

УДК 564.171:551.736.1(571)

НЕМОРСКИЕ ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ ИЗ НИЖНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСТРОВА РУССКИЙ (ЮЖНОЕ ПРИМОРЬЕ)

М.Н. Уразаева, В.В. Силантьев, Л.А. Изосов, Е.П. Терехов

Аннотация

Описана ассоциация неморских двустворчатых моллюсков из отложений поспеловской свиты (кунгурский ярус) острова Русский. Моллюски представлены внешними ядрами и отпечатками раковин, внутренние признаки и вещество раковин не сохранились, в связи с чем изучение коллекции было проведено с использованием комплекса внешних морфологических признаков. Сравнение этой коллекции с представителями *Palaeomutela* Amalitzky, 1891, *Palaeonodonta* Amalitzky, 1891, *Anthraconaia* Trueman et Weir, 1946 привело к выводу о том, что неморские двустворчатые моллюски острова Русский относятся к новому роду, который распространен в нижнепермских отложениях, но таксономически до сих пор не описан. Предком этого нового рода, вероятно, является каменноугольный род *Anthraconaia*.

Ключевые слова: стратиграфия, неморские двустворчатые моллюски, пермская система, остров Русский.

Введение

На острове Русский в отложениях верхней подсвиты поспеловской свиты обнаружено местонахождение неморских двустворчатых моллюсков. Данный стратиграфический интервал находится на границе нижнего и среднего отделов перми, не содержит морских прослоев и охарактеризован только остатками флоры, включающей представителей ангарской, катазиатской и гондванской палеозоогеографических провинций.

Согласно современным мобилистским реконструкциям территория острова Русский на рубеже ранней и средней перми входила в состав одного из мелких террейнов, располагавшихся у северо-восточной окраины Сибирского кратона [1, 2]. Возможно, что такое расположение способствовало проникновению на эту территорию представителям катазиатской и гондванской флор.

В нижнепермских отложениях известно достаточно большое количество местонахождений неморских двустворчатых моллюсков униовидной формы: Мексика [3], Северная Америка, штат Нью-Мексико [4], восточная часть Северной Америки [5], Испания [6], Португалия [7], Великобритания [8], восточная Германия [7], Прикаспийский бассейн [9], Двинско-Мезенский бассейн [9], Волго-Уральский бассейн и Предуральский прогиб [9], Печорский бассейн [9], Таримский бассейн [10], Синобирманский микроконтинент [11], остров Русский. Традиционно их относят к родам *Palaeonodonta* Amalitzky, 1891, *Anthraconaia* Trueman, Weir, 1946 и *Palaeomutela* Amalitzky, 1891.

Раковины, относимые к этим родам, при своем внешнем сходстве существенно отличаются строением замочного аппарата и лигамента. Отличия настолько весомы, что позволяют относить их к разным семействам, положение которых в современной системе двустворчатых моллюсков приведено в работе [12].

К сожалению, в большинстве раннепермских местонахождений униовидные неморские двустворчатые моллюски имеют сохранность, при которой строение замка и лигамента недоступно для наблюдений, поэтому их отнесение к родам *Palaeanodonta*, *Anthraconaia* и *Palaeomutela* является условным.

Между тем известно, что достоверные местонахождения рода *Palaeanodonta* распространены только в верхнепермских отложениях [13], достоверные местонахождения рода *Anthraconaia* характерны только для верхнего карбона [14], а представители рода *Palaeomutela* хоть и распространены в отложениях всей пермской системы, но появляются в разрезе не ранее верхнекунгурского подъяруса (соликамского горизонта) [9].

Разночтения в объемах родов и в определении их стратиграфического интервала вызывают трудности при учете двустворчатых моллюсков в биостратиграфии континентальных отложений пермской системы [15].

Сохранность униовидных неморских двустворчатых моллюсков из отложений поспеловской свиты острова Русский также не позволяет определять их систематическую принадлежность по внутренним и микроструктурным признакам раковин. Настоящая работа представляет собой попытку решения вышеуказанных проблем по комплексу внешних признаков раковин.

Материал исследований

Сведения о пермских неморских двустворчатых моллюсках Южного Приморья, и в частности острова Русский, немногочисленны. Первые находки этой фауны были сделаны В.И. Бурого и определены В.А. Муромцевой [16]. Из списка видно, что в комплексе присутствуют как еврамерийские, так и ангарские роды, имеющие существенно различный стратиграфический диапазон распространения.

Новая коллекция была собрана Е.П. Тереховым (Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, г. Владивосток) в 2011 г. Коллекция пермских неморских двустворчатых моллюсков (около 30 экз.) происходит из двух обнажений, расположенных на полуострове Саперный острова Русский, и хранится в Геологическом музее Казанского университета (коллекция № 36/12).

Остатки моллюсков представлены композитными ядрами [17] и отпечатками раскрытых раковин и их отдельных створок. Композитные ядра образуются после растворения раковины, заключенной в осадок, и сближения внутреннего ядра раковины и ее отпечатка при уплотнении осадка [17, 18]. Образуются композитные ядра на ранних стадиях диагенеза и при последующих тектонических движениях деформируются аналогично вмещающим породам [17]. Часть ядер несет следы деформации сжатия. Вещество раковин не сохранилось. Между тем сохранность в виде композитных ядер позволяет предполагать арагонитовый состав раковины [18].

Находки двустворчатых моллюсков приурочены к двум обнажениям верхней подсвиты поспеловской свиты, сложенным темно-серым углистым алевритовым

аргиллитом. Аргиллиты характеризуются неровными волнистыми поверхностями наложения.

Остров Русский входит в состав Вознесенского террейна, в пределах которого поспеловская свита обнажена в береговых обрывах южнее мыса Новосильского, на п-ове Саперный (остров Русский) и на южном побережье п-ова Муравьев-Амурский.

Сложена она преимущественно терригенными отложениями с единичными тонкими линзами известняков. Свита делится на две подсвиты, которые отличаются друг от друга литологическими и палеонтологическими признаками.

Нижнепоспеловская подсвита характеризуется нижнепоспеловским флористическим комплексом, содержащим элементы ангарской палеозоогеографической провинции [19], и близким к позднекунгурской и раннеуфимской (соликамской) растительным ассоциациям Печорского [20–22], Кузнецкого и Тунгусского бассейнов [16]. В терминальных слоях подсвиты присутствуют остатки рода *Wattia*, свидетельствующие о первом появлении катазиатских элементов и известные из нижнепермских отложений Техаса [23] и Печорского бассейна [22]. Кунгурский возраст подсвиты подтвержден находками брахиопод *Primorewia reshetnikovi-Tomiopsis atlanichus* и аммоноидей *Epijuresanites pilnikovenski* Zakharov [24], которые являются типичными бореальными таксонами [25]. Считается, что по морской фауне подсвиты может быть сопоставлена с верхней частью зоны *Megousia kuliki* Колымо-Омолонского региона [26] и Верхоянья [27].

Верхнепоспеловская подсвита характеризуется флористическим комплексом, близким к растительным ассоциациям Печорского и Кузнецкого бассейнов, возраст которых считается уфимским [21, 28]. К позднепоспеловскому времени приурочено появление в Южном Приморье первых элементов гондванской и развитие катазиатской флоры [29].

Уфимский (позднекунгурский по Международной хроностратиграфической шкале) возраст подсвиты подтверждается также находками в отложениях согласно перекрывающей ее владивостокской свиты роудских аммоноидей *Daubichites orientalis* Popov [19].

Методы исследований

Методы изучения неморских двустворчатых моллюсков включали в себя: 1) механическое препарирование ядер, позволившее реконструировать морфологию раковин; 2) фотографирование ядер раковин при большом увеличении с последующей прорисовкой в графическом редакторе контуров и основных линий роста с целью уменьшения неточностей трассировки; 3) измерение стандартных биометрических параметров каждого экземпляра, внесение значений в единый массив данных и их анализ.

Традиционными систематическими признаками при определении неморских двустворчатых моллюсков на родовом уровне являются лигамент и замочный аппарат раковин [30, 31]. В последнее время к этим признакам добавились микроструктурные особенности раковин [32].

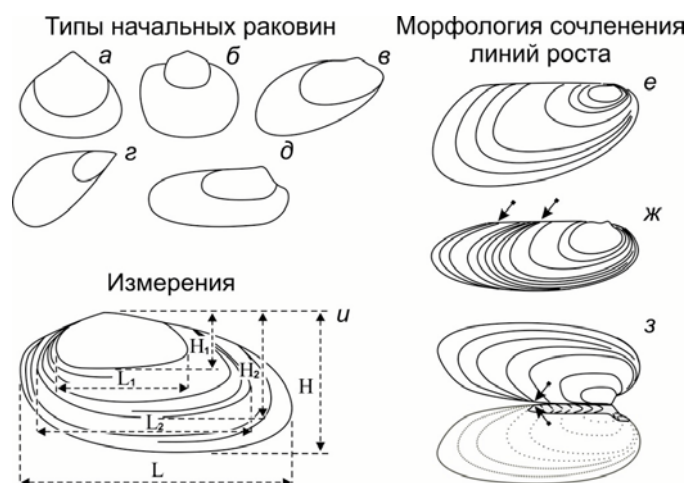


Рис. 1. Дополнительные систематические признаки неморских двустворчатых моллюсков: *a-d* – типы начальных раковин: *a* – конусовидный; *б* – субквадратный (абиелловый); *в* – косоэллиптический (антраконавтовый); *г* – субтреугольный (миалиновый); *д* – трапециевидный (палеомутеловый); *e-z* – варианты сочленения линий роста с верхним краем створки: *e* – равномерное; *ж* – неравномерное, линии роста сходятся в двух точках верхнего края раковины; *з* – неравномерное, на поздних стадиях роста раковины линии роста сходятся в точке окончания замочной площадки (правая створка показана с внутренней стороны). Стрелками обозначены точки остановки роста верхнего края; и – стандартные биометрические параметры раковины (*L* – длина, *H* – высота)

Между тем при плохой сохранности материала использование указанных признаков невозможно. Поэтому для систематического изучения неморских двустворчатых моллюсков острова Русский были использованы дополнительные признаки (рис. 1): тип начальной раковины, морфология сочленения линий роста с верхним краем створки, биометрические параметры внешней формы раковин.

Под начальной раковинной ископаемых раковин О.А. Бетехтина [33–35] понимает продиссоконх и примыкающую к нему примакушечную часть створки, ограниченные первой отчетливой линией остановки роста (рис. 1, *a-d*).

В работах О.А. Бетехтиной ([34] и др.) морфология сочленения линий роста с верхним краем створки приводится под названием «особенности сочленения (сопряжения) заднего и верхнего (замочного) краев» и учитывает морфологию нарастания верхнезаднего конца раковины. Нужно подчеркнуть, что данный признак не ограничен только одной линией, очерчивающей верхнезадний конец раковины, а учитывает характер сочленения всех наблюдаемых линий роста с задней ветвью замочного края, расположенной позади макушки. Поэтому принятое в настоящей работе название этого признака «морфология сочленения линий роста с верхним краем», по нашему мнению, более точно отражает его суть.

В ходе исследования стандартные биометрические параметры (*H* – высота, *L* – длина) измерялись на разных стадиях роста каждой раковины: H_1 , L_1 , H_2 , L_2 , и т. д. (рис. 1, *u*). Одновременно для каждой стадии роста раковины рассчитывалась величина отношения H/L . Характер изменения величины отношения H/L в зависимости от роста (увеличения длины) раковин позволяет делать вывод об их равномерном или аллометрическом росте.

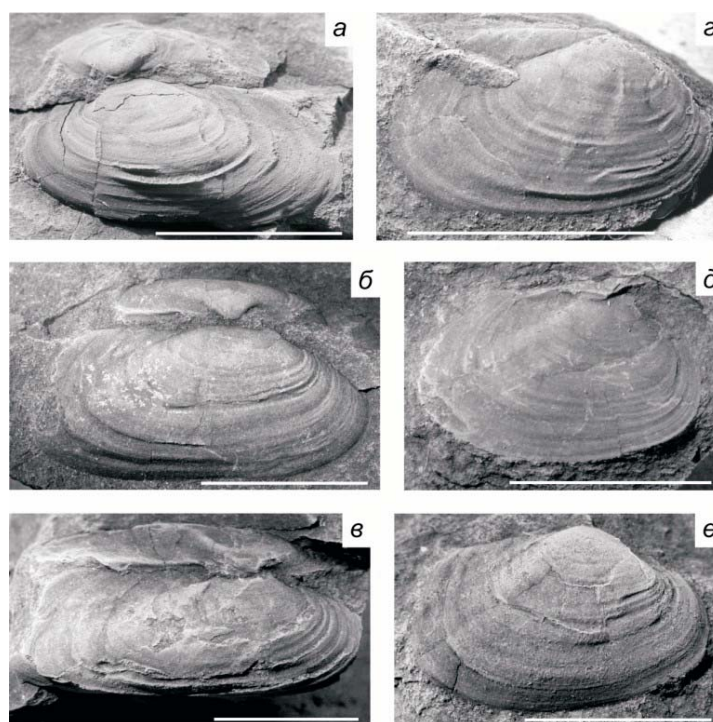


Рис. 2. Неморские двустворчатые моллюски острова Русский: *а* – экз. № 12R2/1, *б* – экз. № 12R2/4, *в* – экз. № 12R2/6, *г* – экз. № 12R1/15, *д* – экз. № 12R1/7, *е* – экз. № 12R2/3. Масштабные линейки = 10 мм

Сообщество неморских двустворчатых моллюсков острова Русский и их сравнение с пермскими родами, включающими раковины униовидных очертаний

Морфология раковин ассоциации неморских двустворок острова Русский. Сообщество этих раковин представлено раковинами округлой и субовальной формы с немного расширенным и более или менее округлым задним краем (рис. 2). Раковины неравносторонние, равностворчатые, размер раковин от 5 до 20 мм, средняя длина раковин 17 мм. Щиток узкий, шириной около 1 мм. Макушки низкие, располагаются в пределах передней трети раковины; начальная раковина треугольной формы. Линии роста тонкие, ровные, недихотомирующие. Замочный аппарат, лигамент и микроструктура раковины неизвестны.

Ядра и отпечатки отдельных створок удлинённых и округлых раковин располагаются параллельно или наклонно к поверхностям напластования вмещающих аргиллитов.

В виде раскрытых створок встречены только удлинённые раковины, причем одна из створок может располагаться параллельно поверхности напластования, а вторая – под углом к ней либо обе створки располагаются под углом к поверхности напластования. Угол между плоскостью напластования и плоскостью комиссуры составляет до 45°. Присутствие ядер раскрытых раковин свидетельствует о быстром захоронении (в течение нескольких дней) раковин после их смерти [36], во время которого происходит сокращение лигамента [37, 38].

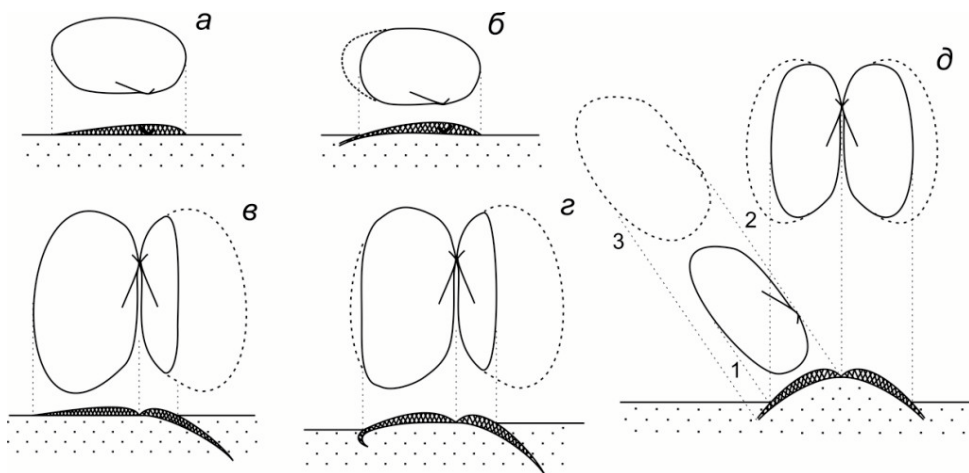


Рис. 3. Расположение композитных ядер неморских двустворчатых моллюсков острова Русский относительно поверхностей напластования и наблюдаемые очертания створок: *а* – ядро расположено параллельно поверхности напластования, наблюдается первичная форма раковин створки; *б* – композитное ядро расположено наклонно к поверхности напластования (очертание створки кажется более округлым, чем есть на самом деле); *в* – левая створка расположена параллельно поверхности напластования, правая – под углом к ней; *з* – большая часть левой створки расположена параллельно поверхности напластования, часть нижнего края створки уходит под углом до 90° в матрикс, из-за чего створка кажется более узкой, чем есть на самом деле; правая створка расположена наклонно к поверхности напластования; *д* – обе створки лежат под углом к поверхности напластования (створки кажутся более узкими, чем есть на самом деле): 1 – очертания раковины при наблюдении сверху; 2 – очертания створки при наблюдении перпендикулярно к плоскости комиссуры; 3 – реконструкция реальных очертаний створки. Плоскости напластования приведены в горизонтальное положение

При захоронении раковины могут испытывать деформацию сжатия параллельную плоскости комиссуры. У округлых раковин получающиеся при этом трещины располагаются параллельно килевому возвышению (рис. 2, *з, е*).

У удлинённых раковин трещины располагаются вдоль линий роста в нижнем поле створок. Нередко по этим трещинам происходит раскалывание створки на части. На рис. 2, *в* изображен экземпляр раскрытой раковины, у которой часть нижнего края (примерно 2 мм) отколота и направлена (завернута) круто вниз практически перпендикулярно поверхности комиссуры и плоскости напластования. Этот случай захоронения схематично изображен на рис. 3, *з*.

Расположение ядер раковин под углом к поверхностям напластования приводит к искажению очертаний раковины (рис. 3). В связи с этим появляются значительные различия при измерении H/L раковин по образцам и их фотографиям (рис. 3, *б, з, д*).

Анализ полученных величин H и L , а также отношения H/L позволил выявить в изученной коллекции два морфологических типа двустворчатых моллюсков. Первый морфотип характеризуется практически равномерным ростом раковины и включает удлинённые формы, значение H/L которых меняется от 0.52 до 0.54. Второй морфотип характеризуется неравномерным ростом раковины и включает округлые формы, значение H/L которых составляет 0.65–0.8 (рис. 4).

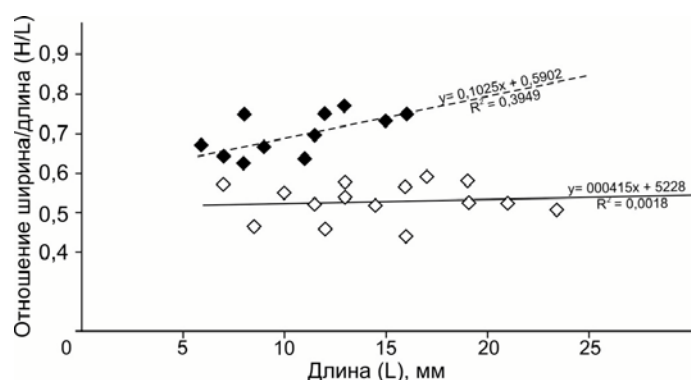


Рис. 4. Изменение отношения высоты к длине (H/L) с увеличением размера раковин у раковин с острова Русский. \diamond – тренд неравномерного роста раковин удлинённого морфотипа; \blacklozenge – тренд неравномерного роста раковин округлого морфотипа

Часть раковин первого морфотипа имеет относительно тупой и скошенный задний конец, у других задний конец раковины закруглен (рис. 2, а, б).

Сочленение линий роста с верхним краем створки происходит в трех и более точках, расположенных на верхнем крае раковины (рис. 5).

Округлые и удлинённые раковины встречаются на разных плоскостях напластования. Отличие формы раковин может быть связано с различным образом жизни моллюсков [39] и их геномом [40].

Изученные раковины по внешним признакам сходны с раковинами неморских двустворчатых моллюсков позднепалеозойских родов *Palaeomutela* Amalitzky, 1891, *Palaeonodonta* Amalitzky, 1891 и *Anthraconaia* Trueman et Weir, 1946.

Сравнение с раковинами рода *Palaeomutela* Amalitzky, 1891. Этот род объединяет униовидные формы с псевдотаксодонтным замком, широко распространенные в пермских отложениях Евразии и Гондваны. Подробное описание рода приведено в работах В.П. Амалицкого [41], А.В. Нечаева [42], А.К. Гусева [9] и Дж. Уира [43].

Одним из доступных признаков, позволяющих установить различие между раковинами наиболее древних представителей рода *Palaeomutela*, известных из верхнекунгурских (уфимских) отложений (соликамский горизонт) Соликамской впадины и раковинами из изученной коллекции, является различная морфология сочленения линий роста с замочным краем раковины. Сочленение линий роста с верхним краем створки у раковин рода *Palaeomutela* происходит в двух, а у изученных раковин – в трех и более точках (рис. 5). Кроме того, на верхнем крае раковин из изученной коллекции наблюдается щиток, на изгибе которого происходит изменение угла линий роста, подходящих к краю створки; у раковин рода *Palaeomutela* подобный щиток не наблюдается.

Наблюдаются также различия в типе начальной раковины и во внешней скульптуре створок. Начальная раковина неморских двустворчатых моллюсков из пермских отложений острова Русский треугольная, у моллюсков рода *Palaeomutela* – овальная (рис. 5, а, в); линии роста раковин *Palaeomutela* дихотомизируют, что не наблюдается у изученных раковин.

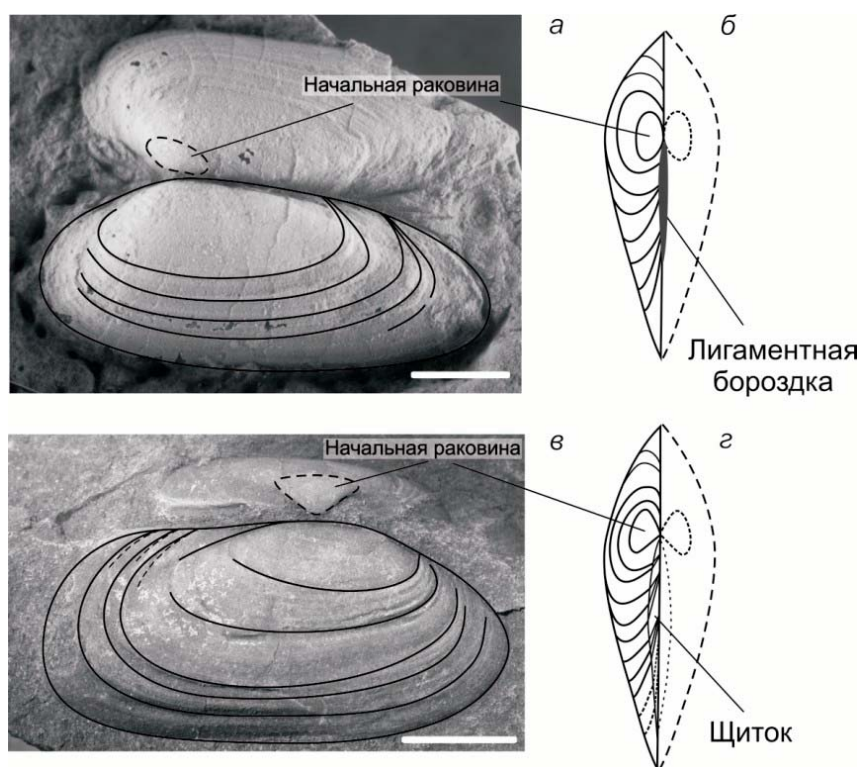


Рис. 5. Различия в морфологии раковин рода *Palaeomutela* и раковин с острова Русский: а, б – *Palaeomutela* sp., уфимский ярус, Соликамская впадина, Среднее Приуралье, экз. 36/1020/13/1; в, г – раковина из пермских отложений острова Русский, экз. 12R2/4. а, в – внешний вид раковин; б, г – реконструкция сочленения линий роста с верхним краем раковины. Масштабные линейки = 5 мм

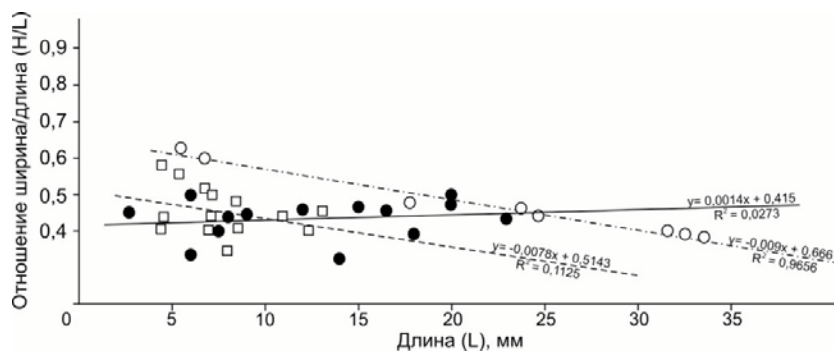


Рис. 6. Изменение отношения высоты к длине (H/L) с увеличением размера раковин униовидной формы. —●— = тренд неравномерного роста раковин *Palaeomutela*; -○- - = тренд неравномерного роста раковин *Palaeonodonta*; --□-- = тренд неравномерного роста раковин *Anthraconaia*

Сходство раковин *Palaeomutela* и неморских двустворчатых моллюсков острова Русский заключается в равномерном росте раковин, когда значение H/L практически не изменяется с ростом раковины (рис. 6).

Сравнение с раковинами рода *Palaeanodonta* Amalitzky, 1891. Традиционно считается, что род *Palaeanodonta* Amalitzky, 1891 объединяет униовидные формы с беззубым замком, распространенные в верхнепермских отложениях Евразии и Гондваны ([6, 9, 43] и др.).

После первого монографического изучения пермских неморских двустворчатых моллюсков, проведенного В.П. Амалитским [41, 44], и последующих работ по фауне Гондваны ([45, 46] и др.) укрепилось мнение о том, что *Palaeanodonta* является одним из наиболее морфологически устойчивых пермских родов, обладающих широкой географической распространенностью и высокой корреляционной значимостью. Не случайно род был выбран в качестве типового для семейства Palaeanodontidae Modell, 1964, входящего и в современную систему Bivalvia [12]. Тем не менее внутренние особенности *Palaeanodonta*, особенно предполагаемый беззубый замок, на протяжении многих десятилетий были предметом дискуссий ([6, 9, 43, 47] и др.), что существенно влияло на понимание его объема и распространения.

- Сравнение с *Palaeanodonta* из верхней перми России. От представителей рода *Palaeanodonta*, распространенных в верхней перми Восточно-Европейской платформы, изученные раковины отличаются овальным типом начальной раковины.

При сравнении внешней формы раковин этих двух групп можно отметить, что хотя мелкие раковины (размер которых менее 20 мм) и сходны между собой по очертаниям, но у раковин *Palaeanodonta* отсутствует килевое возвышение, характерное для раковин с острова Русский. В то же время у раковин *Palaeanodonta*, размер которых более 20 мм, наблюдается расширение заднего края раковины, чего не наблюдается у раковин с острова Русский. Существенное отличие зафиксировано и в изменении отношения высоты раковины к ее длине: в отличие от раковин с острова Русский, отношение H/L раковин *Palaeanodonta* с ростом раковины уменьшается (рис. 6).

- Сравнение с *Palaeanodonta* из нижней перми Северной Америки. Интерес вызывает тот факт, что униовидные раковины с острова Русский имеют существенное сходство с раковинами неморских двустворчатых моллюсков, установленными в нижнепермских отложениях штата Нью-Мексико и условно отнесенными к роду *Palaeanodonta* Amalitzky, 1891 [4].

Остатки моллюсков из отложений Нью-Мексико и острова Русский представлены отпечатками и ядрами раскрытых раковин и отдельных створок. Форма американских раковин, так же как и у раковин с острова Русский, субовальная, с немного расширенным задним краем, неравносторонняя, равностворчатая; отношение высоты раковины к ее длине составляет примерно 0.5 и с ростом раковины практически не изменяется. Определить тип начальной раковины по приведенным авторами иллюстрациям не удается.

В составе ассоциации, встреченной в отложениях штата Нью-Мексико, авторы выделяют два морфотипа, отличающиеся формой заднего конца раковины. Морфотипы с относительно тупым и скошенным задним концом они считают раковинами женских особей, морфотипы с закругленным концом – раковинами мужских особей [4, рис. 2, F, G]. Подобные морфотипы встречены и в коллекции с острова Русский (рис. 2, а, б).

• Сравнение с *Palaeanodonta* из средне-поздней перми Антарктиды. Униовидные неморские двустворчатые моллюски известны из средне-позднепермских отложений хребта Огайо (Антарктида). Находки приурочены к серым аргиллитам формации *Glossopteris*, содержащим листья *Glossopteris*. Моллюски, сохранившиеся в виде ядер сомкнутых раковин и реже отдельных створок, определены как *Palaeanodonta fischeri* (Amalitzky) [48].

В отличие от раковин с острова Русский, субовальные раковины из Антарктиды более толстостенные, задний конец раковины сужен, а линии роста дихотомируют. Однозначно определить тип их начальных раковин по иллюстрациям, приведенным автором, не удастся.

• Сравнение с *Palaeanodonta* из средней перми Фолклендских островов. Из среднепермских отложений Фолклендских островов известно местонахождение неморских двустворчатых моллюсков, условно отнесенных к роду *Palaeanodonta* [38]. Остатки раковин приурочены к интервалу темных алевролитов и аргиллитов из формации Brenton Loch, содержащих хорошо сохранившиеся листья *Glossopteris*.

Раковины из данного местонахождения скошено субовальные и округлые, неравностворчатые, что значительно отличает их от раковин с острова Русский, сходство есть только в типе начальной раковины моллюсков – у представителей обеих ассоциаций она треугольная.

Сравнение с раковинами рода *Anthraconaia* Trueman et Weir, 1946.

Данный род объединяет раковины униовидной формы с беззубым замком, распространенные в верхнекаменноугольных (вестфальских) отложениях Англии, Северной Америки, восточной Германии, Португалии, Испании, Казахстана, Донецкого и Кузнецкого бассейнов [14, 34].

Типичные представители рода *Anthraconaia* распространены только в верхнекаменноугольных (вестфальских) отложениях. Однако в литературе описаны многочисленные находки *Anthraconaia* из нижнепермских отложений Америки и Северной Европы ([5] и др.). Остатки моллюсков приурочены к известнякам формации Washington бассейна Dunkard.

Раннепермские раковины отличаются от типичных *Anthraconaia* характером лигамента (рис. 7): у них две лигаментные бороздки, разделенные нимфой, причем задняя бороздка длиннее и глубже передней [5]; у каменноугольных *Anthraconaia* лигамент располагается в нескольких бороздках [49, fig. 37 a, b, f]. Возможно, раннепермские формы, отнесенные к *Anthraconaia*, представляют собой новый, до сих пор неопределенный род неморских двустворчатых моллюсков [5].

Анализ материала показал, что, несмотря на невозможность наблюдения лигамента и замочного аппарата, неморские двустворчатые моллюски острова Русский по внешним очертаниям и типу начальной раковины наиболее сходны с теми представителями рода *Anthraconaia* Trueman et Weir, 1946, которые встречаются именно в отложениях раннепермского возраста.

Начальные раковины представителей рода *Anthraconaia*, описанных из нижнепермских отложений Америки и Северной Европы [5], и неморских двустворчатых моллюсков острова Русский – треугольные. Однако, в отличие от раковин

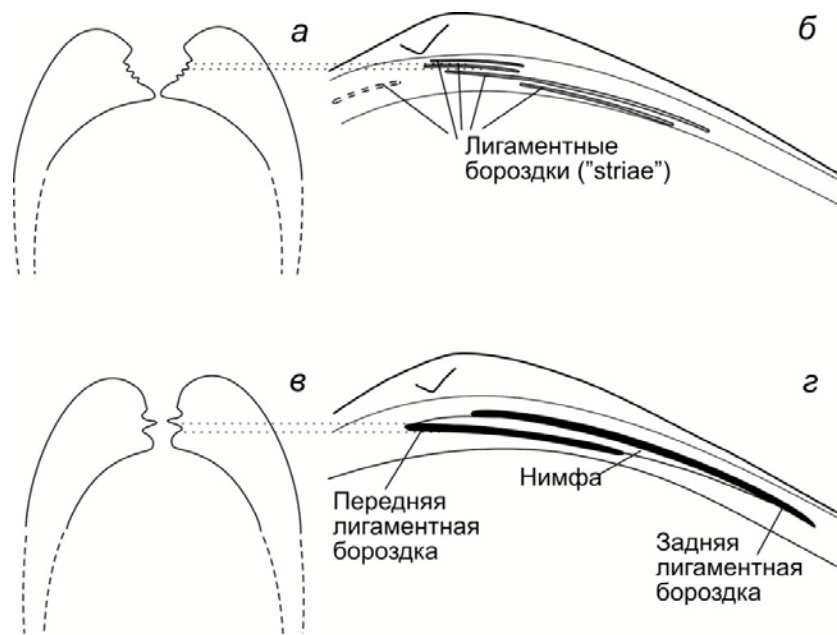


Рис. 7. Реконструкция строения лигамента рода *Anthraconaia*: а, б – *Anthraconaia* cf. *pulchella* из каменноугольных отложений [49, fig. 37, a–d, j, f, k]; в, з – *Anthraconaia* sp. из нижнепермских отложений [5, pl. 1, fig. N]

с острова Русский, значение H/L раннепермских *Anthraconaia* с ростом раковины уменьшается (рис. 6).

В то же время линии роста раннепермских *Anthraconaia* подходят к верхнему краю раковины равномерно; есть только одна точка, приближенная к заднему краю створки, в которой происходит сочленение линий роста завершающих стадий развития раковины; сочленение линий роста раковин с острова Русский происходит в трех и более точках, расположенных на некотором расстоянии друг от друга. Указанное различие может быть связано с условиями существования рассматриваемых ассоциаций и, возможно, не имеет большого систематического значения.

Обсуждение результатов и выводы

Чередование в разрезе интервалов с морскими и неморскими отложениями свидетельствует об изменчивом режиме седиментации этой территории, а наличие уровней с ангарской, гондванской, катазиатской и еврамерийской фауной и флорой – об ее уникальном географическом положении [19].

Изученная коллекция неморских двустворчатых моллюсков не содержит элементов фауны Ангарской палеозоогеографической области; встреченные в ней униовидные формы более близки к фаунам, установленным в нижнепермских отложениях штата Нью-Мексико [4]. Указания на находки в пермских отложениях Приморья неморских двустворчатых моллюсков, относящихся к ангарским родам [16], нуждаются в уточнении стратиграфических уровней их распространения.

Раковины неморских двустворчатых моллюсков острова Русский имеют большое внешнее сходство с раковинами, описанными из различных местонахождений раннепермского возраста и отнесенными к родам *Palaeomutela* Amalitzky, 1891, *Palaeonodonta* Amalitzky, 1891, *Anthraconaia* Trueman et Weir, 1946. Детальное сравнение исследуемого материала с этими родами выявило ряд различий.

От представителей рода *Palaeomutela* двустворки с острова Русский отличаются типом начальной раковины, морфологией сочленения линий роста с верхним краем раковины и внешней скульптурой; кроме того, у верхнего края створки исследуемых раковин имеется щиток, который у представителей рода *Palaeomutela* не наблюдается.

От рода *Palaeonodonta*, распространенного в верхнепермских отложениях, раковины с острова Русский отличаются типом начальной раковины и особенностями морфометрических параметров: отношение H/L раковин *Palaeonodonta* с ростом раковины уменьшается, в отличие от раковин с острова Русский. В то же время раковины с острова Русский имеют сходство с раковинами, описанными из нижнепермских отложений штата Нью-Мексико и условно отнесенными к роду *Palaeonodonta* Amalitzky, 1895 [4]. В составе встреченной ассоциации авторы выделяют два морфотипа, отличающиеся формой заднего конца раковины, и связывают это различие с половым диморфизмом моллюсков. Интересно, что подобные морфотипы характерны и для коллекции с острова Русский.

Наибольшее сходство исследуемые раковины имеют с некоторыми раннепермскими представителями, отнесенными к роду *Anthraconaia*. От типичных *Anthraconaia* раннепермские формы отличаются характером лигамента (рис. 7) и возможно представляют собой новый род неморских двустворчатых моллюсков [16]. Предком этого рода, вероятно, является каменноугольный род *Anthraconaia*. Не исключено, что к этому же новому, еще не описанному роду могут относиться не только двустворчатые моллюски с острова Русский, но и отнесенные к *Palaeonodonta* раковины из нижнепермских отложений штата Нью-Мексико.

Формальное систематическое описание этого нового рода требует наличия дополнительного материала с сохранившимися внутренними признаками раковин (лигаментом и замочным аппаратом).

В настоящее время присутствие униовидных неморских двустворчатых моллюсков в пермских отложениях террейнов, располагавшихся по периферии Тихого океана и океана Тетис, не вызывает сомнения. Однако однозначный ответ на вопрос о механизме заселения неморской фауной территорий, окруженных со всех сторон океаном, отсутствует. С одной стороны, возможно приобретение внешне сходных морфологических признаков благодаря конвергенции моллюсков, осваивавших солоноватоводные обстановки параллельно и независимо друг от друга. С другой стороны, нельзя полностью отрицать вероятности миграции моллюсков на значительные расстояния из некоей территории первоначального вселения благодаря последовательно возникавшему ряду опресненных водоемов. Не исключено, что могут быть и другие варианты расселения этой достаточно консервативной фауны. Ответ на данный вопрос может быть получен при условии комплексного анализа результатов биометрических, мик-

роструктурных и других методов изучения раковин неморских двустворчатых моллюсков разных, удаленных друг от друга территорий.

На основании полученных данных по неморским двустворчатым моллюскам, учитывая их приуроченность к верхней части разреза поспеловской свиты, возраст вмещающих пород может быть определен как раннепермский.

Авторы выражают искреннюю благодарность Г.В. Котляр (ВСЕГЕИ), чьи критические замечания и доброжелательные предложения помогли существенно улучшить первоначальный вариант статьи.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 13-05-00592, 13-05-00642).

Литература

1. *Golonka J., Gawęda A.* Plate Tectonic Evolution of the Southern Margin of Laurussia in the Paleozoic // *Tectonics – Recent Advances* / Ed. E. Sharkov. – 2012. – doi: 10.5772/50009.
2. *Cocks L.R.M., Torsvik T.H.* Siberia, the wandering northern terrane, and its changing geography through the Palaeozoic // *Earth-Sci. Rev.* – 2007. – V. 82, No 1–2. – P. 29–74.
3. *Silva-Pineda A., Buitron-Sanchez B., Arellano-Gil J., Vachard D., Ramires J.* Permian continental and marine biota of South-Central Mexico: a synthesis // *Mem. Am. Assoc. Petrol. Geol.* – 2003. – V. 79. – P. 83–86.
4. *Lucas S.G., Rinehart L.F.* Nonmarine bivalves from the Lower Permian (Wolfcampian) of the Chama Basin, New Mexico // *Lucas S.G., Zeigler K.E., Lueth V.W., Owen D.E.* (eds.) *Geology of the Chama Basin. New Mexico Geological Society, 56th Field Conference Guidebook.* – 2005. – P. 283–287.
5. *Eagar R.M.C.* Late Carboniferous–Early Permian nonmarine bivalve faunas of northern Europe and eastern North America // *Compte Rendu du Neuvième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie de Carbonifère, Washington and Champaign-Urbana, 1979. Comptes Rendus.* – 1984 – V. 2. – P. 559–576.
6. *Eagar R.M.C.* Non-marine bivalves from the Valderrueda Coalfield. Third Report. – 1975. – P. 1–5.
7. *Eagar R.M.C.* The non-marine bivalves of the succession of Stephanian B age in the Ciñera-Matallana Coalfield // *Anais da Faculdade de Ciências do Porto.* – 1985. – V. 64. – P. 5–14.
8. *Calver M.A.* Westphalian of Britain // *Compte Rendu 6e Congrès Internationale Stratigraphie et Géologie Carbonifère.* – Sheffield, 1967. – V. 1. – P. 233–254.
9. *Гусев А.К.* Неморские двустворчатые моллюски верхней перми Европейской части СССР. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1990. – 293 с.
10. *Chang J.* Correlation of Lower Permian series of terrestrial facies in west part of Tarim platform // *Xinjiang Geology.* – 1988. – V. 6. – P. 2–14 (in Chinese with English abstract).
11. *Weir J.* On a second collection of fossils and rocks from Kenya made by Miss M. McKinnon Wood. II. *Palaeonodonta* from Kenya and Burma (Monographs of the Geological Department of the Hunterian Museum). – Glasgow: Jackson, Son & Co., 1938. – P. 12–15.
12. *Carter J.G., Altaba C.R., Anderson L.C., Araujo R., Biakov A.S., Bogan A.E., Campbell D.C., Campbell M., Jin-hua C., Cope J.C.W., Delvene G., Dijkstra H.H., Zong-jie F.,*

- Gardner R.N., Gavrilova V.A., Goncharova I.A., Harries P.J., Hartman J.H., Hautmann M., Hoeh W.R., Hylleberg J., Bao-yu J., Johnston P., Kirkendale L., Kleemann K., Koppka J., Kříž J., Machado D., Malchus N., Márquez-Aliaga A., Masse J.-P., McRoberts C.A., Midelfart P.U., Mitchell S., Nevesskaja L.A., Özer S., Pojeta J. Jr., Polubotko I.V., Pons J.M., Popov S., Sánchez T., Sartori A.F., Scott R.W., Sey I.I., Signorelli J.H., Silantiev V.V., Skelton P.W., Steuber T., Waterhouse J.B., Wingard G.L., Yancey T.* A Synoptical Classification of the Bivalvia (Mollusca) // *Paleontological Contributions*. – Kansas: The University of Kansas, Paleontological Institute, 2011. – V. 4. – P. 1–47.
13. *Silantiev V.V., Carter J.G.* A Permian Non-Marine Cardiida Genus *Palaeonodonta* Amalitzky, 1895 from European Russia: systematic position and revised diagnosis // *Палеонтология и стратиграфия перми и триаса Северной Евразии: Материалы Междунар. конф.* – М.: ПИН РАН, 2010. – С. 107–110.
 14. *Eagar R.M.C.* Discussion of ‘classification of Carboniferous non-marine bivalves: systematic versus stratigraphy’ by G.M. Vasey // *J. Geol. Soc.* – 1994. – V. 151. – P. 1030–1033.
 15. *Lucas S.G., Schneider J.W., Cassinis G.* Non-marine Permian biostratigraphy and biochronology: an introduction // *Geol. Soc. L. Spec. Publ.* – 2006. – V. 265, No 1. – P. 1–14. – doi: 10.1144/GSL.SP.2006.265.01.01.
 16. *Бурого В.И., Киселева А.В., Котляр Г.В., Никитина А.П., Тауци С.М.* Палеонтологическая характеристика пермских отложений Южного Приморья // *Палеозой Дальнего Востока*. – Хабаровск: ДВНЦ АН СССР, 1974. – С. 214–235.
 17. *Bambach R.K.* Tectonic deformation of composite-mold fossil Bivalvia (Mollusca) // *Am. J. Sci.* – 1973. – V. 273-A. – P. 409–430.
 18. *McAlester A.L.* Mode of preservation in Early Paleozoic pelecypods and its morphologic and ecologic significance // *J. Paleontol.* – 1962. – V. 36. – P. 69–73.
 19. *Kotlyar G.V., Belyansky G.C., Burago V.I., Nikitina A.P., Zakharov Y.D., Zhuravlev A.V.* South Primorye, Far East Russia – A key region for global Permian correlation // *J. Asian Earth Sci.* – 2006. – V. 26, No 3–4. – P. 280–293.
 20. *Варюхина Л.М., Канев Г.П., Колода Н.А., Фефилова Л.А.* Корреляция разнофациальных разрезов верхней перми севера европейской части СССР. – Л.: Наука, 1981. – 160 с.
 21. *Пухонто С.К.* Стратиграфия и флористическая характеристика пермских отложений угольных месторождений Печорского бассейна. – М.: Науч. мир, 1998. – 312 с.
 22. *Пухонто С.К.* Граница верхней и нижней перми в Печорском бассейне // *Докл. Междунар. симпозиума «Верхнепермские стратотипы Поволжья»*. – М.: ГЕОС, 1999. – С. 296–306.
 23. *Mamay S.H.* Lower Permian plants from the Arroyo Formation in Baylor county, North-central Texas // *Geol. Survey Res.* – Washington, 1967. – U.S. Geol. Survey Prof. Paper 575-C. – P. C120–C126.
 24. *Zakharov Y.D., Oleinikov A.V., Kotlyar G.V., Burago V.I., Rudenko V.S., Dorukhovskaya E.A.* The first find of Early Permian goniatite in South Primorye // *Geol. Pacif. Ocean.* – 1997. – V. 14, No 5. – P. 116–122.
 25. *Kotlyar G.V., Kossovskaya O.L., Shishlov S.B., Zhuravlev A.V., Pukhonto S.K.* Boundary between Permian series in diverse sedimentary facies of North European Russia: constraints of event stratigraphy // *Stratigr. Geol. Correlation.* – 2004. – V. 12, No 5. – P. 460–484.
 26. *Ганелин В.Г., Бяков А.С., Караваева Н.И.* Некоторые вопросы теории стратиграфии и стратиграфическая шкала перми Северо-Востока Азии // *Пути детализации стратиграфических схем и палеонтологических реконструкций*. – М.: ГЕОС, 2001. – С. 194–209.

27. Клец А.Г. Верхний палеозой окраинных морей Ангариды. – Новосибирск: Гео, 2005. – 240 с.
28. Durante M., Pukhonto S. Upper Permian of Angaraland (series and stage boundaries) // Permophiles. – 1999. – V. 34. – P. 26–31.
29. Зимица В.Г. О *Glossopteris* и *Gangamopteris* из пермских отложений Южного Приморья // Палеонтол. журн. – 1967. – № 2 – С. 113–121.
30. Основы палеонтологии. Моллюски – панцирные, двустворчатые, лопатоногие. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 300 с.
31. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part N, Mollusca 6, Bivalvia. V. 1 / Ed. R.C. Moore. – N. Y.: Geol. Soc. America (and Univ. Kansas Press), 1969. – P. N1–N489.
32. Silantiev V.V., Urazaeva M.N. Shell microstructure in the Permian nonmarine bivalve *Palaeomutela Amalitzky*: Revision of the generic diagnosis // Paleontolog. J. – 2013. – V. 47, No 2. – P. 139–146. – doi: 10.1134/S0031030113020123.
33. Бетехтина О.А. Основные принципы систематизации неморских двустворчатых моллюсков // Труды Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР. – 1972. – Вып. 112. – С. 59–65.
34. Бетехтина О.А. Биостратиграфия и корреляция угленосных отложений позднего палеозоя по неморским двустворкам. – Новосибирск: Наука, 1974. – 180 с.
35. Бетехтина О.А., Токарева П.А. Неморские двустворки // Верхний палеозой Ангариды. Фауна и флора. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 59–71.
36. Schafer W. Ecology and Palaeoecology of Marine Environments. – Chicago: Chicago Press, 1972. – 568 p.
37. Cadée G.C. Floating articulated bivalves, Texel, North Sea // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. – 2002. – V. 183, No 3–4. – P. 355–359.
38. Simões M.G., Quaglio F., Warren L.V., Anelli L.E., Stone P., Riccomini C., Grohmann C.H., Chamani M.A.C. Permian non-marine bivalves of the Falkland Islands and their palaeoenvironmental significance // Alcheringa. – 2012. – V. 36, No 4. – P. 543–554. – doi: 10.1080/03115518.2012.688682.
39. Eagar R.M.C. Shape and function of the shell: a comparison of some living and fossil bivalve molluscs // Biol. Rev. – 1977. – V. 53, No 2. – P. 169–210. – doi: 10.1111/j.1469-185X.1978.tb01436.x.
40. Zieritz A., Hoffman J.H., Amos W., Aldridge D.C. Phenotypic plasticity and genetic isolation-by-distance in the freshwater mussel *Unio pictorum* (Mollusca: Unionoida) // Evol. Ecol. – 2010. – V. 24, No 4. – P. 923–938. – doi: 10.1007/s10682-009-9350-0
41. Амалицкий В.П. Материалы к познанию фауны пермской системы России. 1. Мергелисто-песчаные породы Окско-Волжского бассейна. Anthracosidae // Изв. Варшав. ун-та. – 1892. – Вып. 2–5, 7–8. – С. 1–150.
42. Нечаев А.В. Фауна пермских отложений восточной полосы Европейской России // Труды о-ва естествоиспыт. при Казан. ун-те. – Казань, 1894. – Т. 27, Вып. 4. – 503 с.
43. Weir J. Order Unionoida Stoliczka, 1871, superfamily Archanodontacea Weir, new superfamily, and superfamily Anthracosiacea Amalitzky, 1892 // Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N [Bivalvia]. Mollusca 6. V. 1–2 / Ed. R.C. Moore. – Lawrence: Kansas Univ. Press, 1969. – P. 401–411.
44. Амалицкий В.П. Несколько замечаний о верхнепермских континентальных отложениях России и Ю. Африки (предварительный отчет) // Тр. Варшав. о-ва естествоиспыт. – 1895. – Вып. 6. – С. 1–10.
45. Cox L.R. Lamellibranchia from the Karroo Beds of the Ruhuhu Coalfields, Tanganyika Territory // Quart. J. Geol. Soc. – 1932. – V. 88. – P. 623–633. – doi: 10.1144/gsl.jgs.1932.088.01-04.21.

46. *Bond G.A.* Lower Beaufort (Karoo) invertebrate fauna from Southern Rhodesia // *Trans. R. Soc. South Afr.* – 1946. – V. 31, No 2. – P. 125–131.
47. *Weir J.* A Review of Recent Work on the Permian Non-Marine Lamellibranchs and Its Bearing on the Affinities of Certain Non-Marine Genera of the Upper Palaeozoic // *Transact. Geol. Soc. Glasgow.* – 1945. V. 20, No 3. – P. 291–340.
48. *Bradshaw M.A.* Permian nonmarine bivalves from the Ohio Range, Antarctica // *Alcheringa.* – 1984. – V. 8, No 4. – P. 305–309.
49. *Weir J.* The British Carboniferous non-marine Lamellibranchia. Part 11 // *Monograph of the Palaeontographical Society London.* – 1966. – V. 119, No 510. – P. 321–372.

Поступила в редакцию
04.03.13

Уразаева Миляуша Назимовна – заведующая отделом минералогии и петрографии Геологического музея им. А.А. Штукенберга, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: Milyausha.Urazaeva@kpfu.ru

Силантьев Владимир Владимирович – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, директор Геологического музея им. А.А. Штукенберга, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия.

E-mail: Vladimir.Silantiev@kpfu.ru

Изосов Леонид Александрович – доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией геологических формаций, Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток, Россия.

E-mail: izos@poi.dvo.ru

Терехов Евгений Петрович – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геологических формаций, Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, г. Владивосток, Россия.

E-mail: terekhov@poi.dvo.ru

* * *

NON-MARINE BIVALVE MOLLUSKS FROM THE LOWER PERMIAN OF RUSSKY ISLAND (SOUTHERN PRIMORYE)

M.N. Urazaeva, V.V. Silantev, L.A. Izosov, E.P. Terekhov

Abstract

An association of non-marine bivalve mollusks from the Pospelovka Formation (Kungurian) of Russky Island is described. The mollusks are presented by the external cores and casts of the shells. The interior features and the material of the shells have not been preserved. In this connection, the collection was studied using a complex of external morphological features. The comparison of this association with the representatives of *Palaeomutela* Amalitzky, 1891, *Palaeonodonta* Amalitzky, 1891, *Anthraconaia* Trueman et Weir, 1946 led to the conclusion that non-marine bivalves of Russky Island may belong to a new genus, which is widespread in Lower Permian deposits, but have not yet been taxonomically described due to the mode of preservation which erased all clear internal features of the shells. The Carboniferous genus *Anthraconaia* may be considered as a probable ancestor of this new genus.

Keywords: stratigraphy, non-marine bivalves, Permian system, Russky Island.

References

1. Golonka J., Gawęda A. Plate Tectonic Evolution of the Southern Margin of Laurussia in the Paleozoic. *Tectonics – Recent Advances* (Ed. E. Sharkov), 2012. doi: 10.5772/50009.
2. Cocks L.R.M., Torsvik T.H. Siberia, the wandering northern terrane, and its changing geography through the Palaeozoic. *Earth-Sci. Rev.*, 2007, vol. 82, no. 1–2, pp. 29–74.
3. Silva-Pineda A., Buitron-Sanchez B., Arellano-Gil J., Vachard D., Ramirez J. Permian continental and marine biota of South-Central Mexico: a synthesis. *Mem. Am. Assoc. Petrol. Geol.*, 2003, vol. 79, pp. 83–86.
4. Lucas S.G., Rinehart L.F. Nonmarine bivalves from the Lower Permian (Wolfcampian) of the Chama Basin, New Mexico. *Lucas S.G., Zeigler K.E., Lueth V.W., Owen D.E. (eds.) Geology of the Chama Basin. New Mexico Geological Society, 56th Field Conference Guidebook*, 2005, pp. 283–287.
5. Eagar R.M.C. Late Carboniferous–Early Permian nonmarine bivalve faunas of northern Europe and eastern North America. *Compte Rendu du Neuvième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie de Carbonifère, Washington and Champaign-Urbana, 1979. Comptes Rendus*, 1984, vol. 2, pp. 559–576.
6. Eagar R.M.C. Non-marine bivalves from the Valderrueda Coalfield. Third Report. 1975, pp. 1–5.
7. Eagar R.M.C. The non-marine bivalves of the succession of Stephanian B age in the Ciñera-Matallana Coalfield. *Anais da Faculdade de Ciências do Porto*, 1985, vol. 64, pp. 5–14.
8. Calver M.A. Westphalian of Britain. *Compte Rendu 6e Congrès Internationale Stratigraphie et Géologie Carbonifère*. Sheffield, 1967, vol. 1, pp. 233–254.
9. Gusev A.K. Non-marine bivalve mollusks of the Upper Permian in the European Part of the USSR. Kazan, Izd. Kazan. Univ., 1990, 292 p. (In Russian)
10. Chang J. Correlation of Lower Permian series of terrestrial facies in west part of Tarim platform. *Xinjiang Geology*, 1988, vol. 6, pp. 2–14. (In Chinese with English abstract).
11. Weir J. On a second collection of fossils and rocks from Kenya made by Miss M. McKinnon Wood. II. *Palaeonodonta* from Kenya and Burma (Monographs of the Geological Department of the Hunterian Museum). Glasgow, Jackson, Son & Co., 1938, pp. 12–15.
12. Carter J.G., Altaba C.R., Anderson L.C., Araujo R., Biakov A.S., Bogan A.E., Camp-bell D.C., Campbell M., Jin-hua C., Cope J.C.W., Delvene G., Dijkstra H.H., Zong-jie F., Gardner R.N., Gavrilova V.A., Goncharova I.A., Harries P.J., Hartman J.H., Hautmann M., Hoeh W.R., Hylleberg J., Bao-yu J., Johnston P., Kirkendale L., Kleemann K., Koppka J., Kříž J., Machado D., Malchus N., Márquez-Aliaga A., Masse J.-P., McRoberts C.A., Middelfart P.U., Mitchell S., Nevesskaja L.A., Özer S., Pojeta J. Jr., Polubotko I.V., Pons J.M., Popov S., Sánchez T., Sartori A.F., Scott R.W., Sey I.I., Signorelli J.H., Silantiev V.V., Skelton P.W., Steuber T., Waterhouse J.B., Wingard G.L., Yancey T. A Synoptical Classification of the Bivalvia (Mollusca). *Paleontological Contributions*. Kansas, University of Kansas, Paleontological Institute, 2011, vol. 4, pp. 1–47.
13. Silantiev V.V., Carter J.G. A Permian Non-Marine Cardiida Genus *Palaeonodonta* Amalitzky, 1895 from European Russia: systematic position and revised diagnosis. *Paleontologiya i stratigrafiya permi i triasa Severnoi Evrazii: Materialy Mezhdunar. konf.* [Permian and Triassic Paleontology and Stratigraphy of North Eurasia. Proc. Int. Conf.]. Moscow, PIN RAS, 2010, pp. 107–110.
14. Eagar R.M.C. Discussion of 'classification of Carboniferous non-marine bivalves: systematic versus stratigraphy' by G.M. Vasey. *J. Geol. Soc.*, 1994, vol. 151, pp. 1030–1033.
15. Lucas S.G., Schneider J.W., Cassinis G. Non-marine Permian biostratigraphy and biochronology: an introduction. *Geol. Soc. L. Spec. Publ.*, 2006, vol. 265, pp. 1–14. doi: 10.1144/GSL.SP.2006.265.01.01.
16. Burago V.I., Kiseleva A.V., Kotlyar G.V., Nikitina A.P., Taschi S.M. Paleontological characteristics of Permian deposits in Southern Primorye. *Paleozoi Dalnego Vostoka* [The Paleozoic of the Far East]. Khabarovsk, Dalnevostochnyi Nauch. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1974, pp. 214–235. (In Russian)
17. Bambach R.K. Tectonic deformation of composite-mold fossil Bivalvia (Mollusca). *Am. J. Sci.*, 1973, vol. 273-A, pp. 409–430.
18. McAlester A.L. Mode of preservation in Early Paleozoic pelecypods and its morphologic and ecologic significance. *J. Paleontol.*, 1962, vol. 36, pp. 69–73.

19. Kotlyar G.V., Belyansky G.C., Burago V.I., Nikitina A.P., Zakharov Y.D., Zhuravlev A.V. South Primorye, Far East Russia – A key region for global Permian correlation. *J. Asian Earth Sci.*, 2006, vol. 26, no. 3–4, pp. 280–293.
20. Varyukhina L.M., Kanev G.P., Koloda N.A., Molin V.A., Fefilova L.A. Correlation of heterofacies sections of the Lower Permian in the European Part of the USSR. Leningrad, Nauka, 1981. 160 p. (In Russian)
21. Pukhonto S.K. Stratigraphy and Floristic Characteristics of Permian Coal Deposits of the Pechora Basin. Moscow, Nauch. mir, 1998. 312 p. (In Russian)
22. Pukhonto S.K. The Boundary between the Upper and Lower Permian in the Pechora Basin. *Dokl. Mezhdunar. simpoziuma "Verkhnepermские stratotipy Povolzhya"* [Proc. Int. Symp. "The Upper Permian Stratotypes of the Volga Region"]. Moscow, GEOS, 1999, pp. 296–306. (In Russian)
23. Mamay S.H. Lower Permian plants from the Arroyo Formation in Baylor county, North-central Texas. *Geol. Survey Res.*, Washington, 1967. U.S. Geol. Survey Prof. Paper 575-C, pp. C120–C126.
24. Zakharov Y.D., Oleinikov A.V., Kotlyar G.V., Burago V.I., Rudenko V.S., Dorukhovskaya E.A. The first find of Early Permian goniatite in South Primorye. *Geol. Pacif. Ocean*, 1997, vol. 14, no. 5, pp. 116–122.
25. Kotlyar G.V., Kossovaya O.L., Zhuravlev A.V., Shishlov S.B., Pukhonto S.K. Boundary between Permian series in diverse sedimentary facies of North European Russia: constraints of event stratigraphy. *Stratigr. Geol. Correlation*, 2004, vol. 12, no. 5, pp. 460–484.
26. Ganelin V.G., Byakov A.S., Karavaeva N.I. Some problems of stratigraphy theory and the stratigraphic scale of the Permian system in the North-East of Asia. *Puti detalizatsii stratigraficheskikh skhem i paleontologicheskikh rekonstruktsii* [The Ways of Detailed Elaboration of Stratigraphic Schemes and Paleontological Reconstructions]. Moscow, GEOS, 2001, pp. 194–209. (In Russian)
27. Klets A.G. The Upper Paleozoic in the Adjacent Seas of Angaraland. Novosibirsk, GEO, 2005. 240 p. (In Russian)
28. Durante M., Pukhonto S. Upper Permian of Angaraland (series and stage boundaries). *Permophiles*, 1999, vol. 34, pp. 26–31.
29. Zimina V.G. On *Glossopteris* and *Gangamopteris* from Permian deposits of South Primorye. *Paleontol. Zh.*, 1967, no. 2, pp. 113–121. (In Russian)
30. Fundamentals of Paleontology. Mollusks. Loricates, Bivalves, Scaphopods. Moscow: Izd. Akad. Nauk SSSR, 1960. 300 p. (In Russian)
31. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part N, Mollusca 6, Bivalvia. V. 1 (Ed. R.C. Moore). N. Y., Geol. Soc. America (and Univ. Kansas Press), 1969, pp. N1–N489.
32. Silantiev V.V., Urazaeva M.N. Shell microstructure in the Permian nonmarine bivalve *Palaeomutela Amalitzky*: Revision of the generic diagnosis. *Paleontolog. J.*, 2013, vol. 47, no. 2, pp. 139–146. doi: 10.1134/S0031030113020123. (In Russian)
33. Betekhtina O.A. Basic principles of systematization of non-marine bivalve mollusks. *Trudy Instituta geologii i geofiziki SO AN SSSR* [Proc. Inst. Geol. Geophys. Siberian Branch Acad. Sci. USSR]. 1972, no. 112, pp. 59–65. (In Russian)
34. Betekhtina O.A. Biostratigraphy and correlation of late Paleozoic coal-bearing deposits according to non-marine bivalves. Novosibirsk, Nauka, 1974. 180 p. (In Russian)
35. Betekhtina O.A., Tokareva P.A. Non-marine bivalves. *Verkhni paleozoi Angaridy. Fauna i flora* [The Upper Paleozoic of Angaraland. Fauna and Flora]. Novosibirsk, Nauka, 1988, pp. 59–71. (In Russian)
36. Schafer W. Ecology and Palaeoecology of Marine Environments. Chicago, Chicago Press, 1972. 568 p.
37. Cadée G.C. Floating articulated bivalves, Texel, North Sea. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 2002, vol. 183, no. 3–4, pp. 355–359.
38. Simões M.G., Quaglio F., Warren L.V., Anelli L.E., Stone P., Riccomini C., Grohmann C.H., Chamani M.A.C. Permian non-marine bivalves of the Falkland Islands and their palaeoenvironmental significance. *Alcheringa*, 2012, vol. 36, no. 4, pp. 543–554. doi: 10.1080/03115518.2012.688682.
39. Eagar R.M.C. Shape and function of the shell: a comparison of some living and fossil bivalve molluscs. *Biol. Rev.*, 1977, vol. 53, no. 2, pp. 169–210. doi: 10.1111/j.1469-185X.1978.tb01436.x.

40. Zieritz A., Hoffman J.H., Amos W., Aldridge D.C. Phenotypic plasticity and genetic isolation-by-distance in the freshwater mussel *Unio pictorum* (Mollusca: Unionoida). *Evol. Ecol.*, 2010, vol. 24, no. 4, pp. 923–938. doi: 10.1007/s10682-009-9350-0.
41. Amalitskii V.P. Materials for learning the fauna of the Permian System of Russia. 1. Marly sandy rocks of the Oka and Volga basin. Anthracosidae. *Izv. Varshavskogo Univ.*, 1892, no. 2–5, 7–8, pp. 1–150. (In Russian)
42. Nechaev A.V. The fauna of Permian deposits of the eastern zone of European Russia. *Trudy obshchestva estestvoispytatelei pri Kazanskom universitete* [Proc. Society of Naturalists under Kazan Univ.]. Kazan, 1894, vol. 27, no. 4, 503 p. (In Russian)
43. Weir J. Order Unionoida Stoliczka, 1871, superfamily Archanodontacea Weir, new superfamily, and superfamily Anthracosiacea Amalitsky, 1892. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N [Bivalvia]*. *Mollusca 6. V. 1–2* (Ed. R.C. Moore). Lawrence, Kansas Univ. Press, 1969, pp. 401–411.
44. Amalitskii V.P. Some notes on Upper Permian continental deposits of Russia and South Africa (Introductory report). *Trudy Varshavskogo obshchestva estestvoispytatelei* [Proc. Warsaw Society of Naturalists], 1895, no. 6, pp. 1–10. (In Russian)
45. Cox L.R. Lamellibranchia from the Karroo Beds of the Ruhuhu Coalfields, Tanganyika Territory. *Quart. J. Geol. Soc.*, 1932, vol. 88, pp. 623–633. doi: 10.1144/gsl.jgs.1932.088.01-04.21.
46. Bond G.A. Lower Beaufort (Karoo) invertebrate fauna from Southern Rhodesia. *Trans. R. Soc. South Afr.*, 1946, vol. 31, no. 2, pp. 125–131.
47. Weir J. A Review of Recent Work on the Permian Non-Marine Lamellibranchs and Its Bearing on the Affinities of Certain Non-Marine Genera of the Upper Palaeozoic. *Transact. Geol. Soc. Glasgow*, 1945, vol. 20, no. 3, pp. 291–340.
48. Bradshaw M.A. Permian nonmarine bivalves from the Ohio Range, Antarctica. *Alcheringa*, 1984, vol. 8, no. 4, pp. 305–309.
49. Weir J. The British Carboniferous non-marine Lamellibranchia. Part 11. *Monograph of the Palaeontographical Society London*, 1966, vol. 119, no. 510, pp. 321–372.

Received
March 4, 2013

Urazaeva Milyausha Nazimovna – Head of the Department of Mineralogy and Petrology, Stuckenberg Geology Museum, Kazan Federal University, Kazan, Russia.

E-mail: Milyausha.Urazaeva@kpfu.ru

Silantev Vladimir Vladimirovich – PhD in Geology and Mineralogy, Associate Professor, Director of Stuckenberg Geology Museum, Kazan Federal University, Kazan, Russia.

E-mail: Vladimir.Silantiev@kpfu.ru

Izsov Leonid Aleksandrovich – Doctor of Geology and Mineralogy, Head of the Laboratory of Geological Formations, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia.

E-mail: izos@poi.dvo.ru

Terekhov Evgenii Petrovich – PhD in Geology and Mineralogy, Leading Research Fellow, Laboratory of Geological Formations, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia.

E-mail: terekhov@poi.dvo.ru