

СТРАТИГРАФИЯ И АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рассматривается современное состояние стратиграфии. Характеризуется большая роль В.В. Меннера в развитии палеогеографического направления в стратиграфических исследованиях. Приводятся сведения о палеобиогеографических аспектах этого направления. Разбираются вопросы палеоклиматических реконструкций, миграций биоты в шельфовых морях, палеобиогеографической зональности и др.

Yu.B. Gladenkov

STRATIGRAPHY AND RECENT TRENDS OF PALEOBIOGEOGRAPHIC STUDIES

The present state of stratigraphy is considered. V.V. Menner promoted greatly the development of paleogeographic line of stratigraphic investigations. Some recent paleobiogeographic aspects of this line are characterized. Problems of paleoclimatic reconstructions, biotic migrations in shelf seas, paleobiogeographic zonality are discussed.

В.В. Меннер сыграл громадную роль в развитии стратиграфических исследований второй половины XX в. не только в России, но и во всем мире. Его идеи воплотились в масштабных работах разных направлений, среди которых направление, связанное с палеогеографическими проблемами, было одним из главных. Автору данного очерка представилось интересным хотя бы в общих чертах возвратиться к этим идеям Владимира Васильевича и посмотреть на них в свете современных тенденций развития стратиграфии.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СТРАТИГРАФИИ

Геология последних десятилетий достигла громадных успехов. Однако до сих пор теоретическая геология представляется не до конца построенным зданием. Его фасад, образно говоря, еще закрыт строительными лесами, ибо общая теория развивающейся Земли фактически пока отсутствует.

Статус науки геология приобрела лишь тогда, когда возникла стратиграфия с ее концепцией геоисторизма. Поэтому все наработки современной стратиграфии с ее результатами в области палеонтологии, палеобиогеографии и палеоклиматологии, магнито-, цикло- и других разделов стратиграфии являются сейчас особенно актуальными для геологической науки в целом.

Вместе с тем следует признать, что теоретической стратиграфии, как заметил С.В. Мейен [1989], свойственна определенная «неразвитость». Это касается как принципов классификации стратиграфических подразделений, так и общих концепций стратиграфического исследования. Создается впечатление, что многие стратиграфы ограничивают свою деятельность сугубо

практической стратиграфией (например, расчленением разрезов на основе изучения отдельных таксонов и др.) и мало задумываются над общими проблемами стратиграфии. Справедливости ради следует признать, что в последние годы положение стало постепенно меняться. В частности, в последние 20 лет активное развитие получили исследования, которые объединены понятием «экостратиграфия». И хотя оно трактуется далеко неоднозначно, прогресс в разработке этого направления, связанного, по существу, с развитием палеобиосферы и палеоэкосистем, выявлением определенной этапности и фазовости этого развития, расшифровкой влияния на них разных геологических процессов и явлений, стал уже достаточно заметным. Можно сказать, что к настоящему времени серьезному анализу палеоэкосистем в их историческом развитии посвящен уже значительный блок работ, а большинство из нас осознанно или интуитивно все чаще обращается к стратиграфии экосистем.

Недавно, в 2002 г., во время заседания Международной стратиграфической комиссии в г. Урбино (Италия) и в 2004 г., во время Международного геологического конгресса в г. Флоренция (Италия), ее председатель Ф. Градштейн озвучил новые идеи стратиграфии, которую, по его мнению, надо все активнее ориентировать на изучение геологических процессов.

В России это направление встречает особенное понимание в связи с распространением среди российских геологов давних идей В.И. Вернадского о биосфере и «былых биосферах» [Вернадский, 1926]. Представление В.И. Вернадского о непрерывности и неравномерности биосферного процесса на Земле в течение всего времени ее развития уже стало основой широкомасштабного экосистемного анализа стратисферы, включая этапность ее формирования и критические рубежи в ее истории. Важно подчеркнуть, что этот анализ охватывает различные по масштабу объекты – от элементарных бассейнов (бассейновая стратиграфия) до былых биосфер в целом. Другими словами, это направление исследований имеет не какой-то умозрительный характер, а практический смысл, ибо затрагивает стратиграфию отдельных регионов или их частей. И постепенно такого типа экостратиграфия стала приобретать основу логической и методической стабильности, цементирующей этот раздел науки.

Хотя идеи В.И. Вернадского знакомы за рубежом меньше, чем в России (правда, переводы его «Биосферы» уже осуществлены во Франции, США и других странах), общий ход развития науки приводит сейчас большинство стратиграфов к более или менее сходным мыслям при выборе будущих направлений стратиграфии – о необходимости пристального изучения истории сменявшихся во времени процессов и явлений, отразившихся в тех или иных подразделениях стратиграфических схем и шкал. Но, участвуя в исследованиях такого рода, стратиграфы будут вынуждены не только ограничиваться фиксацией следов тех или иных событий в конкретных разрезах, а обращаться и к их объяснению, их взаимосвязям и к поискам закономерностей их проявления. В свою очередь, это заставит геологов глубже задуматься как о внутренней, так и о космической организованности биосферы и особенно в ее развитии во времени и пространстве.

Можно с уверенностью сказать, что стратиграфия уже сейчас не ограничивается проблемами, так сказать, *первого уровня* (или, лучше сказать, – *направления*) – условно назовем его методико-технологическим (выделение стратиграфических подразделений и их границ и т.п.), а через анализ стратиграфических данных и реконструкцию состояний «былых биосфер» все больше переходит к решению одной из важных задач *второго уровня (направления)* – выявлению естественной этапности геологического развития Земли. В целом, эта проблема является мировоззренческой для всей геологии вообще. Но стратиграфии с ее геоисторической концепцией здесь отводится решающая роль. Поэтому не случайно, что сейчас делаются попытки придать стратиграфии характер «динамической», относя к предметам ее изучения геологические и биологические явления и события прошлого [Hallam, 1981]. Мне представляется, что чтобы специально подчеркнуть направленность стратиграфического процесса современности, стратиграфию XXI столетия можно назвать биосферной, имея в виду, что все выделяемые нами стратиграфические подразделения отражают разномасштабные этапы и периоды развития биосферы или ее отдельных частей. *Биосферная стратиграфия* – это стратиграфия ископаемых биосфер или стратиграфия состояний биосфер и экосистем прошлого [Гладенков, 2004].

В этой связи в практической работе стратиграфов будет все больше уделяться специальное внимание построению, с одной стороны, реальных календарей геологических событий (региональных и субглобальных), а с другой – палеогеографических и биогеографических карт, которые могут рассматриваться как выражение «*пространственной стратиграфии*».

В круг задач современной стратиграфии, как и прежде, входят самые крупные проблемы общей геологии. Это, во-первых, естественная периодизация геологической истории Земли (без стратиграфии эта задача в принципе нерешима). А во-вторых, это геологическое картирование, которое – как бы не менялись методы его проведения – не может осуществляться без стратиграфии. Две эти проблемы, наверное, относятся к разряду «вечных». Поэтому и стратиграфия всегда будет востребованной наукой. Просто она станет более методически обеспеченной, более детальной, более геологически информативной. Можно предвидеть, что для занятия стратиграфией будут требоваться более углубленные, чем сейчас, геологические и биологические знания, более дробные и корректные собирающиеся для изучения материалы, более надежные методы и приемы стратиграфического анализа. И, конечно, более четкое понимание мировоззренческих проблем стратиграфии, без чего заниматься ею вообще не имеет смысла.

В течение многих лет XX столетия стратиграфия относилась к одному из самых «аристократических» разделов геологии. Вслед за В.В. Меннером, хочется думать, что она не потеряет своего значения и в будущем. Особенно, если она сможет заниматься не только расшифровкой геологического прошлого Земли, но и прогнозом природных обстановок будущего. Если, к тому же, за ней сохранится та громадная роль, которую она играла и играет

в поисках важных для человечества полезных ископаемых (прежде всего: нефть, газ, уголь, фосфориты и др.), то этот раздел исторической геологии всегда будет востребован фундаментальной наукой.

В.В. МЕННЕР И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Если оценивать успехи стратиграфии и, в частности, биостратиграфии последних десятилетий, то они, безусловно, огромны. Создание субглобальных ярусных и зональных шкал высокой разрешаемости и корреляция региональных схем фанерозоя различных континентов, – все это проходило в значительной мере при участии В.В. Меннера, который остался в нашей памяти как один из замечательных геологов-стратиграфов XX в. Уделяя большое внимание широкому кругу стратиграфических проблем, таких, например, как вопросы классификации стратиграфических подразделений, оценка возможностей различных методов в стратиграфических построениях и пр., В.В. постоянно обращал внимание на то, что стратиграфия при всех своих «фирменных» особенностях является разделом исторической геологии. Поэтому он всегда рассматривал ее в контексте масштабного анализа геологической истории и, в частности, в непосредственной связи с палеогеографией в широком смысле.

При этом В.В. Меннер постоянно подчеркивал, что любые стратиграфические построения должны корреспондироваться с палеогеографическими данными. Он писал: «Все более и более широкое использование в стратиграфических построениях фациального анализа, палеогеографических данных и особенно установление совпадения климатических изменений в удаленных районах земного шара заставляют стратиграфов обращать большее внимание на палеогеографические процессы геологического прошлого, возможность практического использования которых для тектонических и стратиграфических построений была очень ярко показана еще в работах А.П. Карпинского, Н.Н. Андрусова и особенно А.Д. Архангельского, заложивших прочные основы нового палеогеографического направления» [Меннер, 1979, с. 20]. Этой проблеме он посвятил ряд публикаций разных лет. Например, в своей широко известной книге «Биостратиграфические основы сопоставления морских, лагунных и континентальных свит» [Меннер, 1962] он выделил несколько специальных разделов, в которых дал развернутое обоснование роли палеогеографии в построении реальных стратиграфических схем.

Суть его рассуждений сводилась в этом отношении к тому, что основа стратиграфии – в геологической истории бассейна и населявшего его органического мира. Он связывал появление этого подхода, в частности, с именем Н.И. Андрусова. По мнению В.В. Меннера, именно работами Н.И. Андрусова по неогену Понто-Каспия в самом конце XIX в. было намечено новое направление, которое можно охарактеризовать как исторический анализ в стратиграфических построениях. Принципиальное отличие его «...заключается в том, что развитие фауны изучается не само по себе, а в тесной зависимости от истории морского бассейна,... и по результатам такого анализа строится стратиграфическая схема» [Меннер, 1962, с. 54].

Владимир Васильевич любил при этом вспоминать многих российских геологов, достигших в этом направлении больших успехов: А.Д. Архангельского, В.В. Ламанского, М.Э. Ноинского, В.П. Колесникова, Р.Ф. Геккера, А.П. Иванову и др. Суммируя результаты этих работ, он в Заключении к своей уже упоминавшейся книге делал определенный вывод: «Единственно правильным является создание стратиграфической шкалы на основании реконструкции геологической истории той или другой части земной поверхности путем изучения характера осадконакопления и развития органических форм, ярко отражающих физико-географические особенности минувших геологических эпох» [Меннер, 1962, с. 331].

Хотелось бы обратить специальное внимание на то, что Владимир Васильевич чрезвычайно ценил работы биологов, и в частности гидробиологов, которые изучали вопросы современной биогеографии. Он находил в них много полезных идей для использования в палеобιοгеографии и поэтому постоянно следил за «свежими» публикациями Л.А. Зенкевича, К.В. Беклемишева, Е.Ф. Гурьяновой и других [Зенкевич, 1947; и др]. Ему, например, была очень близка мысль, что целью биогеографических исследований является создание представления о пространственно-временной структуре *Геомериды* (живом покрове Земли) как закономерно организованного живого тела и что установление анатомии Геомериды – ее районирование – базируется на сопоставлении типов ареалов. Он разделял мнение тех ученых, которые считали, что помимо биогеографического районирования следует заниматься восстановлением истории формирования и расселения биот во времени и пространстве, а также установлением закономерностей динамики биотических комплексов и взаимоотношений между их отдельными элементами. Мне вспоминается, что ему очень импонировало соображение о том, что задача восстановления истории эволюции морской фауны может быть решена только при условии одновременного познания истории происхождения и развития *бассейна*, где эта фауна обитает.

Владимир Васильевич требовал от своих учеников глубокого знания основных работ гидробиологов. Напомню, например, одну из таких работ – Е.Ф. Гурьяновой, опубликованную в конце 50-х годов [Гурьянова, 1957]. В этой публикации Е.Ф. Гурьянова обратила внимание, в частности, на то, что географическое распространение животных на море и суше подчиняется определенным (шести) закономерностям (дифференциация биоты океана по климатическим и вертикальным зонам, определенная направленность и темп общих эволюционных изменений, линейный и букетный типы видообразования в разных крупных бассейнах, ограничение естественной радиации видов от центра возникновения разными преградами и разорванность ареалов и пр.). Отсылая интересующихся читателей к оригиналу, отмечу, что все эти закономерности стали предметом специальных дискуссий, организованных В.В. Меннером в ГИНе.

Вспоминается, что наибольшие споры вызывал вопрос о трех типах зоогеографического районирования Мирового океана (по Е.Ф. Гурьяновой, это – *фаунистическое* (или физиономическое), основанное на чертах сходства и различия биоты; *генетическое*, основанное на истории акватории и

анализе происхождения элементов биоты с оценкой их родственных отношений; *зонально-географическое*, в основе которого лежит разделение моря на климатические зоны и их подразделения). Эта работа предусматривает анализ ранга и степени эндемизма, как и анализ структуры биоты (с выявлением процентного соотношения групп видов различного происхождения), для характеристики которой важно определить три составляющих ее элемента – *автохтоны* (с установлением времени их возникновения и расцвета), *аллохтоны* (с выявлением центров их происхождения и развития) и *реликты* (с определением времени их происхождения). Для характеристики структуры биоты отдельных районов важным считается выявление *массовых видов* (с высокой частотой встречаемости) и, добавим, показатели таксономического разнообразия.

Е.Ф. Гурьянова предлагала тройную терминологию зоогеографических категорий: на первом месте должен быть экологический термин («арктический», «бореальный» и т.п.), а затем название места происхождения биоты (с добавлением автохтон, иммигрант или реликт), наконец, время ее происхождения и т.д. В обсуждении этих предложений выявлялись трудности их использования на ископаемом материале и даже в чем-то их неприятие. Но каждый из нас «погружался» в глубину этих проблем и после дискуссий подходил к интерпретации своего палеонтологического материала с более реальных позиций.

Как руководитель стратиграфических исследований в ГИНе РАН, В.В. Меннер всегда поддерживал работы палеобио- и палеогеографического направлений и способствовал их публикации. Например, при его содействии в 60–70-х годах из печати вышел целый ряд монографий, в которых разбирались те или иные вопросы палеобиогеографии: одни из них были посвящены палеозойским и мезозойским флорам Евразии и фитогеографии этого времени (В.А. Вахрамеев, С.В. Мейен, Е.Д. Заклинская, И.А. Добрускина и др.) и биогеографии морского палеозоя (Х.С. Розман, М.Н. Соловьева и др.), другие касались мезозоя (К.И. Кузнецова, Н.П. Михайлов и др.) и кайнозоя (Ю.Б. Гладенков, Э.А. Вангенгейм и др.). Сам Меннер в 60-х годах редактировал уникальное и пионерное для своего времени издание – «Атлас литолого-палеогеографических карт СССР» (см. статью Н.М. Чумакова в настоящем сборнике).

Как часть широкого палеогеографического направления исследований В.В. Меннер рассматривал те работы, в которых на конкретном и детальном материале восстанавливались древние бассейны и реконструировались ареалы различных палеосообществ. «Органический мир является настолько изменчивым и столь быстро реагирует на изменения внешней среды, что для их обнаружения необходимо только детализировать методику палеонтологических работ и упорядочить послойный сбор материалов...» [Меннер, 1962, с. 107].

Отталкиваясь от этой мысли, попробуем в общем виде обозначить некоторые аспекты палеобиогеографии, которые наметились в геологической практике последнего времени.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ

Геологические исследования последних лет, с включением в них и стратиграфической компоненты, однозначно привели к мысли о необходимости все большего внедрения в практику идей биогеографии (Б) и палеобиогеографии (ПБ), которая представляется важной основой при определении, в частности, масштаба применения биостратиграфических категорий на площади.

Биогеография – это наука о географическом распространении организмов и их сообществ, его причинах и закономерностях, что в конце концов раскрывает особенности (в том числе исторические) живого покрова (биоса) Земли. Биогеография ориентирована в целом на три аспекта исследований. *Первый* – географический аспект, который связан с изучением широтной и вертикальной зональностей сообществ, их провинциализма. *Второй* – биологический аспект, который направлен на анализ вагиальности, термопатии, видового богатства сообществ. Наконец, *третий* – геологический аспект, который ориентирован на дисперсионную Б (концепция центров происхождения таксонов) и мобилистическую Б (выявление распространения сообществ, обусловленного движениями в пространстве отдельных континентальных блоков).

Палеобиогеография (ПБ) может рассматриваться как часть палеогеографии (ПГ). Последняя включает, помимо ПБ, сведения о древнем рельефе, типе и форме бассейнов прошлого, областях и направлении сноса, типа седиментации, палеоклимате, влиянии разных причин (тектонических, эвстатических) на динамику палеогеографических обстановок и т.п.

Палеобиогеография вынуждена обращаться к реконструкциям, что, естественно, делает ее построения часто весьма условными, особенно для древних периодов геологической истории. Ее особенностью является определенная «динамичность» в том смысле, что она изучает распределение организмов в морях и на суше в историческом плане, т.е. изменение их распространения во времени [Макридин, Мейен, 1988]. В ПБ можно наметить *два основных направления исследований: биохорологическое и экосистемное.*

Биохорологические исследования включают, в свою очередь, два блока. *Первый – ареалогический* (изучение ареалов и коареалов – биохорий, или биохорем, составление специальных карт ареалов по временным срезам, проведение биогеографического районирования с установлением иерархии биогеографических подразделений – область, провинция, округ – и пр.). Второй блок связан с фаунистическим и флористическим изучением с целью определения различий в составе сообществ тех или иных районов.

Экосистемные исследования включают широкий круг проблем, связанных с изучением климатической зональности и биогеографии, биофаций, ландшафтно-географических характеристик, смены экосистем во времени и пространстве и т.п. В целом, все эти палеобиогеографические данные напрямую могут использоваться для расшифровки многих сторон истории развития Земли и отдельных экосистем, проверки геологических гипотез (например, как указывалось выше, масштабности горизонтальных переме-

щений континентальных блоков) и, наконец, прогнозирования природных обстановок будущего.

Практически это использование осуществляется в два последовательных этапа. Сначала изучаются ареалы таксонов и сообществ и проводится районирование земной поверхности (или ее частей) для отдельных отрезков времени (это своеобразная описательная часть). Затем этому дается определенное объяснение и составляются соответствующие геологические реконструкции. В процессе этих работ приходится касаться многих вопросов: реконструкций бассейнов разного типа, сценариев смен биогеографических ситуаций, причин таких смен, скорости изменения биохорий (биохорем), характера миграций биотических сообществ, формирования и сдвига экотонных (промежуточных) зон, влияния, с одной стороны, физических и климатических преград, а с другой – гейт-вейсов (проходов) и морских проливов на расселение сообществ и др. В общем можно сказать, что палеобиогеография является ключом к познанию многих особенностей истории Земли и ее экосистем. И в этом отношении она, естественно, вписывается в поток того экосистемного и геолого-исторического направления исследований, которое в последние годы получает все большее развитие.

Отдельно отметим, что при выявлении ареалов таксонов и биогеографическом районировании ПБ пользуется разными приемами и методами. В частности, при анализе состава биотических сообществ разных районов широко применяются определенные приемы их сравнения, например, использование коэффициентов Жаккара и Престона, которые помогают определить сходство и различия тех или иных сообществ.

Формула Жаккара: $C/(D_1 + D_2 - C) \times 100$, где C – число общих видов; D_1 – число видов, обитающих в первом регионе; D_2 – то же, во втором регионе. Если сходство менее 50%, сообщества считаются разными.

Формула Престона: D_1/D_{1+2} ; D_2/D_{1+2} ; $D_{1+2} = (D_1 + D_2 - C)$ – максимальное разнообразие двух регионов. Если коэффициент меньше 0,27, сообщества рассматриваются как единое. Если больше, сообщества считаются разными.

Таким образом, если степень сходства по Жаккару меньше 50%, а по Престону – более 0,38 и общих видов не более 33% от суммы видов двух регионов, то можно выделять провинции.

Для сравнения качественного состава фауны и флоры нескольких районов используется и коэффициент Серенсена–Чекановского: $K = 2c/a+b$, где a , b – число видов в двух сравниваемых списках; c – число видов, общих в этих списках.

При биогеографических построениях полезно анализировать температурные режимы, определяющие границы ареалов. Выделяются четыре критических температурных уровня (правило Хатчисона). Минимальные температуры выживания определяют северную границу ареала зимой, минимальные температуры размножения определяют северную границу ареала летом, максимальные температуры выживания определяют южную границу ареала летом, максимальные температуры размножения определяют южную границу ареала зимой.

В последующих частях данной книги (смотри далее статьи В.А. Захарова и др.) на примере разных палеонтологических групп различных временных интервалов будут показаны методические подходы к палеобиогеографическим построениям и освещено практическое применение обозначенных выше приемов (подходы к выделению биохорем, оценка масштаба смещения ареалов таксонов и сообществ во времени и пространстве и пр.). Ниже автору хотелось бы не столько «теоретически», сколько практически показать: с какими проблемами приходится часто сталкиваться при палеобиогеографических работах и, с учетом конкретных данных, осветить те моменты, на которые не всегда обращается должное внимание, но которые в ряде случаев представляются весьма важными.

Они касаются ряда аспектов анализа некоторых факторов (прежде всего климатических), которые сказываются на смещении во времени ареалов сообществ, связанных с шельфовыми зонами. Анализируемые материалы получены автором в процессе изучения морских ассоциаций моллюсков кайнозоя Северной Пацифики [Гладенков, 1988; Гладенков, Синельникова, 1990]. Среди разбираемых вопросов – построение климатической кривой на основе изменения систематического состава сообществ кайнозоя Камчатки, выводы по характеру миграций и расселения комплексов в пределах шельфовых зон, обсуждение темпов распространения таксонов-иммигрантов в бореальном и арктическом бассейнах и т.п.

Для начала напомним, что Северо-Тихоокеанская область с ее окраинными морями являлась до плиоцена полузамкнутой системой, так как на ее севере не существовало, видимо, пролива, который соединял бы Пацифику с Арктическим бассейном. Если использовать иерархию современных шельфовых экосистем, предложенную ранее [Гладенков, 1992], то в исследованной области можно выделить несколько подобластей (Берингийская, Охотоморская и др.) и провинций (Японо-Сахалинская, Западно-Камчатская, Восточно-Камчатская, Курильская, Командорская и др.). Последние определяются по относительному количеству эндемиков (25–50% от общего числа видов) или соотношению тепловодных и холодноводных таксонов разного ранга. Для ископаемых экосистем районирование на такой основе является в значительной мере провизорным, однако попытки в этом отношении делаются, правда, в относительно общем, «усредненном» виде [Гладенков 1988]. Одна из попыток отражена на рис. 1.

Усредненность в данном случае является вполне понятной: обычно районирование для экосистем прошлого проводится в пределах относительно крупных временных интервалов (обычно несколько миллионов лет и более). В целом это отражает, с одной стороны, определенную стратиграфическую разрешаемость (например, ярусную или зональную), а с другой – цели создания палеобиогеографических реконструкций (например, выявление общей картины расположения провинций прошлого по системам или ярусам или их расположение в какой-то drobный отрезок времени и пр.).

Теперь перейдем к непосредственному рассмотрению нескольких важных аспектов палеобиогеографического анализа, обращая внимание на некоторые практические подходы. Отметим, что этот анализ опирается на тот



Рис. 1. Биогеографическое районирование окраин северной части Тихого океана (Северо-Тихоокеанская бореальная область) для позднепалеогенового–неогенового времени

Двойная линия – граница между бореальным и тропическим поясами (зонами), одинарная линия – граница между подзонами.

Подзоны: ЮБ – Южно-Бореальная, СБ – Северо-Бореальная. Провинции: ЮЯ – Южно-Японская, Сахалинско-Северо-Японская (с Северо-Японской – СЯ и Сахалинской – С подпровинциями), К – Курильская, Кам – Камчатская (с Охотоморской – Ох подпровинцией), ЧК – Чукотско-Корякская, А – Аляскинская, СЗ – северо-западного побережья Тихого океана, Ка – Калифорнийская

Опорные разрезы: 1 – Точилинский, 2 – Ильпинско-Карагинский, 3 – Макаровский, 4 – юго-западного прогиба Сахалина, 5 – п-ова Шмидта, 6 – Хатырский

стратиграфический материал, который позволил в последние годы построить автору и его коллегам стратиграфические схемы нового поколения [Решения... 1998].

Климатические оптимумы миоцена. При изучении моллюсков кайнозоя разных разрезов Камчатки и Сахалина (горизонтов-региоуров и лон, свит и слоев) всегда делались попытки восстановить относительные колебания климатических условий прошлого. На примере миоцена Камчатки можно показать технику построения палеоклиматической кривой [Гладенков, Синельникова, 1990].

Для палеоклиматического анализа особый интерес представляют три показателя: общее число видов, число субтропических и южнобореальных (С-ЮБ) относительно мелководных видов и число появившихся в разрезах форм. Первые два показателя служат свидетельством относительного потепления (при их увеличении) или похолодания (при их уменьшении). Одновременно они отражают и соответствующие миграции комплексов с юга на север, или наоборот. Третий показатель может свидетельствовать о масштабе миграций донных сообществ (появление мигрантов южных широт и др.).

На таблице отражены суммарные подсчеты по различным характеристикам комплексов миоцена Западной Камчатки.

Из нее видно, что самый богатый комплекс (по количеству видов – почти 160 – и числу С-ЮБ форм – 61) – это ильинский (слой XIV с *Crepidula*

ungana Dall, *Arca watanabei* Kanno, *Chlamis kaneharai* Yok. и др.). Обращает на себя внимание и большое число появившихся на этом уровне видов (139). Несколько менее представительным, хотя тоже относительно богатым, является комплекс слоев XV (85 видов) с *Anadara tsudai* Tsuchi, *Chlamis cosibensis cosibensis* Yok, *Crepidula princeps* Conrad и др.

Второй заметный уровень с относительно повышенными показателями – это верхнеэтолонский (слои XX с прилегающими к нему слоями XIX и XXI, соответственно). Здесь, в слоях XX с *Anadara ninohensis* Otuка, *Neptunea pluricostulata* Пуина и др., общее число видов – 150, С-ЮБ – 61; в слоях XIX и XXI – 83 и 100, С-ЮБ – 30 и 41, соответственно. Количество впервые появившихся в разрезе форм в этих слоях, соответственно, 35 и 11.

Если изобразить эту картину на графике (рис. 2), то можно увидеть, что слой XIV и XX имеют по сравнению с другими слоями резко пиковые значения.

Слои, залегающие под слоями XIV, т.е. XI, XII, XIII (кулувенская свита), представлены несколько менее богатыми комплексами. Они содержат, соответственно, видов – 25, 30 и 45, С-ЮБ форм – 10, 11 и 16, впервые появившихся – 22, 12 и 34. Из этих данных видно, что слои XI и XII относятся к самым бедным по видовому составу ископаемым комплексам.

Над слоями XIV и XV залегают слои XVI, XVII, XVIII (верхняя часть каркертской свиты и низы этолонской свиты), которые характеризуются тоже

Биостратиграфические характеристики комплексов моллюсков неогена Западной Камчатки

| Возраст | | Свита | Слой | Число видов | | |
|------------|------------|--------------|----------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|
| | | | | общее | субтропические и южнобореальные | появившиеся в разрезе |
| Плиоцен | ранний | Энемтенская | XXIV | 61 | 20 | 32 |
| | поздний | Эрмановская | Континентальные XXII | 34 | 11 | 24 |
| Миоцен | ----- | Этолонская | XXI | 100 | 41 | 11 |
| | | | XX | 150 | 61 | 60 |
| | | | XIX | 83 | 30 | 35 |
| | | | XVIII | 39 | 18 | 27 |
| | средний | Какертская | XVII | 47 | 21 | 17 |
| | | XVI | 64 | 22 | 15 | |
| | | XV | 85 | 33 | 56 | |
| | | Ильинская | XIV | 159 | 61 | 139 |
| ----- ? | ----- ? | Кулувенская | XIII | 45 | 16 | 34 |
| | | | XII | 30 | 11 | 12 |
| | | | XI | 25 | 10 | 22 |
| Олигоцен | | Вивентекская | | | | |

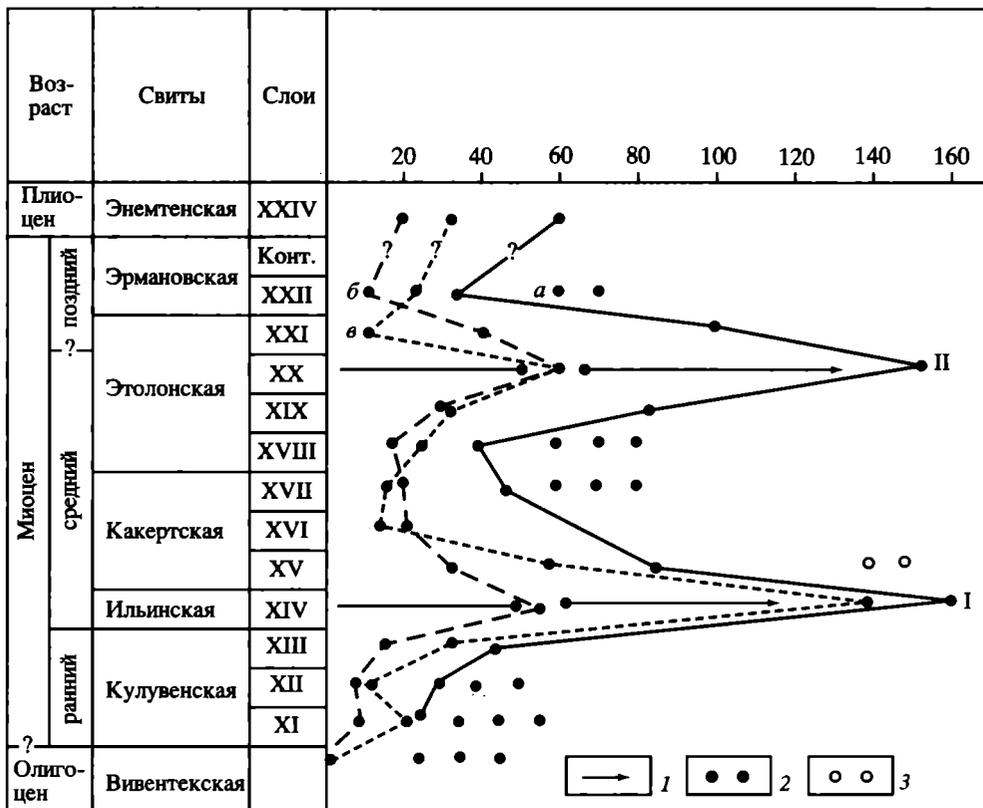


Рис. 2. Распределение комплексов моллюсков по слоям миоцена Западной Камчатки и их числовые характеристики [Гладенков, Синельникова, 1990]

1 – миграции С-ЮБ комплексов с юга на север; 2 – плавающая галька (возможно, ледового разноса); 3 – слои с аммониями и фагусовыми. Климатические оптимумы: I-II – первого порядка. Число видов: а – общее, б – субтропических и южнобореальных, в – появившихся в разрезе

сравнительно бедными ассоциациями. В них отмечено, соответственно, 64, 47 и 39 видов, из которых С-ЮБ – 22, 21 и 18, а появившихся – 15, 17 и 27.

Относительно бедными являются слои XXII (нижняя часть эрмановской свиты) – 34 вида, хотя палеонтологическая характеристика здесь может оказаться неполной.

Что касается плиоцена, перекрывающего миоцен, то в относящейся к нему энемтенской свите отмечено более 60 видов, С-ЮБ – 20, появившихся – 32. Если по сравнению с миоценовыми слоями этот показатель выглядит как пик второго порядка, то в плиоцене энемтенский уровень по богатству фауны является самым заметным, и его при общем анализе неогена, исходя из особого значения и представительности среди плиоценовых комплексов, часто ставят на уровень пиков первого порядка.

Анализ графиков (см. рис. 2) показывает в целом общее подобие кривых, построенных по разным параметрам – общему количеству видов, числу С-ЮБ форм и числу впервые появившихся в разрезе видов. Из этого можно заключить, что события, приводившие к изменению комплексов по этим показателям, имели одну и ту же природу. Скорее всего, это были потепления, которые вызывали смещения С-ЮБ видов к северу, и именно этот феномен отразился в составе комплексов, в повышенном общем числе видов, присутствии значительного процента С-ЮБ форм (больше 35–40%) и появлении в результате миграций новых для данного бассейна видов (от 40 до 70–80%).

Из вышесказанного следует, что в миоцене имели место два крупных потепления – климатических оптимума. Крупные из них (I и II) приходились на самое начало и конец среднего миоцена. Одновременно из этих же материалов можно сделать выводы о климатических похолоданиях – пессимумах. Заметное похолодание проявилось, видимо, в конце раннемиоценового времени (слои XII–XIII). Другое крупное похолодание пришлось на позднекакертское–раннеэтолонское время – середину среднего миоцена (слои XVII–XVIII). Не исключено, что континентальные эрмановские слои позднего миоцена маркируют наступление очередного пессимума. Отметим, что именно в слоях, отвечающих относительным похолоданиям, отмечается значительное количество плавающей гальки, появление которой можно связать с ледовым заносом.

Сравнение палеоклиматических данных, полученных по моллюскам, с таковыми по другим ископаемым группам показывает общее их совпадение. Однако в отдельных случаях отмечаются некоторые несбивки. Так, если второй – позднемиоценовый – крупный климатический оптимум отбивается достаточно хорошо по разным группам (в слоях, ему соответствующих, помимо теплолюбивых моллюсков отмечается повышенное содержание термофильных спор и пыльцы, в частности, фагусовых до 12%), то первый (начало среднего миоцена) четко вычитывается в слоях XIV в основном по моллюскам, а слои с тепловодными фораминиферами (аммонии и др.), а также с термофильным палинологическим комплексом с 36% фагусовых расположены несколько выше (стратиграфически): на уровне вышележащих слоев XV. Причина этого обстоятельства еще нуждается в расшифровке, но подобное расхождение в принципе не нарушает выявленную общую закономерность изменения палеоклимата. Из приведенных данных во всяком случае следует, что начало среднего миоцена отличалось теплым климатом, а относительное уменьшение количества видов моллюсков в слоях XV связано, видимо, с замещением верхнесублиторальных сообществ ильинской свиты более глубоководными ассоциациями какертской свиты с возникновением специфических фациальных обстановок, препятствующих расселению отдельных групп моллюсков.

В последнее время по миоценовым моллюскам западнокамчатских разрезов проводятся палеотемпературные исследования. Данные изотопной термометрии дают основание говорить о сходимости полученных разными методами результатов.

Материалы по миоценовым комплексам моллюсков, отвечающим периодам относительного потепления, сейчас появились не только по Западной, но и по Восточной Камчатке. Так, в относительно недавно опубликованной работе по кайнозою залива Корфа (Северо-Восточная Камчатка) описаны моллюски так называемого «ежового» (или дозиниевого) горизонта нижней части среднего миоцена [Гладенков и др., 1987]. В нем отмечено 38 видов, многие из которых относятся к южнобореальному и субтропическому типам (*Dosinia rumoensis* Amano, *Securella ensifera chehalisensis* Weaver, *Ostrea makarovi* L. Krisht., *Crepidula unjana* Dall и др.). Одновременно во вмещающих слоях найдены «теплые» спектры спор и пыльцы древних растений (с 30% фагусовых и др.).

Скопление остатков тепловодных форм моллюсков в неогене северных районов Камчатки свидетельствует о значительном прохорезе донных комплексов далеко на север (на 12–15° по широте). Не исключено, что некоторые из тепловодных мигрантов доходили не только до Северной Камчатки, но и до Анадырского района, так как согласно предварительным определениям собранных там ископаемых моллюсков в миоцене этого района отмечены представители ряда тепловодных родов (*Securella*, *Crepidula* и др.).

Для суждения о масштабности климатических флуктуаций на площади крайне важными представляются появившиеся в последние годы данные по смежным с Дальним Востоком регионам Японии [Chinzei, 1978; Ikebe, Tsuchi, 1984; и др.] и Северной Америки [Ingle, 1973; Marincovich, 1984; и др.].

Некоторые особенности климатических колебаний неогена. Анализ приведенных материалов [Гладенков, 1988] заставляет обратить внимание на некоторые особенности их интерпретации.

Во-первых, обобщение малакологических данных по опорным разрезам неогена показало возможность построения однотипных кривых палеоклиматических колебаний с выделением двух крупных оптимумов: начала и конца среднего миоцена. Во-вторых, учет материалов по послышной смене моллюсков и других групп позволил «осложнить» эту кривую более мелкими флуктуациями. В-третьих, выявление «теплых» комплексов в тех или иных горизонтах, прослеженных вдоль Камчатки, может использоваться для определения амплитуды продвижения субтропических и южнобореальных комплексов с юга на север, т.е. в меридиональном направлении: в периоды потеплений она достигла 1,5–3 тыс. км. Выявление миграций палеобиоты такого масштаба может по-иному осветить проблему пространственного сближения древних комплексов разной палеогеографической характеристики, которая трактуется иногда без должного основания (в частности, без учета деформации, положения и миграции экотонных зон) как результат причленения *террейнов*. В-четвертых, совпадение пиков оптимумов, выявленных в неогене Камчатки, с климатическими оптимумами неогена Сахалина, Японии и Северной Америки подчеркнуло масштабность климатических событий – их проявление на значительной площади, практически во всей северной части Тихоокеанской области. Некоторые из этих событий, видимо, были созвучны проявлениям климатических явлений и в других регионах Северного полушария (например, Северной Европы и Средиземноморья). Это касается, прежде всего, первого климатического оптимума (верхняя часть бурдигала – лангий).

Из сказанного следует, что послойный анализ ископаемой фауны позволяет делать вполне обоснованные выводы о климатических колебаниях прошлого. Выявленные в миоцене климатические оптимумы и пессимумы могут использоваться, с одной стороны, для корреляции разрезов разных районов Камчатского и прилегающих к нему регионов, а с другой – для расшифровки палеогеографических обстановок и общего характера палеоклиматических колебаний. В частности, из приведенных данных следует, что климатические оптимумы миоцена по временной продолжительности были относительно (в 3–4 раза) меньшими, чем разделяющие их пессимумы.

Климатическая кривая кайнозоя. На основе палеонтологических данных палеоклиматическая кривая создана не только для неогена, но и для палеогена. Она отражена на рис. 3, где для сравнения отмечены изменения во времени $\delta^{18}\text{O}$ для глубинных вод океана [Zachos et al., 2001]. Это сравнение показывает, с одной стороны, принципиальное сходство этих двух кривых, а с другой – определенные отличия. Сходство заключается в характере и направленности основных типов, отличия – в некоторых несовпадениях мелких типов. Самый крупный оптимум кайнозоя отмечен в раннем эоцене. Именно в это время в пределах Северной Камчатки и Корякского нагорья в значительном количестве появились тепловодные морские комплексы (представители *Barbatia*, *Gari*, *Miltha*, *Ostrea*, *Pitar*, *Melania*, *Norta* и др.), сходные во многом с калифорнийскими сообществами, а среди растительности – паратропические формы (пальмы, *Maginitiea*, *Catalpa*, *Osmunthus* и др.) [Нижний палеоген..., 1997]. Эти сообщества маркируются также ассоциациями планктонных фораминифер с *Morozovella wilcoxensis* и пр.

При всей условности приведенной климатической кривой, которая отражает пока лишь самые общие закономерности изменения палеоклимата Камчатки, она, однако, в определенной мере дает климатическую характеристику отдельным отрезкам геологического времени и позволяет в целом судить о палеоклимате (прежде всего о температуре воздуха и морской воды) в тот или иной период в сравнительном плане, т.е. относительно предыдущих периодов. Изломы этой кривой отражают не только местные или региональные флуктуации, но и изменения климата более широкого масштаба.

В настоящее время подобные кривые во многом условны. Мы не можем, например, определить с достаточной точностью в абсолютных цифрах температуры воздуха и морской воды того или иного момента геологического прошлого, отсутствуют пока материалы для выявления мелких климатических флуктуаций (а ведь каждый из намеченных оптимумов может оказаться суммой дробных колебаний). Во многом неясной остается связь во времени трансгрессий и изменений климата, так же как и происхождение тиллоидных образований в отдельных разрезах Северной Пацифики, и т.д. и т.п. Необходимо еще отделить температурные изменения прошлого, связанные не с глобальными, а с местными причинами, обусловленными, в частности, морскими течениями (на что особенно часто обращают внимание японские специалисты), рельефом континентальных окраин, закрытием проливов или разрушением физических барьеров, что в ряде случаев могло приводить к определенным климатическим изменениям.

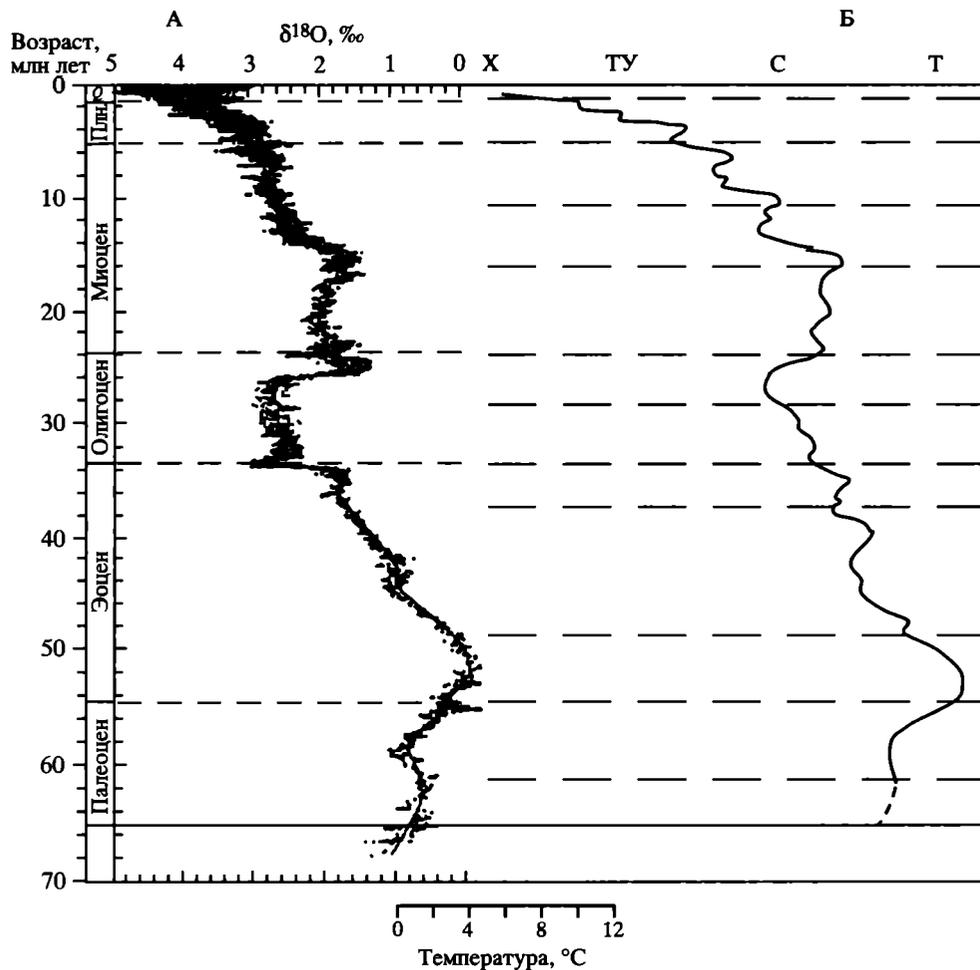


Рис. 3. Тенденции изменения температур морских вод кайнозоя [Гладенков, 2004]

А – изменение температуры глубинных вод океана по изотопным данным [Zachos et al., 2001]; Б – относительное изменение температурного режима в шельфовых зонах Северной Пацифики по моллюскам и фораминиферам; тип климата: X – холодный, ТУ – теплоумеренный, С – субтропический, Т – тропический

Отражение климатических изменений на разных широтах. В принципе хорошо известно, что в бореальных широтах климатические флуктуации отражаются более рельефно, чем в тропических районах. Поэтому, не останавливаясь подробно на этом общем феномене, обратим внимание на более локальное, но весьма важное обстоятельство [Гладенков, 1988]. Анализ палеоклиматических материалов по Северной Пацифике показал, что при сравнении данных, отразивших климатические колебания прошлого на разных широтах, при тех или иных корреляциях может появиться определенная ошибка, которая связана с эффектом «климатического клина».



Рис. 4. Схема распространения комплексов моллюсков неогена в пределах Японии, Сахалина и Камчатки [Гладенков, 1988]

Комплексы: 1 – тропические и субтропические; 2 – бореальные (а – с южнобореальными элементами, б – с северобореальными элементами); 3 – галька ледового разноса; 4 – термофильные комплексы споры и пыльцы и диатомей.

A – *Astarte*, F – *Fortipecten takahashii*, C – *Chlamys cosibensis heteroglypta*, S – *Securella ensifera chehalisensis* – *Chlamys cosibensis cosibensis*, ck – *Chlamys kaneharai*, M – *Mytilus tichanovichi* – *Spisula onnechiuria*, y-p – *Papyridea harrimani* – *Yoldia longissima*, V – *Vicaria-Vicariella*

На рис. 4 хорошо видно, как каждое потепление (или похолодание), имевшее место в прошлом, фиксируется в виде клина осадочных фаций, вершина которого обращена к северу (или югу). Если разница в широте исследуемых районов достаточно велика, может возникнуть ситуация, когда корреляция слоев со следами потепления (или похолодания) встретит определенные затруднения. Дело в том, что в северных районах может проявиться только какая-то часть потепления, которое имело место в южных широтах в полном объеме (рис. 5).

Возможно, что треугольная форма клина, обращенного вершиной к северу или югу (соответственно, при миграции тепловодных видов с южных широт к северным, а холодноводных – наоборот), может иметь вид не равнобедренного (вариант первый), а прямоугольного треугольника (вариант второй). Это будет означать, что начало потепления (или похолодания) проявилось одновременно во всех районах разных широт, без того запаздывания, которое показано в первом варианте.

При этом, однако, продолжительность во времени климатического оптимума (или пессимума), проявившегося в районах, с одной стороны, южных, и с

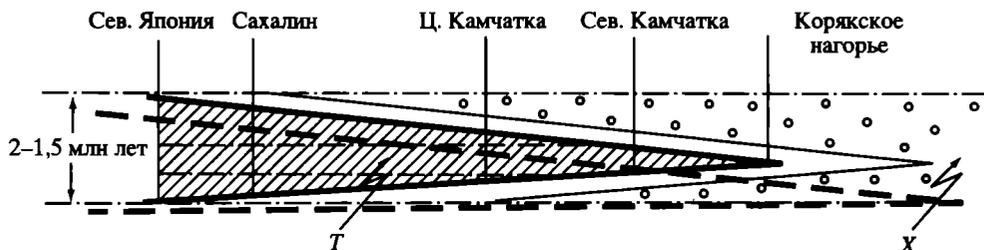


Рис. 5. Схема распространения тепловодных комплексов моллюсков во время первого климатического оптимума миоцена [Гладенков, 1988]

Комплексы: *T* – тепловодный, *X* – холодноводный. Пунктирной и сплошной линиями показаны два возможных варианта положения термоклина

другой – северных широт, будет оставаться, как в первом случае, различной. Во втором варианте первые проявления того или иного климатического события, если их считать приуроченными к одному временному уровню, могут рассматриваться в качестве маркеров при корреляциях.

Однако определить положение вершины термоклина во временной шкале в каждом конкретном случае далеко не просто. Здесь надо учитывать интенсивность потепления (или похолодания) и его продолжительность во времени, географическое (широтное) положение тех или иных районов и их провинциальные особенности (степень изолированности, направление и силу преобладающих морских течений и пр.).

Очень вероятно, что термоклин имеет более сложное строение, чем это показано на рис. 5, и состоит из серии более мелких подставляющих друг друга клиньев. Однако во всех случаях неопровержимым фактом является то, что продолжительность того или иного климатического события в районе, соответствующем положению вершины термоклина, будет меньше таковой в районах, которые попадают на основание этого клина. Это обстоятельство необходимо учитывать.

Рассмотрим первый климатический оптимум миоцена. Его можно считать, как это делают некоторые японские геологи, относительно коротким (около 0,5–1,5 млн лет, что соответствует зоне 8 и части зоны 9 Блоу). В Северной Японии он маркируется горизонтом с викариями и вакириеллами (низы формации Такиноуе).

В наших разрезах он находится на углегорском (Сахалин) и ильинско-нижнекакертском (Камчатка) уровнях. Реперные термофильные комплексы (с большим количеством буковых, а также дозий и пр.) отмечаются даже на Северной Камчатке (в заливе Корфа) и, видимо, Корьякском нагорье (в Нижнехатырском прогибе) и в Анадырском районе. Но считать, скажем, дозиевый горизонт Корфа полным эквивалентом оптимума Японии, возможно, будет излишней смелостью, ибо время его образования было, скорее всего, меньше времени формирования миоценовых слоев с тепловодной фауной Японии. Не исключено, в связи с этим, что приводимую цифру продолжительности оптимума для района надо уменьшить вдвое. Вместе с тем,

часто этот миоценовый оптимум считается более продолжительным по времени, чем это принимается в Японии: его относят к бурдигалу и лангию (и в таком случае он охватывает несколько миллионов лет). В этой связи, естественно, корреляция на палеоклиматической основе требует осторожности. Можно, например, формально сопоставить толщи с относительно теплолюбивыми элементами фауны и флоры одних районов с аналогичными толщами других, но нельзя гарантировать, что точность корреляции не окажется за пределами допустимой ошибки. Так, в принципе, можно предполагать, что интервал потепления, отмеченный на Северной Камчатке, соответствует лишь какой-то («центральной») части интервала потепления Японии.

Следует также отметить еще одну особенность климатических клиньев. Материалы по донным комплексам позволяют рисовать климатическую кривую в достаточно обобщенном виде. Она выглядит относительно плавной со спокойными переходами от одного участка к другому. Между тем такая рисовка может оказаться не совсем верной и в деталях просто неточной. Ведь на фоне кривой, отражающей общую тенденцию изменения климата, в ряде случаев по малакологическим данным, а иногда и по материалам диатомового и фораминиферового анализа намечаются колебания меньшего масштаба. Поиск и корреляция таких флуктуаций становятся важной задачей.

Около 20 лет назад по материалам скв. 289 [Oda et al., 1984] была построена кривая температуры воды древнего моря, на которой четко видно, что на отрезке 14–16 млн лет (первый климатический оптимум) отмечается до 15 пиков. Эта кривая представляется крайне интересной, и получение подобных данных для серии разрезов этого региона может существенно помочь в расшифровке деталей изменения палеоклимата.

Отражение климатических изменений на литоральных, сублиторальных и батнальных сообществах. При анализе древних бентосных комплексов как палеоклиматических индикаторов приходится помнить об особенностях их пространственного распространения. Дело в том, что наиболее важными для суждения о температуре поверхностных вод являются, естественно, самые мелководные комплексы (от 0–30 до 50 м). Анализ именно этих комплексов позволяет судить, например, о границе субтропической и бореальной зон, ее смещении во времени и т.п. Но распространение «теплых» водных масс имеет особенность: они часто как бы напозаают на «холодные» воды, образуя своеобразный клин (эффект «теплого клина»). При этом относительно холодноводные комплексы могут частично «уходить» в направлении к югу на глубину. И тогда в одном месте (рис. 6, точка А) можно найти как

Рис. 6. Эффект «теплого клина» (термоклин) [Гладенков, 1988]

Комплексы: ТК – относительно тепловодные, ХК – относительно холодноводные



субтропические, так и бореальные элементы (на разных глубинах, конечно), которые при захоронении могут образовать труднорасшифровываемые ориктоценозы.

В этой связи, если в ископаемом состоянии найдены лишь сравнительно холодноводные комплексы, вопрос о температурах палеобассейна следует решать с большой осторожностью: вполне возможно, что они свидетельствуют о принадлежности не к палеобореальной зоне, а к относительно глубоководной части субтропических широт (особенно в случае нахождения инфаун). В этом отношении показательным примером является залив Посьет, где сейчас можно найти как субтропические, так и бореальные (на глубине) сообщества [Голиков, Скарлато, 1967].

Особенности инфауны. В связи с вышесказанным, специально напомним о роли инфауны в климатических реконструкциях. Как указывалось выше, при климатических потеплениях, которые вызывали существенные миграции тепловодных комплексов к северу, автохтонные сообщества смещались в целом в северном направлении. Однако некоторая их часть оставалась в значительной мере на прежнем месте. Это относится прежде всего к инфауне батимальных и нижнесублиторальных уровней (роды *Yoldia*, *Nuculana*, *Nucula*, *Mascoma*). Хотя, конечно, и некоторые сублиторальные формы в связи с их способностями адаптироваться к новым, более тепловодным условиям (толерантность этих видов вполне это допускала) могли обитать в тех же, что и раньше, провинциях.

Способность инфауны относительно глубоких зон морского дна сохранять свои ареалы можно отнести к одной из особенностей шельфовой биоты прошлого. Это означает, что при потеплениях (и похолоданиях) шельфовые комплексы, как ранее указывалось, практически образовывали два уровня: литорально-верхесублиторальный, наиболее подвижный при смене температуры морских вод, и нижнесублиторально-батимальный, менее подвижный. Нижний уровень, кстати, представляет определенный интерес для масштабных корреляций. Не случайно горизонты с *Portlandella* и *Yoldia*, например, олигоцена, транссируются на тысячи километров (от Японии до Чукотки).

Центры возникновения таксонов и сенператоры. Палеобиогеографические реконструкции приводят в ряде случаев к постановке важных проблем в отношении формирования палеосообществ.

На рис. 7 в качестве примера приведена палеобиогеографическая схема Л.В. Титовой для одного из родов гастропод – *Vuccinum* (она очень близка аналогичной схеме рода *Neptunea*). Ее анализ показывает, что представители этого рода появились в Северной Пацифике в эоцене и обитали в морских бассейнах вблизи Японии и Камчатки. В олигоцене – раннем миоцене некоторые виды данного рода переместились к северу, в район Корякского нагорья. Другими словами, до среднего миоцена они отмечались фактически только в западной части Пацифики. И только во второй половине миоцена этот род распространился в восточной части Северо-Тихоокеанской области [Гладенков, Синельникова, 1988]. Если суммировать данные по палеогеографическим схемам других родов и видов моллюсков, то приходится прийти

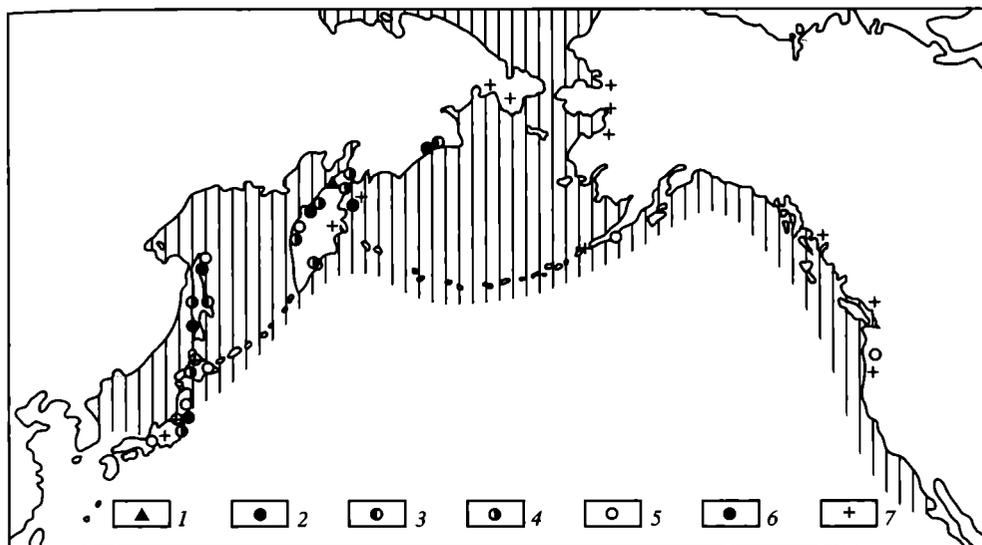


Рис. 7. Геохронологическое и географическое распространение рода *Vuccinum* [Гладенков и др., 1988]

1 – поздний эоцен; 2 – олигоцен; 3 – ранний миоцен; 4 – конец раннего – начало среднего миоцена; 5 – средний–поздний миоцен; 6 – плиоцен; 7 – конец плиоцена – плейстоцена. Штриховкой показан современный ареал

к заключению, что в целом для японско-сахалинско-камчатского региона в эоцене (видимо, позднем эоцене) – неогене были характерны сгущения ареалов и максимумы видового богатства (их называют синператорами).

Из этого можно сделать ряд важных выводов о возможных центрах возникновения новых таксонов в этом регионе, об их постепенном расселении в его шельфовых экосистемах, о значительной устойчивости и в то же время изменении сообществ северо-западного сектора Пацифики.

Наиболее достоверные биогеографические схемы охватывают неоген и, в частности, плиоцен (см. статью К.Б. Барина в настоящем сборнике). Однако сейчас накапливается материал и по палеогену Дальнего Востока. Эти данные свидетельствуют об «обмене» моллюсками азиатской и американской шельфовых зон Северной Пацифики и о неоднократных периодах миграций видов азиатского и североамериканского происхождения. Например, в палеоцене связь камчатских и калифорнийских ассоциаций была весьма тесной (на Камчатке количество общих с Калифорнией форм достигает 50–70%). В среднеэоценовое время на Камчатке количество форм американского происхождения было в 3 раза больше, чем японского, что может тоже говорить о тесных связях биоты североамериканского и североазиатского шельфов. В то же время, в более поздний период (поздний эоцен – олигоцен) камчатский бассейн имел преимущественные связи, видимо, с сахалинско-японским бассейном, так как число форм японского происхождения отмечается здесь в относительно большом количестве.

Причины миграций бентосных комплексов. Выше уже говорилось, что одной из главных причин миграций моллюсков являются климатические колебания. Вряд ли нужно объяснять, что потепления вызывают миграции тепловодных комплексов в северном направлении, а похолодания – холоднолюбивых к югу. Эта своеобразная термическая машина работала в кайнозое синхронно по обоим берегам Северной Пацифики – азиатскому и североамериканскому. Известны случаи, когда во время потеплений тепловодные виды перемещались на север на несколько сотен и даже тысяч километров.

Среди других причин миграций можно указать также на морские течения. Их изменение в геологическом прошлом тоже, по-видимому, влияло на распределение не только планктонных, но и шельфовых сообществ – вне зависимости от того, чем были вызваны перестройки системы течений (тектоническими, геоморфологическими, климатическими или иными причинами). Яркой иллюстрацией может служить изменение и смещение течений Пра-Ойя-Сиво и Пра-КуроСию в неогене.

В ряде случаев играют свою роль в расселении комплексов и другие причины. Известно, например, о трансгрессиях плиоцена, связанных, видимо, с эвстатическими колебаниями уровня моря. Некоторые исследователи напрямую связывают с ними появление арктических элементов в тихоокеанских комплексах (с *Astarte borealis* – на уровне 5,4 млн лет, *A. elliptica* – 4 млн лет, *Tridonta*, *Cyrtodaria* – 3,6–3,25, *Astarte montaque* – $2,2 \pm 0,3$ млн лет).

Наряду с этим имеется еще одно обстоятельство, которое нередко пока недооценивается, но которое может иметь прямое отношение к расселению бентосных ассоциаций. Из анализа палеонтологических материалов можно предположить, что экспансия донных организмов в новые районы в каких-то случаях, видимо, контролируется конкурентным давлением со стороны аборигенного населения. Миграции различных бентосных групп часто обеспечиваются не только и не столько морскими течениями, как это обычно принимается, а биотическими факторами. Иллюстрацией может служить пример с современной биотой Арктического океана, в которой северотихоокеанские роды двустворок составляют до 70%, что связывается с миграцией моллюсков и захватом ими экологических ниш в шельфовых зонах Арктики, обусловленными, видимо, в не последнюю очередь именно биотическими факторами.

Можно привести и другой уже упоминавшийся пример, ставший классическим и относящийся к плиоценовой экосистеме бореальных и арктических широт. Около 5,3–5,4 млн лет назад при первом в неогене открытии Берингова пролива (в силу тектонических движений и/или эвстатических колебаний) имели место миграции морских моллюсков из Тихого океана в Арктику и далее в Северную Атлантику и, наоборот, из Арктики в Тихий океан. Они в отдельные этапы отличались асимметрией: так, миграция в раннем плиоцене из северотихоокеанской области в арктическую по числу видов в восемь раз с лишним превышала шедшую в обратном направлении [Gladenkov A., Gladenkov Yu., 2004].

Сейчас имеется несколько гипотез относительно причин подобных инвазий, многие из которых, кстати, классифицируются как асимметричные, т.е.

ориентированные преимущественно в одном направлении, например, от Японии к тихоокеанскому побережью Северной Америки или от Берингова пролива в Арктику вдоль североамериканского, а не азиатского побережья и пр.

Так, некоторые миграции биоты из одного района в другой связывают с преобладанием числа видов в первом районе, который служил донором для второго. Можно предположить, что миграции могли быть обусловлены также разницей темпов вымирания видов в разных бассейнах (прохорезы шли в стороны районов, где этот темп был выше), что коррелируется с определенными экологическими условиями. При этом иногда отмечают, что эволюция мигрантов тихоокеанского происхождения в Северной Атлантике и Арктике была более заметна, чем у мигрантов, попавших в тихоокеанский бассейн из арктического. Нельзя не принимать также во внимание и влияние на миграции гидрологических особенностей палеобассейнов (перемещение водных масс, морских течений и пр.).

Характер конкретного действия биотических факторов остается пока слабо раскрытым и не очень доказанным, хотя оно несомненно присутствует. В этом отношении, но в более широком смысле, можно думать и о давлении в переходных зонах соседних экосистем друг на друга, приводящем к расширению одних и сокращению других. В этом отношении не случайно отмечается, что преимущественная направленность миграций биоты из Пацифики в Арктику связана именно с большой активностью северотихоокеанской экосистемы.

В широком смысле влияние мигрантов на формирование биоценозов арктической или тихоокеанской экосистем пока до конца не осознано. Занимая определенные экологические ниши, мигранты могут стать важным элементом той или иной экосистемы (скажем, в современных комплексах Северной Пацифики астартиды играют заметную роль и входят в число индексов-видов бореальных биоценозов: *Astarte rollandi*, *A. alaskensis*, *A. ioani* и др.). Закрепляясь в «новых» экосистемах, миграционные элементы со временем становятся существенной частью местных биоценозов и через определенный период сами могут рассматриваться в качестве «местных» в пределах нового этапа геологического времени.

В то же время часть комплексов «пришельцев» могла и не закрепиться в новых биоценозах. Со временем они могли вообще исчезнуть или быть оттесненными. Например, климатический фактор в конце концов привел к формированию в плиоцене–квартере своеобразной арктической фауны, где бореальные формы или изменили свои ареалы (и «отошли» в более южные широты) или частично вынуждены были использовать какие-либо приспособительные возможности (становиться более холодоустойчивыми и пр.). В результате в Арктике после похолодания 2,7 млн лет назад и особенно в четвертичное время были сформированы сначала арктобореальные, а затем и арктические сообщества. Например, комплекс моллюсков с *Portlandia* появился в Арктическом бассейне в начале квартала (он отмечен в эоплейстоцене Исландии) и широко распространился по всему шельфу региона, заходя во время сильных похолоданий через Берингов пролив и в Северную Пацифику [Гладенков, 1978].

Вместе с тем, не следует относиться к интерпретациям миграционных явлений излишне прямолинейно, относя все изменения ареалов родов и видов к смене климата или, точнее, температур поверхностных вод. Сейчас появляется целый блок интересных работ, которые вскрывают весьма сложные процессы изменения биохором таксонов или сообществ во времени и пространстве. Рассмотренные в историческом аспекте, они приводят к непростым и даже в какой-то мере непривычным реконструкциям.

Например, недавно при анализе рода *Hiatella* выяснилось следующее. Этот род возник в мезозое и был связан с холодно-умеренными и полярными регионами кайнозоя [Gordillo, 2001]. Большая изменчивость, приспосабливаемость к разным средам обитания, способность к перемещению – все это способствовало широкому (биполярному) распространению хиателл. На рис. 8 показаны предполагаемые пути миграций этого рода, данные в геологической последовательности от эоцена донныне. Многое здесь остается неясным. Например, почему миграции проходили сначала из Северной Атлантики в Южное полушарие (эоцен), а затем последовательно в Северную Пацифику (олигоцен) и далее в Арктику (плиоцен) и южные моря (квартер). Подобные примеры заслуживают специального детального анализа.

Некоторые нерешенные проблемы. Вместе с успехами в раскрытии биогеографических ситуаций прошлого имеются проблемы, которые требуют специального анализа в будущем. Это относится к характеру освоения шельфовых зон донными палеосообществами, скорости миграционных процессов и т.п.

Например, недостаточно пока раскрыт вопрос о путях миграции донных комплексов тихоокеанского происхождения в Арктике – от Берингова

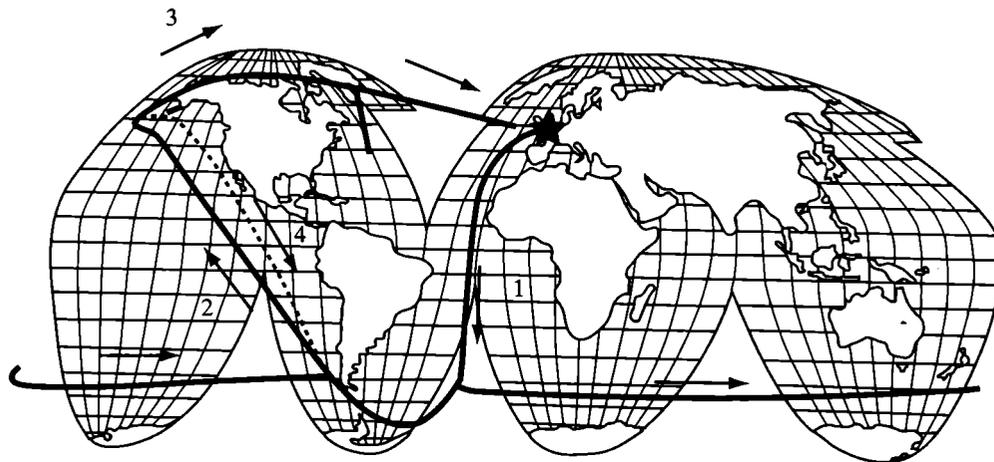


Рис. 8. Предполагаемые маршруты распространения *Hiatella* в разные геологические периоды

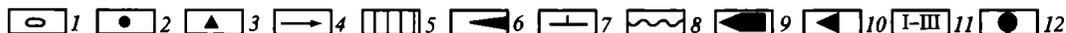
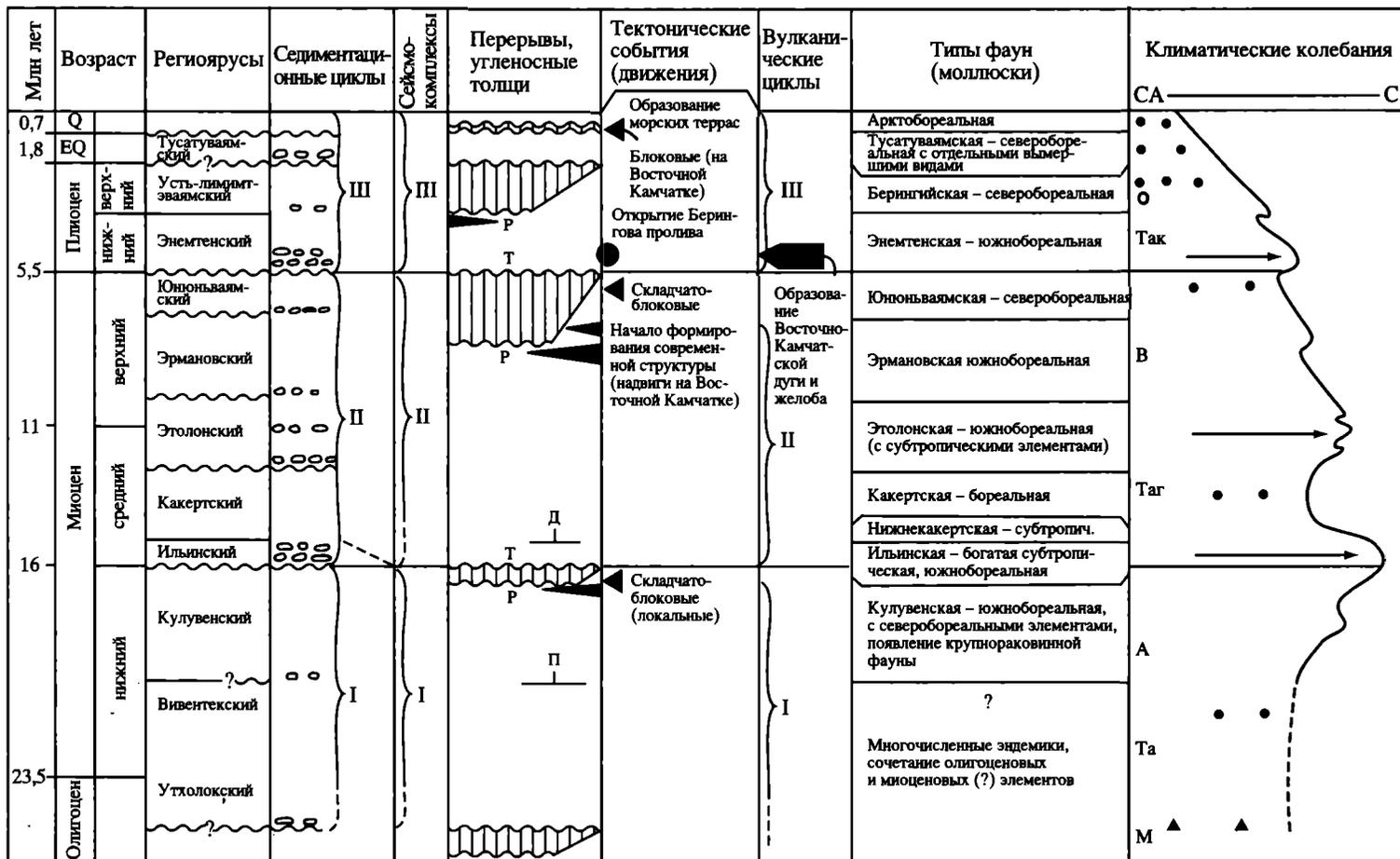
1 – из Северной Атлантики, 2 – из Южного океана, 3 – из Северной Пацифики через Арктику, 4 – из Северной Пацифики в южные моря [Gordillo, 2001]

пролива до североатлантических районов. Какие шельфовые зоны они преимущественно использовали: арктические евроазиатские или североамериканские, – пока не ясно. Отсутствие соответствующих данных не позволяет в связи с этим восстанавливать направленность морских течений и характер гидрорежима прошлого. А для миграции североатлантических сообществ (с *Astarte*) в Пацифику и, наоборот, тихоокеанских (с *Mya*, *Neptunea* и пр.) в Северную Атлантику эти факторы были весьма важными. Здесь, кстати, уместным выглядит упоминание о физических и климатических барьерах. В Арктике в настоящее время в качестве физического барьера выступает, например, Новосибирское мелководье, влияющее на распространение шельфовой биоты. На это же распространение влияет сейчас и специфический температурный режим этого региона – низкая температура воды, наличие пакового льда и распресненных вод вдоль него. В неогене климатические условия были, видимо, иными (температура воды более высокая, чем в четвертичное время), иначе моллюски бореального типа из Пацифики не смогли бы пересечь холодные воды (арктического типа) Полярного бассейна. Но каким путем мигранты североатлантического происхождения «дошли» до Берингова пролива (с учетом направленности морских течений прошлого) – неясно.

Как уже говорилось, остается пока разночтение и в оценке скорости миграции биотических комплексов в шельфовых зонах того или иного бассейна и прежде всего на шельфах бассейнов, куда попадали мигранты через проливы из других водоемов. Была ли эта скорость практически «мгновенной» или растянутой на миллионы лет, в свете собранных данных пока не расшифровано окончательно. Ведь если Берингов пролив открылся 5,4 млн лет назад, а «пришельцы» из Тихого океана в Северной Атлантике появились около 4,7–4,8 млн лет назад [Mejer, 1993] – это самые древние из имеющихся датировок, то можно подсчитать, что для пересечения Арктического бассейна (6–7 тыс. км) донным комплексам, видимо, понадобилось около 0,5 млн лет. Однако эти данные нуждаются в уточнении. Окончательные выводы можно будет получить только на основе новых детальных исследований (последные сборы всех групп ископаемых, анализ их систематического состава и биогеографических характеристик). Между тем, из данных по астартидам, которые прошли из Арктики в Тихий океан и распространились от Берингова пролива до Камчатки и Японии в конце миоцена – начале плиоцена, следует, что их расселение в Северной Пацифике произошло геологически мгновенно.

Заканчивая заметки по некоторым аспектам, входящим в круг палео-биогеографических проблем, хотелось бы обратить внимание на несколько моментов.

Первое. Надо сказать, что палеобиогеография особенно информативна и полезна для геологии в тех случаях, когда она базируется не только на ареалах отдельных таксонов низкого уровня, но и на ареалах сообществ с их типичными таксонами разных групп и характерными доминантами того или иного временного интервала. Кроме того, для выделения биогеографических подразделений крупного масштаба приходится использовать «другой



инструмент» – таксоны высокого ранга (рода, семейства и пр.). Однако все-таки при этом надо понимать, что начало обобщающих построений, важных для региональной стратиграфии, лежит в анализе первичных данных по видовым и родовым таксонам. Этот анализ особенно важен, если действительно ставится цель использовать биогеографические данные в стратиграфических целях – для выделения пространственной значимости таких подразделений, как биостратиграфические зоны (или лоны) или ярусы и региоярусы (горизонты).

Второе. Безусловно, признавая определенную самостоятельность палео-биогеографических построений, следует обратить внимание на необходимость их комплексации с другими геологическими данными («бассейновыми», седиментационными, палеоклиматическими и пр.), что позволяет контролировать эти построения и делать их более геологически обоснованными, рассматривая их в контексте геологической истории и взаимосвязи различных событий. В этом отношении чрезвычайно полезным является создание *календарей геологических событий*. Эти календари наглядно показывают геологическую ситуацию, на фоне которой происходили палеогеографические и палеобиогеографические перестройки. Сошлемся только на один старый пример из нашей практики. На рис. 9 отражены сценарий и тренд изменения разных геологических процессов неогена на территории Камчатского региона. Даже самый общий анализ этого рисунка может привести к ряду важных выводов в оценке палеогеографических обстановок.

Третье. Двигаясь в направлении определенной формализации понятий и терминов, относящихся к палеобиогеографии, нужно очень деликатно относиться к тем или иным рекомендациям на этот счет. Здесь всегда можно нарушить здравый смысл. Выделение биохорей по разным ископаемым группам различных временных эпох (особенно палеозоя) может оказаться в рамках неодинаковой достоверности и достижимости. Однако во всех случаях каждый исследователь должен четко объяснить свой подход к процедуре палеобиогеографического районирования, чтобы его коллеги быстро поняли, как надо делать и какие преимущества у этого подхода.

Четвертое. В ряду палеобиогеографических проблем по морским бассейнам всегда остро будет стоять вопрос о сходстве или различии биогеографии планктона, с одной стороны, и бентоса – с другой. Или иная проблема – определенное «несходство» биогеографий мелководных сообществ и относительно глубоководных ассоциаций. Особое внимание при этом всегда будет привлекать также анализ положения в пространстве и времени эко-

←
Рис. 9. Корреляция геологических событий неогена Камчатки [Гладенков, 1988]

1 – конгломераты; 2 – галька ледового разноса; 3 – валуны и глыбы; 4 – миграция тепловодных комплексов; 5 – перерывы; 6 – угленосные формации; 7 – появление песчаников (П); диатомитов (Д); 8 – несогласия, размывы; 9 – образование Восточно-Камчатской вулканической дуги и Камчатского желоба; 10 – тектонические движения; 11 – крупные циклы и климатические оптимумы; 12 – открытие Берингова пролива. Т – трансгрессии; Р – регрессии.

Типы фаун Северной Японии: М – Момидзияма, Та – Татсукобу-Тсубетсу, А – Асахи, Таг – Тагешита, В – Вакканай (Шиобара), Так – Такикава, О – Омма-Мангандзи.

Климат: СА – субарктический, С – субтропический

тонных (переходных) зон, которые во многих случаях являются отражением как климатических, так и разных палеогеографических, гидрологических и других обстановок прошлого.

И последнее. Накопление материалов по палеобиогеографическим проблемам приведет, видимо, к более взвешенному и более, чем сейчас, универсальному подходу к их решению. Здесь очень важны всесторонние обсуждения и конструктивная критика предлагающихся вариантов и моделей по этой тематике. От обоснованности палеогеографических и палеобиогеографических построений в значительной мере зависит интерпретация многих геологических вопросов. Представляется, что палеогеография должна предшествовать или сопровождать, например, тектонические реконструкции, которые обычно «живут своей жизнью». В связи с этим палеогеографы часто справедливо критикуют тектонические модели. Однако все-таки, как любил говорить В.В. Меннер, всегда лучше не столько критиковать, сколько что-то предлагать.

В заключение хочется сказать следующее. В.В. Меннер принадлежал к выдающимся ученым отечественной геологии и стратиграфии. С его деятельностью связано развитие как традиционных, так и новых перспективных направлений стратиграфических исследований. Он всегда умел определить их место в геологических работах и высветить их положительные стороны. В этом отношении он как стратег оценивал и громадную роль палеогеографии (в широком смысле) в стратиграфических изысканиях. Подтверждением этому может служить хотя бы одно из его высказываний двадцатилетней давности, которым мы и закончим данную статью.

«Палеогеографические построения в геологии всегда пользовались правом гражданства, но только в XX в. их стали использовать как метод исследований, и это во многом определило результативность работ советских стратиграфов. Сейчас палеогеографические методы в виде так называемой экостратиграфии входят все шире и шире и в международную практику стратиграфических работ. Они обещают в ближайшем будущем вывести стратиграфические исследования на широкую столбовую дорогу, идя по которой геологи, наконец, смогут осветить в деталях реальный ход геологической истории нашей планеты, понять обуславливающие его причины; на этой основе они получат возможность судить и о предстоящих изменениях окружающей нас среды, что с каждым годом по мере развития человечества приобретает все большее и большее значение» [Меннер, 1979].

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов РФФИ (№ 05-05-64072) и РФФИ-JSPS (№ 05-05-66935ЯФ).

ЛИТЕРАТУРА

- Вернадский В.И.* Биосфера. Л.: Изд-во науч.-техн. лит., 1926. 170 с.
Гладенков Ю.Б. Морской верхний кайнозой северных районов. М.: Наука, 1978. 194 с.
Гладенков Ю.Б. Стратиграфия морского неогена северной части Тихоокеанского пояса. М.: Наука, 1988. 210 с.
Гладенков Ю.Б. Зоны перехода от океана к континентам: опыт стратиграфических и палео-экосистемных исследований // Изв. РАН. Сер. геол. 1992. № 9. С. 11–34.

- Гладенков Ю.Б. Биосферная стратиграфия: (Проблемы стратиграфии начала XXI в.). М.: ГЕОС, 2004. 119 с.
- Гладенков Ю.Б., Братцева Г.М., Синельникова В.Н. Морской кайнозой залива Корфа восточной части Камчатки // Очерки по геологии северо-западного сектора Тихоокеанского тектонического пояса. М.: Наука, 1987. С. 5–73.
- Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н. Моллюски и климатические оптимумы миоцена Камчатки. М.: Наука, 1990. 174 с.
- Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н., Титова Л.В. Этапность развития фауны шельфовых бассейнов неогена Камчатки (на примере букцинид) // Литология и стратиграфия мезозоя и кайнозоя восточных районов СССР. М.: Наука, 1988. С. 68–134.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А. Моллюски залива Посъет (Японское море) и их экология // Моллюски, их роль в биоценозах и формировании фаун. Л.: Наука, 1967. С. 5–154.
- Гурьянова Е.Ф. Закономерности распределения современной морской фауны и принцип районирования Мирового океана // Вопросы палеобиогеографии и биостратиграфии. М.: Госгеолтехиздат, 1957. С. 15–24.
- Зенкевич Л.А. О задачах, объекте и методе морской биогеографии // Зоол. журн. 1947. Т. 26, вып. 3. С. 5–26.
- Макридин В.Л., Мейен С.В. Палеогеографические исследования // Современная палеонтология. М.: Недра, 1988. Т. 2. С. 5–30.
- Мейен С.В. Введение в теорию стратиграфии. М.: Наука, 1989. 213 с.
- Меннер В.В. Биостратиграфические основы сопоставления морских, лагунных и континентальных свит. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 373 с.
- Меннер В.В. Задачи стратиграфии и палеогеографические методы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1979. № 12. С. 20–29.
- Нижний палеоген Западной Камчатки / Ю.Б. Гладенков, А.Е. Шанцер, А.И. Челебаева и др. М.: ГЕОС, 1997. 366 с.
- Решения рабочих Межведомственных региональных стратиграфических совещаний по палеогену и неогену восточных районов России – Камчатки, Корякского нагорья, Сахалина и Курильских островов / Под ред. Ю.Б. Гладенкова. М.: ГЕОС, 1998. 177 с.
- Chinzei K. Neogene molluscan fauna in the Japanese Islands: An ecologic and zoogeographic synthesis // Veliges. 1978. Vol. 21, N 2. P. 155–170.
- Gladenkov A.Yu., Gladenkov Yu.B. Onset of connections between the Pacific and Arctic Oceans through the Bering Strait in the Neogene // Stratigr. and Geol. Correlation. 2004. Vol. 2, N 2. P. 175–187.
- Gordillo S. Puzzling distribution of the fossil and living genus *Hiatella* (Bivalvia) // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 2001. Vol. 165. P. 231–249.
- Hallam A. Facies interpretation and the stratigraphic record. Oxford; San Francisco: Freeman, 1981. 327 p.
- Ikebe N., Tsuchi R. Synopsis of Japanese Neogene stages // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1984. Vol. 46. P. 1–10.
- Ingle J.C., Jr. Neogene Foraminifera from the northeastern Pacific Ocean, Leg 18, Deep Sea Drilling Project // Init. Rep. DSDP. 1973. Vol. 18. P. 517–567.
- Marincovich L. Eastern Pacific molluscan bioevents and their relation to Neogene planktonic datum planes // Pacific Neogene datum planes / Ed. by N. Ikebe, R. Tsuchi. Tokyo: Tokyo Univ. press, 1984. P. 69–74.
- Mejer T. Stratigraphic notes on *Macom* (Bivalvia) in the southern part of the North Sea basin and some remarks on the arrival of Pacific species // Scr. geol. 1993. Spec. issue 2. P. 297–312.
- Oda M., Hasegawa S., Handa N. Integrated biostratigraphy of planktonic foraminifera, calcareous nanofossils, radiolarians and diatoms of Middle and Upper Miocene sequences of Central and Northeast Honshu, Japan // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1984. Vol. 46. P. 53–69.
- Zachos J., Pagani M., Sloan L. et al. Trends, rhythms and aberrations in global climate 65 Ma to Present // Science. 2001. Vol. 292. P. 686–693.