 3, 4, 5, 7; 724-2-1; 724-9, 10, 11, 12а, 14, 15; 724-12-1, 4, 5, 6; 724-13; 724-14-1, 2) ..... 25,0 м

Двустворки – *Nannonavis* sp., *Inoceramus concentricus costatus* Nagao et Mat., *I. pennatulus* Perg., аммоноидеи – *Hypophylloceras* sp., *Puzosia?* sp., *Desmoceras (Pseudouhligella) japonicum* (Yabe), *Marshallites* sp.

2. Алевролиты темно-серые, с прослоями зеленовато-серых мелкозернистых песчаников, содержащих призматические слои раковин иноцерамов ..... 10 м

Как и в случае с разрезом по Большой Вылгилвеем, исследованные раковины *Inoceramus concentricus costatus* (724-2-1, 2; 724-5, 9; 724-10, 15; 724-12-4, 6), несмотря на высокое содержание в них арагонита (87–100%) (при значении  $\delta^{13}\text{C}$  до 4,2‰), выделяются довольно низкими значениями  $\delta^{18}\text{O}$ , колеблющимися от -2,9 до -0,8‰. Низкие значения  $\delta^{18}\text{O}$  (-3,0 и -3,1‰) установлены и в кальците фрагментов призматических слоев иноцерамов, значения  $\delta^{13}\text{C}$  в которых колеблются от 0,3 до 1,1‰. Вместе с тем, изотопные данные по арагонитовой (95–100%) раковине аммонита *Desmoceras (Pseudouhligella) japonicum* показывают необычно высокие значения  $\delta^{18}\text{O}$  (изменяются от -0,5 до -0,1‰), соответствующие палеотемпературам 15,9–17,7 °C ( $\delta^{13}\text{C}$  изменяется от -0,9 до -0,1‰).

Са–Mg отношение в призматических слоях одной из раковин иноцерамов (724-1) равно 169,5.

**Верхняя часть пенжинской свиты (коньяк)**

Меловые аммониты (*Neophylloceras*, *Yokoyamaoceras*, *Otoscaphtes*, *Eorhaeboceras* и др.) и иноцерамы (*Mytiloides naumanni* Yok.) из приустьевой части р. Таловки впервые были исследованы А.И. Алабушевым, А.В. Алабушевой [4, 5, 13, 14] и В.П. Похиалайненом [10] по сборам Э.С. Алексева 1980 г. (обн. 152), В.П. Похиалайнена и А.И. Алабушева 1985 г. (обн. 20). Иноцерамы,

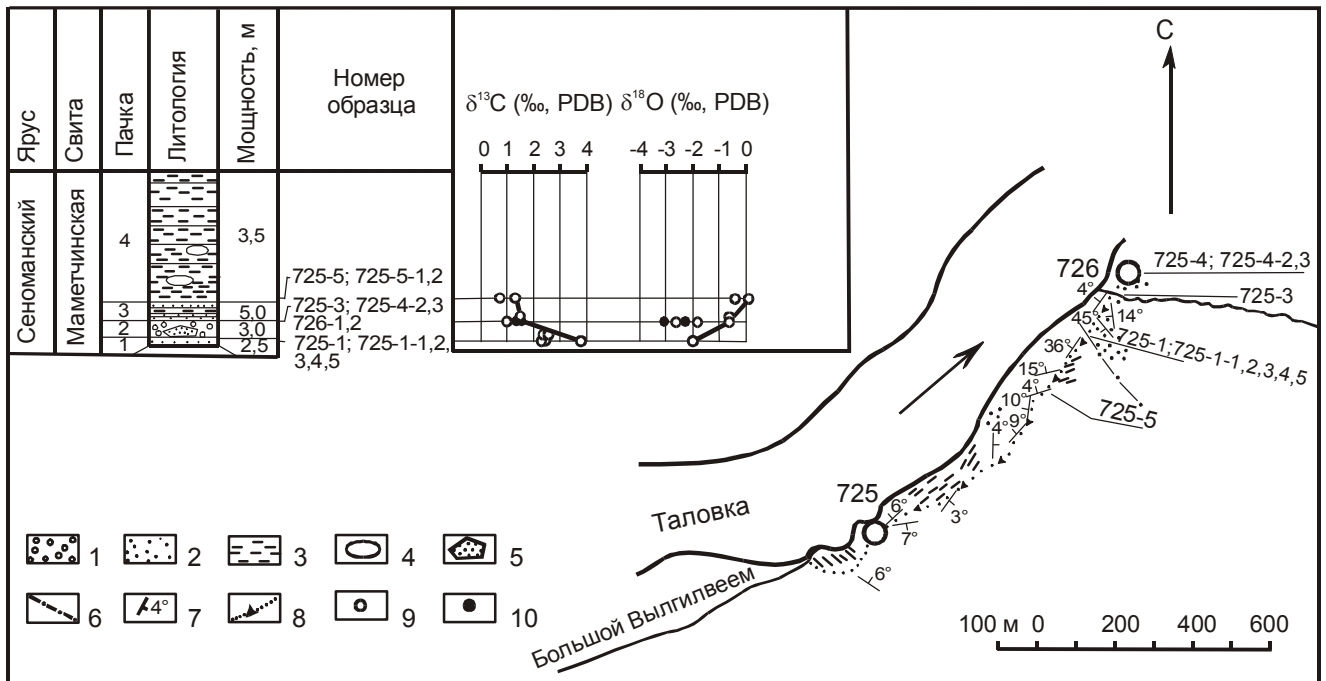


Рис. 2. Значения  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta^{13}\text{C}$  в арагонитовых и кальцитовых элементах раковин иноцерамид из сеноманских отложений маметчинской свиты реки Таловки (руч. Большой Вылгилвеем).

1 – конгломераты, 2 – песчаники, 3 – алевролиты, 4 – известково-мергельные конкреции, 5 – блок песчаников оползневого (конседиментационного) происхождения, 6 – тектоническое нарушение, 7 – элементы залегания, 8 – маршрут геологического исследования, 9 – арагонит, 10 – кальцит.

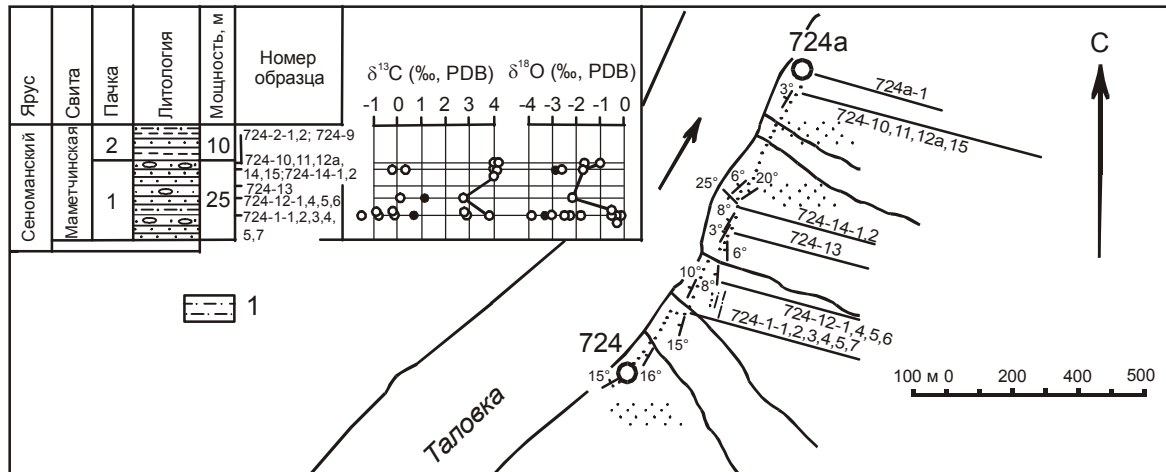


Рис. 3. Значения  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta^{13}\text{C}$  в арагонитовой раковине аммонита *Desmoceras (Pseudouhligella) japonicum* (Yabe) и в арагонитовых и кальцитовых элементах раковин иноцерамид из сеноманских отложений маметчинской свиты разреза по р. Таловке (район руч. Вылгилвеем).

1 – песчаные алевролиты. Прочие обозначения как на рис. 2.

встреченные в этом разрезе, на Дальнем Востоке имеют распространение от коньяка до кампана [10]. На основе же определений аммоноидей был сделан общий вывод о сантон-кампанском возрасте отложений, обнажающихся в приустьевой части р. Таловки.

Верхние слои исследованного нами разреза (обн. 719) обнажаются в 12 км юго-восточнее устья (лимана) р. Таловки; нижние слои разреза (обн. 723) расположены в 7 км севернее, напротив третьего от устья острова, у крутого поворота реки. Южнее точки 719 обнажений мела вдоль реки нет, поэтому есть уверенность в том, что исследованные нами выходы соответствуют обнажениям 152 и 20 Э.С. Алексеева и А.И. Алабушева.

Ревизия комплекса моллюсков, выявленного в разрезе, показала, что сочетание в нем таких видов, как *Mesopuzosia yubarensis* (Jimbo), *Kossmaticeras japonicum* Mat., *Otoscaphtes klamathensis* (Anderson), *Scaphites pseudoequalis* Yabe, а также редких *Inoceramus uwajimensis* (Yehara), свидетельствует о его коньякском, а не сантон-кампанском возрасте, на чем настаивают А.И. Алабушев с соавторами [5, 15]. Уместно отметить, что этот автор допустил ошибку, включив в описание разреза меловых отложений данные по массивным конгломератам и некоторым другим породам, относимым в настоящее время к олигоцену.

В отдельных скальных выходах цоколя высокой террасы нами были обнаружены следующие отложения верхней части пенжинской свиты, в которых обильно представлены хорошо сохранившиеся остатки беспозвоночных, в том числе арагонитовые раковины аммоноидей, иноцерамов и гастропод (рис. 4, 5):

**Нижняя пачка**

1. Алевролиты темно-серые, песчаные, с линзами и крупными конкрециями известково-мергельного состава

(718-1-1; 718-4; 718-10-2; 718-11-1; 718-14-1, 2, 3, 4, 5, 6, 8) 13,0 м

Двустворки – *Nannonavis* sp., *Inoceramus tenuistriatus* Nagao et Mat., *I. concentricus costatus* Nagao et Mat., *Goniomya* sp., аммоноидеи – *Anagaudryceras denseplicatum* (Jimbo), *Tetragonites glabrus* (Jimbo), *Kossmaticeras japonicum* Mat., *Yokoyamaoceras* sp., *Ancyloceras* sp., *Scalarites* sp., остатки листовой флоры – *Gingko* sp.

2. Алевролиты темно-серые, песчаные, с мелкими конкрециями и линзами известково-мергельного состава и редкими прослоями мелкозернистых песчаников (717-1)..... 5 м

Аммоноидеи – *Gaudryceras* sp.

Из средней части нижней пачки изотопному исследованию подверглись раковины четырех видов аммоноидей: *Kossmaticeras japonicum* (718-4 – 88% арагонита), *Tetragonites glabrus* (718-10-2 – 78% арагонита, следы  $\alpha\text{-SiO}_2$  и слоистых силикатов), *Anagaudryceras denseplicatum* (718-14-1 – 98% арагонита и следы  $\alpha\text{-SiO}_2$ , 718-14-2 – 100% арагонита, 718-14-3 – 95% арагонита и следы  $\alpha\text{-SiO}_2$ , 718-14-4 – 94% арагонита и следы  $\alpha\text{-SiO}_2$ , 718-14-5 – 100% арагонита, 718-14-6 – 100% арагонита), *Scalarites* sp. (718-14-8 – около 100% арагонита, следы  $\alpha\text{-SiO}_2$  и клиноптилолита). Значения  $\delta^{18}\text{O}$  в них колеблются от -1,5 до -0,5‰ (при значениях  $\delta^{13}\text{C}$ , изменяющихся от -1,0 до 2,3‰). Значения  $\delta^{18}\text{O}$  в кальцитовых раковинах двустворок *Nannonavis* и *Goniomya* колеблются от -1,0 до 0,2‰ ( $\delta^{13}\text{C}$  изменяется от 0,2 до 2,1‰).

Для изотопных исследований верхней части нижней пачки была использована раковина аммонита *Gaudryceras* sp. – 717-1 со 100% содержанием арагонита ( $\delta^{18}\text{O} = -0,6‰$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -2,6‰$ ).

Наиболее низкие палеотемпературы, рассчитанные по изотопному составу кальцитовых и арагонитовых раковин беспозвоночных из нижней пачки, составляют соответственно 11,3 и 17,7 °С, наиболее вы-



сокие – 16,1 и 22,1 °С, средние палеотемпературы из 3 кальцитовых и 10 арагонитовых проб составляют соответственно 14,1 и 19,0 °С.

Закрытый интервал (около 80–85 м по мощности).

**Средняя пачка**

3. Алевролиты темно-серые, песчанистые, с многочисленными линзами и крупными конкрециями известково-мергельного состава (715-1, 2, 3, 8, 9, 11, 13; 715-10-2; 722-10, 11; 722-12-1, 2, 3, 4) ..... около 5 м

Двустворки – *Nannonavis* sp., гастроподы, скафоподы – *Dentalium* sp., амmonoидеи – *Gaudryceras* sp., *Tetragonites popetensis* Yabe, *Kossmaticeras japonicum* Mat., растительные остатки *Gingko* sp. и *Metasequoia* sp.

Закрытый интервал (около 40–55 м по мощности).

4. Алевролиты темно-серые, песчанистые, с мелкими конкрециями (в высыпках) (722-1, 2, 3, 4, 8; 722-3-4; 722-5-1, 2, 2a; 720-1, 1a, 16; 720-2-3) ..... до 2–3 м

Двустворки – *Acila (Truncacila)* sp., *Nannonavis* sp., *Inoceramus* sp., гастроподы, амmonoидеи – *Neophylloceras* sp., *Anagaudryceras* sp., *Gaudryceras* sp., *Tetragonites popetensis* Yabe, *Kossmaticeras japonicum* Mat., *Yokoyamaoceras katoi* (Jimbo), *Scalarites* sp., остатки листовой флоры – *Metasequoia* sp. По-видимому, из этой части разреза происходят редкие *Inoceramus uwajimensis* (Yehara), а также *Scaphites pseudoaequalis* Yabe и *Otosca-phites klamathensis* (Anderson), обнаруженные Х. Маэда.

Закрытый интервал (около 15–20 м по мощности).

5. Алевролиты зеленовато-серые, с многочисленными линзами темно-серых известковистых песчаников и крупными конкрециями известково-мергельного состава (712-1,1a; 712-2-1,2,3) ..... 3,0 м

Двустворки – *Nannonavis* sp., скафоподы – *Dentalium* sp., амmonoидеи – *Gaudryceras* sp., *Mesopuzosia jubarensis* (Jimbo), *Mesopuzosia* sp.

Изотопные исследования по нижней части средней пачки были проведены, используя арагонитовые раковины амmonoидей трех видов: *Kossmaticeras japonicum* (715-1 – 95%, 715-2 – 93%, 715-3 – 95%, 715-6 – 97% арагонита), *Gaudryceras* sp. (715-10-2 – 78% арагонита и следы  $\alpha\text{-SiO}_2$ , 715-11 – 100%, 722-12-1 – 93% арагонита, следы  $\alpha\text{-SiO}_2$ , клиноптилолита и слоистых силикатов, 722-12-2 – 93%, 722-12-3 – 93% арагонита), *Tetragonites popetensis* (точное содержание арагонита не определено, установлены следы  $\text{MnCO}_3$  и слоистых силикатов). Значения  $\delta^{18}\text{O}$  в них колеблются от -1,5 до 0,0‰ (при значениях  $\delta^{13}\text{C}$ , изменяющихся от -3,6 до 1,2‰).

В средней части средней пачки были исследованы раковины амmonoидей пяти видов: *Tetragonites popetensis* (722-8 – точное содержание арагонита не определено, установлены следы  $\alpha\text{-SiO}_2$ ,  $\text{MnCO}_3$  и клиноптилолита), *Scalarites* sp. (722-5-1 – 96%, 722-5-2a – 94% арагонита), *Anagaudryceras* sp. (722-1 – 97%, 722-2 – 93% арагонита), *Yokoyamaoceras katoi* (720-2-3 – 93% арагонита, установлены следы  $\alpha\text{-SiO}_2$ ). Значения  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta^{13}\text{C}$  в них колеблются, соответственно, от -1,6 до 0,1‰ и от -2,7 до 1,2‰). Значения  $\delta^{18}\text{O}$  в кальцитовых раковинах *Acila*, *Nannonavis* и скафопод изменяются от -0,6 до 0,0‰ (значения  $\delta^{13}\text{C}$  флуктуируют от -0,5 до 2,0‰).

В раковинах двух видов амmonoидей (*Gaudryceras* sp. (712-1a – 96% арагонита); *Mesopuzosia* sp. (712-2-1 – 100% арагонита, 712-2-2 – 98% арагонита и следы  $\alpha\text{-SiO}_2$ , 712-2-3 – 100% арагонита, следы  $\alpha\text{-SiO}_2$  и  $\text{MnCO}_3$ ) из верхней части средней пачки значения  $\delta^{18}\text{O}$  колеблются от -0,3 до 0,0‰ (при значениях  $\delta^{13}\text{C}$ , изменяющихся от -0,6 до 2,5‰).

Наиболее низкие изотопные палеотемпературы, рассчитанные по кальцитовым и арагонитовым раковинам беспозвоночных из средней пачки, составляют, соответственно, 10,9 и 15,1 °С, наиболее высокие – 16,5 и

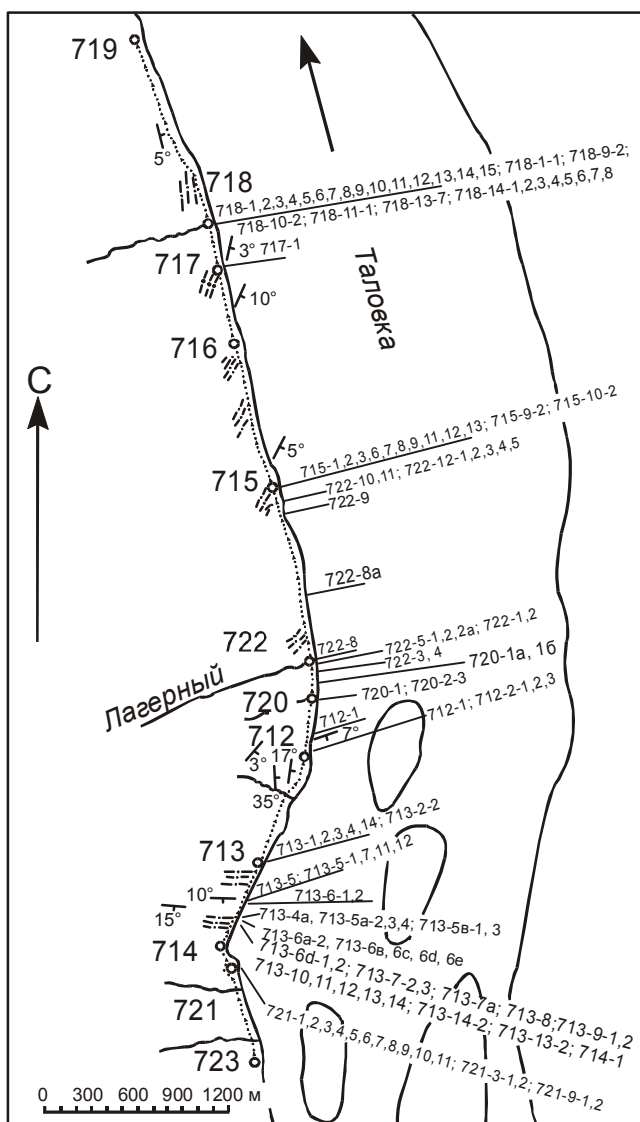
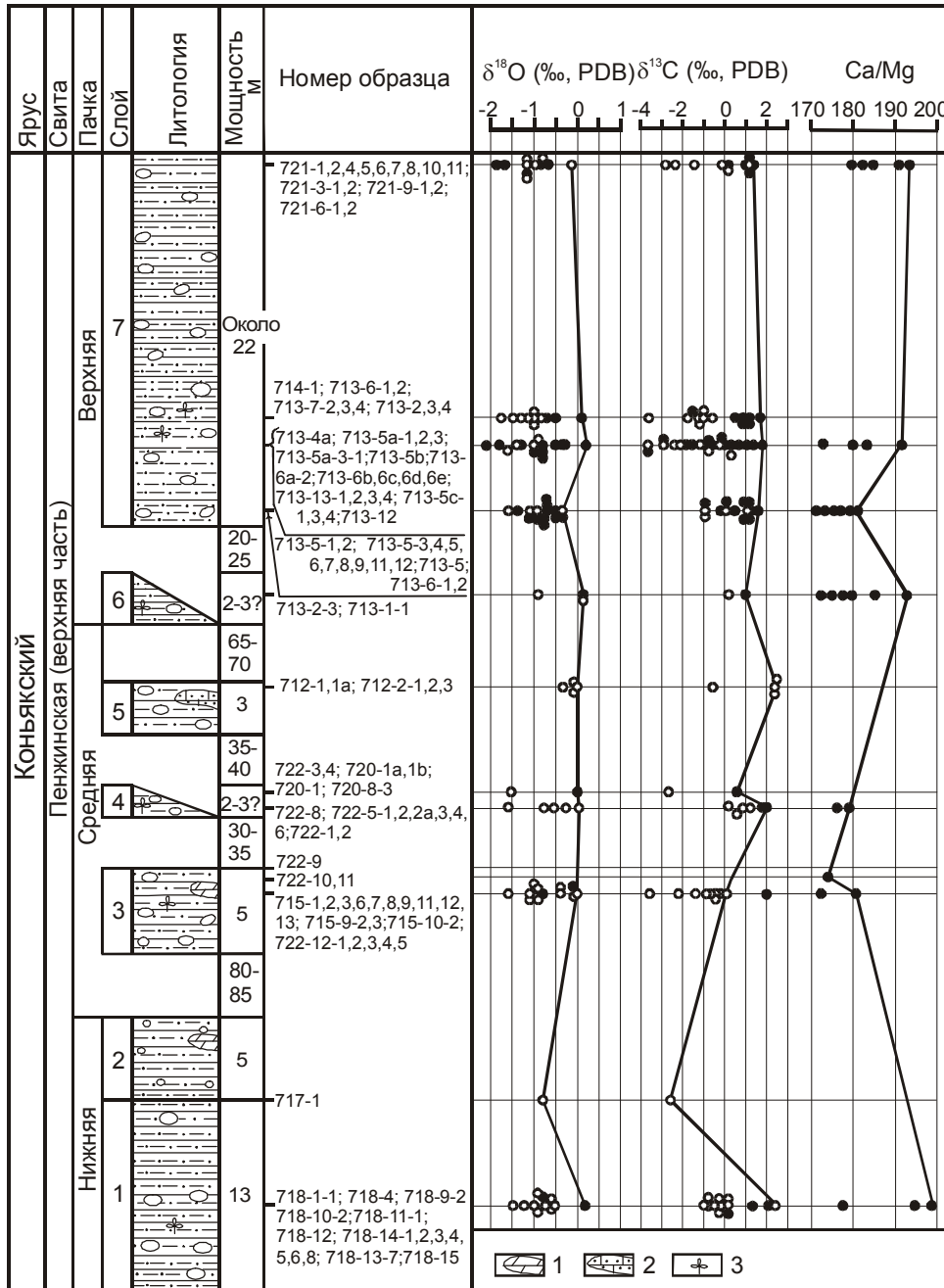


Рис. 4. Схема отбора проб в разрезе коньякских отложений низовьев р. Таловки.

Обозначения см. на рис. 2



**Рис. 5.** Значения  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta^{13}\text{C}$  в арагонитовых раковинах амmonoидей и гастропод и кальцитовых раковинах брахиопод, двустворок и скафопод из коньякских отложений пенжинской свиты разреза низовьев р. Таловки. 1 – линза известково-мергельного состава, 2 – линза известковистых песчаников, 3 – растительные остатки. Прочие обозначения как на рис. 2 и 3.

22,4 °С. Средние палеотемпературы, полученные по выборкам из 7 кальцитовых и 21 арагонитовых проб, составляют, соответственно, 13,6 и 18,3 °С.

**Верхняя пачка**

6. Алевролиты зеленовато-серые, с редкими известково-мергельными конкрециями (в высыпках) (713-1-1; 713-2,3) до 2–3 м

Двустворки – *Acila (Truncacila) sp.*, *Nannonavis sachalinensis* (Yok.), амmonoидеи – *Anagaudryceras denseplicatum* (Jimbo).

Закрытый интервал (около 20–25 м по мощности).

7. Алевролиты зеленовато-серые, с многочисленными известково-мергельными конкрециями (713-5-1; 713-6-1,2; 723-5; 713-5-3; 713-4a; 713-5a-3; 713-5b; 713-6a-2; 713-

6б,6в,6г,6д; 713-13-1,2,3,4; 714-1; 713-6г-1,2; 713-7-1,2,3,4; 713-2-34; 721-1,2,4,5,6, 7,8, 10, 11; 721-3-1,2; 721-9-1).... около 22 м

Брахиоподы – Rhynchonellidae, двустворки – *Acila* (*Truncacila*) sp., *Grammatodon* sp., *Nannonavis* sp., *Inoceramus* sp., гастроподы – *Semifusus* sp., *Harpogodes* sp., скафоподы – *Dentalium* sp., аммоноидеи – *Phylloporicheras* sp., *Anagaudryceras denseplicatum* (Jimbo), *Tetragonites glabrus* (Jimbo), *Mesopuzosia yubarensis* (Jimbo), *Kossmaticeras japonicum* Mat., *Yokoyamaoceras* sp., *Baculites* sp., *Yezoites* sp., растительные остатки – *Metasequoia* sp. (скопления), *Gingko* sp.

Из нижней части пачки изотопным исследованиям были подвергнуты раковины аммоноидей трех видов – *Anagaudryceras denseplicatum* (713-1-1 – 97% арагонита), *Kossmaticeras japonicum* (95%), *Baculites* sp. (713-5 – 90% арагонита), арагонитовая раковина гастроподы – *Semifusus* sp. (100%) и кальцитовая раковина двустворки – *Nannonavis* sp. Значения  $\delta^{18}\text{O}$  в раковинах аммоноидей колеблются от -1,6 до -0,3‰ (при значениях  $\delta^{13}\text{C}$ , изменяющихся от -0,9 до 0,2‰); значения  $\delta^{18}\text{O}$  в раковинах *Nannonavis* колеблются от -1,1 до -0,7‰ ( $\delta^{13}\text{C}=1,1-1,2$ ‰); значение  $\delta^{18}\text{O}$  в раковине гастроподы *Semifusus* равно -0,9‰ ( $\delta^{13}\text{C}=0,1$ ‰).

Из средней части пачки анализу подверглись раковины аммоноидей трех видов – *Baculites* sp. (713-5а-3 – 89% арагонита), *Mesopuzosia yubarensis* (713-6г-2 – 100% арагонита), *Kossmaticeras japonicum* (713-7-1 – 96%, 713-7-2 – 91%, 713-7-3 – 97%, 713-7-4 – 95%, 713-13-1 – 95%, 713-13-2 – 87%, 713-13-3 – 95%, 713-13-4 – 93% арагонита). Значения  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta^{13}\text{C}$  в них колеблются, соответственно, от -1,6 до -0,8 ‰ и от -3,6 до -0,8‰. Значение  $\delta^{18}\text{O}$  единственного фрагмента арагонитовой раковины иноцерама равно 0,2‰ ( $\delta^{13}\text{C}=0,0$ ‰); значения  $\delta^{18}\text{O}$  в кальцитовых раковинах двустворок *Acila* и *Nannonavis* колеблются от -0,9 до 0,1‰ ( $\delta^{13}\text{C}=0,2-1,2$ ‰); значения  $\delta^{18}\text{O}$  в кальцитовых раковинах *Dentalium* варьируют от -1,8 до -0,2‰ (значения  $\delta^{13}\text{C}$  колеблются от -2,3 до 0,5‰); значение  $\delta^{18}\text{O}$  в единственной кальцитовой раковине ринхонеллидной брахиоподы равно -1,4‰ ( $\delta^{13}\text{C}=1,6$ ‰).

Из верхней части пачки анализировались арагонитовые раковины аммоноидей четырех видов – *Mesopuzosia yubarensis* (97% арагонита), *Yezoites* sp. (точное содержание арагонита не определено, имеется небольшая примесь  $\alpha\text{-SiO}_2$  и  $\text{MnCO}_3$ ), *Anagaudryceras denseplicatum* (81% арагонита, следы  $\alpha\text{-SiO}_2$  и  $\text{MnCO}_3$ ), *Kossmaticeras japonicum* (90–95% арагонита, следы  $\alpha\text{-SiO}_2$  и клиноптилолита), а также одна раковина гастроподы *Harpogodes* sp. (100% арагонита). Значения  $\delta^{18}\text{O}$  в раковинах аммоноидей колеблются от -1,1 до -0,2‰ (при значениях  $\delta^{13}\text{C}$ , изменяющихся от -2,8 до 0,1‰), в раковине гастроподы  $\delta^{18}\text{O}$  равно 0,1‰ ( $\delta^{13}\text{C}=1,3$ ‰).

Первичный кальцитовый материал, исследованный в изотопном отношении, был отобран из раковин дву-

створок *Acila* и *Nannonavis*. Значения  $\delta^{18}\text{O}$  здесь колеблются, соответственно, от -1,8 до 0,1‰ и от 0,2 до 1,6‰).

Наиболее низкая палеотемпература, полученная в результате изотопного исследования кальцитовых и арагонитовых беспозвоночных из верхней пачки, составляет, соответственно, 11,7 и 16,4 °С, наиболее высокие изотопные температуры, полученные по кальциту и арагониту, достигают, соответственно, 19,5 и 22,4 °С, средние значения палеотемператур в выборке из 32 кальцитовых и 21 арагонитовой раковин составляют, соответственно, 15,5 и 19,2 °С.

В целом изотопные палеотемпературы, рассчитанные по коньякским беспозвоночным из разреза по р. Таловке, варьируют от 10,9 до 22,4 °С (при среднем значении 17,2 °С, в выборке из 42 кальцитовых и 52 арагонитовых проб).

Ca–Mg отношение в кальцитовых раковинах коньякских беспозвоночных колеблется от 169,5 до 199,3 и в выборке из 35 проб в среднем составляет 175,3 (что соответствует палеотемпературе 15,4 °С, рассчитанной по Ca–Mg методу).

В заключение отметим необычно низкое значение  $\delta^{18}\text{O}$  для арагонитовых элементов исследованных раковин *Inoceramus tenuistriatus* (718-1-1 – -2,9‰) и *I. concentricus costatus* (718-11-1 – -3,2‰, 718-11-2 – -3,9‰) из нижней пачки коньякских отложений, представленных соответственно 90 и 86–90 % арагонита. Однако в фрагменте одной из раковин *Inoceramus* sp. (713-5-1), также не подвергшейся заметным диагенетическим изменениям, удалось установить “нормальное” значение  $\delta^{18}\text{O}$  (0,2‰). Сравнительно пониженные значения  $\delta^{18}\text{O}$  установлены и у некоторых раковин аммоноидей, характеризующихся явным проявлением заметных признаков диагенеза. Естественно, что этот ограниченный для низовьев р. Таловки материал не был использован для реконструкции палеотемператур коньякского времени.

#### СЕЗОННЫЙ АСПЕКТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В СЕВЕРНЫХ ВЫСОКИХ ШИРОТАХ В АЛЬБСКОМ И КОНЬЯКСКОМ ВЕКАХ

Изотопные палеотемпературы, полученные по раковинам брахиопод *Penzhinothyris plana* Smirnova из альбских отложений кедровской свиты разреза по р. Мелкой (бассейн р. Таловки, западная Корякия), колеблются в довольно широких пределах, от 12,5 до 22,4 °С (значения  $\delta^{18}\text{O}$  изменяются от -2,5 до -0,1‰), позволяющих предполагать, что нижний температурный уровень соответствует зимнему сезону, а верхний – летнему.

Сходная картина вырисовывается и на основе более представительной выборки по изотопному составу органических карбонатов из коньякских отложений пенжинской свиты (рис. 6, 7). Изотопные палеотемпературы, интерпретируемые как зимние, получены по кальциту



коньякских двустворок *Acila (Truncacila) sp.* и *Nannonavis sachalinensis* (Yok.). Они колеблются от 10,9 до 14,1°C (значения δ<sup>18</sup>O изменяются от -0,5 до 0,3‰).

Обращает на себя внимание тот факт, что относительно низкие палеотемпературы по изотопному составу арагонитовых раковин аммоноидей, в том числе и ассоциирующих с упомянутыми выше двустворками, выявить не удалось, несмотря на весьма представительную выборку. Это касается как аммоноидей с правильно свернутой раковиной, так и гетероморфных их представителей. Причина этого кроется, видимо, в некотором различии оптимальных температур роста у коньякских аммоноидей и двустворок Корякского нагорья: в более замедленном росте раковин аммоноидей в зимнее время года, когда наряду с влиянием низких температур заметное воздействие на рост организмов мог оказывать также и другой фактор, характерный для высоких широт –

длительное отсутствие солнечного света. Вместе с тем, относительно редкие примеры прироста раковин при относительно низких температурах у некоторых аммоноидей (келловейских *Cadoceras* Русской платформы – 13,3 °C [35], туронских *Tragodesmoceroides* Хоккайдо – 12,0 °C [32], раннесантонских *Eupachydiscus* Сахалина – 3,7 °C [32], кампан-маастрихтских *Gunnarites* и *Rachydiscidae* о-ва Джеймс Росс, Антарктика – 9,9 °C [30], обитавших в разных широтах, в литературе известны. В связи с этим (пассивным приростом раковин коньякских аммоноидей Корякского нагорья в неблагоприятные сезоны года) выявление в них “зимних” порций на современной стадии исследований сопряжено с большими трудностями.

Предположительно осенне-весенние изотопные палеотемпературы коньякского времени для Корякии, флуктуирующие от 14,1 до 17,7 °C, были получе-

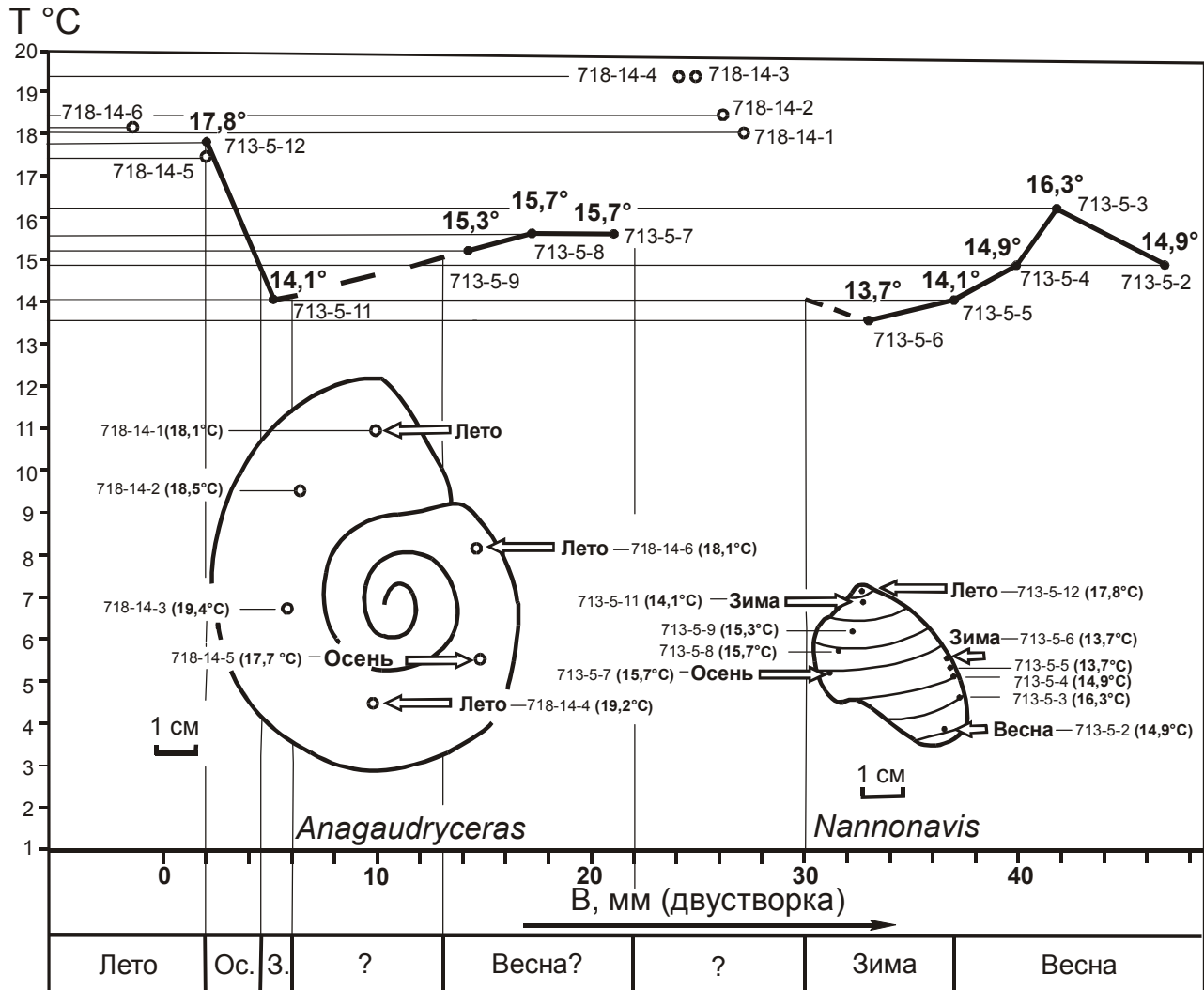


Рис. 6. Сезонная температура роста арагонитовой раковины аммонита *Anagaudryceras denseplicatum* (Jimbo) и кальцитовой раковины двустворки *Nannonavis sp.* из коньякских отложений пенжинской свиты (слои 718-14 и 713-5) разреза низовьев р. Таловки (относительно полные свидетельства по отдельным раковинам).

Обозначения: ос. – осень, з. – зима

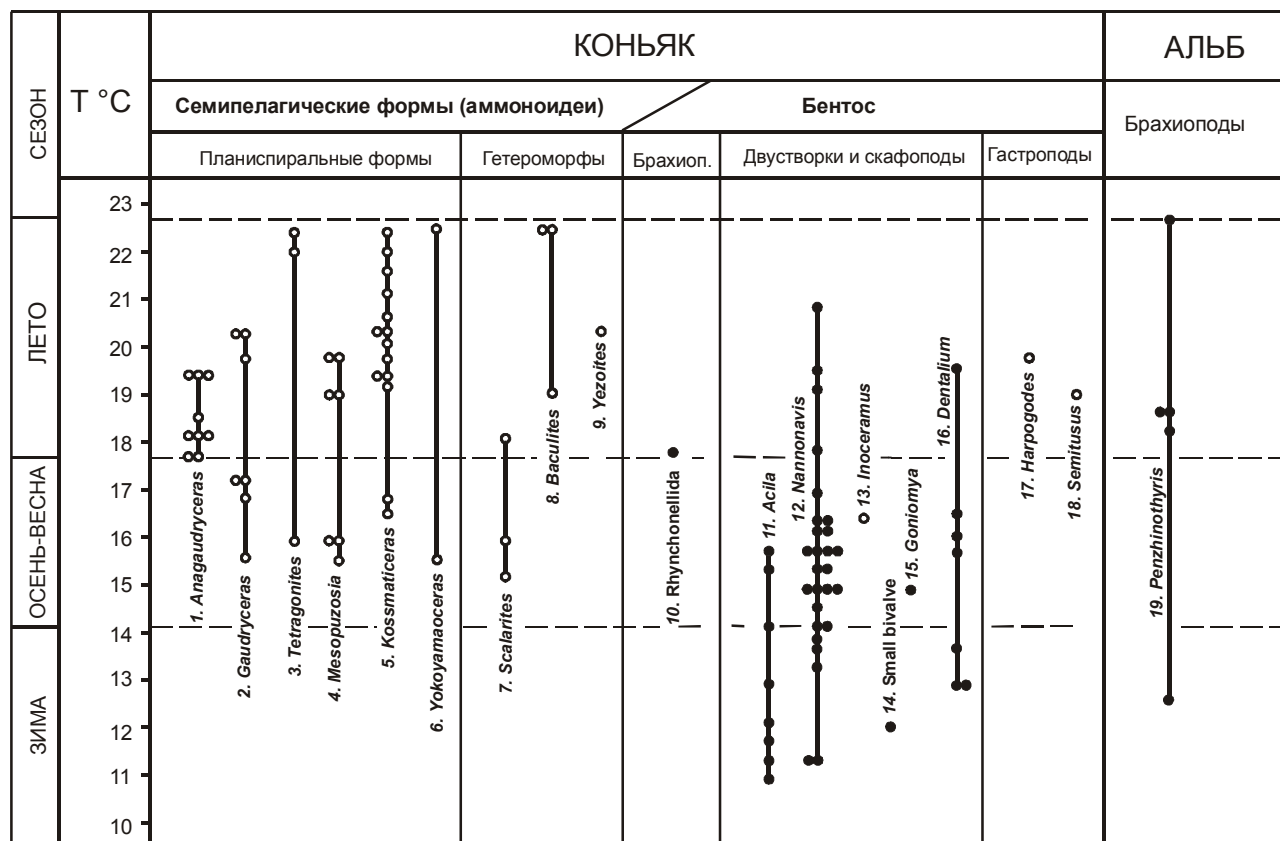


Рис. 7. Сезонная температура роста кальцитовых и арагонитовых раковин бентосных и семипелагических форм из альбских (кедровская свита) и коньякских (пенжинская свита) отложений бассейна р. Таловки (определения по 96 образцам).

ны как по кальцитовому материалу раковин ринхонеллидных брахиопод ( $\delta^{18}\text{O} = -1,4\%$ ), двустворок *Acila* (*Truncacila*) sp., *Nannonavis sachalinensis* (Yok.) и скафопод *Dentalium* sp. (значения  $\delta^{18}\text{O}$  колеблются от -1,4 до -0,5‰), так и арагониту раковин аммоноидей *Anagaudryceras* sp., *Gaudryceras* sp., *Tetragonites popetensis* Yabe, *Mesopuzosia* sp., *Kossmaticeras japonicum* Mat. и *Scalarites* sp. (значения  $\delta^{18}\text{O}$  флуктуируют от -0,7 до 0,1‰).

Предположительно летние изотопные палеотемпературы для коньякского времени, изменяющиеся от 17,7° до 22,4 °С, удалось установить по кальциту ринхонеллидных брахиопод ( $\delta^{18}\text{O} = -1,4\%$ ), двустворок *Nannonavis* (значения  $\delta^{18}\text{O}$  колеблются от -2,1 до -0,5‰) и скафопод *Dentalium* sp. ( $\delta^{18}\text{O} = -1,8\%$ ), а также по арагониту раковин аммоноидей *Anagaudryceras*, *Gaudryceras*, *Tetragonites*, *Mesopuzosia*, *Kossmaticeras*, *Yokoyamaoceras*, *Baculites*, *Yezoites* (значения  $\delta^{18}\text{O}$  изменяются от -1,6 до -0,5‰) и гастропод ( $\delta^{18}\text{O} = -0,9\%$ ).

Результаты изотопно-кислородных исследований хорошо сохранившихся раковин беспозвоночных как арагонитового (аммоноидеи, гастроподы), так и кальцитового (брахиоподы, двустворчатые и лопатоногие мол-

люски) состава из коньякских отложений низовьев р. Таловки свидетельствуют о достаточно высоких максимальных температурах вод мелководных морских бассейнов в это время, но среднегодовая температура воды в этих бассейнах, видимо, не превышала 14,9 °С (подсчитано только по кальцитовым раковинам двустворок, обитавших в условиях нормальной солености и характеризующихся более или менее устойчивым ростом во все сезоны года), что хорошо согласуется в данном случае со сведениями, полученными нами с помощью Ca-Mg метода (15,4 °С). А.Б. Герман и Р.А. Спайсер [26] на основе метода листовой физиогномии получили более низкие температуры для коньякского века Аляски и Камчатки: соответственно, 5,7 и 0,0 °С для холодного сезона и 20,0 и 18,6 °С – для наиболее теплого сезона; среднегодовые температуры для Аляски и Камчатки в коньякское время, по их мнению, составляли, соответственно, 12,5 и 9,0 °С, что согласуется и с другими палеоботаническими данными [6–8,25]. Такое расхождение в результатах исследований, по нашему мнению, частично может быть объяснено большим прогревом поверхностных морских вод этих акваторий по сравнению с прогревом атмосферы, что могло быть вызвано преобладанием оке-

анического типа транспортировки тепла из низких широт к полюсам над атмосферным, а не наоборот, как это считают некоторые исследователи [28].

На данной стадии наших исследований представляется, что коньякские палеотемпературы поверхностных морских вод Корякского нагорья только на 3–4°C ниже соответствующих температур Хоккайдо, учитывая заметно выраженный контраст зимних и летних сезонов коньякского века (с перепадами до 11–12°C в районе Камчатки).

#### ЛОКАЛЬНОЕ ОПРЕСНЕНИЕ В СЕНОМАНЕ

В сеноманских отложениях маметчинской свиты на левобережье р. Таловки (Тыногыргинкуюл, Вылгилвеем) нами были встречены элементы раковин *Inoceramus concentricus costatus* Nagao et Mat., почти нацело сложенные арагонитом (96–100%), что свидетельствует о слабом развитии в них диагенетических процессов. Это обстоятельство позволяет предполагать, что сравнительно низкие значения  $\delta^{18}\text{O}$  в арагоните иноцерамов и кальците его призматических слоев, колеблющиеся от -3,2 до -0,6, Аляски и Камчатки могли быть вызваны прежде всего влиянием опреснения, а не диагенеза. находка в вышеупомянутых местонахождениях арагонитовых раковин аммоноидей, характеризующихся “нормальными” значениями  $\delta^{18}\text{O}$  (колеблющимися от -0,5 до 0,1‰), свидетельствует об обитании сеноманских аммоноидей и иноцерамов этого района преимущественно в разных биотопах и об узко локальном характере сеноманского опреснения в этом районе Камчатки.

#### ПРОБЛЕМА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ПРИПОЛЯРНЫХ МОРЕЙ АЛЬБСКОГО, СЕНОМАНСКОГО И КОНЬЯКСКОГО ВРЕМЕНИ

В меловых отложениях бассейна р. Таловки (западная Корьякия) аномально высокие значения  $\delta^{13}\text{C}$ , отражающие высокую биологическую продуктивность морей [16], установлены лишь в некоторых раковинах моллюсков сеноманского (4,2‰) и коньякского ярусов. Ранее нами впервые было установлено аномально высокое значение  $\delta^{13}\text{C}$  (5,4‰) в коньякском карбонате Хоккайдо – арагонитовом элементе раковины *Inoceramus* sp. р. Ютаказава [34]. Максимальное значение  $\delta^{13}\text{C}$  (4,7‰) в бассейне р. Таловки получено также по арагонитовому ( $86\pm 3\%$ ) элементу раковины *Inoceramus*. Раковина была обнаружена в нижней пачке коньякских отложений, обнажающихся в низовьях р. Таловки. В трех других исследованных раковинах *Inoceramus*, встреченных ниже и выше по разрезу, значения  $\delta^{13}\text{C}$  составляют 2,1, 3,3 и 3,7‰. В многочисленных арагонитовых раковинах аммоноидей из коньякских отложений Корякского нагорья (р. Таловка) максимальное значение  $\delta^{13}\text{C}$  достигает 2,5‰, но среднее значение  $\delta^{13}\text{C}$  в выборке из 50 проб составляет только 0,4‰. В первичном кальците ринхонеллидной брахиоподы, встреченной в этих же

отложениях, оно не превышает 1,6‰, в кальците двусторонней *Acila* и *Nannonavis* этого же разреза оно не превышает 1,5‰; значение  $\delta^{13}\text{C}$  в раковине арагонитовой гастроподы оказалось равным только 0,1‰, а у кальцитовых скафопод значения  $\delta^{13}\text{C}$  отрицательные (колеблются от -2,3 до -0,1‰).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований арагонитового и кальцитового материала уникальной сохранности из альбских и коньякских отложений бассейна р. Таловки (западная Корьякия), в сочетании с литературными данными по Северному полушарию, позволяют сделать следующие выводы:

1. Альбские и коньякские изотопные палеотемпературы, полученные по кальцитовым раковинам брахиопод из кедровской свиты и кальцитовому и арагонитовому материалу ряда групп беспозвоночных из пенжинской свиты Корякского нагорья, варьируют, соответственно, от 12,5 до 22,4 °C и от 10,9 до 22,4 °C, что свидетельствует о сравнительно высокой сезонной контрастности климата в высоких широтах Северного полушария, очевидно, в среднеальбское и позднеконьякское время. Нижний уровень полученных палеотемператур соответствует, очевидно, зимнему сезону, средний – весенне-осеннему сезону, а верхний – летнему сезону.

2. Несмотря на то, что планиспиральные (*Anagaudryceras*, *Gaudryceras*, *Tetragonites*, *Mesopuzosia*, *Kossmaticeras*, *Yokoyamaoceras*) и гетероморфные (*Scalarites*, *Baculites*, *Yezoites*) аммоноидеи из коньякских отложений Корякского нагорья принадлежат к разным эволюционным типам, как те, так и другие имели, по-видимому, замедленный рост в неблагоприятные сезоны года. Многочисленными изотопными анализами в их раковинах удалось установить только “осенне-весенние” и “летние” слои, в то время как в раковинах бентосных беспозвоночных, встречающихся в тех же захоронениях, неоднократно установлены слои, отвечающие всем сезонам года. Эти различия в оптимальных температурах роста некоторых меловых беспозвоночных высоких широт Северного полушария должны, очевидно, учитываться при палеотемпературных реконструкциях.

3. Обзор полученных данных и анализ опубликованных свидетельств по изотопии меловых органических карбонатов и раннемаастрихтскому эвстатическому снижению уровня моря [22, 29, 32, 33] позволяет допускать кратковременное существование полярного льда в меловое время (раннем маастрихте) только в Южном полушарии, на континенте Антарктида. Для высоких широт Северного полушария нельзя исключать возможности существования кратковременных предзаморозковых условий в меловое время (раннем валанжине, возможно позднем коньяке – раннем сантоне и раннем маастрихте). Но даже зимние темпера-

туры отдельных веков мелового периода в северных высоких широтах не были, вероятно, достаточно низкими для образования плотного морского льда. Это могло быть связано с отсутствием гористого континентального массива в районе Северного полярного полюса в меловое время, как это имело место в Южном полушарии, а также с эффектом кратчайшей переброски тепла в высокие широты Северного полушария (через серию меридиональных проливов).

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Проведенные исследования были выполнены по гранту 10041109 (Grant-in-Aid for the International Field Expedition Programme of Japan) и при поддержке РФФИ – гранты 00-05-72035 (“Центр коллективного пользования”) и 02-05-65191. Авторы статьи признательны Г.П. Авдейко и И.Ф. Делемену (Петропавловск-Камчатский) за консультации и помощь в организации полевых работ в бассейне р. Таловки в июле 1999 года, С.М. Горюхиной и В.И. Сапину (Владивосток) за выполнение рентгеноструктурного, люминесцентного и Са–Mg анализов, Л.И. Сокур за техническую помощь при оформлении рукописи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авдейко Г.П. Нижнемеловые отложения севера Тихоокеанского кольца. М.: Наука, 1968. 153 с.
2. Алабушев А.И. Гастроплитины на границе отделов меловой системы (Северо-Восток СССР): Препр. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1987. 26 с.
3. Алабушев А.И. Морфогенез альбских и раннесеноманских аммонитид Северо-Востока СССР. Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1989. 104 с.
4. Алабушев А.И. Скафиты и некоторые другие поздне меловые аммоноидеи Дальнего Востока: Препр. Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1989. 56 с.
5. Алабушев А.И., Алабушева А.В. Диморфизм поздне мелового аммонита *Yokoyamaoceras jimboi* Matsumoto: Препр. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1988. 17 с.
6. Герман А.Б., Лебедев Е.Л. Стратиграфия и флора меловых отложений северо-западной Камчатки. М.: Наука, 1991. 189 с. (Труды ГИН РАН; Т. 468).
7. Головнева Л.Б. Эволюция флоры мелового периода на северо-востоке России // Палеонтол. журн. 1998. № 6. С. 87–95.
8. Головнева Л.Б., Герман А.Б. Закономерности эволюции флоры в позднем мелу на территории северо-западной Камчатки (Пенжинский район) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1998. Т. 6, № 6. С. 3–16.
9. Литвинов А.Ф., Патока М.Г., Марковский В.А. (ред.). Карта полезных ископаемых Камчатской области. 1:500 000. СПб.: ВСЕГЕИ, 1999.
10. Похилайнен В.П. Структура иноцерамовых популяций // Двустворчатые и головоногие моллюски мезозоя Северо-Востока СССР / (Отв. ред. В.П. Похилайнен). Магадан: СВКНИИ, 1985. С. 91–103.
11. Alabushev A. Ammonite faunas and biostratigraphy of the Albian to Middle Cenomanian (Cretaceous) in western Korjak – Kamchatka, NE Russia // N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 1995. Bd. 196, N 1. S. 109–139.
12. Alabushev A. Albian-Turonian (Cretaceous) sedimentation at the Pacific slope of north-eastern Russia // Newsl. Stratigr. 1995. V. 32, N. 1. P. 27–43.
13. Alabushev A., Wiedmann J. Palaeogeographic significance of the distribution of Albian (Cretaceous) ammonite faunas in the Pacific coast of North-East Russia // N. Jb. Geol.-Paläont. Abh. 1994. H. 4 S. 193–204.
14. Alabushev A., Wiedmann J. A new ammonite, *Neogastrolites kamchatkensis*, from the Lower Cenomanian (Cretaceous) of North East Russia (with comments on related forms) // N. Jb. Geol.-Paläontol. Mh. 1994. H. 2. S. 65–74.
15. Alabushev A., Wiedmann J. Ammonite fauna and genesis of the Santonian/Campanian (Upper Cretaceous) boundary beds of northwestern Kamchatka (North-East Russia) // N. Jb. Geol.-Paleontol. Mh. 1994. H. 9. P. 528–536.
16. Alcalá-Herrera J.A., Grossman E.L., Gartner S. Nannofossil diversity and equitability and fine-fraction  $\delta^{13}\text{C}$  across the Cretaceous / Tertiary boundary at Walvis Ridge Leg 74, South Atlantic // Marine Micropaleontology. 1992. V. 20. P. 77–88.
17. Anderson T.F., Arthur M.A. Stable isotopes of oxygen and carbon and their application to sedimentologic and palaeoenvironmental problems // Stable isotopes in sedimentary geology. SEPM Short Cours. 1983. V. 10. P. 1–151.
18. Barrera E. Global environmental changes preceding the Cretaceous-Tertiary boundary: Early-Late Maastrichtian transition // Geology. 1994. V. 22. P. 877–880.
19. Barrera E., Huber B.T., Savin S.M., Webb P.-N. Antarctic marine temperature: Late Campanian through Early Paleocene // Paleoceanography. 1987. V. 2, N 1. P. 21–47.
20. Craig H., Gordon L.I. Isotopic oceanography: deuterium and oxygen-18 variations in the oceans and marine atmosphere // Symp. Marine Geochim., Marragansett. Marine lab. Univ. Rhode Island Occ. Publ. 1965. N 3. P. 277–374.
21. Davis T.T., Hooper P.R. The determination of the calcite: aragonite ratio in mollusc shells by x-ray diffraction // Mineralogical Magazine. 1963. V. 33, N 262. P. 608–612.
22. Ditchfield P.W. High northern palaeolatitude Jurassic-Cretaceous palaeotemperature variations: new data from Kong Karls Land, Svalbard // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 1997. V. 130. P. 163–175.
23. Epstein S., Buchsbaum R., Lowenstam H.A., Urey H.C. Revised carbonate-water isotopic temperature scale // Geol. Soc. Amer. Bull. 1953. V. 64, N 11. P. 1315–1326.
24. Grossman E.L., Ku T.-L. Oxygen and carbon isotope fractionation in biogenic aragonite: temperature effects // Chemical Geology. 1986. V. 59. P. 59–74.
25. Herman A.B. Paleobotanical evidence for a warm late Cretaceous Arctic and poleward ocean heat transport // Abstracts, 5<sup>th</sup> Conference of the International Organization of Palaeobotany (IOPC V 1996), Santa Barbara, California, 1996. P. 42.
26. Herman A.B. and Spicer R.A. Paleobotanical evidence for a warm Cretaceous Arctic ocean. Nature, 1996. V. 380. P. 330–333.
27. Huber B.T., Hodell D.A., Hamilton Ch.P. Middle-Late

- Cretaceous climate of the southern high latitudes: stable isotopic evidence for minimal equator-to-pole thermal gradients // *Geol. Soc. Amer. Bull.* 1995. V. 107, N 10. P. 1164–1191.
28. Li L. and Keller G. Variability in Late Cretaceous climate and deep waters: evidence from stable isotopes // *Marine Geology*. 1999. V. 161. P. 171–190.
29. Miller K.G., Barrera E., Olsson R.K., Sugarman P.J., Savin S.M. Does ice drive early Maastrichtian eustasy? // *Geology*. 1999. V. 27, N 9. P. 783–786.
30. Pirrie D., Marshall J.D. High-paleolatitude Late Cretaceous paleotemperatures: New data from James Ross Island, Antarctica // *Geology*. 1990. V. 18, N 1. P. 31–34.
31. Price G.D. The evidence and implications of polar ice during the Mesozoic Earth-Science // *Reviews*. 1999. N 48. P. 183–210.
32. Zakharov Y.D., Ignatyev A.V., Ukhaneva N.G., Tanabe K., Shigeta Y., Popov A.M., Afanasyeva T.B., Maeda H. Palaeotemperature curve for the Late Cretaceous of the northwestern circum-Pacific // *Cretaceous Research*. 1999. V. 20. P. 685–697.
33. Zakharov Y.D., Ignatiev A.V., Velivetskaya T.A., Severinenko O.P., Tanabe K., Shigeta Y., Maeda H., Afanasyeva T.B., Popov A.M., Golozubov V.V., Moriya K. Early-Late Cretaceous climate of the northern high latitudes: results from brachiopod and mollusk oxygen and carbon isotope ratios, Koryak Upland. Geologic development in Asia during the Cretaceous – Geology, carbon cycle, and biodiversity changes // *IGCP 434 Second Intern. Symp. in Myanmar*. Yangon: Diamond Jubilee Hall, Yangon Univ., 2000. P. 38–39.
34. Zakharov Y.D., Ignatiev A.V., Boriskina T.A., Velivetskaya T.A., Smyshlyaeva O.P., Tanabe K., Shigeta Y., Maeda H., Popov A.M., Golozubov V.V., Afanasyeva T.B., Moriya K. Palaeozoic and Mesozoic carbon-isotopic macrorhythms and macrocycles of solar activity. *Albertiana*, 2001. N 25. P. 28–35.
35. Zakharov Y.D., Ignatiev A.V., Velivetskaya T.A., Smyshlyaeva O.P., Tanabe K., Shigeta Y., Maeda H., Afanasyeva T.B., Popov A.M., Golozubov V.V., Bolotsky Y.L., Moriya K. Early-Late Cretaceous climate of the northern high latitudes: results from brachiopod and mollusk oxygen and carbon isotope ratios, Koryak Upland and Alaska // *J. Geol. Soc. Thailand* (in press).

Поступила в редакцию 28 ноября 2001 г.

Рекомендована к печати Л.И. Попеко

***Yu.D. Zakharov, O.P. Smyshlyaeva, A.M. Popov, V.V. Golozubov, A.V. Ignatiev, T.A. Velivetskaya, K. Tanabe, Y. Shigeta, H. Maeda, T.B. Afanasyeva, A.A. Kolyada, A.K. Cherbaji, K. Moriya***

### **Oxygen and carbon isotope composition of the Cretaceous organogenic carbonates, the Koryak Upland. Paper 2. Talovka River basin (Koryak Upland)**

Isotopic paleotemperatures obtained for the Albian from the calcitic shells of the brachiopods *Penzhinothyris plana* Smirnova from the Kedrovka Formation range from 12.5 to 22.7°C. The lower temperature level corresponds, apparently, to the winter seasons; the upper level, to the summer temperatures. Presumably winter isotopic paleotemperatures for the Coniacian, fluctuating from 10.9 to about 14.1°C, were calculated both from calcite of the bivalves *Acila (Truncacila)* sp. and *Nannonavis sachalinensis* (Yok.) from the upper Penzhinskaya Formation. Presumably spring-and autumn isotopic paleotemperatures for the Coniacian, fluctuating from 14.1 to 17.7°C, were obtained both for the calcitic rhynchonellid brachiopods, the bivalves *Acila (Truncacila)* sp., *Nannonavis sachalinensis* (Yok.), and the scaphopods *Dentalium* sp. and also for the aragonitic shells of the ammonoids *Anagaudryceras* sp., *Gaudryceras* sp., *Tetragonites popetensis* Yabe, *Mesopuzosia* sp., *Kossmaticeras japonicum* Mat., and *Scalarites* sp.. Presumably, summer isotopic paleotemperatures varied between 17.7° to 22.4°C; they were calculated using data from calcite of the bivalve *Nannonavis* and the scaphopod *Dentalium*, and aragonite of the shells of the ammonoids *Anagaudryceras*, *Gaudryceras*, *Tetragonites*, *Mesopuzosia*, *Kossmaticeras*, *Yokoyamaoceras*, *Baculites*, and *Yezoites*. The review of new evidence on Cretaceous isotopy and the data in the literature allow us to assume short-term existence of polar ice in the Cretaceous (Early Maastrichtian) only in the southern hemisphere and on the Antarctic continent; however, evidence for the northern hemisphere seems to be compatible with only short-time subfreezing conditions in the Early Cretaceous. Late Coniacian – Early Santonian and Early Maastrichtian time.