

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ
АСПЕКТЫ
СОВРЕМЕННОЙ
ПАЛЕОНТОЛОГИИ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ВСЕСОЮЗНОЕ ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
ACADEMY OF THE SCIENCES OF THE USSR
ALL-UNION PALEONTOLOGICAL SOCIETY



THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS OF MODERN PALEONTOLOGY

*PROCEEDINGS OF THE XXXIII SESSION
OF THE ALL-UNION PALEONTOLOGICAL SOCIETY
(January 1987, Leningrad)*

Editors-in-chief
T. N. BOGDANOVA, L. I. KHOZATSKY



LENINGRAD
„NAUKA” PUBLISHERS
LENINGRAD BRANCH
1989

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

5331
ТРУДЫ XXXIII СЕССИИ ВСЕСОЮЗНОГО
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
(январь 1987 г., Ленинград)

Ответственные редакторы
Т. Н. БОГДАНОВА, Л. И. ХОЗАЦКИЙ



ЛЕНИНГРАД
„НАУКА”
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1989



В сборнике помещены доклады, сделанные на XXXIII сессии ВПО, посвященной различным теоретическим и прикладным аспектам современной палеонтологии, показывающим ее связи с другими науками о Земле и влияние ее на развитие смежных отраслей естествознания. В ряде статей рассмотрены возможности использования палеонтологических данных для познания истории литосферы, новые и нетрадиционные методы обработки палеонтологических данных; уникальные палеонтологические объекты. Освещены вопросы периодичности развития органического мира, микро- и макроэволюции.

Сборник рассчитан на широкий круг геологов-палеонтологов, стратиграфов, геологов-съемщиков, биологов и химиков.

Редакционная коллегия:

академик Б.С. Соколов (председатель), Л.И. Хозацкий (зам. председателя), Т.Н. Богданова, Э.М. Бугрова, И.В. Васильев, Л.М. Донакова, И.М. Колобова, Н.В. Кручинина, Г.Я. Крымголыц, Т.Л. Модзалевская, академик В.В. Меннер, А.Н. Олейников, Д.Л. Степанов

Рецензенты: Г.Я. Крымголыц, С.В. Лобачева

This collection contains papers presented at the XXXIII Session of the All-Union Paleontological Society (VPO), high-lighting different theoretical and applied aspects of modern paleontology, showing its links with other Earth sciences and its impact on the development of the related branches of natural science. Some of the papers discuss the possibilities of using paleontological evidence for studying the history of lithosphere, new and non-traditional methods of processing paleontological data; unique paleontological objects. High-lighted are the problems of periodicity of the organic world, micro- and macroevolution.

This collection of papers is meant for specialists in different fields of geology, i. e. paleontologists, stratigraphers, surveyors, biologists, and chemists.

Editorial Board:

Academician B.S. Sokolov (Chairman), L.I. Khozatsky (Vice-Chairman), T.N. Bogdanova, E.M. Bugrova, I.V. Vasiljev, L.M. Donakova, I.M. Kolobova, N.V. Kruchinina, G.Ya. Krymgolts, T.L. Modzalevskaya, Academician V.V. Menner, A.N. Oleynikov, D.L. Stepanov.

Reviewed by: G.Ya. Krymgolts and S.V. Lobacheva

T-1904000000-608
055(02)-89 519-89, кн. 2

© Издательство „Наука“, 1989 г.

ISBN 5-02-024488-0

Б. С. С о к о л о в

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

На предыдущей сессии ВПО, в Таллине, обсуждались важнейшие биотические события в истории Земли – то, что нам о них известно, какова их природа и значение в истории нашей планеты, какими путями следует двигаться дальше в их все более глубоком познании. Эта проблема грандиозна по своей научной неисчерпаемости и прогностической многозначительности для будущего.

Чего еще нам порой не хватает для достижения целостного и полного понимания названной здесь и ряда других проблем? Нам часто не хватает стремления принять иной взгляд на вещи, чем тот или иной тривиальный, но недостаточно глубокий взгляд. не хватает умения не путать причины со следствиями (а ведь тех и других бывает много). Словом, недостаточно нам порой широты мышления и терпимости, без которых невозможны поиски истины и необходимые критические переоценки даже тех эмпирических обобщений и теорий, которые мы воспринимаем как непротиворечивые, без размышления отсекая „неудобные парадоксы“. Но думается, что одна из задач науки прежде всего и состоит в трезвом учете и объяснении подобных парадоксов, фактов, не вписывающихся в канонические схемы. Только на этом пути возможны переходы на новые ступени знания, восхождение, а не топтание на месте. Настоящая наука должна быть именно ничем не ограниченной, свободной сферой деятельности в области раскрытия закономерностей развития природы. Эта деятельность далеко не всегда сулит неперенные лавры, а иной раз, при самых честных намерениях, может увести мысль и исследовательские средства на путь второстепенный или даже вообще ошибочный. Чтобы избежать этого в науке, необходимо подлинное мужество и неистощимое трудолюбие.

Лишь при такой научной стратегии, свободной от догматизма и тупой тривиальности, возможен научный прогресс, а следовательно и открытие новых путей практических приложений науки. Только заскорузлый эпигон „ползучего практицизма“ мог бы усмотреть в этих словах противоречие всем известному тезису о практике как критерии истины. Прямая и обратная связь здесь самоочевидны. Неочевидна только сиюминутная экономическая выгода от научного открытия.

Законы природы, науки, искусства, как и законы развития общества, были открыты не за деньги и не ради наживы. Это результат

неукротимого желания знать, знать как можно глубже и полнее. Для Человека этот процесс неудержим и теперь его может остановить только гибель Разума. Но данный процесс никогда не был прямолинейным, ровным и спокойным, бесконфликтным, непротиворечивым; это путь непрекращающегося столкновения идей, борьбы мнений, расходящихся и пересекающихся направлений мыслей, их синтеза и распада. Все это, и многое другое – норма существования науки, поискового или фундаментального знания, как главного компонента научного прогресса. Этот прогресс можно ускорить, замедлить, в известных условиях даже на время остановить и направить вспять, однако, как и мировое движение в целом, он безостановочен и у него нет каких-либо естественных ограничений. Последние создаются искусственно в целях злонамеренной узурпации знания людьми, далекими от науки, но понимающими ее мощь в плане реализации амбиций своего властолюбия. Прежде всего в этом и состоит суть современного мирового конфликта между прогрессивными устремлениями человеческого общества, с одной стороны, и намерениями темных сил использовать в своих целях науку и технику (особенно милитаризованную) – с другой; жертвами такого конфликта могут стать люди Земли и их общий дом – маленькая, почти чудом возникшая зеленая планета.

Допущенное здесь некоторое уклонение в сторону общих рассуждений о прогрессе науки и возможных путях использования ее результатов, уклонение в специфику самой сферы деятельности в области науки, легко понять: мы слишком встревожены процессами, происходящими в мире и в окружающей нас биосферной среде, слишком неожиданными сторонами обернулись к нам диалектика и практика развития самой науки, и уж совсем перестает быть „чистой” и отвлеченной наука, сближающая всех нас.

Мы не можем сейчас не испытывать тревоги и за будущее палеонтологии, а это, несомненно, одна из фундаментальных наук естествознания, пронизывающая своим историзмом всю геологию и эволюционную биологию. Она имеет целый ряд важнейших приложений в геологической практике и обладает, по сравнению с другими науками о Земле и жизни, особым правом на наиболее убедительные суждения о тенденциях в развитии всего биосферного процесса, правом на его определенное прогнозирование.

Вступая в год семидесятилетия существования Советского государства, было бы уместно подвести некоторые итоги нашей деятельности. Однако членам общества они достаточно хорошо известны, поскольку мы регулярно делали это в связи со всеми юбилейными датами, связанными с жизнью страны и самого Всесоюзного палеонтологического общества, отметившего в 1986 г. собственное семидесятилетие. Неоспоримы наши значительные успехи в расширении региональной деятельности (общество имеет более тридцати отделений в республиканских и областных центрах страны), в восстановлении, с переходом в АН СССР, регулярного издания томов „Ежегодника ВПО” и Трудов годичных сессий (за 10 лет, с 1976 г. вышло в свет 25 книг и два издания „Справочника”), в тесном

сотрудничестве на протяжении более чем 30 лет с Межведомственным стратиграфическим комитетом СССР, обеспечивающим всю геохронологическую базу Государственной геологической службы, включая интересы всех министерств и ведомств.

Особое значение приобрели наши ежегодные тематические сессии (нынешняя из них стала тридцать третьей), которые привлекают многие сотни палеонтологов и стратиграфов с территории всей страны; выездные сессии, организованные в последние годы по рекомендации Ленинградского обкома КПСС, прошли в Свердловске, Ташкенте, Львове, Таллине, Баку. Сопровождаемые одновременным созывом профессиональных заседаний постоянных комиссий МСК, исследовательских рабочих групп и различными коллоквиумами, эти сессии давно уже приобрели значение важнейших всесоюзных палеонтологических и биостратиграфических школ. В последние годы специализированные палеонтологические школы начал проводить и Научный совет АН СССР по проблеме „Пути и закономерности исторического развития животных и растительных организмов“. Вероятно, деятельность всех родственных центральных и региональных палеонтологических и стратиграфических организаций нуждается на современном этапе в значительно большей координации и кооперации, поскольку затрагивает интересы более чем 2000 специалистов.

Я хотел бы теперь особо остановиться на некоторых современных оценках состояния и задачах палеонтологических исследований, которые ставятся перед нами переживаемым временем, происходящими в стране революционными по своему смыслу преобразованиями и стремительно растущими требованиями к научно-техническому прогрессу. Затрагивает ли этот процесс столь классическую науку, как наука о древнейших организмах Земли? Все ли в ее состоянии и перспективах развития благополучно? Наконец, правильно ли определено ее место в системе наук и прежде всего тех, на фундаментальных успехах которых проектируется крутой экономический и социальный подъем страны?

Мы очень привыкли к таким выражениям и понятиям, как „мой объект исследования“, „моя наука“, „принятое нами направление“, „наш проект“, „круг моих интересов“, „полученное задание“ и т.д. и т.п. По существу в этом нет ничего предосудительного, во многом это хорошо и верно, особенно если отражает высокий профессионализм, но очень часто выражается—то этим в немалой степени и узость кругозора, замкнутость, убежденность в своей исключительности или особом значении только своего предмета, направления, объекта изучения. Как много у нас возрастает на подобной почве келейной успокоенности, непреодолимых барьеров между лабораториями даже очень близкого профиля, боязни вторжения идей конкурирующего „соперника“, да и просто отторжения критических оценок, глухого неприятия вопросов, заставляющих думать и работать по-новому! Проще ведь не спорить, со всем соглашаться, работать, как давно привыкли. А ведь привыкли мы к слишком многому везде и на всех уровнях!

Застойное, трафаретное мышление, лишенное творческого начала, — это прямая угроза прогрессу, которая в науке одинаково немислима как вне многопрофильного смелого коллектива, так и без умелых, нравственно зрелых и одаренных лидеров. Думаю, что наилучшим образом эту мысль недавно (Правда, 1986, 2 октября) высказал Михаил Сергеевич Горбачев. «...В сфере науки и образования, — сказал он, — надо решительно ломать ведомственные барьеры, причем не только между вузовской, академической и отраслевой наукой, но и в самой сфере высшего образования, разорванного по десяткам „департаментов“. Диалог, а не монолог, — вот что является необходимым элементом действительно творческого процесса образования и воспитания молодежи». А к ней, как к нашему будущему — прежде всего должны быть сейчас устремлены наши мысли.

Я достаточно хорошо знаком и со сферой науки, и со сферой подготовки кадров как в своей стране, так и за ее пределами, знаю, где что хорошо и где что плохо, где мы еще держим первенство, а где недопустимо отстали. А вы не хуже меня знаете, что, хотя мы и продолжаем оставаться одной из ведущих геологических держав мира, в ряде важнейших направлений геологии и пронизывающей ее палеонтологии у нас возникли зияющие бреши. Для их ликвидации потребуются не только ответственные решения, но и годы времени. В сложных судьбах человеческого общества XX века мы не один раз сталкивались с тревожащим душу понятием „потерянных поколений“. Во многих случаях причины этих потерь были фатальными, но сейчас я говорю о других потерях поколений — о тех, кого надо было своевременно готовить, учить и воспитывать, готовить в том числе и тех, кто мог бы учить и воспитывать. Эти потери оказались горькой данью нашей ведомственной бюрократизации и окутанным густой таинственностью процедурам „планирования“. Доля вины в этом ложится и на всех нас.

К сожалению, Министерство геологии СССР, по-видимому, никогда не имело долгосрочной программы подготовки кадров палеонтологов и стратиграфов с дифференцированной номенклатурой. Молчаливо обходится и директива XXV1 съезда КПСС об ускоренном региональном геологическом изучении территории страны. А ведь XXVII съезд КПСС вовсе не отменял эту директиву. У нас просто не хватает реальных творческих сил для ее выполнения и мы упустили время, хотя никогда не тратили так много слов по поводу „фактора времени“.

Упущено из поля зрения и другое — то, что геолого-съемочная работа, это комплексное, подлинно системное научное исследование, а не рядовое производственное задание для ПГО, в которых просто нет ни количественно, ни качественно квалифицированных съемщиков и поисковиков, нет литологов, нет палеонтологов, нет стратиграфов. Вымирают минералоги, кристаллографы, петрографы. Ежегодно приходится убеждать наших министров в недопустимости слияния так называемых малочисленных кафедр в вузах и университетах, готовящих соответствующих специалистов. Однако именно они только и способны поддерживать передовой уровень в развитии подлинно

фундаментальных направлений в геологии и вообще в науках о Земле и ее прошлой жизни (оказавшейся к тому же основным конденсатором топливно-энергетических ресурсов всей планеты). На смену идет поток суррогатных программ, скорее мешающих научному локальному и региональному прогнозу, чем помогающих ему. Руководителей такой „перестройки“ характеризует скорее поспешное стремление замаскировать некомпетентность и вину за упущенные возможности, чем подлинная широта взглядов и умение смотреть правде в глаза.

Упущения в развитии фундаментальных направлений науки грозят тяжелыми последствиями и потерями в будущем. Современные требования к технизации, в том числе в геологических и биологических науках, абсолютно закономерны (для нас это прежде всего прецизионная аппаратура, математизация и информационные системы) – это повелительно предопределенный путь развития научно-технического прогресса. Но нельзя забывать принципиальную несводимость человека к машине; со своими обширными знаниями, интуицией, так или иначе мотивированными поступками, в незапрограммированной свободе выбора решений, первый всегда будет доминирующей силой (естественно, и в сфере ошибок). Даже в такой передовой области, как современные атомные энергетические устройства, так и осталась нерешенной проблема человека-машинных взаимодействий.

Что должно особенно беспокоить нас сейчас на пороге серьезнейшего испытания связи времен? Она – эта связь, конечно, не распадется, прошлое всегда будет принадлежать и служить будущему. Но все ли прошлое нам необходимо брать с собой? Я бы прежде всего предпочел брать у прошлого у р о к и. И те, которые были нашей гордостью, и те, которые обернулись просчетами.

Палеонтологи представляют собой довольно редкую породу людей-исследователей из той категории, которая заняла свое особое место на стыке наук. О таких принято говорить, как об исследователях нового типа, носителях прогрессивного начала, рожденных сближением знания, на таких принято возлагать оптимистические надежды. Палеонтология, после длительной эпохи истолкования объектов ее изучения как курьезов природы, уже давным давно оказалась поставленной на рубеж между геологией и биологией. Ее вклад в геологические и биологические науки, а вместе с тем и во всю материалистическую философию естествознания оказался поистине революционным. Саму геологию из хаотического собрания бесчисленных сведений о земных горных породах она превратила в стройную историческую науку. Только она положила начало подлинного переворота в геологии, значение которого не идет ни в какое сравнение ни с одной из геодинамических концепций, включая и так называемую концепцию перемещения литосферных плит. И этот переворот отнюдь не перевернутая страница в истории геологических наук.

Прочно войдя в биологический фундамент теории эволюции, палеонтология (вместе с биологической стратиграфией) сделала саму терминологию эволюционизма достоянием также и геологических наук. Когда мы говорим об историзме геологии, эволюции геоло-

гических процессов, их направленности, мы попросту не задумываемся теперь уже над тем, что эти понятия пришли в науки о Земле из палеонтологии и исторической биологии. А ведь речь идет и о важнейшей базе понимания закономерностей размещения полезных ископаемых в земной коре.

Думается, что теперь потеряла всякое значение и нудная дискуссия на темы: является ли палеонтология „служанкой геологии“ или не остается ли она до сих пор „падчерицей биологии“. Даже если кому-то и хочется еще пользоваться подобными эпитетами и возбуждать этими словами страсти любителей полемики, в них, однако, нет ничего унижающего палеонтологию – слишком уж очевидна ее выдающаяся роль как в прогрессе геологии, так и в прогрессе биологии, в развитии теоретических основ и принципов той и другой. Палеонтология, как воистину фундаментальная область человеческого знания и его культуры, не нуждается в пышном пьедестале. Однако почему же носители этого знания – палеонтологи оттесняются все более на второй план среди тех, кто призывается сейчас изучать земные недра? По-видимому, не последнюю роль в этом процессе играет „гвардейский“ натиск технократического бума и нарастающий вад высокомерия чиновников этого бума и не получивших полноценного образования узких специалистов, убежденных в том, что, расчленив целостное природное явление на его составные части и изучив их с помощью различных частных методик и ультрасовершенных аппаратурных разработок, они могут покончить с „устаревшей классикой“.

В науке часто виднее всего оказываются парадные ширмы, а не трезвые мысли и действительно могучие, хорошо вооруженные идеи. А творцы самих идей – это главная ударная сила науки! Но как много их было затоптано стадами безродных эпигонов и их бездарных погонщиков. И это тоже те уроки истории наших наук, которые преступно выкидывать из памяти. Они учат, учат через потерянные десятилетия. И пусть это не покажется странным – учат тому подлинному ускорению, к которому нас призывает сейчас высшее партийное руководство. Ускорение в науке вовсе не означает „быстрее думать“. Оно означает недопустимость всякой потери времени, прихода к руководству наукой и образованием людей, не понимающих ни того, ни другого. Оно означает высшую профессиональную компетентность.

О собственном профессионализме следует поговорить особо. Ведь и он недостаточен. И в нем причина падающего престижа палеонтологии. Мы мало думаем о своей науке, плохо ее знаем (нередко даже в рамках избранного таксономического ограничения), проявляем робость в установлении контактов со смежными науками. А иногда ведь требуются контакты с, казалось бы, совсем далекими науками и техническими дисциплинами (например, в изучении биоминерализации, биохимии, использовании нетрадиционной аппаратуры, не говоря уже о средствах получения информации о физических параметрах среды жизни прошлого). Зачастую мы избегаем оригинальных разработок, явно недостаточно и неполноценно занимаемся,

например, палеоэкологией (а это уже работа не лабораторная, а полевая), тривиальны и совершенно неизобретательны в практических приложениях данных палеонтологии. Особенно недопустим низкий уровень в такой важной области, как докембрийская микропалеонтология, имеющей первостепенное значение для геологических наук, учения о биосфере и теории эволюции.

Стратиграфическая палеонтология – несомненно важнейшее направление палеонтологии (часто начальство и малообразованные коллеги-геологи только за него нас и ценят), но нельзя забывать, что полноценная палеонтология начинается там, где кончается элементарное описание остатков организмов и получение стандартного (далеко не всегда точного) ответа на обычно неправильно поставленный вопрос о возрасте слоев. Такой деятельностью, к сожалению, устойчиво поощряемой канцелярщиной министерских инструкций, палеонтологи автоматически ставятся в положение, аналогичное химикам, работающим на поточных анализах, а в действительности они ученые-исследователи, обязанные к тому же знать всю текущую мировую литературу в своей области. Нередко забывается, что палеонтологические исследования – это прежде всего научное творчество, со всей его обреченностью на радостные открытия и на мученичество. И понимать это всем совершенно необходимо.

Уже много раз приходилось говорить о неоспоримо положительной роли, которую сыграли в свое время организация Палеонтологического института АН СССР, а теперь и первого класса (становящегося одним из лучших в мире) Палеонтологического музея им. Ю.А. Орлова. Роль их очень важна в поднятии общей культуры палеонтологических исследований в стране; такова же роль и проблемного Научного совета АН СССР по эволюционной палеонтологии (я его называю так ради благозвучности). Но объединяют эти структуры Отделения общей биологии нашей Академии лишь незначительную часть палеонтологов. Наиболее близки к ним некоторые группы палеонтологических лабораторий кавказских, дальневосточных, новосибирских, украинских и некоторых других, преимущественно академических научных учреждений, конечно Московского, Ленинградского и ряда других университетов. Основная масса палеонтологов страны работает и получает образование, как вы знаете, во множестве чисто геологических учреждений и вузов. Мы должны считаться с этим положением как с прочно сложившейся реальностью, диктуемой прежде всего геологической практикой, важными прикладными функциями палеонтологии в геологии и науках о Земле вообще. Так оно останется и в будущем; это не трагедия палеонтологии, а ее закономерная судьба, ее исторические корни. Наш долг охватить своей мыслью целостность и современное значение всего древа палеонтологии.

Пограничное положение палеонтологии, этой весьма уже разветвленной науки, четко смещено в сторону стратиграфии, палеогеографии, отчасти литологии, осадочной геохимии; она крайне необходима, и для геотектоники, объективной проверки ее доказательств. Между тем по объекту и основному предмету своего изучения палеонтология

наука биологическая; в том числе и в особом тафономическом разделе, созданном И.А. Ефремовым. Этот объект уникален во всей Вселенной – он Жизнь, – от ее таинственных истоков, возможно еще более древних, чем сама Земля, до фантастического разнообразия экосистем, скрытых в летописях стратисферы (почти четыре миллиарда лет!). Жизнь на Земле безгранична в феерии ее разнообразия, в динамике явления ее эволюционного развития, движения. Мы не можем воспринимать эту форму движения живой материи иначе, чем в плане геологической вечности и непрерывности.

Биология в понимании явлений жизни достигла значительно больших успехов, чем геология в исследовании своих объектов, она достигла и большей глубины в теоретических синтезах (например, теории естественного отбора и современной генетики). Этот огромный капитал должен принадлежать и всей палеонтологии, тем более что биология еще не сделала существенных успехов в этой исторически субстратной для нее сфере и, следовательно, не завершила своего теоретического синтеза до конца. Понимаем ли мы – палеонтологи все величие и грандиозность этой задачи, свое место и свои возможности в ее решении? Не слишком ли затмевает порой прикладной аспект палеонтологии ее самостоятельность в решении теоретических проблем естествознания, ее неоспоримое право и в кругу фундаментальных историко-геологических дисциплин разрабатывать собственные направления, концепции, модели, как это признано необходимым в геологии, геофизике, геохимии?!

Следует повторить еще раз: необходимо отбросить спор – кому и чем служит и кому и кем приходится палеонтология. Требуется со всей четкостью определить ее прямой долг перед общей наукой – занять подлинно фундаментальное положение в изучении эволюции жизни, истории экосистемных перестроек, понимании происхождения современной суперэкосистемы, то есть биосферы. Как в цикле геологических, так и в цикле биологических наук эта задача не менее велика, чем любые другие теоретические проблемы, которые способны выдвинуть науки о Земле и жизни.

Нет ни малейшего сомнения в том, что такая новая, еще более глубоко биологизированная и одновременно так же более глубоко геологизированная палеонтология станет более эффективной в решении растущих научных и прикладных задач – в биологии, геологии и в столь злободневном биосферном прогнозе. Его современная модель, опирающаяся на доступные данные мониторинга и исследовательское воображение – весьма примитивна и одностороння. Биосферному прогнозу остро недостает важнейшего исторического параметра – понимания исторических взаимодействий гео- и биодинамики.

Трудно назвать более вдохновляющую, подлинно интернациональную идею, чем идея всеобъемлющего биосферного прогноза, организации планетарной системы защиты биосферы. Именно она должна объединить сейчас все трезвые мировые силы ученых и политиков, а не убийственная программа вооруженного Космоса.

РОЛЬ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ
В ПРОЦЕССАХ ЛИТОГЕНЕЗА

Корни истории вопроса о роли живых организмов в процессах литогенеза уходят в середину XVIII—начало XIX века. Основополагающими в этом отношении являются трактаты М.В. Ломоносова „О слоях земных“ (1763) и Ж.Б. Ламарка „Гидрогеология“ (1802). В 20–30-е годы нашего века проблему всесторонне рассмотрел В.И. Вернадский [4], создавший учение о биосфере и о роли жизни в геологических процессах. Исследования породообразующей роли живых организмов были проведены Л. Кайе, А.Г. Вологдиным, В.П. Масловым [2] и др. У сессия ВПО подвела итоги этих исследований [8]. Современное состояние проблемы суммировано в ряде обобщающих работ [1, 6, 10, 16, 23, 27, 29, 34, 36, 37].

Задачей настоящего сообщения является систематизация фактического материала по проблеме участия живых организмов в процессах литогенеза. Формой такой систематизации является приведенная в статье таблица, горизонтальные строки которой соответствуют высшим таксонам клеточных организмов, а вертикальные — тем общепринятым стадиям литогенеза, на которых живые организмы принимают участие в формировании осадочных горных пород: 1) гипергенезу; 2) седиментогенезу; 3) диагенезу. Для каждой из них выделены особые формы участия живых организмов в процессах литогенеза, которые в данной работе названы „биогенными механизмами“.

1. На стадии гипергенеза выделяются два биогенных механизма:

а) биоэрозия и б) биостабилизация.

а) Б и о э р о з и я представляет собой механизм выветривания горных пород и осадков под действием живых организмов. Основными агентами биоэрозии на суше являются бактерии (в том числе цианобактерии), грибы, аэрофильные водоросли и их симбиотические сочетания — лишайники, а также высшие растения.

В водных экосистемах биоэрозия осуществляется главным образом разнообразными сверлящими организмами: бактериями (цианобактериями), фораминиферами, кремневыми губками, кольчатыми червями, ракообразными, моллюсками, мшанками, морскими ежами, грибами, багрянками и зелеными водорослями. При этом наиболее активными сверлильщиками в современных водных экосистемах являются цианобактерии, кремневые губки и зеленые водоросли. Глубина сверления у различных организмов различна: у цианобактерий и водорослей — до 1 см, у моллюсков — до 15 см, у морских ежей — до 50 см. Фолады при плотном поселении разрушают известковое дно со скоростью, большей, чем 1 см/год, а кремневые губки *Silona* — даже 4 см/год. В наибольшей степени биоэрозии в водных экосистемах подвержены карбонатные породы (рис. 1), в меньшей мере — другие типы горных пород, включая изверженные и глубоко метаморфизованные. В природных условиях биоэрозия сочетается

Т а б л и ц а

Биогенные механизмы литогенеза

Высшие таксоны Cellulata (клеточных организмов) [3, с. 578]			Стадии литогенеза						
			Гипергенез		Седиментогенез			Диагенез	
Надцарства	Царства	Подцарства	Биогенные механизмы литогенеза						
			Био-эрозия	Биостабилизация	Биоконцентрация	Биоседиментация	Биостимуляция	Биотурбация	Биоцементация и биоконкрецияобразование
Prokarya (прокариоты)	Bacteria (бактерии)	Bacteriobionta ¹ (бактерии)	+	+	+	-	+	-	+
	Archaeobacteria (ахребактерии)	-	-	-	?	-	?	+	-
Eucaryota (эукариоты)	Fungi (грибы)	-	+	+	+	-	-	-	+
	Animalia (животные)	Protozoa (простейшие)	+	+	+	+	+	+	-
		Metazoa (многоклеточные)	+	+	+	+	+	+	-
	Plantae (растения)	Rhodobionta (багрянки)	+	+	+	-	+	-	-
		Phycobionta (настоящие водоросли)	+	+	+	-	+	-	-
		Embryobionta (высшие растения)	+	+	+	-	+	-	-
Время возникновения		AR	AR	AR	PR ₁ (?)	AR	AR(?)	AR	

¹ Включая цианобактерии.

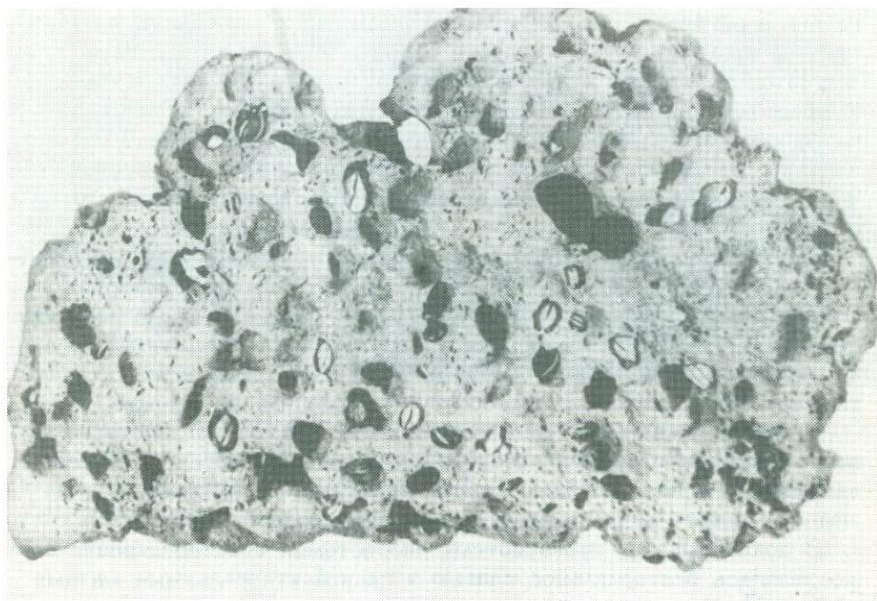


Рис. 1. Окатанный обломок известняка, подвергшегося биоэрозии. В порах, просверленных моллюсками *Hiatella*, поселились другие моллюски – *Iruus irus* L. Южный берег Крыма. Нат. вел. Определение А.И. Коробкова.

с абиотическими факторами гипергенеза, в частности – с прибойным волнением. Породы, источенные сверлильщиками, быстрее подвергаются его воздействию.

Сверление является не единственным видом биоэрозии в водных экосистемах. Так, биоэрозию осуществляют и бентосоядные рыбы, отщипывающие небольшие куски коралловых рифов, а затем перетирающие их своими глоточными зубами. После прохождения через их пищеварительный тракт образовавшийся таким образом известковый детрит поступает в осадок. С.В. Максимова [16] показала, что этот способ дезинтеграции известкового субстрата существовал и в палеозое.

Механизм биоэрозии, по предположению В.Э. Крамбайна и В.Д. Дайер [25], действует в биосфере не менее 3 млрд. лет, однако древнейшие из ныне найденных следов сверления морскими организмами относятся к позднему протерозою [20].

б) Другой биогенный механизм гипергенеза – биостабилизация – имеет противоположную по сравнению с биоэрозией направленность. Так, на суше высшие растения, некоторые грибы (*Rhizopus*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Penicillium*)

и нитчатые цианобактерии предохраняют почву и наносы от эрозии. В горных почвах иногда содержится больше 100 м нитчатых цианобактерий в 1 г сухой почвы. Своеобразной формой биостабилизации почвы является ее оструктурирование дождевыми червями, в результате чего прочность почвы увеличивается в 3–4 раза.

Механизм биостабилизации действует и в водных экосистемах. В пределах фитали заросли водных высших растений, а также нитчатых зеленых водорослей, багрянок и цианобактерий гасят энергию волн и предохраняют осадки от размыва (исчезновение морской травы на маршах вследствие современного техногенного нефтяного загрязнения увеличивает скорость эрозии осадков в десятки раз). Трубки кольчатых червей и ракообразных, живущих в рыхлых осадках, скрепляют их, подобно железной арматуре в железобетоне [1]. Предохраняют донные осадки от размыва также и плотные поселения некоторых моллюсков (например, *Modiolus phaseolus*), а липкие слизистые выделения бактерий, водорослей, инфузорий, кольчатых червей и моллюсков способствуют консолидации осадков.

На суше механизмы биоэрозии и биостабилизации действуют повсеместно, а в водных экосистемах – главным образом в пределах шельфа. Здесь они проявляются настолько отчетливо, что на шельфе Черного моря произведено их картирование [1].

В докембрийских прокариотных экосистемах биостабилизация осуществлялась бактериальной слизью и цианобактериальными матами [19, 36]. По времени появления последних зарождение механизма биостабилизации можно отнести к архею.

2. На стадии седиментогенеза работают биогенные механизмы, которые можно назвать: а) биоконцентрацией, б) биоседimentацией и в) биостимуляцией.

а) **Б и о к о н ц е н т р а ц и я** – механизм литогенеза, обусловленный концентрационной функцией живых организмов, которую В.И. Вернадский [4, с. 247] определяет следующим образом: „Концентрационной функцией живого вещества я называю те процессы живого организма, которые сводятся к и з б и р а т е л ь н о м у в ы б о р у организмом из окружающей среды определенных химических элементов“ (курсив мой – А.Л.). Исходным материалом осадков в случае биоконцентрации служат остатки самих организмов или продуктов их жизнедеятельности, в частности копролиты позвоночных, иногда имеющие пороодообразующее значение [11] (рис. 2).

Биоконцентрацию осуществляют бактерии, возможно, археобактерии (в недавно открытых абиссальных рифтовых сгущениях жизни), фораминиферы, радиолярии и другие Protozoa, многочисленные Metazoa, очень редко – грибы (их склероциями сложен особый тип угля, описанный в неогене), багрянки, настоящие водоросли (в частности, диатомовые) и высшие растения. Биоконцентрация – наиболее известный из механизмов литогенеза. Благодаря ему образуются осадки, биогенная природа которых уже давно не вызывает сомнений: ракушечники, разнообразные карбонатные и кремнистые океанические илы, рифовые массивы, гуано, торфы, железистые озерные осадки и т.д.

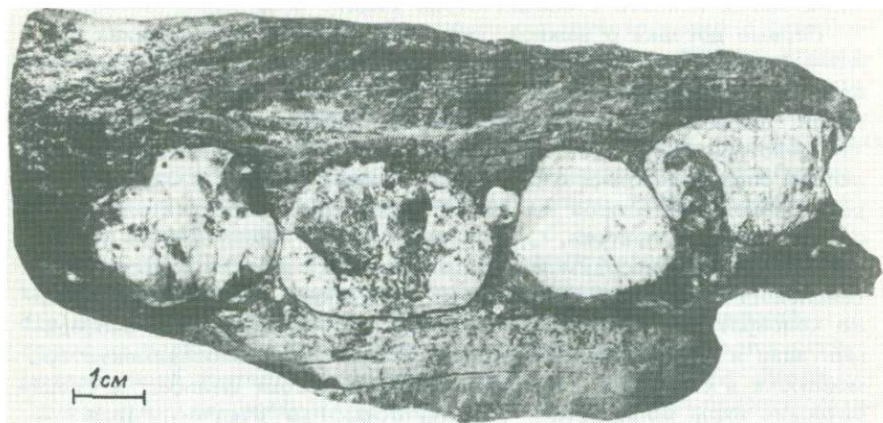


Рис. 2. Фосфатизированные копролиты в известняково-глинистом алевролите, Зайсанская впадина (Вост. Казахстан). Аксырская свита, $P_2^3-P_3^1$. Нат. вел. Коллекция В.Л. Яхимович, определение Г.В. Куликовой.

Из такого рода осадков под действием процессов диагенеза и катагенеза формируются мощные толщи биогенных пород осадочной оболочки Земли. Распознаванию исходного материала этих отложений служит уникальный в своем роде «Атлас породообразующих организмов (известковых и кремневых)» [2].

Формирование механизма биоконцентрации относится к архею, поскольку этот возраст имеют древнейшие строматолиты [10], образовавшиеся, по-видимому, в результате совместного действия механизмов биоконцентрации и биостимуляции.

б) Другим биогенным механизмом седиментогенеза является биоседиментация — извлечение живыми организмами осадочных частиц путем биофильтрации из водной среды и их агрегирование в фекальные пеллеты. В отличие от биоконцентрации биофильтрация производится или безвыборочно, или же контролируется не химическим составом, а размером осадочных частиц.

В том случае, когда биофильтрация производится организмами планктона и нектона, осаждение пеллет происходит под действием силы тяжести, однако благодаря агрегированию этот процесс ускоряется в сотни раз. При прохождении через водную толщу пеллеты реутилизируются более глубоководными организмами и, таким образом, в процессе осаждения многократно переупаковываются. В свежих осадках содержание фекальных пеллет (размером от десятков микронов до 1–4 мм) иногда составляет от 60 до 100 %. На дне фекальные пеллеты также многократно перерабатываются бентосными организмами и распадаются. Следы биоседиментации таким образом затушевываются, и при чисто механическом подходе зачастую

остается неясным, как при существующем гидродинамическом режиме могли попасть в осадки столь мелкие осадочные частицы.

Первые догадки о важной роли биоседimentации появились в 40-е годы [5], однако полное подтверждение фактическим материалом эта концепция получила лишь после того, как в океанологии стали применяться седиментационные ловушки [17]. Показано, что действием механизма биоседimentации в современном Мировом океане определяется осаждение всех частиц мельче 0,01 мм. В роли биоседиментаторов выступают различные представители бентоса, планктона и нектона. Среди современного зоопланктона наиболее активными биоседиментаторами являются мелкие ракообразные (веслоногие и ветвистоусые рачки), остракоды, эуфаузииды, а также коловратки и моллюски. Участвуют в этом механизме биоседimentации и планктонные Protozoa. Бентосные биоседиментаторы — моллюски и баянусы — наиболее активны в зоне шельфа, а специфические виды моллюсков (*Bathymodiolus thermophilus*) — в недавно открытых сообществах абиссальных гидротерм. Скорость биоседimentации может быть довольно значительной. Так, современные креветки *Callinassa* могут наслаивать 4,5 мм осадков в год, баянусы — 5–13 мм, а мидии — даже 30 см.

Древнейшие проблематичные фекальные pellets организмов зоопланктона описаны в отложениях протерозоя (1,9 млрд. лет) [26]. Если их фекальное происхождение подтвердится, то это укрепит предположение, что механизм биоседimentации действует с раннего протерозоя.

в) Последним из биогенных механизмов седиментогенеза является биостимуляция — оптимизация живыми организмами физико-химических условий среды, благоприятных для седиментогенеза. Биостимуляция определяется средообразующей функцией живого вещества [13]. При биостимуляции живые организмы не участвуют непосредственно в процессе седиментогенеза (как в случае биоконцентрации и биоседimentации), а лишь ускоряют его. Организмы, осуществляющие биостимуляцию, И.Т. Журавлева [6] назвала „ускорителями осадкообразования“. К их числу относятся представители разных групп органического мира. Так, цианобактерии, будучи фотосинтетиками, в пору своего „цветения“ увеличивают pH среды за счет усвоения из воды растворенного в ней углекислого газа и тем самым способствуют выпадению карбонатных илов. Некоторые Protozoa и бентосные диатомеи выделяют клейкую слизь, к которой прилипают осадочные частицы микроскопических размеров. Маты нитчатых цианобактерий, заросли багрянок, водорослей, погруженных и полупогруженных в воду высших растений, стоящие торчком на дне скелеты Metazoa задерживают осадочный материал, создавая условия для более быстрого его накопления.

Механическое улавливание осадочных частиц живыми организмами происходит и на суше. Так, хорошо развитый травяной покров в саваннах и прериях задерживает эоловые частицы. В результате корни растений заносятся пылью, и растения отмирают. Затем появляется новая растительность, и процесс повторяется. По некоторым

данным, именно таким образом накапливаются мощные лессовые толщи [21].

Механизм биостимуляции, без сомнения, действовал и в геологическом прошлом. Так, в карбоне активными механическими улавливателями осадочных частиц служили бентосные многоклеточные водоросли *Ivanovia*. Бактерии, будучи важными средообразователями, являлись активными биостимуляторами литогенеза на всех этапах геологической истории. Видимо, это справедливо и для архебактерий, в число которых входят метанообразующие, серуокисляющие и серовосстанавливающие формы.

Существование описанных выше биогенных механизмов седиментогенеза заставляет отказаться от предубеждения об универсальности действия закона Стокса. Гидробиолог К.А. Воскресенский, одним из первых осуществивший интереснейшие исследования седиментационной деятельности мидий, писал еще в 1948 г.: „Закон Стокса и его модификации, учитывающие лишь закономерности механики, физики и химии, становятся недостаточными в динамическом поле, где проявляют себя биомассы фильтратов. Вблизи населенного дна относительно простые законы снимаются более высокими биогидрологическими“ [5, с. 99]. Если раньше можно было говорить о неадекватности закона Стокса лишь применительно к прибрежным сгущениям жизни, то в настоящее время правомочным представляется следующий более общий вывод: «Широко распространенная концепция „мертвого океана“, где осадкообразование и осадочная геохимия регулируются законами механической и химической дифференциации, должна быть заменена концепцией „живого океана“, где основные процессы определяются биологической структурой океана» [15, с. 8].

3. Биогенными механизмами диагенеза являются: а) биотурбация; б) биоцементация и биоконкрецееобразование (рассматриваемые совместно).

а) Под биотурбацией понимаются процессы перемешивания осадков, вызываемые процессами жизнедеятельности. При этом перемешивание осадков может осуществляться как преимущественно самими активно передвигающимися в осадках живыми организмами, так и продуктами их метаболизма; в последнем случае биотурбацию осадков вызывает биогенный метан, выделяемый метанообразующими архебактериями [32].

Все организмы, осуществляющие биотурбацию своими перемещениями в осадках, принадлежат к царству *Animalia*. Среди *Metazoa* главными биотурбаторами являются зарывающиеся формы организмов, особенно грунтоеды, не только постоянно механически перемешивающие донные осадки, но и безвыборочно пропускавшие их через свой пищеварительный тракт. В современных морских экосистемах наиболее активными агентами биотурбации служат кольчатые черви, высшие раки, моллюски, рыбы (скаты) и многочисленные представители иглокожих (голотурии, морские ежи, морские звезды, офиуры), а в пресноводных экосистемах — кольчатые черви, ракообразные, насекомые (их личинки), моллюски. Среди *Protozoa*

биотурбацию осадков осуществляют ксенофиофоры [28], а также, возможно, некоторые интерстициальные формы.

Вертикальное перемещение частиц в зоне биотурбации приводит к нарушению закона Стенона. Послойные радиоизотопные измерения показали, что весь поверхностный слой океанических осадков настолько интенсивно переработан биотурбацией, что в нем не наблюдается постепенного возрастания значений абсолютного возраста отложений [12]. По авторитетному свидетельству Е. Зейболда и В. Бергера, «биологическая переработка мягких осадков на морском дне является процессом глобального геохимического значения. Большинство нарушений непрерывности и горизонтальности слоев осадков, которые в геологической литературе зачастую объясняются оползанием, растрескиванием, взмучиванием ила и другими механическими причинами, можно объяснить действием биотурбации [7, с. 173].

Воздействие грунтоедов на осадки, как указывалось выше, не ограничивается их механическим перемешиванием. В результате прохождения через пищеварительный тракт грунтоедов изменяется минералогический и химический состав осадков: уменьшается содержание органического вещества, полностью или частично разрушаются хлорит и глинистые минералы [8]. Разложение органического вещества создает восстановительные условия внутри фекальных пеллет, что вызывает процессы их глауконизации.

В результате жизнедеятельности грунтоедов в пределах зоны биотурбации донные осадки представлены по преимуществу многократно переработанным фекальным материалом. Однако, как уже упоминалось, пеллетоморфная структура в осадках утрачивается в геологическом смысле довольно быстро. Лишь в карбонатных породах пеллеты, затвердевая, сохраняют свою форму и получают, таким образом, шансы сохраниться в ископаемом состоянии. Видимо, именно такое происхождение имеют копрогенные известняки карбона Подмосковного и Кузнецкого угольных бассейнов [2], а также нижнекембрийские карбонатные породы Восточной Сибири [8].

В морских экосистемах механизм биотурбации, осуществляемой Metazoa, сложившись в начале кембрия [23], постепенно совершенствовался в ходе геологической истории [36]. Среди Animalia в геологическом прошлом помимо предков перечисленных современных форм активными биотурбаторами являлись приапулиды, трилобиты и беззамковые брахиоподы. Норы зарывающихся организмов глубиной до 1 м недавно найдены даже в верхнем ордовике [35], хотя ранее предполагалось, что в то время глубина биотурбации не превышала нескольких сантиметров. До появления Animalia биотурбация морских осадков вызывалась архебактериями (видимо, с архея). В пресноводных обстановках механизм биотурбации оформился лишь в перми [31].

б) Последним из рассматриваемых механизмов литогенеза является механизм биоцементации и биоконкрецееобразования, действующий с архея [22]. Наиболее активными его агентами служат бактерии (включая цианобактерии).

Микробиологические процессы, происходящие в донных илах, приводят к преобразованию их органического вещества, изменению физико-химических параметров среды и к перестройке минерального состава отложений. Так, характерной особенностью аэробной зоны диагенеза во многих районах Мирового океана является формирование железомарганцевых конкреций и корок. В последние годы доказана важная роль железобактерий при их формировании.

В процессах современного анаэробного диагенеза ведущая роль принадлежит сульфатредуцирующим бактериям. Энергетическим источником их существования служат органические соединения, полностью минерализуемые бактериями с образованием углекислоты. Эта углекислота, как показали исследования М.В. Иванова и А.Ю. Леин [9], участвует в формировании современных диагенетических карбонатов, являющихся, таким образом, метабиогенными минералами [14]. Такого же рода процессы происходили, без сомнения, и в геологическом прошлом. Остатки цианобактерий, осуществлявших диагенетическое карбонатообразование, найдены во многих палеозойских рифовых известняках [30]. Палеозойские цианобактерии *Epiphyton* и *Renaclis* даже получили название „диагенетических таксонов“ [33].

Другими характерными минералами анаэробной зоны диагенеза морских осадков являются сульфиды железа. Подобно карбонатам, они образуются в результате взаимодействия биогенного вещества (в данном случае сероводорода) с абиогенным. „Память“ о биогенном сероводороде запечатлевается в изотопном составе серы этих минералов.

Помимо бактерий, как показано недавно, важную роль в диагенетическом преобразовании кальцита играют и грибы [24].

На изложенном фактическом материале отчетливо вырисовывается важнейшая роль живых организмов в формировании осадочных пород на стадиях гипергенеза, седиментогенеза и диагенеза. Становится ясным, что литогенез регулируется не только физико-химическими законами Стокса и Стенона, как это предполагалось ранее, но и их совокупным действием с законами биологическими. Вырисовывается необходимость создания новой дисциплины, которую можно назвать **биолито­ло­гией**. „Построение различных моделей и выведение каких-либо расчетных зависимостей между гидродинамическими факторами и параметрами переноса и переотложения современных осадков на шельфе без учета биологической активности возможно лишь для анаэробных областей и для осадков, лежащих ниже зоны биотурбации“, — подчеркивают Н.А. Айбулатов и В.А. Друшчи [1, с. 61].

Литогенез с участием живых организмов протекает на нашей планете практически с самого начала ее геологической истории, поскольку возраст жизни — не менее 3,5 млрд. лет — почти совпадает с возрастом древнейших метаосадочных пород — 3,76 млрд. лет [18]. Абиогенного литогенеза в чистом виде на Земле, видимо, никогда не существовало. Не все осадочные породы, подобно известнякам или ископаемым углям, сложены остатками организмов, но

все они образовались в условиях биосферы в результате взаимодействия биогенных и абиогенных механизмов литогенеза при определяющем влиянии жизни.

В обсуждении рассматриваемой проблемы принимали участие Т.В. Аристовская, З.И. Глезер, В.К. Головенко, М.В. Ошуркова, А.И. Райкин и Г.А. Стукалина; А.И. Коробков определил моллюски, представленные на рис. 1, а Б.А. Борисов предоставил оригинал рис. 2. Автор статьи весьма признателен всем указанным лицам за неоценимую помощь.

Л и т е р а т у р а

1. Айбулатов Н.А., Друшиц В.А. Донная фауна как динамический фактор в переотложении осадков на шельфе // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1986. № 6. С. 52-62.

2. Атлас породообразующих организмов (известковых и кремневых). Составитель В.П. Маслов. М., 1973. 268 с.

3. Биологический энциклопедический словарь (под ред. М.С. Гилярова). М., 1986. 832 с.

4. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965. 374 с.

5. Воскресенский К.А. Пояс фильтраторов как био-гидрологическая система моря // Тр. Гос. океаногр. ин-та, 1948. Вып. 6(18). С. 55-120.

6. Журавлева И.Т. Биогенный фактор в осадконакоплении // Методология литологических исследований. Новосибирск, 1985. С. 64-81.

7. Зейболд Е., Бергер В. Дно океана. Введение в морскую геологию. М., 1984. 320 с.

8. Значение биосферы в геологических процессах // Вопросы взаимосвязи палеонтологии и тектоники. Труды У и У1 сессий ВПО. М., 1962. 248 с.

9. Иванов М.В., Ленин А.Ю. Распространение микроорганизмов и их роль в процессах эпигенетического минералообразования // Геохимия диагенеза осадков Тихого океана (Трансокеанский профиль). М., 1980. С. 117-137.

10. Крылов И.Н. Органический мир докембрия и его влияние на осадочные процессы // Роль биогеохим. исслед. в расширении минерально-сырьевой базы СССР. Л., 1986. С. 11-18.

11. Куликова Г.В., Борисов Б.А. О фосфатизированных копролитах из континентальных палеогеновых отложений Зайсанской впадины (Восточный Казахстан) // Докл. АН СССР. 1986. Т. 289. № 2. С. 443-449.

12. Куницын В.М. О возрасте различных гранулометрических фракций карбонатных осадков пелагиали океана // Методы изотопной геологии. Тезисы докл. Всес. школы-семинара. Звенигород. М., 1983. С. 170-171.

13. Лапо А.В. Роль живого вещества в биосфере (геологический и геохимический аспекты) // Палеонтология и эволюция биосферы. Тр. XXV сессии ВПО. Л., 1983. С. 36-40.

14. Л а п о А.В. Живое вещество и минералообразование // Зап. Всес. минер. об-ва. 1985. Ч. 114. Вып. 1. С. 26-29.
15. Л и с и ц ы н А.Т. Биодифференциация вещества в океане // Биоседиментация в морях и океанах. Тез. докл. Всес. совещ. М., 1983. С. 3-8.
16. М а к с и м о в а С.В. Очерки по прикладной палеоэкологии. М., 1984. 94 с.
17. С а в е н к о В.С. Геохимические аспекты биоседиментации // Докл. АН СССР. 1986. Т. 288. № 5. С. 1192-1196.
18. С о к о л о в Б.С. Биосфера: понятие, структура, эволюция // В.И. Вернадский и современность. М., 1986. С. 98-122.
19. C a m p b e l l S.E. Soil stabilization by Procarioric desert crust: implications for Precambrian land biota // Origins Life. 1979. Vol. 9. P. 335-348.
20. C a m p b e l l S.E. Precambrian endoliths discovered // Nature. 1982. Vol. 299. N 5882. P. 429-431.
21. C r o u z e l F. Action des animaux, vertébrés et invertébrés, et de la végétation sur les sédiments continentaux // Bull. Centres. Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine. 1984. Vol. 8. N 1. P. 85-95.
22. C u r t i s C.D. Microorganisms and diagenesis of sediments // Microbial Geochemistry (Ed. W.E. Krumbein), Oxford a.o., Blackwell Scient. Publ. 1983. P. 263-286.
23. F i s c h e r A.C. Biological innovations and the sedimentary records // Dahlem Workshop Reports; Physical, Chemical and Earth Sci. Res. Rep., N 5. Berlin a. o., Springer Verlag, 1984. P. 145-157.
24. J o n e s B., P e m b e r t o n S.G. The role of fungi in the diagenetic alteration of spar calcite // Canadian Journal of Earth Sciences. 1987. Vol. 24, N 5. P. 903-914.
25. K r u m b e i n W.E., D y e r B.D. This planet is alive - weathering and biology, a multi-facetted problem // The Chemistry of Weathering (Ed. J.I. Drever). 1985. Dodrecht a.o., D. Reidel Publ. Co. P. 143-160.
26. L a B e r g e C.L., R o b b i n s E.I., S c h m i d t R.G. New microfossil evidence of eukariotes in Early Proterozoic rocks (1,9 b.y.) from the Lake Superior Region, North America // Abstr. 27 Int. Geol. Congr. Moscow, 1984. Vol. 1. P. 241.
27. Л а п о А.В. Traces of Bygone Biospheres. Moscow Mir Publishers, 1987. 352 p.
28. L e v i n L.A., D e M a s t e r D.J., M c C a n n L.D., T h o m a s C.L. Effects of giant protozoans (class: Xenophyophorea) on deep-sea-mount benthos // Mar. Ecol. Progr. Ser. 1986. Vol. 29. N 1. P. 99-104.

29. M a r g u l i s L., S t o l z J. Microbial systematics and a Gaian view of the sediments // Bio-mineralization and Biological Metal Accumulations (Ed. P. Westbroeck, E.W. de Jong). 1983. Dordrecht a.o., D. Riedel Publ. Co. P. 27-53.
30. M a u r i n A.F., N o ë l D. Possible bacterial origin for Famenaian micrites // Fossil Algae (Ed. E. Flugel), Berlin a.o., Springer Verlag, 1977. P. 136-142.
31. M i l l e r M.F. Distribution of biogenic structures in Paleozoic nonmarine-margin sequences; an actualistic model // J. of Paleont. 1984. Vol. 58. N 2. P. 550-570.
32. M o n t y Cl. Life and sediments: interactions between biological activity and sediments during geological times (Pre-Cambrian and Paleozoic) // Rapp. et proc.-verb. réun. Comis. int. explor. sci. mer. Mediterr. 1985. Vol. 29. N 6. P. 79-83.
33. P r a t t B.R. Epiphyton and Renalcis - diagenetic microfossils from calcification of coccoid blue-green algae // J. Sed. Petrol. 1984. Vol. 54. N 3. P. 948-971.
34. R a t P. Essai sur la notion de systeme bio-sédimentaire // Memoires geologiques de l'université de Dijon. 1982. N 27. P. 491-501.
35. S h e e h a n P.M., S c h i e f e l b e i n D.R.J. The trace fossil Thalassinoides from the Upper Ordovician of the Eastern Great Basin: deep burrowing in the Early Paleozoic // J. of Paleont. 1984. Vol. 58. N 2. P. 440-447.
36. T h a y e r C.W. Sediment-mediated biological disturbance and the evolution of marine benthos // Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities. (Ed. M.L.S. Tevez, P.L. McCall). Topics in Geobiology, Plenum Press, 1983. Vol. 3. P. 479-625.
37. W e s t b r o e c k P. Life as a geologic force: new opportunites for paleontology // Paleobiology. 1983. Vol. 9. N 2. P. 91-96.

В.Б. Кадацкий

БИОСФЕРА И ТЕКТНИКА ПЛИТ

Многие теоретические разработки, посвященные изучению различных аспектов истории Земли, содержат в себе либо попытку, либо призыв к анализу природной среды как единого целого. Вряд ли кто-нибудь будет возражать против таких пожеланий. Тем не менее природная среда (биосфера) до настоящего времени анализируется

или покомпонентно, или в лучшем случае представляется „механически“ единой. В противовес этой общепринятой точке зрения нарастает тенденция считать биосферу органично целостной и эволюционно единой.

При частнонаучном и частнопроблемном рассмотрении биосферных компонентов некоторые из них выглядят как „необъяснимые“ феномены и считаются результатами „случайностей“. Если же встать на точку зрения, предусматривающую системное единство и общность эволюции всех компонентов биосферы (для чего имеются все основания), то все земные уникальные объекты предстают в качестве неотъемлемых и логичных атрибутов самой системы. Представляется, что такой подход может способствовать усилиям исследователей, направленным на создание „единой теории Земли“, проблема которой была поставлена еще в трудах В.И. Вернадского.

Широкое использование системного метода в теоретических и практических разработках позволило в настоящее время не только полнее охватить многомерные природные объекты во всей их целостности, но и способствовало пониманию того, что и сами они являются лишь составными частями более сложных структур. Вместе с тем системный анализ, как оказалось, не единственный научный инструмент, применяемый при исследовании сверхсложных объектов, поскольку он не исчерпывает познание тех сторон изучаемого объекта, которые относятся к его частной целесообразности, то есть соответствию какому-то определенному состоянию [9].

Наряду с системным анализом важное значение имеет и синергетический подход, суть которого сводится к рассмотрению особого „поведения“ сложных объектов. Последние анализируются не просто как „суммарные целостности, состоящие из отдельных частей и обладающие эмерджентными свойствами“, а как самоорганизующиеся и самоконструирующиеся системы, в которых все наличествующие элементы находятся в согласованном, кооперативном взаимодействии. Дополнительно следует подчеркнуть, что для любой долгоживущей системы в соответствии с принципами кибернетики необходим орган управления, координирующий ее активность с целью сохранения определенной меры энтропийности. В противном случае любая система в конце концов будет просто разрушена.

Обратимся к непосредственному рассмотрению глобальной системы самого высокого ранга в пределах Земли – биосферы. Попутно отметим самое существенное ее свойство, а именно – наличие в ней живого вещества. Живое, как особое состояние материи и специфичность результатов его деятельности, составляет основное содержание и стержень учения о биосфере [3]. Ныне проблема возникновения и распространения жизни во Вселенной исходит из достижений космогонии постепенно эволюционирует от воззрений на жизнь как на рядовое планетное событие до представлений об исключительной редкости этого феномена в пространстве и во времени. В настоящее время начинает осмысливаться тот факт, что природная обстановка Земли не просто значительно отличается от соответствующих сред на поверхности других планет Солнечной системы, но она совершенно другая, ибо имеет абсолютно другой генезис [4].

Другими словами, в настоящее время для понимания истинного феномена биосферы недостаточно даже глобального (на уровне всей планеты) анализа, а необходимо новое „космическое мировоззрение“.

Не вдаваясь в рассмотрение проблемы генезиса жизни, отметим, что последние разработки естествознания в этом направлении „помешают“ Солнечную систему в узкую периферийную кольцевую область Галактики, так называемую зону коротации, где физические взаимодействия не препятствуют образованию сложных структур „вплоть до живых организмов“ [7]. Такое заключение, снимая один вопрос о причинах непонятной редкости жизни во Вселенной, обостряет другой, а именно: почему в таком случае лишены жизни остальные внутренние планеты Солнечной системы, сформировавшиеся из единой зоны небулы? Общепринятый ответ на этот вопрос сводится к объяснению случайного сочетания ряда физико-географических условий, изначально присущих Земле. Более того, в фундаментальной работе авторитетных исследователей [1], посвященной этим проблемам, подчеркивается, что природные условия Земли, допускающие существование организмов и способствующие их прогрессивному развитию, являются следствием очень маловероятных совпадений ряда независимых друг от друга обстоятельств.

Известно, что любое маловероятное событие в науке вызывает настороженность и даже при их „случайной“ гармонии недоверие. Если же принять во внимание, что в соответствии с вышеотмеченной работой все эти маловероятные события должны были находиться в согласованной модуляции в течение геологического времени, то такое заключение выглядит неправомерным.

Биосфера Земли чрезвычайно устойчивая, долгоживущая и процветающая система, несмотря на разнообразные возмущения как космического, так и планетарного характера. Все ее функционирование направлено на формирование и сохранение в своих пределах оптимальных условий существования и развития жизни. В сравнении с соответствующими характеристиками внутренних планет, не говоря о внешних, эти условия выглядят чрезвычайно эфемерными. Длительная же их сохранность в „узких“, но оптимальных для живых организмов пределах на протяжении геологической истории, по меньшей мере с момента появления первых идентифицируемых прокариот, свидетельствует о том, что за внешней хрупкостью экологической обстановки в биосфере скрывается четко отлаженный механизм, функционирующий бесперебойно столь длительное время [4]. Наиболее активной силой в биосфере является совокупное живое вещество. Оно же выступает в качестве центрального управляющего органа этой системы, поскольку других „претендентов“ на эту роль не имеется. Причем ведущая роль живого становится наиболее очевидной при анализе биосферного функционирования в геологической ретроспективе.

К сожалению, „акт творения“ жизни находится пока за рамками научного понимания. Вместе с тем сам факт наличия жизни независимо от частоты ее встречаемости в философском понимании явление чрезвычайно сложной и одновременно строгой закономерности —

закономерности развития материи высшей формы. Следовательно, и ее основные функции должны подчиняться таким же определенным и строгим закономерностям. Иначе говоря, на основании всего известного о биосфере и природе планет земного типа можно утверждать, что, реализовавшись с огромным трудом, живое вещество как высшая форма развития материи не является лишь „приспособлением“ к условиям окружающей среды. Напротив, разнообразные данные естествознания свидетельствуют, что организмы „безотносительно к конкретным формам“ сами активно, постоянно и целенаправленно формируют и изменяют природные условия в необходимых для них направлениях. Начальный этап становления биосферы требовал, конечно, неких предварительных подходящих условий для появления жизни. И такие условия существовали. Но в дальнейшем специфика поверхностной оболочки земли определялась уже функционированием биосферы.

Таким образом, рассмотрение биосферы как глобальной системы, управляемой живой субстанцией, с неизбежностью приводит к признанию компонентов биосферы составными и неотъемлемыми частями этой же системы. Такое заключение пока еще не введено в „спектр“ обсуждаемых биосферных проблем, но основания для этого уже имеются. Следует добавить, что вся история существования биосферы является доказательством геологически вечного парагенезиса между ее составляющими, причем биота выступает в качестве руководящей компоненты.

По-видимому, нет необходимости подробно останавливаться на связи организмов и земной атмосферы. Хорошо известно, что основные газовые ингредиенты воздушной среды (кислород, азот, двуокись углерода) не только входят в биогенный цикл миграции, но и их концентрации находятся в пределах, в оптимальной степени „устраивающих“ потребности живых организмов.

Природа гидросферы более загадочна. Но подобного образования, да еще в свободном состоянии и в таком объеме, в пределах ближнего космоса не наблюдается. В последние годы появились работы, свидетельствующие о том, что „биологические процессы образуют новые молекулы воды“. Даже если и не становиться на эту крайнюю точку зрения, тем не менее нельзя не признать, что живое играет важную и, по-видимому, определяющую роль в солевом режиме H_2O , в испарительных процессах и даже в сохранении воды на планете. Резюмируя все известное о парагенезисе живого вещества и H_2O , создается убеждение, что и само наличие, и свойства водной оболочки биологически целесообразны и „направлены“ на формирование благоприятных экологических условий в биосфере.

И наконец, о процессах, происходящих в земной коре, и их месте в общей цепи биосферного функционирования. Вся история верхней части литосферы в соответствии с эмпирическими обобщениями В.И. Вернадского (теперь уже научно доказанными) является непрерывным процессом ее биолитизации. Этот процесс заключается в постоянной переработке горных пород живыми существами (преимущественно микроорганизмами), в прямом и опосредованном

воздействии на вещество земной коры (в пределах по крайней мере области „былых биосфер“) разнообразных продуктов метаболизма живого вещества, в результате чего преобразуются и поддерживаются специфические физико-химические параметры среды. Все эти „способности“ живого воздействовать не только на геохимическую специфику биосферы, но и на структуру и формирование динамических потоков в ней, переносящих энергию, массы вещества и информацию, позволяют рассмотреть еще один аспект этой проблемы – о связи живого с некоторыми эндогенными процессами. Предположения о возможности причинно-следственных связей между поверхностными биогеохимическими процессами и сгоранием органики в стратиферии и в метаморфической оболочке встречались еще в работах В.И. Вернадского и в дальнейшем получили некоторое развитие.

Несомненно, что концепция мобилизма, позволяет более правдоподобно и детально объяснять глобальное формирование рельефа планеты: возникновение складчатых областей, появление островных дуг, развитие океанических впадин. Попутно получает дополнительное объяснение существование сейсмических и вулканических зон, детализируются обоснования наличия тектонически спокойных областей древних платформ – кратонов, намечаются тенденции понимания глобальных закономерностей распространения месторождений ряда полезных ископаемых. Вместе с тем все более „острым“ становится вопрос: что заставляет „дрейфовать“ литосферные плиты, как устроен механизм их перемещения, где источники той энергии, питающие этот механизм?...

Следует признать, что движущие силы эндогенных процессов продолжают оставаться „тайной за семью печатями“. Вместе с тем совершенно не исключено, что так называемая „внутренняя“ энергия Земли имеет полигенную природу и одним из ее поставщиков является биосфера. В ней с помощью фотосинтеза происходит аккумуляция солнечной энергии с последующим частичным захоронением ее в виде органических остатков. Одновременно, благодаря живому веществу, в зоне гипергенеза происходит интенсивная трансформация лучистой энергии в химическую энергию минерального вещества. И наконец, с помощью геологического круговорота осуществляется передача законсервированных указанным образом видов энергии в глубинные участки земной зоны, где она и высвобождается, активизируя внутренние процессы [2, 5]. В этой связи интересно сопоставить и известные данные об эндогенной специфике на ближайших космических объектах. Так, на Луне и Меркурии отмечаются только древние деформации коры, в то время как на Марсе и Венере тектоническая деятельность значительных масштабов прекратилась сравнительно недавно [6]. С посадкой космических аппаратов на Венеру появились данные, свидетельствующие лишь о ее незначительной сейсмичности.

На этом фоне данных о космических планетных тектонических проявлениях современные эндогенные процессы Земли выглядят аномально грандиозными. Такое различие между „поведением“ недр Земли и ее соседей невозможно объяснить исходя из традиционно

понимаемых источников „внутренней“ энергии. В соответствии с существующими представлениями движущие силы эндогенных процессов складываются из энергии радиоактивного распада и энергии, зародившейся в результате аккреции и последующей дифференциации и расслоения вещества на ядро, мантию и первичную кору. Отсюда постулировалось, что чем меньше масса космического тела, тем раньше оно исчерпывает ресурсы своей энергии. Исходя из этого положения, логично было бы заключить, что и для Земли наиболее бурные проявления глубинных процессов – пройденный этап. Однако здесь уже в который раз наблюдается очередное космическое отклонение, выражающееся в отчетливом возрастании по мере приближения к современной эпохе мощностей отложений за равные отрезки геологического времени (в течение фанерозоя), а также не уменьшающаяся активность глобальной тектонической деятельности [8]. Даже если это и не совсем так, то по меньшей мере нет никаких данных об ослаблении, не говоря уже о затухании, эндогенных процессов в литосфере – в области былых биосфер.

Исходя из этого в другом свете предстает распространенное мнение о том, что жизнь на Земле (равно как и на других гипотетически обитаемых планетах) возможна лишь до тех пор, пока Земля активна и пока происходит глобальный круговорот вещества и энергии между недрами и ее поверхностью. Известный уникальный пример единственно обитаемой в пределах Солнечной системы планеты Земля в настоящее время дает больше оснований считать, что, напротив, до тех пор пока существует жизнь на планете, ее внутренние литосферные процессы будут оставаться активными. Такое предположение не бездоказательно. Существуют и предварительные расчеты, показывающие, что захороненное органическое вещество, прежде всего дисперсное, аккумулировало в себе достаточно энергии для поддержания ряда современных эндогенных процессов. А вот для высвобождения этой законсервированной энергии, необходимой для поддержания глобального геологического круговорота, и нужна энергия, которую несет в себе планета еще при своем рождении.

С позиций функционирования биосферы как системы это чрезвычайно „целесообразное“ явление, способствующее обмену веществом и энергией между ее оболочками. В результате этого процесса происходит постоянное переплавление значительного количества земной коры, основного материального субстрата биосферы, и регенерируются многие элементарные составные части природной среды.

Итак, рассматривать тектоническую активность в отрыве от биосферы в настоящее время неправомерно. Эта активность – такой же закономерный планетарный процесс, связанный с биосферой, как воздушные и водные течения, шторма, оледенения, только более высокого порядка. И эта внутренняя активность будет сохраняться до тех пор пока на планете существует биосфера.

Л и т е р а т у р а

1. Б у д ы к о М.И., Р о н о в А.Б., Я н ш и н А.Л. Истoрия атмосферы. Л., 1985. 208 с.
2. В е р з и л и н Н.Н. Роль живого вещества в образовании земной коры // Вестн. ЛГУ. Сер. Геология, География. 1977. Вып. 4. № 24. С. 5-13.
3. В е р н а д с к и й В.И. Живое вещество. М., 1978. 358 с.
4. К а д а ц к и й В.Б. Климат как продукт биосферы. Минск, 1986. 112 с.
5. Л е б е д е в В.И. О возможности поглощения солнечной энергии кристаллическим веществом Земли // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1954. № 4. С. 50-74.
6. М а р о в М.Я. Планеты Солнечной системы. М., 1981. 250 с.
7. М а р о ч н и к Л.С., М у х и н Л.М. Галактический пояс жизни // Природа. 1983. № 11. С. 52-57.
8. Р о н о в А.Б., Х а и н В.Е., Б а л у х о в с к и й А.Н. и др. Изменение распространенности объемов и скоростей накопления осадочных и вулканогенных отложений в фанерозое (в пределах современных материков) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 12. С. 5-12.
9. Философский энциклопедический словарь. М., 1983. 840 с.

В.И. Г о ц а д з е, А.А. Ч и к о в а н и

О ПЕРИДИНИЕВЫХ ВОДОРОСЛЯХ И НАННОПЛАНКТОНЕ ХАДУМСКОЙ СВИТЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Широко распространенные на Северном Кавказе отложения олигоцена и нижнего миоцена, называемые майкопской серией, представлены своеобразной фацией темно-серых и коричневых, „шоколадных” глин с конкрециями мергелей и сферосидеритов. С ними связаны различные полезные ископаемые. Расчленение и корреляция разрезов майкопской серии, почти лишенной фаунистических остатков, одна из труднейших проблем стратиграфии палеогена Юга СССР и до настоящего времени не решена удовлетворительно. Проводимые за последние годы на Северном Кавказе крупномасштабные геологосъемочные и поисково-разведочные работы, направленные на выявление месторождений нефти, газа, марганца и других полезных ископаемых, требуют детальной разработки вопросов стратиграфии этих отложений.

Для решения этой проблемы представляет интерес комплексное изучение наннопланктона в известковых толщах и микрофитопланктона, не приуроченного к определенным фациям. В статье приводятся

Система	Отдел	Ярус	Свита	Горизонт	Биостратиграфическая корреляция		
					Фораминиферы (по В. А. Крашенин- никову 1975)	Наннопланктон	Диноцисты
Палеоген	Олигоцен	Рюпель	Батап- пашин- ская				Слои с <i>Wetzeliiella</i> <i>gochtii</i> + <i>W. symmetrica</i>
			Хадумская	Морозки- ной балки		<i>Sphenolithus</i> <i>predistentus</i> NP 23	<i>Pentadinium</i> <i>laticinctum</i>
				Пол- бин- ский			
				Пшехский	<i>Globigerina</i> <i>tapuriensis</i> P 18	<i>Helicosphaera</i> <i>reticulata</i> NP 22 <i>Ericsonia</i> <i>subdisticha</i> NP 21	<i>Chiropteridium</i> <i>aspinatum</i>
	Эоцен	Приабон	Белоглин- ская		<i>Globigerapsis</i> <i>tropicalis</i> P 17	<i>Sphenolithus</i> <i>pseudoradians</i> NP 20	<i>Kisselovia</i> <i>clathrata</i> <i>angulosa</i>

Рис. 1. Зональное расчленение хадумской свиты по планктону.

новые данные, полученные в результате изучения наннопланктона и перидиниевых водорослей хадумской свиты, составляющей нижнюю часть майкопской серии (по шести разрезам междуречья Белая-Кубань). Хадумская свита довольно хорошо охарактеризована фаунистически и определяет нижний возрастной предел майкопской серии, мощность ее колеблется в широких пределах – от 40 до 400 м. Литологически и палеонтологически хадумская свита делится на три подсвиты: пшехская, полбинская и Морозкиной балки (рис. 1). Пшехская подсвита (планорбелловые слои) мощностью 40–75 м согласно залегает на белоглинской свите верхнего эоцена. Она представлена чередованием известковых и неизвестковых глин при преобладании первых. Известковые глины обычно оливково-серые и серые, сланцеватые, средней плотности, с многочисленными остатками рыб и давленными планорбеллами. Неизвестковые глины окрашены в темно-серый и коричневатый-серый цвета и содержат многочисленную рыбную чешую. По планктонным фораминиферам пшехские слои отнесены к зоне *Globigerina tapuriensis*, соответствующей низам олигоцена [5]. В самой нижней части пшехских слоев (15–20 м) нами определен немногочисленный комплекс наннопланктона, который хорошо сопоставляется с комплексом зоны NP 21 *Ericsonia subdisticha* стандартной наннопланктоновой шкалы Мартини 1971 г., обнаруженным также на Северном Кавказе и в Крыму [2]. Установленная ассоциация является переходной от эоцена к олигоцену. В средней и верхних частях пшехских слоев определена ассоциация наннофлоры, большинство видов из которой явля-

ются общими с формами зоны NP 22 *Helicosphaera reticulata*, установленной А.С. Андреевой-Григорович на Северном Кавказе и в Армении.

Мощность светло-серого неслоистого, сравнительно мягкого мергеля полбинской подсвиты (остракодового пласта) по изученным разрезам не превышает 3 м. Несмотря на резко различающийся облик ассоциаций наннопланктона из мергелей полбинской подсвиты и известковых прослоек темно-серых глин подсвиты Морозкиной балки комплексы содержат общие формы, сходные с таковыми зоны NP 23 *Sphenolithus predistentus*. Полученные данные согласуются с результатами исследований А.С. Андреевой-Григорович на Северном Кавказе и Ц.Д. Минашвили в Западной Грузии [2, 6]. Таким образом, хадумская свита включает в себя наннопланктоновые зоны NP 21-23, отвечающие нижнему олигоцену.

Общий состав диноцист из хадумской свиты насчитывает 50 видов. При этом ассоциация из пшехских слоев насчитывает более 30 видов, в которой преобладают *Wetzeliella samlandica* Eis., *W. articulata* Eis., *W. symmetrica* Weiler, *Deflandrea phosphorifica* Eis., *D. speciosa* Alberti, *D. granulosa* Cookson, *D. sp.*, *Impletosphaeridium multispinosum* Benedeck, *Spiniferites ramosa* Ehrenberg, *Apteodinium conjunctum* Eis., *A. emslandensis* (Gerl.) Stover et Evitt, *Thalassiphora pelagica* Eis., *Adnatosphaeridium reticulense* (Past) Coninck, *Pterospermopsis danica* Wetz., *P. barbarae* Gorka, *Rhombodinium draco* Gocht., *Cordosphaeridium inodes* Eis., *Cleistosphaeridium pectiniforme* (Gerlach) Davey et Dovnie.

Встречаются также единичные *Cumatiophaera radiata* Deflandre et Cook, *Samlandia chamydophora* Eis., *Kisselevia clathrata* Vorzhen., *Batiacasphaera micropapillata* Stover.

При некотором сходстве с верхнеэоценовым приведенный комплекс существенно отличается от него по видовому составу, а именно: *Kisselevia clathrata* установлена только в самих низах пшехской подсвиты — переходных эоцен-олигоценовых слоях, представители рода *Rhombodinium* редки, отсутствуют характерные для верхнего эоцена *Spiniferites pseudofurkatus*, *Apectodinium paniculatum*, *Rhombodinium rhomboidea* f. *ovalis*, *Kisselevia ornata*. Важное стратиграфическое значение имеют появившиеся здесь *Chiropteridinium aspinatum* Gerlach, *Phthanoperidinium amoenum* Drugg et Loeb., *Carrudium incompositum* (Drugg) Stover et Evitt, *Pentadinium latincinctum* lophophorum Gerlach.

Приведенная ассоциация перидиниевых водорослей из пшехских слоев имеет много общих форм с зоной *Chiropteridinium aspinatum*, установленной Бенедekom и Мюллер в нижнем олигоцене Вестфалии [9]. Близкие этому составу комплексы определены А.Б. Стотланд из межгорской свиты Днепровско-Донецкой впадины, где возраст комплекса принят как ранний и средний олигоцен [7];

К.Е. Аристовой [3] приводится близкая к упомянутой ассоциация в нижнеолигоценовых слоях Бахчисарайского разреза Крыма.

Общий состав диноцист пшехского горизонта позволяет сопоставить их также с зоной *Phthanoperidinium amoenum*, выделенной Ж. Шатане [9] по данным исследований динофлагеллат в самых низах олигоцена Парижского бассейна.

Изученный комплекс диноцист остракодового пласта включает более 15 форм. Несмотря на значительное видовое сходство с пшехским, по преобладающим формам он не похож на ассоциации других свит олигоцена и легко распознается. В нем присутствуют *Apteodinium conjunctum* Eis et Cookson, *A. emslandense* (Gerl.) Storer et Evitt, *Cyclonephelium cf. pastielsi* Defl. et Cook., *C. compactum* Defl. et Cook., *C. reticulatum* Gerlach, *Chiropteridinium aspinatum* Gerlach, *Pentadinium laticinctum* Benedeck, *Geridocysta* spp., *Phthanoperidinium amoenum* Drugg et Loebl., *Hystrichokolpoma cinctum* Klump., *Cleistosphaeridium pectiniforme* Gerl., *Systematophora placantha* Defl. et Cook., *Glaphyrocysta reintexta* Cook., *Wetzeliella gochtii* Eis., *Canningia* spp., *Batiacasphaera* spp., *Tanyosphaeridium paradoxum* Brosius.

Для комплекса ископаемых водорослей остракодового пласта характерно почти полное отсутствие диноцист с внутренним ядром, за исключением появившихся единичных *Wetzeliella gochtii*. Присутствие в комплексе вида *Pentadinium laticinctum*, являющегося хорошим маркером олигоцена [7], а также наличие *Chiropteridinium aspinatum*, *Ch. lobospinosum*, *Cleistosphaeridium pectiniforme*, *Hystrichokolpoma cinctum*, *Systematophora placantha* позволяют сопоставить эту ассоциацию с зоной *Pentadinium laticinctum*, установленной Бенедекком и Мюллер в нижнем олигоцене Вестфалии.

Комплекс диноцист из отложений Морозкиной балки в количественном отношении беднее ранее описанных. В них постоянно присутствуют формы *Deflandrea phosphoritica* subs. *phosphoritica* Cock. et Eis., *D. speciosa* Alb., *D. spp.*, *Wetzeliella gochtii* Eis., *W. symmetrica* Weiler, *W. clathrata* Eis., *Cymatiosphaera radiata* Wetzel, *Rhombodinium draco* (Gocht) Alb., *Rh. spp.*, *Cordosphaeridium divergens* Eis., *Leicunia nyalina* Eis., *Pterospermopsis barbarae* Gorka, *Cyclonephelium* spp., *Phthanoperidinium* spp., *Tyrtodiscus suevicus* Eis., единичные *Hystrichogonyaulax coreoides*. Аналогичный комплекс характерен для средней части олигоценовой зоны *Wetzeliella gochtii*, включающей в себя рупель и хатт Бельгии, выделенной Коста и Давни [10] на основании эволюционного развития рода *Wetzeliella*. Аналогичный комплекс обнаружен А.С. Андреевой-Григоревич в олигоцене скв. № 4 Новопокровская (Ставропольский край), а также в асканийских слоях Причерноморской впадины [1, 4].

Таким образом, на основании изучения диноцист хадумских отло-

жений междуречья Белая-Кубань удалось выделить три комплекса древних перидиниевых водорослей, которые, несмотря на сходство, имеют существенные различия.

Отложения нижней и средней частей хадумской свиты, включающие приведенные выше первые два комплекса перидиниевых водорослей, можно сопоставить с зонами *Chiropteridium aspinatum* и *Pentadinium laticinctum* нижнего олигоцена ГДР и ФРГ. Границы зоны *Pentadinium laticinctum* нечетки, она включает в себя подстилающие и перекрывающие остракодовый пласт слои, общая мощность ее 20–22 м. Верхняя часть хадумской свиты из-за отсутствия видов-индексов принята как „слои с *Wetzelia gochti* и *W. symmetrica*“ по преобладанию представителей рода *Wetzelia*. Зоны по диноцистам, установленные в хадумской свите, соответствуют наннопланктоновым зонам NP 21–23 стандартной палеогеновой шкалы (Мартини, 1971 г.), поэтому нижнеолигоценовый возраст содержащих их отложений не вызывает сомнения.

Из изложенного видно, что древний микрофитопланктон позволяет проводить корреляцию в широких масштабах. Видовое разнообразие нижнеолигоценовых диноцист подтверждает мнение предыдущих исследователей, что особенного разнообразия и численности перидинии достигают в эоцене и начале олигоцена, а в олигоцене видовое и родовое разнообразие постепенно сокращается. Появление новых, менее богатых комплексов нанно- и микрофитопланктона в начале хадума позволяет заключить, что начиная с раннего олигоцена происходят изменения биомических условий майкопского бассейна.

Л и т е р а т у р а

1. Андреева - Григорович А.С. Распространение цист динофлагеллат в майкопской толще Северного Ставрополя // Палеонт. сб. № 17. Львов. 1980. С. 74–79.

2. Андреева - Григорович А.С. Наннопланктон пограничных эоцен-олигоценовых и олигоценовых отложений Армении и Северного Кавказа // Палеонт. сб. № 18. Львов. 1981. С. 57–61.

3. Аристова К.Е. Пыльца и микропланктон из пограничных отложений эоцена и олигоцена южной части СССР // Палинология кайнофита. М., 1973. С. 117–121.

4. Григорович А.С. К характеристике микрофитопланктона верхнеэоценовых отложений Крыма, Центрального Предкавказья и Южных Ергеней // Микрофитофоссилии СССР. Новосибирск, 1974. С. 86–89.

5. Крашенинников В.А., Музылев Н.Г. Соотношение зональных шкал по планктонным фораминиферам и наннопланктону в разрезах палеогена Северного Кавказа // Вопросы микропалеонтологии. № 18. М., 1975. С. 212–224.

6. Мишвили Ц.Д. Биостратиграфия миоценовых отложений Западной Грузии по известковому наннопланктону. Автореф. канд. дис. Тбилиси, 1986. С. 144.

7. Стотланд А.Б. Корреляция олигоценовых отложений Днепровско-Донецкой впадины по динофлагеллатам // Актуальные вопросы современной палеоальгологии. Киев, 1986. С. 60-64.
8. Benedeck P.N., Müller C. Nannoplankton-Phytoplankton-Korrelation im Mittel- und Ober-Oligozän von NW. Deutschland // Neues Jahrb. Geol. und Paläontol. Abh. 1974. N 7. S. 385-397.
9. Châteauneuf J.-J. Palynostratigraphie et paleoclimatologie de l'eocene superieur et de l'oligocene du bassin de Paris (France) // De doctorat d'etat. Paris, 1980. P. 357.
10. Costa L., Downie C. The distribution of the dinoflagellate Wetzeliella in the Paleogene of north-western Europe // Palaeontolog. 1976. Vol. 19. (4). P. 591-614.

С.В. Точилина, Н.К. Вагина, И.М. Попова

О ЗНАЧЕНИИ РАДИОЛЯРИЕВОГО И ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭВСТАТИЧЕСКОЙ ЦИКЛИЧНОСТИ

Эвстатическая цикличность – это вертикальные изменения уровня океана во времени. Этому вопросу были посвящены многие работы [2-4, 6, 7, 9-11, 15, 18, 28 и др.].

Понятие эвстазии как изменения уровня океана определяется следующими факторами:

1) гравитационно-ротационными изменениями уровня моря [6-8];

2) движениями земной коры, изменяющими объем океанических впадин [8, 9, 12, 13, 15];

3) климатом (гляцио-эвстатические факторы) [26, 31].

В 1978 г. П. Вейлом и его соавторами [30] были получены интереснейшие данные о двукратном глобальном повышении уровня моря на 300 м, происшедшем 500 и 70 млн. лет назад. Эти результаты были получены на основании обобщения сейсмостратиграфических профилей осадочной толщи шельфа и материкового склона океана, была построена эвстатическая шкала.

Кроме шкалы П. Вейла имеется шкала Т. Лоутита и Дж. Кеннета [27], в которой дана вероятностная интерпретация изменений уровня Тихого океана для кайнозойского времени. Эта шкала построена по результатам анализа распределения перерывов и несогласий и их корреляции на примере Новозеландского района лавинной седиментации.

Авторами предлагаемой статьи также построена модель изменений уровня океана для неогеновой эпохи по результатам радиоляриевого и палинологического анализов.



Рис. 1. Карта фактического материала: 1 – скважины глубоководного бурения; 2 – стратотипический разрез маруямской свиты по р. Малый Такой; 3 – естественные разрезы неогена Японских островов.

Материалом для построения модели послужило изучение глубоководных разрезов, полученных бурением скважин 435 и 436 в районе Японского желоба в 56-м рейсе „Гломар Челленджер“ (рис. 1). Кроме этого были изучены три опорных разреза неогена на юге Сахалина, один из которых мы поместили в эту работу – это страто-

типический разрез маруямской свиты по р. Малый Такой (рис. 1).

Анализ количественного содержания радиолярий по латерали и наблюдения за полиморфизмом их раковин привели нас к выводу о том, что наибольшее число и разнообразие радиолярий характерно для аномальных водных масс океана, тогда как сокращение численности и морфологического, хромосомного полиморфизма наблюдается на краю ареалов, в популяциях, находящихся в стрессовых условиях. Именно такие условия были в неогеновую эпоху в шельфовых районах Сахалина.

Анализ распространения радиолярий в неогене юга Сахалина [29] показал резкие различия как в количественных характеристиках, так и в общей структуре сообществ в направлении от мористой части к верхней части шельфа. В распространении радиолярий в верхней части шельфа отмечается однообразие их состава и присутствие единичных видов, оторванных от основных ареалов.

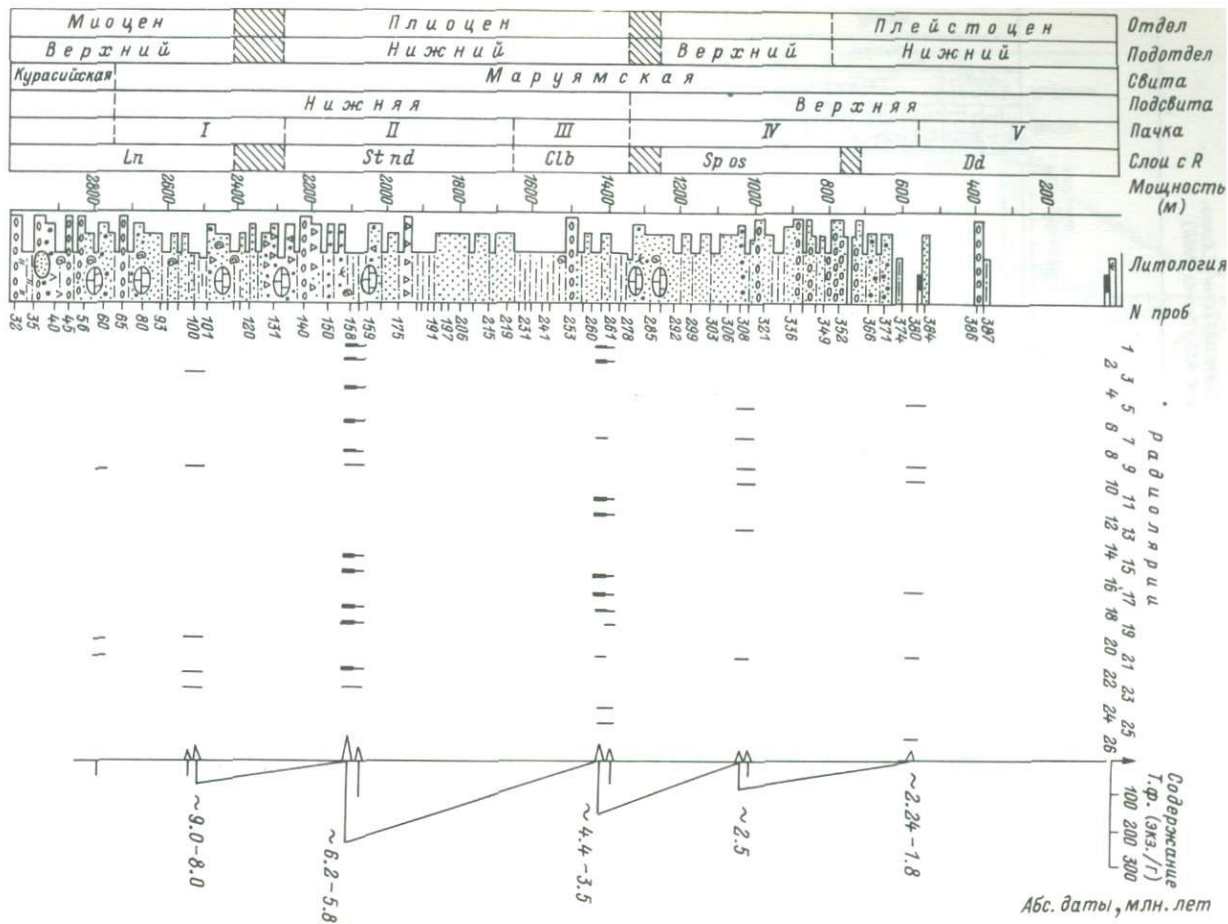
Анализ колебания численности и таксономического состава радиолярий в глубоководных неоген-плейстоценовых разрезах северо-запада Тихого океана показал циклическое распределение биоты. Это хорошо проиллюстрировано многими примерами [17], в том числе в данной работе: на разрезах Западно-Тихоокеанской плиты (скв. 436) и островного склона Хонсю (скв. 435). В неогеновую эпоху максимумы численности проявлялись многократно: в раннемиоценовую эпоху и в плиоценовую (рис. 2). Выделенные пять фаз плиоценовых максимумов имеют сложную природу; при выделении этих фаз нами принимался во внимание основной тренд развития радиолярий каждой фазы в плиоцене. Наиболее выраженные колебания численности и разнообразия биоты, с большой долей вероятности, соответствуют эвстатическим колебаниям уровня океана. Это находит подтверждение в изохронном, циклическом распределении радиолярий в разрезах островного обрамления. Эвстатические колебания отражены циклично в виде последовательной смены трансгрессивных и регрессивных фаз, что выражено слоями с радиоляриями и без радиолярий. В разрезах



Рис. 2. Циклические изменения количества радиолярий (число экземпляров в 1 г осадка) по глубоководным разрезам плиоцена в районе Японского желоба. Радиоляриевые зоны и надзоны (н/з) – Op – *Ommatartus penultimus*; St nd – *Stichocorys neodelmontensis*; St pA – *Stichocorys peregrina* form A; St pB – *St. peregrina* form B; Ba – *Botriostrobus australis*; Lh – *Lamprocyclas heteroporus*; Ec – *Eucyrtidium calvertense*.

Сахалина (рис. 3) слои с радиоляриями соответствуют климаксовой фазе развития радиоляриевой ассоциации в океане. Под климаксовой фазой авторы понимают стадию сукцессионной последовательности, в которой ассоциация организмов достигает при большой численности и разнообразии относительно равновесного состояния. Циклическая седиментация отражена в слоях с радиоляриями, соответствующих времени кульминаций трансгрессий.

В марумской свите Такойского разреза по результатам радиоляриевому анализу можно выделить несколько трансгрессивных фаз, соответствующих слоям с повышенным количеством радиолярий: эти слои образовались в гемипелагических условиях осадконакопления. Судя по неоднократно возрастающей численности радиолярий в плио-



цене, следует сделать выводы о неоднократных повышениях уровня океана, проявившихся в плиоценовую эпоху.

Неравнозначные по своим масштабам трансгрессивные фазы, выявленные в разрезах островного обрамления Тихого океана, мы определяем по существованию связи между общим числом радиолярий и высотой уровня моря, то есть более высокому уровню моря должна соответствовать большая численность радиолярий, и наоборот. По этому признаку максимум трансгрессии проявился в раннем плиоцене примерно 6.2 млн. лет назад; минимум – в раннем плейстоцене – 1.8 млн. лет назад.

Регрессивные фазы, выявленные по отсутствию радиолярий (единичные находки позднемиоценовых форм свидетельствуют о переотложении), соответствуют перерывам в гемипелагическом осадконакоплении. Эти перерывы по своему масштабу отличаются от перерывов в общепринятом понимании, так как известное определение „перерыва“ предполагает значительное нарушение стратиграфической последовательности в процессе осадконакопления. Перерывы в гемипелагическом осадконакоплении относятся, вероятно, к скрытым, поскольку стратиграфическая последовательность нарушена в значительно

Рис. 3. Стратотипический разрез маруямской свиты юга Сахалина (р. Малый Такой). Циклическое распространение радиолярий. Литологическая колонка: I – конгломераты, II – брекчия, III – гравий, IV – песок, V – конкреции, VI – алевролит, VII – пелит, VIII – детрит, IX – фауна, X – туфы, XI – туффиты. Слои с радиоляриями (R): L n – *Lychnocanium nipponicum*; St nd – *Stichocorys neodelmontensis*; Cl b – *Clathrocyclas bicornis*; Sp os – *Spongodiscus osculosus*; D d – *Diplocyclas davisiana*. Радиолярии: 1 – *Echinomma delicatulum* Dogiel; 2 – *Haliomma spinigerum* Stöhr; 3 – *Stylosphaera santaennae* Campbell, Clark; 4 – *St. santaennae pusillus* Campbell, Clark; 5 – *Stylocontharium aquilonium* Hays; 6 – *Ommatartus* aff. *hughesi* Campbell, Clark; 7 – *Sphaeropyle langii* Dreyer; 8 – *Sph. robusta* Kling; 9 – *Spongodiscus resurgens* Ehrenberg; 10 – *Sp. osculosus* Dreyer; 11 – *Sp. gigas* Campbell, Clark; 12 – *Sp. craticulatus* Stöhr; 13 – *Spongostrochus glacialis* Popofsky; 14 – *Spongaster pentas* Riedel; 15 – *Amphymenium* sp.; 16 – *Tholospira cervicornis* Haeckel; 17 – *Th. sp.*; 18 – *Lithelius nautiloides regularis* sp. nov.; 19 – *L. spiralis* Haeckel; 20 – *Lychnocanium nipponicum* Nakaseko; 21 – *L. grande* Campbell, Clark; 22 – *Theocorys redondoensis* Campbell, Clark; 23 – *Stichocorys neodelmontensis* Tochilina; 24 – *Gondwanaria japonica* Nakaseko; 25 – *Clathrocyclas bicornis* Hays; 26 – *Diplocyclas davisiana*. Т.ф. – трансгрессивные фазы.

меньшей степени. Они близки к диастемам в определении И. Баррелла, однако отличаются от последних мощностями осадков: И. Барреллом [21] описаны условия низких скоростей осадконакопления, тогда как для разрезов Сахалина характерны высокие скорости осадконакопления.

Примером трансгрессивных фаз служат слои с *Lychnocanium nipponicum* позднемиоценового возраста и слои со *Stichocorys neodelmontensis* и *Theocorys redondoensis* и *Clathrocyclas bicornis* и *Sphaeropyle langii* плиоценового возраста. Одна часть этих слоев установлена в Долинском районе, другая часть — в Анивском и Макаровском районах по разрезам рек Малый Такой, Гребянка, Бачинская и др. Нельзя не отметить малые мощности этих слоев. Однако эти слои характеризуются значительным латеральным распространением, включающим прилегающие акватории. Следует предполагать, что трансгрессивные фазы, запечатленные в этих слоях, охватили названные районы юга Сахалина (но не юг Сахалина в целом!).

Радиоляриевые фоссилии в кайнозойских разрезах островного обрамления (судя по собственным наблюдениям и анализу литературных данных) северо-запада Тихого океана распределены дискретно, с несколькими максимумами.

С.В. Точилина предлагает назвать выделенные слои с радиоляриями термином „модальные слои“ („мода“ означает характеристику функции распределения), то есть слои, образовавшиеся за время трансгрессивной фазы, запечатленной фоссилиями стеногалинной планктонной (океанской) фауны.

В то же время слои, образовавшиеся за время регрессивной фазы без фоссилий стеногалинной планктонной фауны — интермодальными. По своей сути эти слои соответствуют перерывам в гемипелагическом осадконакоплении; они выявлены микропалеонтологическим методом.

Модальные слои, зафиксированные в разрезах, выявляют границы циклов по вертикали. Поэтому естественным будет проводить границы циклов по основанию этих слоев, то есть слои с радиоляриями могут представлять стратиграфические реперы.

Следует отметить и литологические особенности модальных слоев (с радиоляриями) и интермодальных (без радиолярий). В разрезах островного обрамления модальные слои представлены, как правило, наиболее тонкими разностями пород по гранулометрическому составу: глинистыми алевролитами, тонкозернистыми песками. Последующие исследования их минералогического состава позволят охарактеризовать эти слои более определенно и отнести их к числу реперных не только по содержанию в них радиолярий, но и по их минералогии. Интермодальные слои можно принять уже в настоящее время как реперные, так как они представлены грубообломочными разностями пород, хорошо

выделяются и картируются. Это слои II пачки нижнемаруямской подсвиты Малотакойского разреза, по В.О. Савишкому, Л.С. Маргулису и др. [14], и, вероятно, слои в верхней части второго горизонта, по Л.С. Жидковой [5].

Радиоляриевая ассоциация со *Stichocorys neodelmontensis* относится к переходной, к стратоекотону, так как в этих слоях содержатся фоссилии двух смежных стратонов: позднемиоценового и раннеплиоценового – зоны *Denticulopsis hustedtii* – *D. kamtschatica* (диатомей), *L. nipponicum* – *St. neodelmontensis* (*Clathrocyclas bicornis*) (радиолярии).

По результатам диатомового анализа в пограничных слоях миоцена и плиоцена (II пачка маруямской свиты) появляются многочисленные представители *Thalassiosira* (по определениям В.П. Болдыревой и В.С. Пушкиря), что соответствует основанию зоны *D. kamtschatica*. Исследованиями Дж. Баррона [22] по глубоководным разрезам кайнозоя Тихого океана показано, что в основании зоны *D. kamtschatica* („а“) наблюдается появление большой группы *Thalassiosira*, что соответствует абсолютной дате 6.4 млн. лет. Этот уровень японским диатомологом Фумио Акибой [20] принимается за миоцен–плиоценовую границу.¹ С этими представлениями полностью согласуются результаты и наших исследований. В качестве примера следует отметить, что у радиолярий на обсуждаемом уровне наблюдается появление новых родов в семействе *Larcoidea*, а также дифференциация видов у некоторых родов (*Stichocorys* и др.). А в спорово–пыльцевых спектрах наблюдается наибольшее для Малотакойского разреза разнообразие таксонов и представителей широколиственных пород.

Синхронные изменения в развитии планктонных групп радиолярий и диатомей на границе миоцена и плиоцена и в плиоцене, выявленные исследователями по материалам северо–запада Тихого океана и островного обрамления, включающего Японские острова и Сахалин, а также акватории Японского и Охотского окраинных морей, обусловлены структурной эволюцией и магматизмом этих районов, а также вероятным геохимическим фракционированием водных масс в океане, непосредственно повлиявших на развитие планктонной биоты, эрозийными процессами.

Корреляционный анализ колебания численности радиолярий в плиоцене как в наиболее полных разрезах океана, так и в прерывистых разрезах островного обрамления выявил синхронность колебаний численности радиолярий. Так, уменьшение числа радиолярий в океане соответствует их полному отсутствию на островном обрамлении и их максимальная численность в океане соответствует их максимальной численности на островном обрамлении.

Трансгрессивным циклом, установленным по радиоляриям, соответствуют спорово–пыльцевые комплексы, доминантами в которых

¹Официально принятая граница миоцена–плиоцена соответствует 5.1 млн. лет.

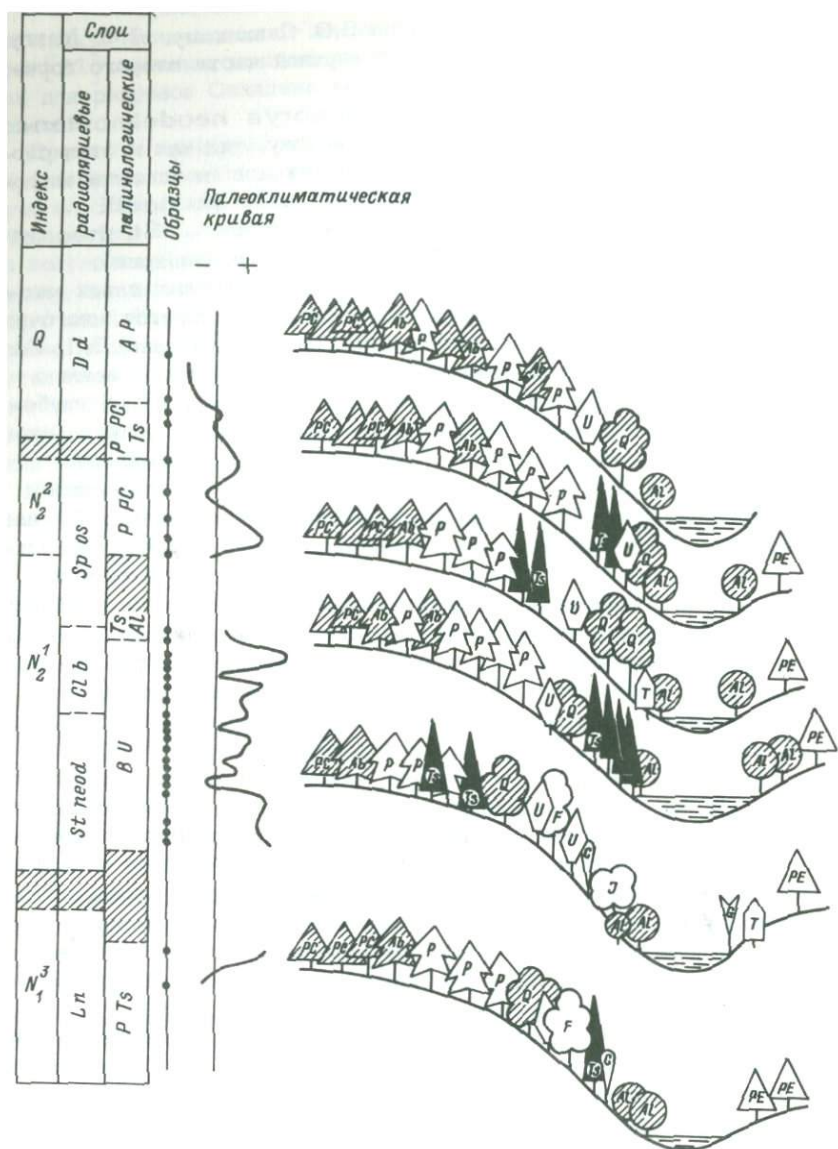


Рис. 4. Предполагаемая миграция растительности в долине р. Малый Туюк в неоген-плейстоцене и климатическая кривая. Слои с радиоляриями: *L n* - *Lychnocanium nipponicum*, *St neod* - *Stichocorys neodelmontensis*, *Cl b* - *Clathrocyclas bicornis*, *Sp os* - *Spongodiscus osculosus*, *D d* - *Diplocyclas davisiana*. Палинологические слои: *P Ts* - *Picea*, *Tsuga*; *B U* - *Betulaceae*, *Ulmaceae*; *Ts Al* - *Tsuga*,

является пыльца голосеменных растений семейства Pinaceae с воздушными мешками: Abies, Picea, Pinus, а также Tsuga.

Регрессивным циклам соответствуют спорово-пыльцевые комплексы с повышенным содержанием в них пыльцы травянистых растений, что может указывать на существование эродлируемых областей, занимавших большие площади и покрытых главным образом кустарниковой и травянистой растительностью [1].

Состав спорово-пыльцевых комплексов, содержащихся в слоях с радиоляриями в разрезе маруямской свиты по р. Малый Такой, отражает изменения климатической обстановки от позднего миоцена до раннего плейстоцена в сторону понижения среднегодовых температур (рис. 4).

Корреляционным анализом колебания численности радиолярий на такой большой территории, как северо-запад Тихого океана, установлено действие эвстатического фактора.

При сравнении шкалы Т. Лоутита и Дж. Кеннета [27] с предлагаемой моделью выявлено совпадение нескольких циклов второго и третьего порядков (сравнение проводилось с первого цикла, датированного ранним миоценом – 22.5 млн. лет). Эти совпавшие циклы отмечены по шкале Т. Лоутита и Дж. Кеннета следующими абсолютными датами: 6.6; 2.8; 1.7 млн. лет. Очень близкие даты получены трековым анализом, проведенным в кернах по разрезу Западно-Тихоокеанской плиты в районе Японского желоба, в скважине 436, пробуренной в 56-м рейсе „Гломар Челленджер”: 5.8; 2.56; 1.8 млн. лет [16]. В этих же кернах параллельно был сделан радиоляриевый анализ (рис. 2). В полученном спектре колебательных движений совпадающий цикл, датированный 6.6 и 5.8 млн. лет, особенно важен, так как этот цикл является началом нового этапа в развитии радиолярий и соответствует миоцен-плиоценовой границе.

Подводя итог изложенному, следует отметить, что причины, обуславливающие циклическую последовательность осадконакопления, дискуссионны: их связывают с тектоническими факторами (циклами, фазами) [12, 15, 23–26].

Известна также дискуссия по вопросу о том, что отражают фазы: эпизодичность или периодичность тектонических событий, их планетарный или региональный характер [7].

Г.У. Менард [8] объясняет возможность существования крупных трансгрессивных циклов изменением объема океанических впадин. По его данным, образование системы современных поднятий океанического дна (срединно-океанических хребтов) могло привести

Alnus; P PC – Picea, Picea sect. Cembrae; P PC Ts – Picea, Pinus sect. Cembrae, Tsuga; A P – Abies, Picea. Флора: Ab – Abies, P – Picea, Ts – Tsuga, PC – Pinus sect. Cembrae, PE – Pinus sect. Eupitys, T – Taxodiaceae, G – Glyptostrobus, Al – Alnus, Q – Quercus, F – Fagus, J – Juglans. C – Carpinus, U – Ulmus, Z – Zelkova.

к повышению уровня океана до 300 м. Подтверждением этого служат расчеты А.Б. Ронова [12, 13], Дж. Хейса и В. Питмана [26], в которых изменения уровня Мирового океана определялись по изменениям объемов срединно-океанических хребтов (для конкретных палеогеографических условий мезозоя и кайнозоя).

В Южно-Сахалинском районе повышение уровня океана могло быть в пределах 50–70 м. Этот вывод сделан по радиоляриям и нельзя отрицать возможность его уточнения последующими исследованиями.

Подводя итог изложенному, авторы считают возможным выделить три наиболее яркие циклические фазы, проявившиеся на уровне примерно 5,8; 4,4 и 2,4–2,56 млн. лет в северо-западной части Тихого океана. Эти фазы могут быть интерпретированы как циклы первого порядка, и они соответствуют несогласиям Японских островов: Куротаки, Наганума и „Предалиювиальному“ [19]. Большой региональный масштаб проявления эвстатического фактора позволяет предполагать действие сильных тектонических фаз, обусловивших эвстазию.

Л и т е р а т у р а

1. Вагина Н.К. Палинологическая характеристика радиоляриевых слоев неогена Южного Сахалина (р. Малый Такой) // Тихоокеанская геология. 1987. № 2. С. 29–32.
2. Васильковский Н.П. О геологической роли изменения уровня Мирового океана // Матер. по регион. геол. Вып. 13. Новосибирск, 1960. С. 79–89.
3. Вассоевич Н.Б. Флиш и методика его изучения. Л., 1948. 216 с.
4. Жемчужников Ю.А. Сходства и различия между фациальными, фациально-циклическими и фациально-геотектоническими методами изучения угленосных толщ // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1958. № 1. С. 3–11.
5. Жидкова Л.С. Биостратиграфия верхнетретичных отложений Южного Сахалина // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1962. Т. 37. № 4. С. 3–28.
6. Кац Ю.И. Меловой талассократический максимум и планетарные движения гидросферы // Меловой период. Палеогеография и палеоокеанология. М., 1986. С. 191–234.
7. Красилов В.А. Меловой период. Эволюция земной коры и биосферы. М., 1985. 239 с.
8. Менард Г.У. Геология дна Тихого океана. М., 1966. 265 с.
9. Мернер Н. Эвстазия, изменение геоида и взаимодействия многих геофизических факторов // Катастрофы и история Земли. М., 1986. С. 394–412.
10. Найдин Д.П. О колебаниях уровня Мирового океана в мезозое и кайнозое // Комплексные исследования природы океана. М., 1972. Вып. 2. С. 85–102.

11. Н а й д и н Д.П. Эпейрогенез и эвстазия // Вест. МГУ. Сер. геология. 1976. № 2. С. 3-16.
12. Р о н о в А.Б., Х а и н В.Е., Б а л у х о в с к и й А.Н., С е с л а в и н с к и й К.Б. Изменение распространенности, объемов и скоростей накопления осадочных и вулканогенных отложений в фанерозое (в пределах современных материков) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1976. № 12. С. 5-12.
13. Р о н о в А.Б. Вулканизм, карбонатонакопление, жизнь (закономерности глобальной геохимии углерода) // Геохимия. 1976. № 8. С. 1252-1277.
14. С а в и ц к и й В.О., М а р г у л и с Л.С., Б о л д ы р е в а В.П. и др. Маруямская свита Южного Сахалина (Анивский район) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1981. № 5. С. 65-77.
15. С о р о х т и н О.Г. Природа глобальных трансгрессий моря на континенты // Геофизика океана. Геодинамика. М., 1979. Т. 2. С. 262-266.
16. Т о ч и л и н а С.В., Г а н з е й С.С., Г о р б а р е н к о С.А. Палеоокеанологические исследования Японского желоба (56-й рейс „Гломар Челленджер“) // Геология океанов и морей: тез. докл. 6-й Всесоюзной школы морской геологии. М., 1984. Т. 1. С. 79-80.
17. Т о ч и л и н а С.В. Биостратиграфия кайнозоя северо-западной части Тихого океана. М., 1985. 134 с.
18. Т о ч и л и н а С.В., П о п о в а И.М. К проблеме эвстатической цикличности // III съезд советских океанологов. Секция геология, геофизика и геохимия. Осадочный слой, палеоокеанология: тез. докл. Л., 1987. С. 216-218.
19. Х о с и н о М. Морская геология. М., 1986. 431 с.
20. A k i b a F., Y a n a g i s a w a Y., I s h i i T. Neogene Diatom biostratigraphy of the Matsushima area and its environs, Miyagi Prefecture, Northeast Japan // Bull. Geol. Surv. Japan. 1982. Vol. 33(5). P. 215-239.
21. B a r r e l l I. Rhythms and the measurements of geologic time // Bull. Geol. Soc. Amer. 1917. Vol. 28. P. 745-904.
22. B a r r o n J.A. Lower Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy of Leg 57, of Northeastern Japan // Init. Rep. Deep Sea Drilling Project. Wash. 1980. Vol. 56, 57. Pt 2. P. 641-686.
23. C o o p e r M.R. Eustacy during the Cretaceous: its implications and importance // Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol. 1977. Vol. 22. P. 1-60.
24. F a i r b r i d g e R.W. Eustatic changes of sea level // Physics and Chemistry of the Earth (ed. L.H. Ahrens). Pergamon, Oxford. 1961. N 4. P. 90-185.
25. F a i r b r i d g e R.W. Eustatic changes in level // Physics and Chemistry of the Earth (ed. L.H. Ahrens). Pergamon Pr. London, 1961. N 4. P. 99-185.

26. H a y e s J.D., P i t m a n III W.C. Litho-sphaeric plate motion, sea level changes and climatic and ecological consequenss // Nature. 1973. Vol. 246. N 5427.
27. L o u t i t T.S., K e n n e t t J.R. Australian cenozoic sedimentary cycles, global sea level changes and the deep sea sedimentary record // Oceanol. acta. 1981. NSP. P. 45-63.
28. P h i l l i p s J. The Geology of Yorkshire. II. The Monntain Limestone District, Murray. London, 1836. 253 p.
29. T o c h i l i n a S.V., R e m i z o v s k y V.I., V a g i n a N.K., K r a s n o v E.V., P u s h - k a r V.S., P o p o v a I.M. Ecostratigraphy and geochronology of the South Sakhalin Neogene // Pacific Science Association 15-th Congress: Programme, Abstract and Congress Information. New Zeland, Dunedin. 1983. Vol. 2. P. 239-240.
30. V a i l P.R., M i t c h u m R.M., T h o m p s o n S., III. Seismic stratigraphy and global changes in sea level, part 4: global cycles of relation changes in sea level // Seismic Stratigraphy: Applications to Hydrocarbon Exploration (ed. C.E. Payton) // American association of Petroleum Geologists. 1978. Mem. 26.
31. W a n l e s s H.R., S h e p a r d F.P. Sea level and climatic changes related to Late Paleozoic cycles // Bull. Geol. Soc. Am. 1936. Vol. 47. P. 1177-1206.

Л.Б. Т и х о м и р о в а

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИОЛЯРИЕВОГО АНАЛИЗА В БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ДЛЯ КРУПНОМАСШТАБНОГО КАРТИРОВАНИЯ

В связи с подготовкой стратиграфической базы для государственной геологической съемки масштаба 1 : 50 000 одной из актуальных проблем является изучение и расчленение мезозойских вулканогенно-кремнистых образований, возраст которых в большинстве случаев определяется еще весьма условно. В то же время исследования последних лет показали, что данные изучения радиолярий уже сейчас могут служить надежной палеонтологической основой для определения возраста таких толщ. Они не только позволяют определить возраст многих ранее „немых“ толщ, но и обоснованно расчленить их. Именно это обстоятельство привело к тому, что за последние десять лет произошел коренной пересмотр таксономической ценности

этой группы морских организмов, остатки которых могут быть успешно использованы как для расчленения вулканогенно-кремнистых образований, так и для целей региональной и межрегиональной корреляции. Такая оценка стратиграфического потенциала радиолярий подтверждается исследованиями специалистов различных стран.

В настоящее время радиоляриевый анализ широко используется при изучении как глубоководных отложений Мирового океана, так и вулканогенно-кремнистых формаций геосинклинального типа, в том числе и офиолитовых ассоциаций. Применение его дает возможность расчленять стратифицированные комплексы до яруса, а в отдельных случаях до зон и слоев включительно.

Для мезозоя установлена высокая интенсивность эволюционных преобразований радиолярий, выразившаяся в формировании таксонов высокого ранга, получивших широкое развитие. Отмечена специфичность многих крупных таксонов радиолярий триаса, характеризовавшихся своеобразной морфологией скелета и не получивших дальнейшего развития в юре. Установлено также значительное обновление таксономического состава радиолярий в юре и преемственность морфологических типов многих юрских и меловых форм, что особенно характерно для отряда *Nassellaria*.

Учет проявлений необратимости эволюции позволил выделить в мезозое биостратиграфические единицы и установить возрастную последовательность слоев с радиоляриями. Синхронность эволюционных преобразований этой группы фауны подтверждается нашими исследованиями в Карпатах, на Малом Кавказе, Памире и на Дальнем Востоке.

Так, позднемезозойские радиолярии в складчатой области Карпат имеют руководящее значение для расчленения карбонатно-кремнистых толщ и позволяют коррелировать их с одновозрастными образованиями других регионов. Слои с радиоляриями выделены в отложениях балтагульской (оксфорд-кимеридж), сваяльской (титон-баррем-апт?) и тиссальской (альб-сеноман) свит (рис. 1) [3, 4, 5].

Аналогичные или сходные комплексы в отложениях от оксфорда до сеномана выделены также в вулканогенно-кремнистых толщах в Севано-Акеринской зоне Малого Кавказа [3, 5].

В Закавказье радиолярии обнаружены в отложениях всех трех отделов юры. Комплексы радиолярий установлены в отложениях алаверди-шамлугской, барабатумской, бугукарской, будурской, бузханской, дашкесанской, дебедской, ревазлинской, шахтахтской и шгарджикской свит. Уникальный материал получен из разрезов средней и верхней вулканогенно-осадочной юры, где находки радиолярий встречаются совместно с другой фауной. В настоящее время Закавказье является пока единственным и уникальным регионом в СССР, на территории которого радиолярии встречены совместно с аммонитами. Многие виды, в том числе и виды-индексы средне-верхнеюрских комплексов, имеют довольно широкое географическое распространение и входят в состав ряда выделенных П. Баумгартнером тетических унитарных ассоциаций. П. Баумгартнер [11] считает, что с предполагаемым им зональным расчленением области

Система Отдел	АТЛАНТИКА и ТЕТИС (различные регионы)			БОЛГАРИЯ		СССР		ЯПОНИЯ		
	BAUMGARTNER, 1984			ЗАГОРЧЕВ, ТИХОМИРОВА, 1986		КАРПАТЫ, МАЛЫЙ КАВКАЗ ТИХОМИРОВА, 1983, 1986		ДАЛЬНИЙ ВОСТОК ЖАМОИДА, 1972 ТИХОМИРОВА, 1986		
	YAO, 1984			Слоц		Слоц		YAO, 1984		
Меловая	Верхний	Ярус	Зона	U. A.	Слоц	Слоц	Комплексы	Слоц	Зоны	
		ТУРОН				Acanthosphaera tissalensis	РАКИТИНСКИЙ			
		СЕНОМАН				Holocryptocanium barbi-Amphipyndax stocki				
		АЛЬБ				Lithocampe elegantissima-Eucyrtis tenuis				
		АПТ				Cecrops septemporatus-Sethocapsa trachystraca				
	Нижний	БАРРЕМ				Dictyomitra clivosa-B. cosmoconica	КОИВЭРЗ-ЛАН-СКИЙ			
		ГОТЕРИВ	E 2	14						
		ВАЛАНЖИН	E 1	13						
		БЕРРИАС	D	12				Pseudodictyomitra carpatica - Dictyomitra cosmoconica		
		ПОРТ-ЛАНД		11					Mirifusus mediodilatatus	
Верхний	ТИТОН									
		C 2	10							
		C 1	9							
	КИМЕРИДЖ									
		B	8							
		7								
	ОКСФОРД									
		A 2	6							
			5							
	КЕЛЛОВЕЙ	A 1	4							
	3									
	2									
Верхний	ИТА									

Тетис хорошо сопоставляются радиоляриевые ассоциации зон Японии (см. рис. 1).

На основе корреляции юрских толщ Карпат и Малого Кавказа определен возраст радиолярий из Саатлинской сверхглубокой скважины в Азербайджане. Они обнаружены на глубине 6652–6662 м и датированы в интервале от ранней юры до начала средней юры [10].

Результативным оказался опыт использования автором радиоляриевых анализов при биостратиграфическом расчленении разнофациальных образований неопределенного возраста на территории Болгарии.

В западной части Трынско-Влахинской единицы – Струмикуме (в бассейне р. Струма) выделяются толщи, из которых одни считались палеозойскими, а другие – мезозойскими. Сложное тектоническое строение этих толщ и отсутствие в них органических остатков долгое время затрудняло уточнение их возраста и корреляцию друг с другом. В 1980 г. сотрудником Геологического института БАН И. Загорчевым в „палеозойских“ черных сланцах были обнаружены радиолярии, определенные автором как юрские. Это вызвало большой интерес к радиоляриевому анализу. В связи с тематическими исследованиями, проводившимися в Геологическом институте АН Болгарии и работами по составлению новой Геологической карты Народной Республики Болгарии в масштабе 1 : 100 000 были расширены полевые работы и получены новые интересные материалы, что позволило установить радиолярии по всему разрезу юры. Они явились основной группой фауны для обоснования возраста ранее фаунистически не охарактеризованных толщ.

Впервые для территории Болгарии удалось разработать биостратиграфию юры по радиоляриям и ввести в официальную литостратиграфическую номенклатуру новые подразделения – добридолскую и раянскую свиты, которые по характерным особенностям объединены в одну Треклянскую группу [2, 9].

На Дальнем Востоке, как и в других регионах СССР, работы по составлению крупномасштабных геологических карт требуют создания стратиграфической основы для широко распространенных в этом регионе вулканогенно–кремнистых толщ.

Биостратиграфия мезозойских кремнистых толщ Дальнего Востока по радиоляриям разработана в 60–70 годах А.И. Жамойдой [1]. Им установлено одиннадцать разновозрастных комплексов. Последующие исследования в нашей стране и за рубежом позволили значительно расширить и уточнить представления как о систематическом положении, так и о стратиграфическом распространении характерных комплексов радиолярий мезозоя Дальнего Востока. В настоящее время в этом регионе настоятельно необходим пересмотр стратиграфии вулканогенно–кремнистых отложений, имеющих широкое распространение. Многие толщи, традиционно считавшиеся палеозойскими, оказались мезозойскими. Это выяснилось при систематическом изучении нами материалов геолого–съемочных работ ПГО „Дальгеология“ в Центральной, Ванданской и Горинской структурно–

фациальных зонах. Радиоларии были найдены в отложениях воронежской, кафэнской, хабаровской, ходийской и других свит (сборы материалов геологов-съемщиков производственных организаций). Находки радиоларий не только позволили определить мезозойский возраст этих свит, но и выделить в отдельных стратотипических разрезах последовательные ряды слоев с определенными комплексами характерных видов. Полученные данные в ряде случаев существенно уточняют представления предыдущих исследователей о геологическом строении региона.

Благодаря детальному изучению многочисленных разрезов значительно расширилась палеонтологическая характеристика триасовых и юрских отложений. Так, в бассейне р. Хор в отложениях ходийской свиты установлен ряд стратоединиц от среднего триаса до ранней юры; в разрезе краснореченской свиты в бассейнах рек Чангли, Дзава и Катэн также наблюдается постепенное увеличение разреза от среднего триаса до нижней юры, и т.п.

Все это привело к резкому изменению представлений о размерах площадей распространения верхнего палеозоя в Хабаровском крае и в Приморье. В действительности они оказались значительно меньшими. Однако необходимо уточнение возраста еще ряда стратиграфических подразделений и на этом основании пересмотр особенностей геологического развития этой территории в позднем палеозое и в триасово-юрское время.

Полученные к настоящему времени результаты изучения радиоларий из различных свит Дальнего Востока [6, 7, 8] дают возможность представить стратиграфическую последовательность выделенных слоев с радиолариями в следующем виде (см. рис. 1).

В среднем-верхнем триасе выделяются (снизу вверх): слои с *Stylosphaera helicata* и *Emiluvia (?) cochleata* (анизий-нижний ладин); слои с *Triassocampe deweveri* и *Bikinella sabaluevae* (ладин-нижний карний); слои с *Saturnosphaera acifer* и *S. gracilis* (нижняя часть верхнего триаса); слои с *Capnodocoe anapetes* (средний карний-средний норий); слои с *Triassocampe sulcata* и *T. (?) bulbiformis* (верхняя часть? верхнего триаса).

В юре выделяются следующие слои (снизу вверх): слои с *Archecyrtum sp. A* и *Archetypum sp. A* (новое надсем. *Archecyrtoidea*); слои с *Katroma (?) cf. bicornis* (нижняя часть нижней юры); слои с *Bagotum modestum* и *Droltus hecatensis* (плинсбах); слои с *Unuma typicus* (верхняя часть нижней юры-нижняя часть средней юры); слои с *Tricolocapsa (?) fusiformis* и *T. plicarum* (нижняя часть средней юры); слои с *Gongylothorax oblonga* и *Tricolocapsa conoformis* и *Stylocapsa tecta* (верхняя часть средней юры); слои с *Gongylothorax sakawaensis* и *Guexella nudata* (нижний? келловей). В интервале келловей-валанжин выделено четыре последовательных слоя: с *Gongylothorax sakawaensis* и *Mirifusus guadalupensis*; с *Podobursa helvetica* и

M. guadalupensis; с *Eucyrtidium khabakovi* и *Ristola altissima*; с *Pseudodictyomitra carpatica* и *Dictyomitra* (?) *cosmoconica*.

Необходимо указать, что определение стратиграфического положения комплексов радиолярий Дальнего Востока осуществлялось по сопоставлению этих комплексов с известными радиоляриевыми ассоциациями Японии, Америки и различных регионов области Тетис, в том числе и в пределах Советского Союза.

Интересно, что высокая результативность биостратиграфических исследований, основанных на изучении радиолярий в Японии, поставила под сомнение существующие гипотезы относительно геологического развития Японских островов в мезозое. В настоящее время японскими геологами выдвинута новая модель тектонической истории этих островов с акцентом на „тектогенезе юрского периода“ [14, с. 86].

Сопоставление биостратиграфического расчленения отложений мезозоя Дальнего Востока по радиоляриям с некоторыми зональными шкалами различных префектур Японии также приведено на рис. 1 [12, 13].

Суммируя сказанное выше, можно утверждать, что опыт использования радиоляриевого анализа для расчленения различных по составу отложений, в том числе и для геологической съемки масштаба 1 : 50 000 и региональной и межрегиональной корреляции, однозначно свидетельствует о больших возможностях соответствующего использования этой фаунистической группы в решении стратиграфических проблем и создании зональных корреляционных схем для обширных территорий. В ряде же случаев, например при изучении вулканогенно-терригенно-кремнистых комплексов, лишь радиолярии дают возможность расчленять и определять их возраст.

Предлагаемые в настоящей статье схемы биостратиграфического расчленения мезозойских отложений на слои с радиоляриями могут быть предложены как обоснование для построения легенд к геологическим картам при детальном расчленении осадочных образований специфического состава морского генезиса южных регионов Советского Союза. Многие из этих комплексов уже используются в практике крупномасштабного картирования при расчленении изучаемых толщ кремнисто-терригенных и кремнисто-вулканогенных формаций геосинклинальных областей.

Л и т е р а т у р а

1. Ж а м о й д а А.И. Биостратиграфия мезозойских кремнистых толщ Востока СССР (на основе изучения радиолярий) // Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1972. Т. 183. 244 с.

2. З а г о р ч е в И.С., Т и х о м и р о в а Л.Б. Стратиграфия юрской Треклянской группы (Юго-Западная Болгария) // *Geologica Balcanica*. 1986. Vol. 16. N 3. С. 23-44.

3. Тихомирова Л.Б. Позднеюрские-раннемеловые радиолярии Карпат и Малого Кавказа и их стратиграфическое значение. Автореф. канд. дис. Л. (ВСЕГЕИ), 1983. 18 с.

4. Тихомирова Л.Б. Позднеюрские-раннемеловые радиолярии Карпат (на территории СССР) // Вопросы микропалеонтологии, 1983, № 26, С. 72-86.

5. Тихомирова Л.Б. Радиолярии верхней юры и мела Средиземноморской палеогеографической области (Карпаты и Малый Кавказ) // Морфология, экология и эволюция радиолярий, Л., 1984, С. 159-171.

6. Tikhomirova L.B. Jurassic radiolarians of the East USSR // Jurassic Biogeography and Stratigraphy of East USSR. I. G. C. P. Project N 171: Circum-Pacific Jurassic. Sp. Paper N 10, 1985, P. 18-21.

7. Тихомирова Л.Б. Стратиграфическое значение триасовых радиолярий // Парастратиграфические группы флоры и фауны триаса // Тр. ВСЕГЕИ, Нов. сер. 1986, Т. 334, С. 9-30, 202-203, 226-229.

8. Тихомирова Л.Б. Юрские радиолярии Дальнего Востока // Изв. АН СССР, Сер. геол. 1986, № 9, С. 123-126.

9. Тихомирова Л.Б. Биостратиграфия юрских отложений Юго-Западной Болгарии по радиоляриям // Радиолярии и биостратиграфия. Инф. матер. к 8-му Всес. семин. по радиоляриям, Свердловск, 1987, С. 74-77.

10. Тихомирова Л.Б. Юрские радиолярии Саатлинской сверхглубокой скважины СГ-1 // Радиолярии и биостратиграфия. Инф. матер. к 8-му Всес. семин. по радиоляриям. Свердловск, 1987, С. 70-72.

11. Baumgartner P.O. A Middle Jurassic-Early Cretaceous Lowlatitude radiolarian zonation based on Unitary Associations and age of Tethyan radiolarians // Eclogae Geol. Helv. 1984, Vol. 77, N 3, P. 729-837.

12. Matsuo A., Yao A. A newly proposed radiolarian Zonation for the Jurassic of Japan - Circum-Pacific Jurassic // I. G. C. R. N 171. Field Conference III, Japan, 1985, P. 35-39.

13. Sashida K., Igō H. Jurassic Radiolarians in the Kanto Region. - Circum-Pacific Jurassic // I. G. C. R. N 171. Field Conference III, Japan, 1985, P. 25-34.

14. Yao A. Subdivision of the Mesozoic Complex in Kii-Yura area, Southwest Japan and its bearing on the Mesozoic basin development in the southern Chichibu Terrane // Journ. Geos. Osaka. 1984, Vol. 27, A. 2, P. 41-103.

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕОТЛОЖЕНИЯ КОНОДОНТОВ - НЕТРАДИЦИОННЫЙ МЕТОД ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КРУПНОМАСШТАБНОЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Конодонты обладают устойчивостью к химическому и механическому разрушению и поэтому являются хорошим объектом для изучения даже в переотложенном состоянии. Однако рассмотрению результатов таких исследований посвящены немногие публикации. Чаще всего констатируется лишь факт переотложения [1, 8, 9, 10]. Возможно потому, что в карбонатных отложениях (даже в пелагических), откуда извлекается основная масса конодонтов, переотложенные конодонты встречаются редко.

Нами изучались конодонты из глубоководных кремнистых, эффузивно-кремнистых, терригенно-кремнистых, реже карбонатно-кремнистых отложений Южного Тянь-Шаня девонского и ранне-среднекаменноугольного возраста. Оказалось, что в глубоководных геосинклинальных отложениях переотложение конодонтов - явление распространенное. За последние пять лет нами обработано немногим более 1000 проб, и около 250 (или 25 %) содержат переотложенные конодонты. Конодонты выделялись методом химической дезинтеграции породы. Наблюдая их в нерастворимом остатке, невозможно судить об их первичном положении в породе. Следовательно, определить факт переотложения по литологическим признакам мы не можем. Можно наблюдать лишь окатанность отдельных экземпляров, что иногда имеет место в прибрежно-мелководных отложениях. В нашем материале, полученном из глубоководных осадков, окатанные конодонты не встречаются. В слоистых толщах, за исключением случаев, когда образец взят из гальки, обломка или олистолита, факт переотложения определяется по иным, прямым, а чаще косвенным признакам. Прямыми признаками являются нахождение в одной пробе конодонтов разного цвета, градационная сортировка мультиэлементных видов. Косвенный признак - совместное нахождение конодонтовых комплексов разного возраста или разных биофаций.

Цвет конодонтов. Известно, что под воздействием температуры конодонты меняют свою окраску от светло-желтой до коричневой, черной и бесцветной. Поэтому, если конодонты переотлагались из пород, подвергшихся температурной обработке, то по цвету они будут отличаться от более молодых, с которыми они вместе захоронены.

Градационная сортировка. В большинстве случаев переотложенными являются платформенные элементы родов *Palmatolepis*, *Polygnathus*, *Icriodus*, *Gnathodus* и др. Все они относительно крупные и массивные. Сопутствующие им листовидные и стержневидные элементы, более легкие, тонкие и хрупкие, чаще всего отсутствуют. Вполне естественно, что массивные и тяжелые платформенные элементы лучше сохраняются

и накапливаются в осадке, а более хрупкие сложные конодонты ломаются сильнее и выносятся с легкой фракцией.

Смешанные комплексы. Чаще всего переотложение фиксируется по наличию смешанного комплекса, когда в одном образце присутствуют конодонты разного возраста. Предпосылкой такому определению должны быть точно установленные возрастные интервалы распределения отдельных таксонов.

Мы исследовали переотложение в основном девонских и раннекаменноугольных конодонтов. Они хорошо изучены практически по всему Земному шару. Для части этого интервала разработана детальная конодонтовая зональная схема планетарного распространения [7, 11]. Продолжительность распространения видов и подвидов, как правило, не превышает подъяруса или его части. Среди переотложенных конодонтов часто встречаются виды-индексы конодонтовых зон, или зональные комплексы. Поэтому в большинстве случаев возраст отложений и интервал переотложения устанавливаются с точностью до зоны. На основании этого появляется возможность определять уровни переотложения в разных разрезах, коррелировать их между собой и оценивать возрастной интервал размываемых отложений.

В некоторых пробах наблюдается смешение комплексов разных биофаций. В этих случаях переотлагаются близкие по возрасту или синхронные комплексы конодонтов из мелководных участков бассейна в более глубоководные.

Исследования показали, что временной интервал переотложения конодонтов колеблется от одной-двух конодонтовых зон до двух-трех периодов. Например, раннеордовикские конодонты обнаружены в нижнекаменноугольных отложениях. Возраст последних надежно установлен не только по конодонтам, но также и по фораминиферам и гониатитам.

При изучении стратиграфических разрезов выяснилось, что переотложение конодонтов во времени происходило не постоянно, а спорадически на определенных уровнях. Предшествующими исследованиями в изученном регионе выделены две крупные широтные полосы развития глубоководных эффузивно-терригенно-карбонатно-кремнистых отложений, названных эвгеосинклинальными формационными зонами – Южноферганской и Туркестанской [2, 6]. Их разделяет Туркестано-Алайская миеосинклинальная зона с карбонатным мелководным осадконакоплением.

Анализ пространственного распространения слоев с переотложенными конодонтами показал, что для каждой зоны характерны свои уровни переотложения, не встречающиеся в соседней зоне [3] (рис. 1). Из рисунка видно, что переотложение конодонтов в разрезе локализуется на определенных уровнях. Интервалы разреза, содержащие смешанный комплекс конодонтов, чередуются с интервалами, в которых присутствуют только синхронные осадконакоплению конодонты. Эти интервалы, довольно продолжительные по времени в нижней части (до яруса), сокращаются вверх по разрезу, где длительность переотложения в одном уровне обычно не превышает времени одной конодонтовой биозоны.

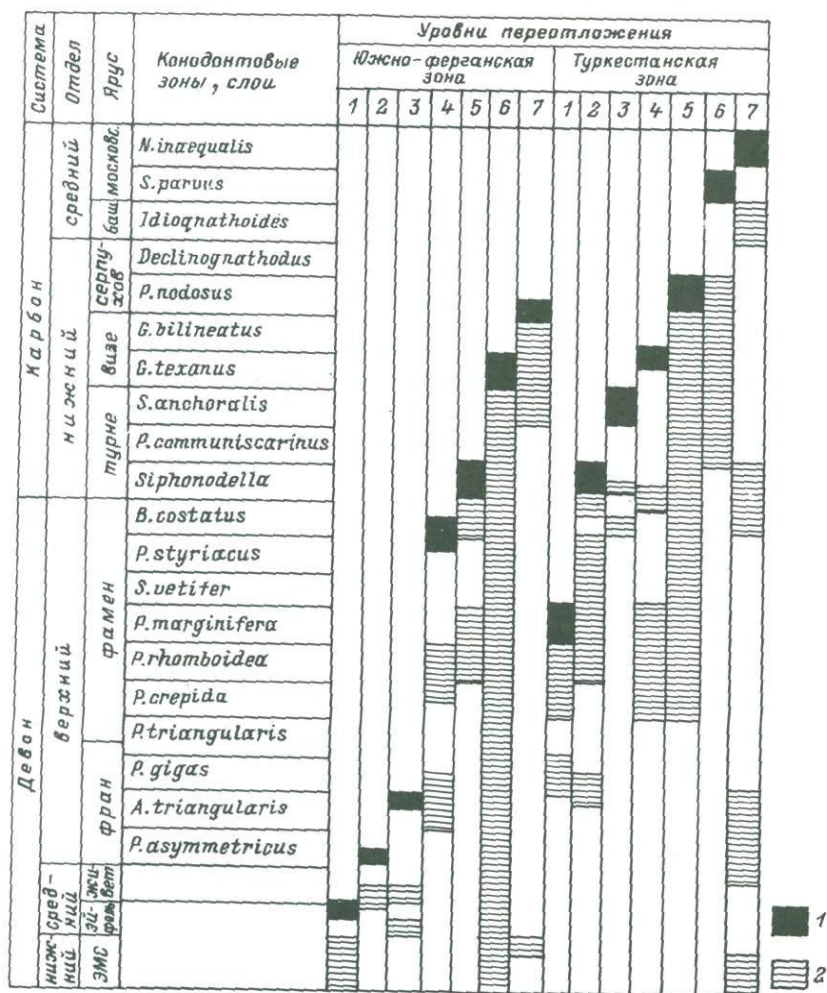


Рис. 1. Схема распространения переотложенных комплексов конodontов в среднем палеозое Южного Тянь-Шаня. 1 - уровни переотложения; 2 - интервалы размываемых отложений.

Причины переотложения конodontов обсуждены в статье [3]. Здесь отметим только то, что переотложение связано с геодинамическими процессами и проявлялось одновременно по всей площади каждой зоны.

Из всего вышеизложенного следует, что шкала уровней переотложения является специфической характеристикой формационной зоны и корреляция уровней переотложения может быть использована для объективного отнесения тех или иных отложений к той или иной формационной зоне.

Южный Тянь-Шань чрезвычайно сложный геологический регион. Здесь широко развиты надвиговые и покровные структуры с горизонтальными перемещениями, измеряемыми десятками километров. Зачастую при помощи традиционных – литологических и структурных – исследований невозможно однозначно отнести конкретный разрез, слагающий конкретную чешуйчатую структуру, к какой-либо формационной зоне. Тем более что до сих пор не решен вопрос о количестве этих зон. Ряд исследователей – Г.С. Поршняков, В.С. Буртман и др. [4, 5] – считают, что все вулканогенно-кремнистые отложения сформировались в одном бассейне, и их современная разобщенность – результат последующих тектонических перемещений.

Использование метода корреляции уровней переотложения конодонтов при проведении крупномасштабной геологической съемки может помочь при решении ряда важных вопросов относительно генезиса и структурного положения этих толщ. От правильного решения этих вопросов зависит правильность дальнейших металлогенических построений и выбор направлений детальных поисковых работ в районе Южноферганского ртутно-сурьмяного пояса.

Л и т е р а т у р а

1. Алексеев А.С., Вишневский Л.Е. Конодонты в Учкурганской эвгеосинклинальной зоне Южной Ферганы // Докл. АН СССР. 1979. Т. 245. № 5. С. 1177-1180.
2. Аристов В.А., Чернышук В.П. Новые данные по стратиграфии кремнистых отложений Южного Тянь-Шаня // Докл. АН СССР. 1984. Т. 275. № 2. С. 417-421.
3. Аристов В.А., Чернышук В.П. Переотложенные комплексы конодонтов как индикаторы геологических событий // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1985. № 7. С. 53-61.
4. Буртман В.С. Структурная эволюция палеозойских складчатых систем. М., 1976. 163 с.
5. Поршняков Г.С. Герциниды Алая и смежных районов Южного Тянь-Шаня. Л., 1973. 216 с.
6. Чернышук В.П. Формационная зональность палеозоя северного склона Алайского хребта (Южный Тянь-Шань) и ее сопоставление со структурной зональностью. Автореф. канд. дис. Львов, 1983. 23 с.
7. Klapper G., Ziegler W. Devonian Conodont Biostratigraphy // Spec. Pap. in Paleont. 1979. N 23. P. 199-224.
8. Kuwano Yu. Reworked Ordovician conodonts from Yokokura Yama, Shikoku, Japan // J. Geol. Soc. Jap. 1983. Vol. 89. N 4. P. 245-248.
9. Spalletta C., Perri M.C. Batista V.G. Pattern of conodont reworking in the upper Devonian of the Alps: palaeoenvironmental and palaeotectonic implications // Lethaia, 1983. Vol. 16. N 1. P. 51-66.

10. Szulc z e w s k i M. Famennian-Tournaisian neptunian dykes and their conodont fauna from Dalnia in the Holy Cross Mts // Acta Geol. Pol. 1973. Vol. 23. N 1. P. 15-59.

11. Z i e g l e r W. Conodont Stratigraphy of the European Devonian // Symposium on Conodont Biostratigraphy // Geol. soc. of America. 1971. P. 227-275.

Е. Л. Л е б е д е в

ПАЛЕОБОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОКРАИННО-МАТЕРИКОВЫХ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОЯСАХ

Палеоботанические исследования проводились в меловых отложениях Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, являющегося одним из крупнейших структурных элементов Северо-Востока СССР и перспективного на золото-серебряное оруденение. Этот пояс протягивается вдоль Тихоокеанского сектора нашей страны с юга на север на 3000 км и сложен почти исключительно вулканогенными образованиями мощностью до 5000 м, в том числе вулканогенными толщами контрастного состава, которые характеризуются резкой фациальной изменчивостью вследствие локальных излияний вулканитов различного состава, и практическим отсутствием маркирующих горизонтов [5].

Специфика формирования вулканогенных образований общеизвестна и значительно отличается от особенностей формирования осадочных отложений [5, 6, 8]. Поэтому изучение стратиграфии и геологическое картирование вулканогенных образований с их резкой фациальной изменчивостью, как правило, сталкивается с гораздо большими трудностями по сравнению с изучением осадочных отложений. В этом большую помощь мог бы оказать фитостратиграфический метод, однако традиционно считается, что вулканиты редко содержат представительные комплексы растительных остатков и фитостратиграфический метод здесь мало эффективен, что отразилось в практическом отсутствии соответствующих рекомендаций в руководствах по геологическому картированию вулканогенных образований. В результате геологическое картирование этого обширного региона проводилось, да и сейчас еще проводится, на основе петрографо-стратиграфического метода, уже подвергавшегося обоснованной критике [7].

На материале Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, а также опыта, накопленного при изучении вулканогенных толщ других геологических систем и районов, удалось показать, что, вопреки господствующему ранее мнению, именно специфика накопления вулканогенных толщ способствует захоронению разреженных, но представительных по видовому составу тафоценозов, которые образуются в условиях расчлененного рельефа, пестрого состава растительных ассоциаций и массовой их гибели при интенсивных пеплопадах. Захоронение

растительных остатков среди вулканогенных толщ, как правило, неравномерно. На фоне преобладающего разреженного типа захоронения встречаются участки с большим разнообразием видов, причем не только в литологически выраженных линзах, но и по простиранию отдельных прослоев [5].

Именно возможность захоронения представителей по видовому составу тафоценозов и позволяет применить палеоботанический – флостратиграфический метод в областях, сложенных почти исключительно субаэральными вулканогенными образованиями. В Охотско-Чукотском поясе в очень небольших линзах удавалось обнаруживать до 25–40 видов ископаемых растений.

Захоронения склоновой растительности сохраняются во времени вследствие компенсационного характера вулканогенных структур типа Охотско-Чукотского пояса [1]. Здесь наблюдается необычная для складчатых областей картина, когда вследствие выноса громадного объема вещества из недр на поверхность формирование горных областей происходит на фоне опускания.

Необходимо также учитывать, что флоры вулканогенного пояса достаточно специфичны. Поскольку растительные ассоциации заселяли возвышенные, горные местообитания, их состав и развитие несколько отличаются от одновозрастных ассоциаций, произраставших на равнинах, а тем более на приморских низменностях. Например, такие раннемеловые реликты, как *Phoenicopsis* и *Sphenobaiera*, вымершие в равнинных местообитаниях в сеномане, в позднемеловых флорах Охотско-Чукотского пояса доживали по крайней мере до кампана [5]. Недоучет данной специфики приводил к тому, что возраст многих сенонских флор пояса по присутствию *Phoenicopsis* и *Sphenobaiera* удвояли до сеномана. Отсюда считалось, что пояс сформировался в очень короткое время – около 15 млн. лет, тогда как по последним палеоботаническим данным следует, что его развитие продолжалось до 80 млн. лет.

Для надежного обоснования возраста и корреляции удаленных вулканогенных разрезов, а также для решения других проблем флостратиграфических исследований в окраинно-материковых вулканогенных поясах основной задачей является сбор в каждом местонахождении, а особенно в опорных разрезах, как можно большего набора видов. Последнее вследствие специфики захоронения растительных остатков в наземных вулканогенных толщах возможно, но требует настойчивости в поисках и значительного времени на сборы ископаемых растений. При крупных сборах, в частности, увеличивается вероятность обнаружения видов, характерных для определенных флористических горизонтов. Для удобства геологов опубликованы методические рекомендации по поискам и сборам ископаемых растений среди субаэральных вулканогенных образований [4].

Палеоботанические, точнее комплексные геолого-флостратиграфические исследования в районах сплошного развития вулканогенных образований контрастного состава могут существенно уточнить стратиграфические схемы, историю развития и строение вулканотектонических структур и, как следствие, значительно повысить эффективность крупномасштабных геологосъемочных работ среди вулканитов.

Иногда высказывается мнение, что принципы картирования вулканогенных образований должны существенно отличаться от принципов картирования осадочных пород, которыми они фактически подменяются. Поэтому „на геологических картах районов широкого развития вулканогенных образований должны изображаться не серии, свиты и подсвиты, а комплексы, поля вулканогенных пород, фации (вулканические — Е.Л.) и т.п.“ [9, с. 110].

По нашему мнению, несмотря на значительную специфику формирования субаэральных вулканогенных толщ, при стратиграфическом изучении последних, как и для осадочных пород, одной из главных проблем остается корреляция изолированных, особенно удаленных разрезов, прослеживание разновозрастных горизонтов, в том числе выяснение их соотношений со стратотипами или опорными разрезами, выяснение их последовательности и положения в общем вулканогенном разрезе [5]. При решении этих вопросов большую роль может оказать фитостратиграфический метод. Хотя сборы флоры в вулканогенных толщах очень трудоемки, специальные палеоботанические работы, проводимые, например, в стратотипах вулканогенных свит и других опорных разрезах, полностью окупаются при обосновании общей стратиграфической схемы, установлении относительного возраста выделяемых стратиграфических подразделений и т.п. Отметим, что при подобных работах в вулканогенных областях необходимо участие и специалиста палеоботаника-фитостратиграфа, ибо, как показывает практика, небольшие сборы растений среди вулканитов не дают должных результатов, а часто и приводят к заметным ошибкам.

Остановимся на некоторых результатах комплексных геолого-фитостратиграфических работ на примере Ульинского „прогиба“, расположенного в южной части Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, где подобные работы проводились более детально [5].

Первоначально стратиграфия Ульинской вулканической зоны основывалась на представлениях о циклическом характере вулканизма. В своем крайнем выражении эти представления сводятся к тому, что все однотипные породы располагаются на одном уровне. В результате картировалось мозаичное распространение отдельных свит сводного разреза, отдельные выходы которых отмечались по западному борту „прогиба“, в центральной его части и по восточному борту [10].

Комплексные геолого-фитостратиграфические исследования показали, что стратотипы некоторых свит, помещавшихся ранее в верхи вулканогенного разреза, в действительности расположены в его нижней части, т.е. разрез оказался сдвоенным [2]. По палеоботаническим данным установлено 10 флористических комплексов от берриас-валанжина до кампана включительно, что дает достаточно подробную основу для расчленения и корреляции вулканогенных образований [5]. Если ранее, как отмечалось, картировалось мозаичное распространение выходов отдельных свит сводного разреза, то палеоботанические данные свидетельствуют о линейно-моноклинальном строении Ульинской вулканической зоны, разрез которой последовательно наращивается от более древних на западе (берриас-валанжин) к более

молодым (турон–кампан) на востоке. Этот план строения, естественно, осложняется рядом локальных структур. Таким образом, фито–стратиграфические исследования позволили принципиально изменить представления о строении Ульяновской зоны.

Отсюда следует, что игнорирование необходимости комплексирования традиционных петрографо–стратиграфических методов картирования вулканогенных образований с фито–стратиграфическими приводит к снижению качества геологосъемочных документов и к ошибкам в выводах, сделанных на этой основе. К сожалению, подобное игнорирование (по тем или иным причинам) наблюдается и в настоящее время.

Фито–стратиграфические исследования в вулканогенных поясах имеют большое значение и для самой палеоботаники. Дело в том, что в окраинно–материковых вулканогенных поясах вследствие компенсационного характера формирования этих структур захороняются остатки склоновой растительности, что позволяет выявить этапность развития флор возвышенных местообитаний. Обычно же палеоботаники имеют дело с флорами из равнинных местообитаний, связанных с осадочными отложениями.

Вследствие того что флоры вулканогенных поясов, как правило, произрастали на возвышенных местообитаниях, изменение климата сказывалось на них более резко, чем на равнинных флорах. Одновременно, поскольку флоры являются хорошим индикатором климатических изменений, облегчается и обратная задача – реконструкции изменений палеоклимата по составу флористических комплексов.

Из изменения состава среднемиловых флор Охотско–Чукотского пояса следует, что от раннего альба к позднему происходит последовательное охлаждение климата, а экстремальное похолодание приходится на рубеж раннего и позднего мела. Данное похолодание отразилось на составе амкинских флор пояса, где резко доминируют хвойные, а теплолюбивые цикадофиты отсутствуют. Влияние этого похолодания сказалось и на развитии среднемиловых флор Сибирско–Канадской палеофлористической области от Западного Казахстана до Северной Аляски, где возраст флор установлен по соотношению с морскими фаунистически охарактеризованными отложениями.

Синхронная климато–генная смена растительных групп в альб–сеноманских флорах, обусловленная экстремальным похолоданием, названа „амкинским климатическим эпизодом” в развитии среднемиловых флор по типовому району (Охотско–Чукотский вулканогенный пояс, где к тому же похолодание на флорах возвышенностей сказывалось более резко). Это явление более четко проявляется в северных флорах, где развиты хвойные, и может использоваться для корреляции соответствующих флор и отложений.

Во время экстремальных похолоданий в связи со снижением вертикальных климатических зон растительные ассоциации или их компоненты мигрировали в более низинные местообитания, а с началом потепления снова занимали возвышенные участки, что отражалось в разрезе меловых вулканитов пояса повторным, рекуррентным появлением сходных растительных форм после их отсутствия в проме-

жуточных слоях, соответствующих фазе наибольшего похолодания. Подобное явление мы называем климаторекуррентным развитием флор. Недоучет этого явления является источником ошибок в применении палеофлористического метода при разработке стратиграфии соответствующих отложений.

Остановимся еще на одном результате комплексных фито-стратиграфических работ в окраинно-материковых вулканогенных поясах. Комплексные вулканолого-палеоботанические исследования позволили выявить, что экстремальное похолодание на рубеже раннего и позднего мела обусловлено действием катастрофического эксплозивного вулканизма в эту эпоху, приводящего через загрязнение атмосферы субмикронным вулканическим пеплом и аэрозолем к снижению проникающей солнечной радиации и соответственно к снижению средней температуры поверхности Земли примерно на 5°C [3, 5].

Флористические комплексы, последовательно собранные в вулканитах, позволяют уточнить их стратиграфию и геологический возраст вмещающих вулканогенных горизонтов. Отсюда, выявленные по флоре последовательные изменения палеоклимата относительно легко, особенно вблизи температурных экстремумов, скоррелировать с эволюцией вулканизма.

Связь усиления эксплозивного вулканизма с последующим похолоданием отмечается на примере Охотско-Чукотского пояса на рубеже раннего и позднего мела и Сихотэ-Алинского вулканогенного пояса на рубеже мела и палеогена. Подобные эпохи, названные нами эпохами климатоформирующего вулканизма, видимо, являются закономерным этапом в развитии окраинно-материковых вулканогенных поясов. Как можно видеть, эти эпохи катастрофического климатоформирующего вулканизма совпадают с рубежами крупных изменений биосферы. Таким образом, для мелового периода экзогенные, космические факторы, приводимые для объяснения похолоданий, вполне могут быть заменены земными, геологическими причинами.

Необходимы дальнейшие палеоботанические, фито-стратиграфические исследования в окраинно-материковых вулканогенных поясах с целью получения новых данных, что позволит уточнить многие из рассмотренных выше проблем.

Л и т е р а т у р а

1. Б е л ы й В.Ф. Стратиграфия и структуры Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. М., 1977. 171 с.
2. Г р о м о в В.В., Л е б е д е в Е.Л., С т а в ц е в А.Л. Геологическое строение Ульинского прогиба (Приохотье) // Сов. геология. 1980. № 3. С. 74-85.
3. Л е б е д е в Е.Л. Вулканизм и климат мелового периода // Сов. геология. 1982. № 4. С. 61-70.
4. Л е б е д е в Е.Л. Поиски и сборы ископаемых растений среди субазральных вулканогенных образований. Методические рекомендации. М. (ВИНИТИ - 274-83-Деп.), 1983. 42 с.

5. Лебедев Е.Л. Стратиграфия и возраст Охотско-Чукотского вулканогенного пояса // Тр. ГИН АН СССР. 1987. Вып. 421. 175 с.

6. Лучицкий И.В. Основные задачи палеовулканологии и проблема вулканогенных формаций // Тр. лабор. палеовулканол. АН СССР. 1963. Вып. 2. С. 5-12.

7. Малеев Е.Ф. Опыт картирования вулканических формаций // Методика картирования вулканических формаций. М., 1969. С. 7-41.

8. Малеев Е.Ф. Отличие вулканогенно-осадочного литогенеза от осадочного в орогенных областях // Проблемы вулканогенно-осадочного литогенеза. М., 1974. С. 21-27.

9. Самозванцева З.М., Минц М.В. Принципы картирования вулканогенных образований в районах субаэрального вулканизма // Сов. геология. 1970. № 6. С. 110-117.

10. Чертовских Г.Н. Ульинский наложенный прогиб // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, 1964. Вып. 17. С. 19-39.

Ю.Б. Гладенков

ПРАКТИКА РАСЧЛЕНЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ ЗОНЫ ПЕРЕХОДА ОТ ОКЕАНА К КОНТИНЕНТУ (НА ПРИМЕРЕ КАЙНОЗОЯ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА)

Дальний Восток в геологическом отношении является уникальным, так как принадлежит зоне перехода от океана к континенту. Эта зона в последние годы изучается особенно пристально. С одной стороны, из-за большого интереса геологов к таким областям, где ярко проявлялись многие процессы, изменявшие лик нашей планеты (процессы субдукции, вулканическая деятельность, тектоническая активность и пр.). С другой, — в связи с расширением на Дальнем Востоке объема поисковых работ (прежде всего на нефть и газ), что прямо отвечает запросам нашей геологической практики.

Среди геологических исследований в данном районе большую роль играют стратиграфические. Настоящее время характеризуется стремлением детализировать существующие стратиграфические схемы, что непосредственно связано с разворачиванием в этом регионе крупномасштабной геологической съемки. Однако создание дробных стратиграфических схем — дело не простое. В данной работе пути их детализации освещаются на примере палеогеновых и неогеновых толщ, которые уже в течение ряда лет изучаются группой сотрудников Геологического института АН СССР.

Кайнозойские отложения Дальнего Востока имеют ряд особенностей. Обычно они относятся к типичным геосинклинальным формациям (флишиды, молассоиды, турбидиты), среди которых значительное место принадлежит вулканическим образованиям. Эти толщи характе-

ризируются громадными мощностями и фациальной неувязанностью по латерали. При анализе палеонтологических остатков этого региона учитываются два фактора. Во-первых, то, что разные районы Дальнего Востока принадлежали различным палеоклиматическим поясам (от тропического на юге до фактически арктического на севере). Во-вторых, здесь приходится иметь дело с тремя крупными экосистемами (с запада на восток): континентальной, шельфовой и океанической (с подсистемами, провинциями и т.п.). Поэтому корреляция осадочных толщ названного региона предполагает использование всех групп ископаемых остатков экосистем: наземной флоры, бентосных комплексов и планктонных сообществ. Практика наглядно показывает, что реальное расчленение разнофациальных толщ удается осуществлять только при комплексном подходе к анализу древней биоты, когда все палеонтологические группы образуют своеобразный „сводный оркестр“, в котором звучание „скрипок“ (планктона), так же необходимо для передачи всей гаммы „музыкального произведения“ (расчленения и корреляции), как и „рояля“ или „духовых“ (скажем, бентосных групп и спорово-пыльцевых спектров).

Какие же приемы и методы исходя из опыта, полученного в последние годы, кажутся перспективными в детализации стратиграфических схем?

В 50–70-е годы анализ эволюции бентосных комплексов (материалы Л.В. Криштофович, А.П. Ильиной, Н.А. Волошиновой и др.) позволил выделить в палеогеновых и неогеновых толщах Сахалина, Камчатки и Корякского нагорья ряд горизонтов (или регионарусов), которые с большим успехом использовались при среднемасштабном картировании. В отдельных случаях делались также попытки выделять в палеогене зоны по фораминиферам (данные М.Я. Серовой), а в последние годы (70–80-е) при расчленении неогена широко стали использоваться зоны по кремнистому планктону (прежде всего диатомовым – материалы Л.Г. Долматовой, А.И. Моисеевой, Т.В. Орешкиной и других). Зональное расчленение, естественно, повысило дробность схем и явилось значительным достижением практики прежде всего в деле корреляции мелководных и глубоководных толщ. Но, к сожалению, зоны выделяются только в специфических фациях и часто в разрезах не смыкаются, заходя в шельфовые толщи, как правило, в виде клиньев. Поэтому приходится искать другие пути детализации региональных схем. И здесь громадные возможности открывают исследования так называемой „событийной стратиграфии“.

Прежде всего речь идет о широком использовании палеогеографических и палеоэкологических данных. В этом отношении ярким примером может являться послыйный (а не посвитный) анализ органических остатков, смена комплексов которых обусловлена не только эволюционными процессами, но и изменением палеогеографических и палеоэкологических обстановок, связанным с этапностью развития того или иного бассейна. При таком анализе в ряде случаев удается выделить слои с фауной, которые по своей дробности превосходят не только свиты и горизонты, но и зоны. Например, в пределах

кавранской серии Западной Камчатки (ильинский, какертский и это-лонский горизонты) намечены три зоны по диатомеям, а в них – восемь слоев по моллюскам. Всего в отложениях олигоцена–плиоцена Западной Камчатки намечено 24 слоя. Выделение подобных слоев в одном (даже опорном) разрезе, однако, еще не гарантирует того, что все они будут жизненны в региональном масштабе. Их реальность будет доказана только в случае их прослеживания на площади, причем прослеживания в определенной последовательности слоев, которая может свидетельствовать об их „устойчивости“. Анализ слоев с моллюсками неогена Западной Камчатки показал, что они, по данным В.Н. Синельниковой, протягиваются с севера на юг на 800 км (при этом коэффициент сходства комплексов чрезвычайно высок – он равен 65–95 %), что говорит о реальной возможности их картирования при геологической съемке. Подобные же слои намечены сейчас на Северо–Восточной Камчатке (Олюторский район), где в отложениях олигоцена–низов среднего миоцена выделены 14 слоев (или 7 их группировок). Можно думать, что часть этих слоев перейдет в лоны, другая – останется в ранге местных слоев, приуроченных к определенным фациям, но во всех случаях переход к выделению подобных стратиграфических подразделений является одним из реальных путей детализации региональных схем.

Во многих случаях при анализе разрезов удается выявить также циклостратиграфические единицы (ритмы или циклы разных порядков), которые отражают циклический характер седиментационных процессов прошлого. Смыкание таких единиц со слоями, о которых шла речь выше, может значительно повысить степень обоснованности региональных дробных подразделений. Поэтому к выделению седиментационных циклостратиграфических единиц следует относиться с определенным вниманием.

Сейчас все большее внимание обращается и на практическое использование климатостратиграфии. Анализ ископаемых неогена Камчатки и соседних районов (неоднократное появление тропических мигрантов и термофильных элементов биоты в разрезах северных широт) позволил выявить четыре–пять эпох относительных потеплений (климатических оптимумов) в неогене бореальных провинций. Обычно каждое из них соответствует какому–либо слою с фауной. Выявление подобных оптимумов во многих разрезах Дальнего Востока позволяет наметить несколько четких корреляционных реперов в рамках зон. Одновременно с помощью палинологического и диатомового анализа в ряде случаев удается устанавливать „пики“ потеплений, которые могут дать возможность вычленивать из зон и слоев еще более дробные единицы.

В детализации стратиграфических схем плиоцена важным репером могут оказаться следы одного заметного в истории Северной Пацифики события – открытия Пра–Беринговой суши. Оно вызвало, видимо, приток арктических вод в Тихий океан, а это в свою очередь привело к перестройке биоценозов северотихоокеанской области. Именно с этим моментом можно связать, в частности, появление здесь относительно холодноводного комплекса с *Astarte diversa*

и т.д., отмеченного в позднеплиоценовых слоях как на американском, так и на азиатском побережьях.

В последнее время в литературе (данные Баррона и др.) приводятся интересные данные о перерывах, отмечающихся в океанических осадках миоцена. Их прослеживание в шельфовых разрезах тоже могло бы помочь в детализации лон и зон, ибо по возрастному диапазону эти перерывы обычно меньше зон и, следовательно, могут „рассекать“ последние на части.

Частью зон являются также те трансгрессивные или регрессивные слои, которые удается вычленить порой в камчатских и сахалинских разрезах (например, конгломераты и углистые прослои на уровне этолонской или эрмановской толщ Камчатки, маруямской свиты Сахалина и пр.).

К важным реперам внутри зоны можно отнести и отдельные горизонты вулканогенных образований (маркирующие пачки туфов, потоки лав определенного состава и пр.). Заложение, к примеру, восточно-камчатской вулканической дуги в начале плиоцена сопровождалось образованием не только толщ вулканитов, но и тефроидов, получивших широкое развитие на значительной площади Камчатки.

При поисках путей детализации стратиграфических схем нельзя не вспомнить и данные магнитостратиграфии. Выявление палеомагнитных инверсий внутри тех или иных толщ дальневосточных разрезов приводит к установлению важных корреляционных рубежей. Важно, что с их помощью можно проверять сопоставления, намеченные по палеонтологическим данным. Например, смена ильинской свиты какертской в миоценовом разрезе Камчатки совпадает с инверсией магнитного поля („минус“ меняется на „плюс“), и при корреляции с сахалинскими толщами это, естественно, надо учитывать (помимо всего прочего следует помнить, что продолжительность самой инверсии оценивают сейчас от 5 до 40 тыс. лет). Конечно, инверсии не всегда (и чаще всего) не совпадают с границами толщ (к примеру, кулувенская свита сменяется ильинской в пределах „положительной“ зоны намагниченности), но корреляционная ценность этих реперов от этого не уменьшается.

В последние годы при расчленении осадочных толщ древних бассейнов все больше используются сейсмостратиграфические материалы. Сейсмостратиграфия дает возможность выделять и прослеживать на значительном расстоянии хроностратиграфические подразделения разного объема — не только крупные но и относительно дробные, в том числе и более детальные, чем зоны и лоны. Многие из таких сейсмогоризонтов и слоев выделены, в частности, на Сахалине и его шельфе, в Охотском и Беринговом морях. В случае их привязки к биостратиграфическим подразделениям (с помощью бурения и пр.) эти единицы получают возрастную характеристику. Помимо этого сейсмостратиграфия помогает выявлять перерывы и несогласия в разрезах, определяя их природу и масштаб, что имеет важное значение для понимания строения осадочных толщ и этапности их формирования в древних бассейнах.

Ярус, подъярус	Региоярус		Горизонт	
Хронозона	Дона	Раздел		
Глонт (?)	Микростратиграфические	Циклостратиграфические	Климатостратиграфические	
	Слои с географическими названиями (или связка)-Beds	Циклотема-Ciclothem	Звено-Link	110-300 ¹
Интеривент (?)	Пачка-Member	Циклопачка- Ciklo-member	Кыр - Cercl	60-200
?	Пакет-Pocket	Циклит (циклолит)-Ciclolith	Ступень- Step	Изотопный ярус
?	Пласт-Bed	Пласт-Bed	Этап- Stage	
Событие	Слой- Shist	Слой- Shist	Стадиал- Stadial	
	Пропласток-Sims	Пропласток-Sims	Осциляция-Oscillation	1

¹Продолжительность (тыс. лет).

В деле детализации стратиграфических схем важную роль начинают играть количественные методы. Они сейчас используются в разных направлениях (биометрия в анализе ископаемых форм, сравнение далеко удаленных разрезов на основе различных коэффициентов присутствия отдельных видов и пр.). Одним из перспективных приемов обработки биостратиграфических данных представляется просчитывание в разрезах датум-плейнов различных палеонтологических групп. На этой основе, например, в 20 скважинах Тихого океана в миоценовых толщах удалось выделить до 175 уровней (72 из них сопоставлены с палеомагнитной шкалой). Это значит, что появляется возможность намечать такие дробные единицы (протяженностью около 100 тыс. лет), которые смыкаются по своему объему с таковыми четвертичной системы.

Подводя итог, можно сказать, что геологическая практика, все больше нуждающаяся в детализации стратиграфических схем, дает уже достаточно наглядные примеры этой детализации. В этой связи она все решительнее ставит вопрос о необходимости создания системы инфразональных (или микростратиграфических) подразделений — с их дефинициями, регламентацией и пр. Один из вариантов такой системы был опубликован (см. табл. 1) [1].

Уточнение стратиграфического положения древних толщ на суше и в шельфовой зоне в значительной мере будет способствовать успешному проведению поисковых и разведочных работ (прежде всего на нефть и газ) в дальневосточном регионе.

Одновременно эти материалы помогут с более реальных позиций подойти к детальной расшифровке палеогеографических обстановок и поискам общих закономерностей их смены на поверхности нашей планеты.

Л и т е р а т у р а

1. Меннер В.В., Гладенков Ю.Б. К детализации стратиграфических шкал // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1986. № 11. С. 5-17.

Б.И. Титов, Л.В. Алексеева,
К.В. Виноградова, Т.В. Бабичева,
А.А. Цатурова, В.А. Гаврилова

РОЛЬ ПАЛЕОНТОЛОГИИ ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ
ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ
ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МАНГЫШЛАКА)

Корреляция нефтегазоносных триасовых отложений Мангышлака связана с большими трудностями, обусловленными их резкой фациальной изменчивостью как по разрезу, так и по площади. При изучении рассматриваемых отложений применялся комплексный метод. Анализировались данные изучения вещественного состава пород, их сло-

истости, промысловой геофизики, сейсмического профилирования и обработки органических остатков. В результате проведенных исследований в составе ниже- и среднетриасовых отложений выделены литофизические пакки и продуктивные горизонты А, Б, В и Г.

Нижнетриасовые отложения, к которым приурочены горизонты В и Г, содержат богатый и разнообразный комплекс органических остатков: аммоноидей, пелеципод, фораминифер, остракод, филлопод, спор и пыльцы. Разрезы нижнетриасовых отложений Мангышлака, сформированных в условиях теплого мелководного морского бассейна, коррелируются друг с другом сравнительно легко [2, 3, 6].

Среднетриасовые отложения рассматриваемого региона сопоставляются с большим трудом. Эти трудности наиболее резко выражены при корреляции однородной среднетриасовой толщи Мангышлака, к которой приурочены продуктивные горизонты А и Б.

Послойное изучение разреза показало постепенное изменение литологических типов пород – от органогенно-детритовых известняков до карбонатных туфоаргиллитовых разностей, что отражает регрессивные серии осадконакопления. Вместе с тем анализ вертикального распространения различных фаунистических групп (пелециподы, остракоды, филлоподы) и спорово-пыльцевых комплексов позволил установить определенные стратиграфические уровни, на которых происходит смена различных ассоциаций родов и видов.

Соотношение лито-, сейсмо- и биостратиграфических подразделений проявляется в совпадении границ изменений литологических характеристик с рубежами в смене комплексов вымерших организмов и регионально выдержанными сейсмическими отражающими горизонтами. Природа последних была не ясна, поскольку они не сопровождались размывами или перерывами в осадконакоплении. Уровни изменения ассоциаций органических остатков – следствие изменения условий седиментации без видимых следов перерывов.

В качестве примера рассмотрим сейсмический отражающий горизонт V_2^{1Y} (рис. 1). Эта отчетливо динамически и регионально выраженная отражающая поверхность в разрезах глубоких скважин Южного Мангышлака приурочена к подошве продуктивного горизонта Б. Производственное значение этого отражающего горизонта определяется повсеместным обращением к нему при региональных и детальных (поисковых) сейсмических исследованиях, в частности при подготовке площадей к глубокому бурению.

Для повышения эффективности сейсмических структурных построений, их геологической достоверности необходимо установить геологическую природу рассматриваемой отражающей поверхности, ее стратиграфическую приуроченность.

Резкой смены литологического состава пород на изучаемом уровне не наблюдается (отражение фиксируется в разрезе единой карбонатной толщи), следов перерыва в осадконакоплении по керновому материалу не отмечено. Изучение вертикального распространения остатков различных групп фауны (в частности, наиболее распространенных в исследуемом интервале остракод) показало следующее.

Триасовая				система
Средний				отдел
Анзисийский - ладинский				ярус
Южно-жетыбайская				серия
Аккаская ^{x)}	Тенгинская	Тасбулатская	свита	
				Литологическая колонка
				Продуктивные горизонты
				Сейсм. гор.
				Виды остракод
				<i>Darwinula</i> aff. <i>lenta</i> Schl.
				<i>D. ex gr. subparallela</i> Gieb.
				<i>D. aff. deserta</i> Kucht.
				<i>D. ex gr. advena</i> Star.
				<i>D. lenta</i> Schl.
				<i>D. festa</i> Schl.
				<i>D. temirensis</i> Kucht.
				<i>D. ex gr. electa</i> Misch.
				<i>D. acmayica</i> Schl.
				<i>Gerdalia defesta</i> Schl.
				<i>Triassinella gubkini</i> Schl.
				<i>T. bogdoana</i> Schl.
				<i>T. aralsorica</i> Schl.
				<i>T. astrachanica</i> Schl.
				<i>Renngartenella distincta</i> Star.
				<i>R. aligera</i> Star.
				<i>Lutkevichinella minima</i> Star.
				<i>L. simplex</i> Kozur
				<i>L. involuta</i> Schn.
				<i>L. bruttanæ</i> Schn.
				<i>Glorianella phillipschuki</i> Schn.
				<i>Triassocypris tenuis</i> Kozur
				<i>T. pusilla</i> Kozur
				<i>T. lata</i> (Schn.)
				<i>Triassinella chramovi</i> Schn.
				<i>Clinocypris vasiljevi</i> Schl.
				<i>Glorianella culta</i> Star.
				<i>G. mirtovæ</i> Schn.
				<i>Cytherissinella crispa</i> (Schl.)
				<i>C. sokolovæ</i> Schn.
				<i>C. uralica</i> Schl.
				<i>C. tercobayica</i> Schl.
				<i>C. composita</i> Star.
				<i>C. schleiferi</i> Star.
				<i>C. okrajantzi</i> Schn.
				<i>Inderella usunica</i> Schl.
				<i>Pulviella</i> (<i>Pulviella</i>) <i>recta</i> Star.
				<i>P. (Pulviella) ovalis</i> Schn.
				<i>P. (Pulviella) crassa</i> Star.
				<i>P. (Laeocythere) lubimovæ</i> Schl.
				<i>P. (Laeocythere) aralsorica</i> Beut et Gründ.
				<i>P. (Laeocythere) vulgaris</i> Beut et Gründ.
				<i>P. (Laeocythere) piriiformis</i> Beut et Gründ.
				<i>P. (Laeocythere) directa</i> Star.
				<i>Cytherissinella alieva</i> Star.
				<i>Clinocypris ex gr. triassica</i> Schn.
				<i>C. aurovi</i> Schl.
				<i>Gemmanella schweyerei</i> Schn.

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

Многочисленные находки остракод в карбонатной части продуктивной триасовой толщи (горизонты А, Б, В) позволили выделить по разрезу характерные комплексы микрофауны. Обильный материал, накопленный к настоящему моменту, позволяет сделать вывод о неравномерности темпов эволюции остракод в пределах исследуемого региона. В количественном отношении остракоды распределены по триасовому разрезу неравномерно. Они представлены единичными формами в нижнем триасе, а в среднетриасовых отложениях — богатыми и многочисленными ассоциациями.

Так, в скв. 4 месторождения Южный Жетыбай в интервале глубин 3460–3690 м вскрыты породы актасской свиты, в составе которой выделяется продуктивный горизонт В. В разрезе преобладают оолитово-обломочные известняки с подчиненными прослоями пелитоморфных разностей и вулканогенно-терригенных пород. Ассоциация остракод, характерная для этого уровня, представлена родами *Triassinella*, *Lutkevichinella*, *Darwinula*, *Gerdalia*, *Clinocypris*, *Triassocypris*. Видовой состав комплекса: *Darwinula ex gr. electa* Misch., *D. ex gr. temperalis* Misch., *D. tennorchsis* Kucht., *Gerdalia, defecta* Schl., *G. ex gr. longa* Schl., *Clinocypris ex gr. triassica* Schl., *Triassinella gubkini* Schl. (определения Д.А. Кухтинова и Е.Г. Леоновой). Аналогичный комплекс остракод обнаружен из сходных отложений, вскрытых скв. 1 площади Пионерская (инт. 4270–4275 м): *Triassinella aff. aralsorica* Schl., *T. aff. gubkini* Schl., *T. astrachanica* Schl. (определения Т.В. Бабичевой), а также в других многочисленных разрезах Мангышлака.

Тенгинская свита, включающая продуктивные горизонты А и Б, выделена в интервале глубин 3180–3460 м. Литологически она представлена пелитоморфными и мелкозернистыми разностями черных известняков с тонкими прослоями терригенных пород и содержит другую ассоциацию остракод, представленную родами *Pulviella*, *Glorianella*, *Cytherissinella*. В составе комплекса присутствуют виды *Pulviella (Pulviella) recta* Star., *Pulviella (Laevicythere) obola* Schl., *P. (L.) aralsorica* Schl., *P. (L.) vulgaris* Beut. et Grund., *P. (L.) piriiformis* Beut. et Grund., *Cytherissinella alieva* Star., *Cytherissinella composita* Star. и др. (скв. 1 Пионерская, инт. 4022–4110 м) [1, 4, 5].

Рис. 1. Стратиграфическое распределение остракод в триасовом разрезе площади Южный Жетыбай в связи с положением сейсмических отражающих горизонтов. 1 — известняки микрозернистые, 2 — известняки органогенно-детритовые, 3 — известняки оолитово-обломочные, 4 — туфоизвестняки, 5 — аргиллиты, 6 — туфоаргиллиты, 7 — доломиты, 8 — туфопесчаники, 9 — песчаники, 10 — сейсмические отражающие горизонты. RT_2^1 — каротажный репер. Возраст актасской свиты по другим органическим остаткам некоторыми авторами статьи рассматривается как ранне-среднетриасовый.

Более высокое положение в разрезе занимают породы тасбулатской свиты, являющиеся региональной покрывкой для продуктивной толщи триаса. Они вскрыты в интервале глубин 3070–3180 м и представлены черными аргиллитами с прослойками вулканогенных пород. Здесь отмечены обедненные малочисленные комплексы остракод, содержащие представителей родов *Gemmanella*, *Pulviella*, *Glorianella*, *Cytherissinella*.

При рассмотрении вышеописанных ассоциаций остракод в тесной связи с анализом литологического состава пород выяснилось, что разница в систематическом составе первого и второго комплексов выражена более резко, чем в составе второго и третьего. Так, во втором комплексе по сравнению с первым практически исчезают представители родов *Triassinella*, *Darwinula*, *Clinocypris*, в то время как в третьем появляются остракоды родов *Cytherissinella*, *Glorianella*, *Pulviella*. Третий комплекс отличается от второго лишь развитием рода *Gemmanella*.

Это резкое качественное различие первых двух комплексов на уровне не только видов, но и родов триасовых остракод на границе актасской и тенгинской свит отвечает данным по другим группам органических остатков и точно соответствует в разрезе региональному сейсмическому отражающему горизонту Y_2^{1Y} (3420 м). Следовательно, его природа объясняется сменой древних условий осадконакопления, повлекшей за собой изменения в органическом мире, достаточно резкой, в частности, на исследуемом стратиграфическом уровне.

Аналогичные закономерности вертикального распространения остракод установлены в разрезах глубоких скважин других месторождений и разведочных площадей Южного Мангышлака.

Таким образом, получает геологическое обоснование появление регионально выдержанной отражающей поверхности в рассматриваемом интервале триасового разреза и устанавливается повсеместно единый стратиграфический уровень последней – граница актасской и тасбулатской свит, которой соответствует подошва продуктивного горизонта Б.

Кроме уровня горизонта Y_2^{1Y} подобных резких изменений в характеристике систематического состава остракод не наблюдается.

В последние годы промышленные притоки нефти и газа получены на ряде площадей из верхнетриасовых отложений – нового объекта поисково-разведочных работ на Южном Мангышлаке.

Сейсмическими исследованиями в мощной (до 1000 м) терригенной толще верхнего триаса выявлен и прослежен ряд отражающих горизонтов, в том числе регионально выдержанных. Одним из них является отражающий горизонт Y_1^{III} , который в разрезах скважин отождествляется с реперным песчаным пластом RT_3 в нижней части верхнетриасового разреза.

Состав пород и редкие органические остатки перекрывающих и подстилающих реперный песчаный пласт отложений свидетельствуют о преимущественно континентальных условиях их формирования. В этой связи геологическая природа повсеместно выдержанного пласта

и региональной отражающей поверхности оставалась проблематичной.

Однако в последнее время в скв. 1 Сев. Карагие из инт. 3590–3600 м (соответствующего реперному песчаному пласту RT_3) К.В. Виноградовой выделен комплекс микрофитофоссилий с водорослеподобными формами, свидетельствующими о прибрежно-морских условиях осадконакопления.

В скв. 1 (инт. 3767–3781 м) и скв. 2 (инт. 3610–3620 м, 3690–3720 м, 3767–3773 м) площади Пионерская установлен комплекс микрофоссилий, указывающий на их захоронение вдали от береговой линии. Эти данные о присутствии в рассматриваемой части разреза морских осадков важны для выяснения условий формирования других реперных пластов нижней части верхнетриасового разреза и соответствующих отражающих горизонтов.

Интервалу глубин 3610–3620 м в скв. 2 площади Пионерская соответствует реперный пласт RT_2 , сопоставляемый с отражающим горизонтом V_2 , а интервалу 3767–3773 м – репер RT_2^∞ , отождествляемый с отражающим горизонтом V_2^1 в основании верхнетриасового разреза.

Таким образом, наряду с вышележащим горизонтом V_1^3 есть основания соотносить отражающие горизонты V_2 и V_2^1 с кратковременными фазами – периодами проникновения моря на континент. С этих позиций становится возможным выяснить обстановку формирования реперных пластов RT_3 , RT_2 и RT_2^∞ и соответствующих отражающих поверхностей – горизонтов V_1^3 , V_2 и V_2^1 . Отметим, что последний приурочен к мощной (десятки метров) песчаной пачке, промышленно нефтеносной на ряде площадей Южного Мангышлака.

Результаты послойного палеонтологического и литолого-петрографического изучения разреза непосредственно используются не только при геологической интерпретации сейсморазведочных работ, но и составляют основу сейсмостратиграфических исследований триасовой толщи; в составе последней выделены сеймокомплексы и сейсмофации, границами которых являются, в частности, и рассмотренные выше сейсмические отражающие горизонты.

Л и т е р а т у р а

1. Алиев М.М., Алексеева Л.В., Авров В.П., Гаврилова В.А., Виноградова К.В., Досмухамбетов Д.М., Оруджева Д.С., Титов Б.И., Цатурова А.А. Региональная стратиграфическая схема триасовых отложений Южного Мангышлака // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1986. Т. 61. Вып. 6. С. 35–45.

2. Гаврилова В.А. Некоторые позднеоледенские аммониты Горного Мангышлака // Ежегодник ВПО. Т. XXIII. Л., 1980. С. 18–25.

3. Гаврилова В.А., Курушин Н.И. Раннетриасовые двустворчатые моллюски Мангышлака // Ежегодник ВПО. Т. XXIX. Л. 1986. С. 130–138.

4. Липатова В.В., Акаева С.Н., Жидовинов С.Н., Светлакова Э.А., Старожилова Н.Н., Яночкина З.А. Корреляция среднетриасовых отложений Южного Мангышлака // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1984. Т. 59. Вып. 5. С. 71-77.

5. Попков В.И., Письменная О.В. Литолого-стратиграфическое расчленение и корреляция триасовых отложений на Южном Мангышлаке // Изв. высш. уч. заведений. Геология и разведка. 1986. № 11. С. 3-10.

6. Титов Б.И., Гаврилова В.А., Виноградова К.В. О значении амmonoидей при изучении нефтеносных триасовых отложений Южного Мангышлака // Современные задачи палеонтологии и биостратиграфии в развитии минерально-сырьевой базы. Тр. XXV1 сессии ВПО. Л., 1984. С. 70-77.

А.Н. Олейников, О.Ю. Короткова,
А.Г. Суворова

ФОРМИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ БАЗЫ ЗНАНИЙ И АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ СХЕМ

Для решения задач крупномасштабного картирования необходимо наличие надежной биостратиграфической базы, позволяющей обосновать построение легенд геологических карт, обеспечивающих должную детальность расчленения осадочных образований. Осуществляемое с этой целью составление региональных стратиграфических схем представляет собой трудоемкий процесс, требующий обработки значительных объемов информации.

Представляется целесообразным поставить вопрос о создании автоматизированной системы, ассимилирующей сведения о стратиграфическом распространении древних организмов и о вещественном составе стратон, вмещающих комплексы ископаемой фауны (флоры). Задачей системы должно явиться построение корреляционных стратиграфических схем по заданным регионам и геологическим возрастам.

Поскольку априори известно, что определить полную группу сведений, необходимых и достаточных для выполнения всех логических операций, требуемых для построения конкретной стратиграфической схемы, изначально невозможно и что в процессе составления любой стратиграфической схемы необходимо постоянное привлечение дополнительной информации, проектируемая система должна относиться к классу экспертных. В роли экспертов могут выступать пользователи-составители схемы, а также иные специалисты или коллективы (например, Комиссии Межведомственного стратиграфического комитета по системам). Кроме того, должен быть предусмотрен вход для ввода соответствующей информации, взятой из специальной литературы или иных источников.

Система должна обладать возможностью ведения регламентированного диалога с пользователем, при котором запросы системы кодируются в виде сообщения с фиксированной структурой и задаются пользователю на квази-естественном языке. В аналогичной форме должны поступать и ответы пользователя. В соответствии с этим интеллектуальный интерфейс системы надлежит составить из диалогового процессора, реализующего общение пользователя с ЭВМ, и базы знаний, хранящей палеонтолого-стратиграфическую информацию.

Базу знаний можно определить в указанном выше случае как совокупность взаимосвязанных, совместно хранящихся данных, обладающих некоторой минимальной избыточностью, допускающей их оптимальное использование в разноаспектных задачах, а также пополнение и корректировку в процессе диалога с экспертами. Запись данных должна осуществляться таким образом, чтобы они были независимы от программ, использующих эти данные.

Долгосрочная память системы может быть организована в форме совокупности файлов следующего содержания:

- Перечень палеонтологических объектов с указанием их стратиграфического распространения;
- Описание стратонов;
- Словарь территориальных привязок;
- Общие и провинциальные стратиграфические шкалы (по системам);
- Форматы и структура корреляционных схем;
- Словари аббревиатур и условных обозначений.

Перечень палеонтологических объектов задается в форме словаря, в котором каждому из таксонов приписан символ в соответствии со стратиграфическим уровнем (или обозначением интервала) его распространения в разрезе.

Описания стратонов представляются в фиксированном формате, имеющем следующую структуру.

1. Название стратона.

Указываются названия местных стратиграфических единиц и их таксономический ранг (комплекс, серия, свита), литостратиграфических подразделений (толща, пачка, пласт и др.), биостратиграфических подразделений (если они выделяются в местных разрезах). Если стратон не имеет собственного наименования (ивановская свита, песчаниковая толща), его название кодируется названием породы, стоящим первым в описании вещественного состава стратона, например: Алевролиты...

2. Распространение стратона.

2.1. Регион.

2.2. Район (структурно-фациальная зона).

2.3. Подрайоны или структурно-фациальные подзоны (при необходимости).

Иерархия внутрорегиональных подразделений определяется с учетом специфики геологического строения региона и обычно может насчитывать от 1 до 3 уровней.

3. Общая фашиально-литологическая характеристика (вещественный состав) стратона.

4. Возможно полная палеонтологическая характеристика стратона. Перечисление органических остатков дается по группам в порядке убывания их стратиграфической значимости, а внутри групп – по убыванию частоты встречаемости, в последовательности: фауна, флора, мiosпоры.

5. Сведения о мощности.

6. Стратиграфический состав стратона, с краткой характеристикой вещественного состава, палеонтологической характеристикой и указанием мощностей, входящих в его состав субстратонов.

7. Соотношение с подстилающими образованиями.

7.1. Наименование, краткая характеристика состава и возраст подстилающих образований.

7.2. Сведения о наличии перерыва, предшествующего образованию данного стратона.

7.3. Характер нижней границы стратона.

7.4. Стратиграфическое положение нижней границы и степень ее достоверности.

8. Соотношение с перекрывающими образованиями.

8.1. Наименование, краткая характеристика состава и возраст перекрывающих образований.

8.2. Сведения о наличии перерыва над кровлей данного стратона.

8.3. Характер верхней границы стратона.

8.4. Стратиграфическое положение верхней границы и степень ее достоверности.

9. Геологический возраст стратона.

9.1. Система.

9.2. Отдел.

9.3. Ярус.

9.4. Зона.

10. Сведения о палеомагнитных данных.

11. Сведения об абсолютном возрасте.

12. Сведения о наличии геофизических реперов.

12.1. Возрастные датировки.

12.2. Используемые геохронометрические методы.

Пункты 7.4 и 8.4 заполняются и корректируются в процессе диалога с пользователем. Предусматриваются также резервные позиции, разрешающие осуществлять запись дополнительных сведений.

Словарь территориальных привязок представляет собой классификатор географических единиц, позволяющий устанавливать соподчиненность структурно-фашиальных подразделений, положенных в основу районирования региона.

Общие и провинциальные стратиграфические шкалы, рекомендованные комиссиями МСК для отдельных систем и групп регионов, вводятся в память системы в качестве регламентирующих материалов и корректируются по мере принятия названными комиссиями соответствующих изменений.

Структура стратиграфических схем принимается стабильной – в соответствии с требованиями Стратиграфического кодекса СССР. Форматы схем определяются техническими условиями их последующей публикации – в зависимости от количества местных стратиграфических разрезов, включаемых в схему, и степени загрузки их фактическим материалом.

Словари аббревиатур и условных обозначений содержат индексы подстилающих образований, сокращенные названия горных пород и перечни графических символов. Сокращения латинских наименований родов и фамилий авторов таксонов в эти перечни не включаются.

Предлагаемый алгоритм построения региональной стратиграфической схемы включает выполнение следующих процедур.

1. Определение стратиграфического положения границ стратонов.

а) Фиксируются границы ярусов. Для каждого яруса отводится некоторое, задаваемое пользователем, число позиций (строк).

б) Отмечаются положения границ стратонов, устанавливаемых с достаточной достоверностью, а также интервалы, в которых могут располагаться эти границы, если их стратиграфическое положение точно не установлено.

в) Для стратонов, положение границ которых точно не определено, в режиме диалога с пользователем осуществляется корреляция по вещественному составу и палеонтологическим признакам.

В результате выполнения этой процедуры осуществляется дополнительное уточнение положения границ стратонов, либо, если это невозможно, определяется возрастной интервал, в котором могут располагаться соответствующие границы. В последнем случае позиция границы стратона выбирается случайным образом из установленного возрастного интервала.

г) Установленные положения границ с учетом степени надежности их обоснования и характера взаимоотношений с подстилающими (перекрывающими) образованиями фиксируются в оперативной памяти системы. Границам, стратиграфическое положение которых установлено достоверно, приписывается вес, равный 1; границам, положение которых установлено недостоверно или предположительно, – 0,75.

2. Установление стратиграфического объема горизонтов.

Осуществляется сравнение позиций всех границ стратонов. Позиции, с которыми границы стратонов совпадают не менее чем в половине имеющихся разрезов, принимаются в качестве уровней, на которых должны быть проведены границы горизонтов. Наименования стратонов, заключенных между этими границами, выводятся на печать или на дисплей для принятия пользователем решения о наименовании горизонтов. Если такие границы отсутствуют, графа „Горизонт“ не вычерчивается.

3. Анализ сведений о стратиграфическом распределении органических остатков в разрезе и на площади.

Составляется матрица, столбцы которой соответствуют таксонам, а строки – позициям границ стратонов, упорядоченным по возрасту. Матрица заполняется построчно для каждого таксона. Ее элементами

являются частоты встречаемости таксонов, вычисленные для каждого стратиграфического уровня.

На основании полученной матрицы строится таблица, отражающая распространение таксонов во времени и их среднюю частоту встречаемости (ν).

4. Выделение местных биостратиграфических зон.

Для решения этой задачи по составленной таблице осуществляется проверка: имеются ли таксоны, границы распространения которых совпадают с границами горизонтов. Если такая ситуация имеет место в пределах какой-либо группы органических остатков и при этом существуют таксоны, сменяющие друг друга в разрезе, для которых значение частоты встречаемости больше 0,5, то в графе „Биостратиграфическая зона“ на уровне границ распространения этих таксонов проводятся границы биостратиграфических зон. В противном случае графа „Биостратиграфическая зона“ опускается.

По указанию пользователя в данном разделе схемы может быть помещено несколько колонок, соответствующих зональным подразделениям, устанавливаемым по различным группам фауны (флоры).

5. Выделение слоев с фауной (флорой) и определение стратиграфических интервалов распространения характерных комплексов органических остатков.

Если границы распространения таксонов, сменяющих друг друга в разрезе и характеризующихся $\nu \geq 0,5$, не совпадают с границами горизонта, то в подразделе „Характерные комплексы флоры (фауны)“ на уровне этих границ прочерчиваются линии и заключенные между ними интервалы именуются „слоями с ...“.

При $\nu < 0,5$ границы распространения соответствующих таксонов выносятся в раздел „Характерные комплексы фауны (флоры)“. Последний может включать несколько колонок – по числу основных групп организмов, использованных для расчленения и корреляции соответствующих отложений в регионе. Названные группы располагаются слева направо в порядке убывания их стратиграфической значимости.

При малочисленности и совпадении интервалов распространения комплексов фауны (флоры) должна быть предусмотрена возможность приведения их списком в одной колонке. В данном случае материал должен располагаться в порядке убывания стратиграфической значимости органических остатков. При этом списки представителей каждой группы следует начинать с абзаца, в начале которого должно указываться наименование данной группы, отделяемое от перечня таксонов двоеточием. Наиболее характерные таксоны могут отмечаться подчеркиванием.

6. Построение стратиграфических схем смежных регионов.

Для выполнения этой процедуры предусматривается обращение к пользователю с запросом: какие смежные регионы целесообразно показать в данной схеме. Ввод описаний стратиграфических схем смежных регионов осуществляется пользователем. В перспективе можно предусмотреть формирование самостоятельного файла, включающего унифицированные части стратиграфических схем по всем

регионам и системам, а также типичные, наиболее представительные местные разрезы.

Распечатка описаний стратонов, включая сведения о вещественном составе пород, их палеонтологической характеристике, мощности, магнитостратиграфических характеристиках, абсолютном возрасте отложений (с указанием использованной методики определения), положении геофизических реперов (для „закрытых” территорий), должна обеспечивать представление региональных схем в форме, предусмотренной Стратиграфическим кодексом СССР.

Квалификация стратиграфических схем может осуществляться в соответствии со следующим правилом:

Квалификация схемы	Загрузка разделов схемы		
	Горизонт	Биостратигра- фическая зона	Характерные комплексы фауны (флоры)
Унифицированная	1	1	1
		0	1 ∨ 0
Корреляционная	0	1	1
		0	
Рабочая	0	0	1 ∨ 0

1 – имеется, 0 – отсутствует.

Вычерчивание границ и других линейных элементов региональных стратиграфических схем может осуществляться с помощью графопостроителя, подготовка их текстовой части – на фотонаборном устройстве.

Предлагаемые алгоритмы и структура исходных данных могут составить основу распределенной базы знаний, которая будет пополняться в процессе поступления новых данных и служить источником информации для построения проектов региональных стратиграфических схем по системам.

В. М. С к о б л о

ОБОБЩЕННЫЕ КОДОВЫЕ ЧИСЛА ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

На основе разработок А.Н. Олейникова [6], Е.Б. Паевской [3] и других исследователей успешно практикуются и развиваются методы цифрового кодирования систематических признаков, способствующие оперативному решению задач диагностики, классификации, построения филогенетических схем и других практических вопросов палеонтологии.

Т а б л и ц а 1

Обобщенные кодовые числа остракод *Limnocypridea*

№ п/п	Таксоны и их мор- фологические сово- купности		x_1	y_1	x_2	y_2	x_3	y_3	x'_1
			I	II	III	IV	V	VI	VII
1.	<i>L. sparsa</i> Sin.	I	3	2	3	1	4	3	5
2.	<i>L. modesta</i> Sin.		3	3	2	1	4	2	4
3.	<i>L. slundensis</i> Sin.		4	2	2	1	3	2	4
4.	<i>L. abscondida</i> Sin.		5	2	1	1	2	2	3
5.	<i>L. mangutensis</i> Sin.		4	2	1	1	2	2	2
6.	<i>L. jacunda</i> Sin.		3	3	1	7	1	2	2
7.	<i>L. grammi</i> Lub.		4	3	1	1	2	2	4
8.	<i>L. toreiensis</i> Sin.		4	3	2	3	2	2	4
9.	<i>L. subplana</i> Lub.	II	3	2	3	3	4	2	4
10.	<i>L. defensa</i> Scob.		5	2	2	6	4	2	4
11.	<i>L. tumulosa</i> Lub.		4	1	3	2	1	2	2
12.	<i>L. ljubimovae</i> Sin.		5	2	2	4	1	3	4
13.	<i>L. bitumulosa</i> Lub.		3	1	2	1	1	3	4

I – формы с гладкими и ячеистыми створками; II – формы с

Вместе с тем возможности анализа и синтеза кодированных описаний таксонов для выявления дополнительной информации еще не исчерпаны.

Очевидно, что могут быть предложены строго формализованные процедуры, позволяющие каждое кодовое слово, представляющее собой описание палеонтологического объекта, выразить одним числом. Такие числа можно назвать обобщенными кодовыми числами (ОКЧ) палеонтологических объектов. Наиболее простой способ их получения исходит из начал элементарной геометрии и аналитической геометрии на плоскости. Все использованные в дальнейшем математические обоснования и формулы можно найти в справочниках по математике [1].

Предлагаемая процедура получения ОКЧ такова. В качестве исходного материала используется политомическая таблица, в которой реализован цифровой десятичный код. Цифры, обозначающие градации признаков, в порядке их расположения в кодовом слове рассматриваются попарно как координаты на плоскости неких точек (см. табл. 1)

$$A_1(I, II), A_2(III, IV), A_3(V, VI), A_1'(VII, VIII), A_2'(IX, X)$$

и т.д.

y'_1	x'_2	y'_2	x'_3	y'_3	$Ax + By + C = 0$	d	Морфологические группировки лимноциприд
VIII	IX	X	XI	XII			
2	3	5	1	2	$3x + y - 12 = 0$	-3.79	
3	1	5	1	1	$x + y - 5 = 0$	-3.55	Группа <i>abscondida</i>
2	1	4	1	2	$3x + 3y - 14 = 0$	-3.31	
3	1	5	1	1	$12x + 9y - 47 = 0$	-3.13	
1	2	4	1	2	$x - y - 4 = 0$	-2.83	Группа <i>grammi</i>
1	3	5	1	2	$12x + 3y - 32 = 0$	-2.57	
1	2	5	1	1	$3x + 7 = 0$	-2.33	
1	1	5	1	1	$3x - 7 = 0$	-2.33	
2	1	2	1	1	$3x - 6y + 4 = 0$	+0.60	Группа <i>defensa</i>
2	1	5	1	1	$6x - 15y + 28 = 0$	+1.73	
2	3	4	1	3	$2x + y - 7 = 0$	-3.14	Группа <i>ljubimovae</i>
2	3	5	1	5	$3x - 8 = 0$	-2.66	
1	3	4	1	4	$3x + y - 2 = 0$	-0.63	

ячеисто-бугорчатыми створками.

Приняв точки $A_1(x_1, y_1)$, $A_2(x_2, y_2)$, $A_3(x_3, y_3)$ за вершины треугольника, вычислим по этим данным его площадь:

$$S = \pm \frac{1}{2} \begin{vmatrix} x_1 - x_3 & y_1 - y_3 \\ x_2 - x_3 & y_2 - y_3 \end{vmatrix}$$

Аналогично поступим с последующими элементами кодового слова. В данном случае будет получена еще одна величина – S_2 , представляющая собой площадь треугольника с вершинами

$$A'_1(x'_1, y'_1), A'_2(x'_2, y'_2), A'_3(x'_3, y'_3).$$

Полученные площади могут быть, в свою очередь, стянуты в точки типа $B_m(S_m, S_{m+1})$, координатами которых являются вычисленные значения S . При этом следует воспользоваться уравнением прямой, проходящей через 2 точки:

$$\begin{vmatrix} x_2 - x_1 & y_2 - y_1 \\ x - x_1 & y - y_1 \end{vmatrix} = 0$$

и представить его в виде $Ax + By + C = 0$ для каждого кодового слова.

При указанных операциях в большинстве случаев приходится дополнять таблицу недостающими условными признаками, вводя в описания всех таксонов дополнительные позиции и проставляя на них произвольно взятые, но одинаковые для всех таксонов цифры. Необходимое количество дополнительных позиций зависит от длины кодовых слов. При 13 признаках искомые прямые для любого i -того слова фиксируются по точкам $B(S_{1,i}; S_{2,i})$ и $A_7(x_{7,i}; y_{7,i})$, где $x_{7,i}$ — градации признака на 13-й позиции, а $y_{7,i}$ — дополнительный условный признак, единообразно добавленный по всем строкам таблицы. При 14 признаках дополнительных позиций не требуется. Подобные операции осуществимы при любой практически встречаемой длине кодовых слов. Далее следует вычислить ориентированные расстояния d от точки $M(x_1=0, y_1=0)$ до найденных прямых. В данном случае общая формула упрощается и принимает вид

$$d = \frac{C}{\sqrt{A^2 + B^2}}.$$

Вычисленные таким образом расстояния и представляют значения искомого параметра — ОКЧ.

Метод может варьировать. Если достаточно установить лишь значения S_1 и S_2 , то их иногда удобно принять за меняющиеся координаты точки $M(S_{1,i}, S_{2,i})$. Тогда вычисляются расстояния от M до некоторой фиксированной прямой.

При всей условности подобных процедур они выполняются единообразно для всех кодовых слов (строк) исследуемой политомической таблицы и позволяют объективно и компактно охарактеризовать каждое формализованное описание таксона одним обобщенным кодовым числом, которое, в рамках принятого кода, представляет собой важный дополнительный диагностический признак.

В качестве примера рассмотрим политомическую таблицу, содержащую кодовые описания представителей позднетриасовых монотид, приведенную в работе Е.Б. Паевской [3]. Характеристика каждого из таксонов этих двустворчатых моллюсков дана на 23 позициях.

Используя предлагаемую методику, введем дополнительную 24-ю позицию и проставим на ней во всех строках некоторое произвольно выбранное число, например 1. Согласно кодовым обозначениям, принятым Е.Б. Паевской, и с учетом дополнительно введенного условного признака вычислим значение d для представителей *Monotis ochotica*

$$S_1=1; S_2=1.5; S_3=2.5; S_4=0$$

$$x + y - 2.5 = 0$$

$$d = 1.8$$

Аналогичные вычисления, выполненные для близкого вида *Monotis densistriata* с учетом присущей ему внутривидовой изменчивости, показывают, что характерные для этого вида значения предполагаются в интервале $[0.9-1.6]$.

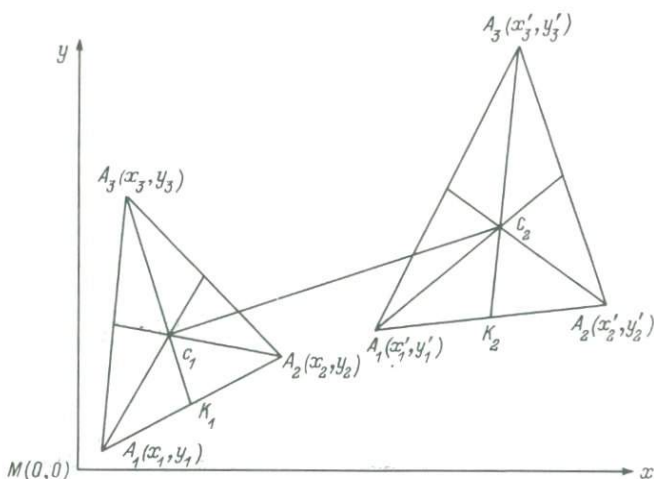


Рис. 1. Центры тяжести треугольников и проходящая через них прямая C_1C_2 .

Метод несколько ограничен тем, что если в пределах изучаемой таблицы значение $\bar{d} = 0$ встречается более одного раза, возникает соответствующий участок неопределенности. Еще одно ограничение связано с возможным равенством вычисленных значений $\bar{S}$ по всей длине кодового слова. Тогда уравнение прямой, определяемое этими значениями, обратится в тождество, и получить величину $\bar{d}$ не представляется возможным. Однако такая ситуация встречается редко.

Обычно же вычисление значений обобщенных кодовых чисел облегчает решение задач диагностики и сравнение палеонтологических объектов. Синонимия выражается равными значениями $\bar{d}$.

К удовлетворительным результатам приводит и другая, несколько измененная процедура.

Как известно, все три медианы треугольника пересекаются в одной точке C , являющейся центром тяжести треугольника (рис. 1). Центр тяжести делит каждую медиану в отношении $2:1$, причем больший отрезок прилегает к вершине. Так, если A_3K_1 — медиана, то справедливы следующие отношения:

$$\frac{A_3C_1}{C_1K_1} = \frac{2}{1}; \quad \frac{A_1K_1}{K_1A_2} = 1,$$

Таким образом, зная координаты вершин треугольника, нетрудно рассчитать координаты его центра тяжести, используя формулы деления отрезка в данном отношении. Например, координаты центра тяжести определяются выражением

$$x_{C_1} = \frac{m_2x_3 + m_1x_K}{m_1 + m_2}; \quad y_{C_1} = \frac{m_2y_3 + m_1y_K}{m_1 + m_2},$$

где m_1 и m_2 — отрезки, на которые делится медиана, x_K, y_K — координаты точки пересечения медианы с основанием треугольника, A_3, K_1 — координаты его вершины, откуда опущена медиана A_3K_1 (см. рис. 1).

Далее, как и в предыдущем варианте метода, находится уравнение прямой (или нескольких прямых) и определяются ориентированные расстояния. При необходимости в кодовые слова вводятся дополнительные позиции, заполняемые единообразными значениями условных признаков.

Недостатками этого варианта метода являются: 1) существование области „нераспознавания“, которая возникает внутри окружности, центр которой совпадает с центром тяжести треугольника, а радиус равен $2/3$ длины его медианы; 2) возможность расположения начальных точек на одной прямой и в этом случае отсутствие необходимого треугольника.

Однако эти недостатки можно ликвидировать, если применение метода заранее учитывать при кодировании. Практически характер исходных данных определяет целесообразность применения той или иной модификации метода.

Принципиально важно установить, можно ли использовать разности значений метрики $\bar{d}$ как корректную форму представления таксономического расстояния. Если это так, то морфологически сходные объекты должны иметь близкие значения $\bar{d}$, а расстояние между любыми объектами, выраженное подобным образом, будет возрастать по мере увеличения различий между ними.

Для ответа на данный вопрос автором совместно с А.Ф. Рудневым было проведено кодирование морфологических признаков 13 видов остракод рода *Limnocypridea*, описанных из нижнемеловых отложений Монголии и Забайкалья П.С. Любимовой [2], С.М. Синицей [4] и В.М. Скобло [5], и сформирована политомическая таблица (см.), содержащая 12 позиций. Для обработки материала оказался удобным вариант метода с вычислением центров тяжести.

Очевидно наличие внутри рода двух морфологических совокупностей видов: 1) с закругленно-трапециевидной раковиной, гладкими или слабо ячеистыми створками; 2) с неправильно-овальной раковиной и ячеисто-бугорчатыми створками. Специальное исследование целесообразно лишь при раздельном анализе этих совокупностей (в данном случае представительно лишь первая из них).

Строки в таблице, соответствующие отдельным видам, расположены в обеих совокупностях в порядке возрастания значений обобщенных кодовых чисел $\bar{d}$. У раковин близких видов они оказались различающимися на сходные величины — от 0.24 до 0.30. Попарное сравнение морфологических особенностей этих видов позволяет прийти к заключению о примерно одинаковых степенях их сходства.

В пределах совокупности форм с гладкими и ячеистыми створками по мере увеличения значений $\bar{d}$ осуществляется постепенный переход от овально-трапециевидных раковин типа *L. abscondida* к более правильным по очертаниям субтрапециевидным раковинам типа *L. grammi*.

Некоторая условность выделения групп *abscondida* и *grammi* состоит лишь в том, что по значениям $\bar{d}$ нет резкой границы между крайними членами этих групп. Но такой характер изменений ОКЧ отражает реальную картину плавных морфологических изменений внутри всей совокупности.

Интересно, что у *L. grammii* и *L. toreiensis* — одно и то же значение обобщенного кодового числа (хотя отвечающие им кодовые слова различаются по трем позициям). Сравнивая *L. grammii* и *L. toreiensis*, приходится предполагать их принадлежность к одному виду. И последнее подтверждается математически.

По величинам ОКЧ резкая граница проходит между 8-м и 9-м видами. Здесь $\bar{d}$ скачкообразно изменяется от -2.33 до $+0.60$. Данный скачок имеет вполне реальный смысл: очертания раковины *L. subplana* из-за скошенности назад спинного края, а также неравномерности в скосе и закруглении концов резко отклоняются от субтрапезиевидных. *L. defensa* очень сходна с *L. subplana*. Эти два вида (один — из неокома Забайкалья, другой — из неокома Монголии), составляющие четко обособленную небольшую группу *defensa*, по-видимому, являются викарирующими.

Таким образом, эмпирически выявляется, что разности обобщенных кодовых чисел палеонтологических объектов, по-видимому, действительно выражают таксономические расстояния. Вероятно, ОКЧ указывают на положение объектов в структуре таксонов более высокого ранга и способствуют выявлению строения этой структуры. Если это так, то они пригодны для решения задач классификации. Для вполне уверенного вывода необходимо продолжение исследований. Но во всяком случае обобщенные кодовые числа представляют собой результат корректной свертки информации и наверняка могут быть использованы для диагностики палеонтологических объектов, особенно при больших размерах диагностической таблицы. Например, в составе рода остракод *Cypridea* — сотни видов и при их формализованном изучении применение ОКЧ может быть очень полезным.

Рассмотрим в общих чертах случай, когда в кодовом слове 13–17 позиций (цифр). Допустим, оно содержит 17 однозначных позиций. В дополнение до восемнадцатизначного слова допишем одну цифру, например 5. Вычислим координаты трех центров тяжести — C_1, C_2, C_3 . Соединим точки пересечения прямых A_1B_1 и A_2B_2 с опущенными на них перпендикулярами — значениями „промежуточных“ ОКЧ $\bar{d}_1$ и $\bar{d}_2$ (рис. 2). Получим новую прямую D_1D_2 , проходящую через точки $D_1(x_1, y_1)$ и $D_2(x_2, y_2)$. Ориентированное расстояние от D_1D_2 до начала координат и будет окончательным обобщенным кодовым числом $\bar{d}_3$. Необходимые для его установления координаты x_1, y_1, x_2, y_2 найдем из двух систем уравнений:

$$\begin{cases} A_1x_1 + B_1y_1 + C_1 = 0 \\ \bar{d}_1^2 = x_1^2 + y_1^2 \\ A_2x_2 + B_2y_2 + C_2 = 0 \\ \bar{d}_2^2 = x_2^2 + y_2^2 \end{cases}$$

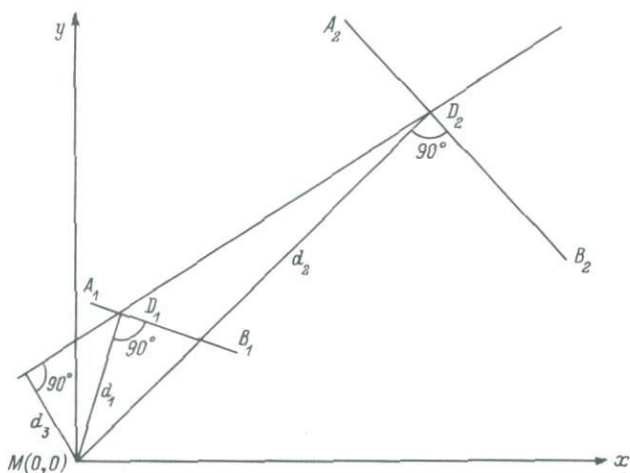


Рис. 2. Прямые A_1B_1 и A_2B_2 , проходящие через центры тяжести треугольников; промежуточные (d_1 и d_2) и окончательные (d_3) ориентированные расстояния.

Здесь уравнения прямых A_1B_1 , A_2B_2 , а также величины d_1 и d_2 нам известны. При решении квадратных уравнений договоримся учитывать корни с одинаковыми знаками перед дискриминантами.

Во всех случаях координаты точек D_1 и D_2 могут быть также непосредственно определены из геометрического построения.

Если в кодовом слове 19–23 цифры, выполняем аналогичные операции. Но в последнем случае мы заранее не знаем, пересекаются ли прямые A_1B_1 и A_2B_2 . Их уравнения следует разрешить относительно ординат. Если угловые коэффициенты окажутся равными, т.е. прямые параллельны, нужно по всем строкам таблицы единообразно изменить код (в части добавленных цифр).

Благодарю А.Н. Олейникова и Е.Б. Паевскую за помощь при разработке этих построений.

Л и т е р а т у р а

1. В ы г о д с к и й М.Я. Справочник по высшей математике. М., 1961. 783 с.
2. Л ю б и м о в а П.С. Остракоды медовых отложений восточной части Монгольской Народной Республики // Тр. ВНИГРИ. Нов. сер. 1956. Вып. 93. 174 с.
3. П а е в с к а я Е.Б. Позднеэриасовые моллюски рода *Monotis* Bronn (опыт логико-математического исследования) // Тр. ВСЕГЕИ. Нов. сер. 1985. Т. 324. 144 с.
4. С и н и ц а С.М. Новые остракоды из континентальных отложений верхнего мезозоя Забайкалья // Палеонтологический журнал. 1970. № 2. С. 57–62.

5. Скоблов В.М., Лямина Н.А. Остракоды мезозоя Западного Забайкалья (справочное руководство). Иркутск, 1980. 226 с.

6. Цифровое кодирование систематических признаков древних организмов (под ред. А.И. Жамойды). М., 1972. 188 с.

Л. М. Х и н т с

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФАУНИСТИЧЕСКИХ АССОЦИАЦИЙ СРЕДНЕГО ОРДОВИКА ПРИБАЛТИКИ

Кластерный анализ применялся нами при характеристике распределения и систематического состава макрофауны в среднеордовикском палеобассейне Прибалтики. В настоящей статье представлены основные результаты данных исследований, а также освещены некоторые методические аспекты изучения количественными методами палеонтологического материала из кернов буровых скважин.

Изученная коллекция среднеордовикских макрофоссилий отобрана из шести кернов буровых скважин, расположенных в направлении наибольших фациальных изменений, начиная от мелкого шельфа (северная структурно-фациальная зона), через переходную полосу до центральной части бассейна (осевая структурно-фациальная зона) (рис. 1). Стратиграфически рассматриваемый интервал относится к восьми региональным горизонтам, выделенным ранее по лито- и биостратиграфическим критериям [1; 3; 5, рис. 18; 7; 8]. Весь керн этого интервала (50–60 м в каждом разрезе) был тщательно исследован, при этом было отобрано 1717 образцов, содержащих макроостатки скелетов вымерших организмов. Средний интервал опробования разрезов составлял 22 см. По скважине Пярну были дополнительно использованы имевшиеся ранее списки представителей фауны. Образцы не были представлены лишь для нижнего азериско-го горизонта среднего ордовика в двух северных разрезах, где его мощность оказалась сильно сокращенной (до 0.20 м в скв. Кыргызсааре). Из количественного анализа исключены также афанитовые известняки раквереского горизонта (скважины А – Г, рис. 1), которые охарактеризованы главным образом водорослями и тем самым четко отличаются от отложений других среднеордовикских горизонтов.

В каждом образце по принципу „присутствует–отсутствует“ определялись представители следующих типов и классов организмов: мшанки, замковые и беззамковые брахиоподы, цефалоподы, гастроподы, двусторонки, а также губки (корневые пучки и спикулы кремневой губки *Pyritonema*), криноидеи, цистоидеи (эхиносферите-сы), граптолиты и водоросли (главным образом *Mastopora*). К группе „криноидеи“ отнесены разные стеблевые элементы, среди которых преобладают членики, относящиеся к скелетам криноидей. Остальные макроостатки скелетов включены в группу „разные“.

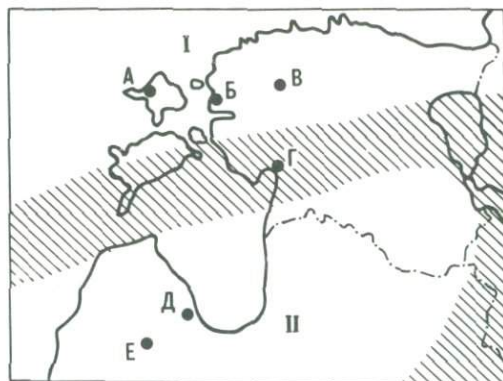


Рис. 1. Схема расположения буровых скважин: А – Кыргессааре, Б – Хаапсалу, В – Рапла, Г – Пярну, Д – Äнгуре, Е – Кандава (№ 25). Штриховкой обозначена переходная полоса между северной (I) и осевой (II) структурно-фациальными зонами.

Кластерный анализ проводился в соответствии с программой, опубликованной Дж. Девисом [2]. Эта программа предназначена для вычислений как с корреляционной матрицей, так и с матрицей евклидова расстояния между объектами, при этом образование кластеров (группировок) происходит по внутри- и межгрупповому сходству объектов.

В наших исследованиях в одном случае объектом кластерного анализа служила совокупность скелетных остатков организмов (систематический состав) в одном стратоне одного разреза, которая называется здесь элементарной ассоциацией. Состав каждой из 50 изученных элементарных ассоциаций был выражен в процентах по следующему отношению: число образцов с данной группой организмов к сумме числа таких же образцов по каждой группе [11, табл. ряд В и рис. 3]. В другом случае в качестве объектов группирования приняты 13 отмеченных выше групп организмов, мерой сходства которых служило их содержание в элементарных ассоциациях.

В результате машинной обработки нами было получено 28 матриц и соответствующих им дендрограмм. Большая часть дендрограмм хорошо отражает общие закономерности распределения разных групп организмов в данном палеобассейне, несмотря на некоторые различия в их структуре. Лишь в некоторых случаях однозначная интерпретация полученных дендрограмм была затруднена из-за чрезмерной их сжатости.

Из многочисленных палеонтологических и стратиграфических работ по ордовика Балтийского палеобассейна хорошо известно, что в составе макрофауны большинства среднеордовикских горизонтов северной структурно-фациальной зоны и переходной полосы существенное значение имеют брахиоподы и мшанки, а в осевой зоне – трилобиты (рис. 2). Так и дендрограммы, построенные на основании

Группа организмов	Структурно-фациальная зона					
	Северная		Переход- ная	Осевая		
	Скважины					
	А	Б	В	Г	Д	Е
Мшанки						
	25	23	20	21	3	3
Замковые брахиоподы						
	38	28	25	28	25	26
Беззамковые брахиоподы	1	1	1	2	14	10
	1	1	1	4	2	1
Гастроподы	3	3	4	9	2	4
	1	2			1	1
Двустворки						
	13	16	11	9	41	34
Трилобиты						
	10	18	14	18	6	3
Иглокожцы						
	3	1	9	3	4	17
Граптолиты						
	5	8	15	5	1	2
Разные						

Рис. 2. Групповой состав скелетных остатков ископаемых организмов в среднем ордовике разрезов скважин по линии А–Е. Цифры и штрихованная часть площади обозначают содержание данной группы (в процентах) в общем составе фауны. Обозначения названий скважин см. на рис. 1.

корреляционной матрицы или матрицы расстояний между ассоциациями, всегда содержат такие группировки, которые не только подтверждают, но и конкретизируют упомянутую выше закономерность. На приведенной здесь дендрограмме (рис. 3) группировки 1 и 2 объединяют элементарные ассоциации из северной зоны и переходной полосы, а группировки 3 и 4 – главным образом одновозрастные с первыми ассоциации из осевой зоны. При этом следует обратить внимание на то, что некоторые азерские (C_1a) и ласнамягские (C_1b) элементарные ассоциации разрезов северной зоны (скв. Б и В) и переходной полосы (скв. Г, рис. 3) относятся к группировкам ассоциаций осевой зоны или образуют отдельную группировку, слабо связанную с другими группировками. Это объясняется широким распространением трилобитовых и цефалоподовых ассоциаций в пределах всего Балтийского палеобассейна того времени, переживающего этап развивающейся трансгрессии. Определенное влияние оказывали

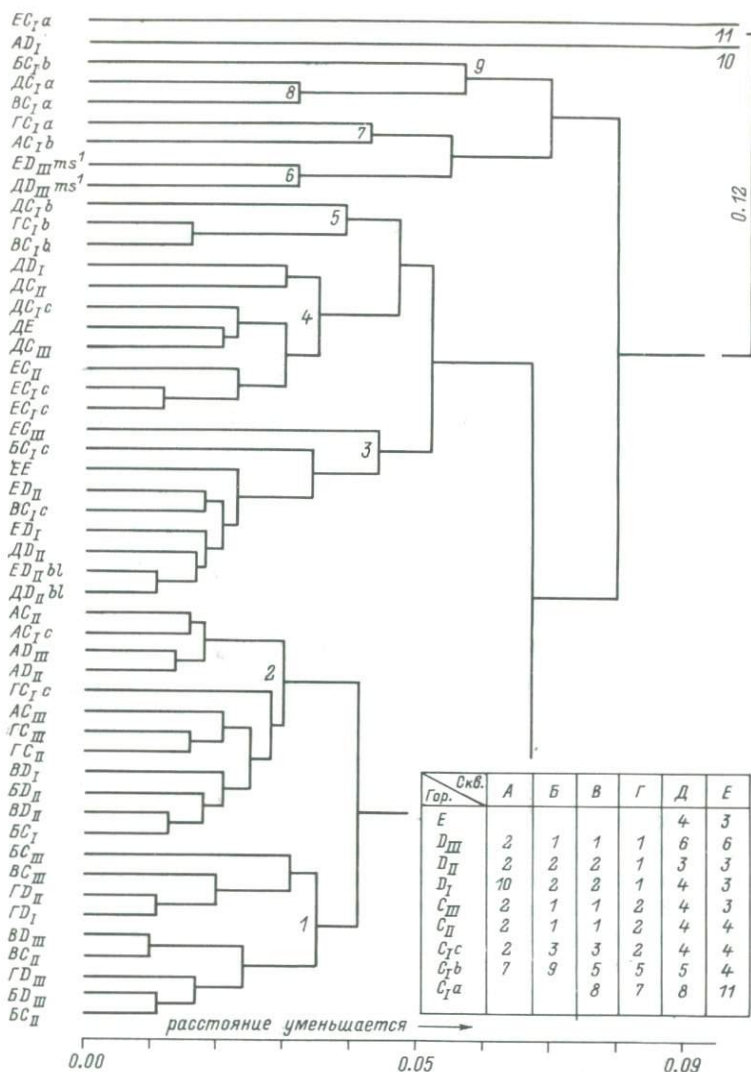


Рис. 3. Дендрограмма элементарных ассоциаций по матрице расстояний. Обозначения названий скважин (первая буква в индексе) см. на рис. 1. С_{1a} - азериский (1), С_{1b} - ласнамягиский (2), С_{1c} - ухакусский (3), С_{II} - кукрузеский (4), С_{III} - идавереский (5), Д_I - йьхвиский (6), Д_{II} - кейлаский (7), Д_{III} - оандуский (8), Е - раквереский (9) горизонт, Д_{II} bl - биденская свита (7а), Е_{ms}¹ - нижняя пачка моссенской свиты (8а). В нижнем правом углу таблица группировок (1-11) по стратонам.

также специфика и темпы эволюции разных групп организмов в ордовикском периоде [см. также 11, рис. 2].

Отдельно стоящими или слабо связанными с указанными выше группировками оказались элементарные ассоциации со специфической фауной в черных аргиллитах оандуского возраста (6-я группа на рис. 3), а также ассоциации азериского возраста скв. Кандава и йыхвиского возраста разреза скв. Кыргессааре (10-я и 11-я группы). Следует отметить, что разнотипные дендрограммы отличаются друг от друга составом элементарных ассоциаций в группировках. Так, элементарные ассоциации двух последовательных горизонтов (C_{III} и D_1) разреза скважины Энгуре (Д, рис. 3) образуют тесно связанную пару на дендрограмме, основывающейся на корреляционной матрице. На дендрограмме же по расстояниям эти ассоциации попадают в разные подгруппы группировки 4 (рис. 3). В данном случае, как и в других аналогичных случаях, прослеживаемые расхождения в структуре дендрограмм обусловлены тем, что коэффициенты корреляции и расстояния характеризуют различные аспекты взаимосвязей между ассоциациями. При этом обратнопропорциональная зависимость (негативные коэффициенты корреляции) между некоторыми группами организмов (см. ниже), в том числе между замковыми брахиоподами и трилобитами, представляющими отмеченные выше идавверескую и йыхвискую ассоциации, несомненно, увеличивает различия между разнотипными дендрограммами.

На основе вышеизложенного можно констатировать, что рассматриваемые нами дендрограммы разного типа дополняют друг друга, однако при выделении сообществ или фаунистических комплексов, характеризующих разнофациальные отложения, содержащие группы фауны с отрицательной корреляцией между ними, предпочтение следует отдавать дендрограммам, основывающимся на матрицах расстояний.

При характеристике среднеордовикского комплекса фауны в разных структурно-фациальных зонах нами составлены еще так называемые графы наименьших расстояний и наибольших коэффициентов корреляции. Фаунистические ассоциации разреза скважины Пярну расположены в графе по наименьшим расстояниям в последовательности, соответствующей их возрастному замещению от наиболее древней, азериской (рис. 4, ассоциация 1) до наиболее молодой, оандуской (ассоциация 8). Такая последовательность нарушена в графах для ассоциаций из разрезов северной и осевой структурно-фациальных зон. Последние ассоциации, на наш взгляд, были подвергнуты более резким фациальным изменениям, чем ассоциации из переходной полосы, особенно в переломные моменты развития бассейна [9].

Взаимоотношения между разными группами организмов исследовались нами также по двум типам дендрограмм. Несмотря на относительно слабую корреляцию между разными группами организмов, на соответствующей дендрограмме выделяются две группировки (рис. 5, II). Одна из них объединяет группы организмов, наиболее характерные для мелководной части бассейна: двустворки, мшанки,

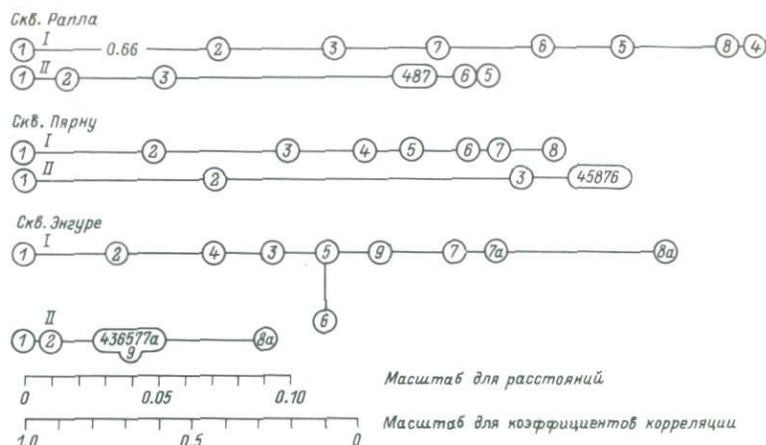


Рис. 4. Графы взаимосвязей между фаунистическими ассоциациями: I – по наименьшим расстояниям, II – по наибольшим коэффициентам корреляции. 1–9 – обозначения стратонов см. на рис. 3.

криноидеи и т.д., а вторая – группы, характерные для более глубоководной или более удаленной от берега части шельфа: беззамковые брахиоподы, грилобиты и граптолиты. В отличие от этого на дендрограммах, основывающихся на матрице расстояний (рис. 5, I), фациальный аспект во взаимоотношениях между группами организмов практически не выявляется. Но на графах, составленных по максимальным положительным коэффициентам корреляции, рассматриваемые группы организмов располагаются в порядке предполагаемого их экологического замещения по фациальному профилю от мелкого шельфа до более глубокой его части. Прослеженное нами фациальное распределение ордовикских организмов весьма сходно с таковым в силурийском палеобассейне Прибалтики [4, 6].

Описанные выше взаимоотношения как между фаунистическими ассоциациями региональных горизонтов, так и между разными группами организмов были нами использованы при характеристике фациальных моделей среднеордовикского седиментационного бассейна и при выделении фаунистических комплексов, характерных для разных его районов [11, рис. 5]. В наших исследованиях выбору наиболее подходящих способов кластерного анализа и интерпретации полученных дендрограмм и граф способствовали хорошая изученность среднеордовикских отложений и содержащейся в них разнообразной фауны [1, 10 и др.]. Полученный нами опыт применения кластерного анализа, а также результаты его применения другими исследователями [12] свидетельствуют о том, что этот анализ весьма перспективен в биофациальных исследованиях седиментационных бассейнов, дает возможность обобщить и упорядочить фактический палеонтологический материал на разном таксономическом уровне.

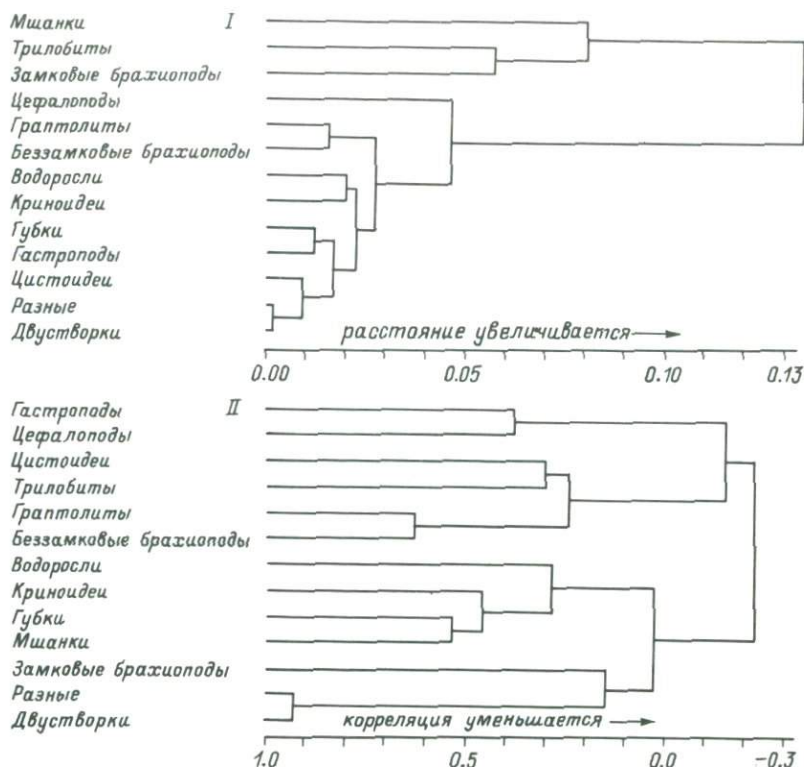


Рис. 5. Дендрограммы группировок ископаемых организмов, основывающиеся на матрице расстояний (I) и корреляционной матрице (II).

Автор выражает признательность своим коллегам М. Рубелю и Т. Метслангу за оказанную помощь при машинной обработке материала и критические замечания по поводу рукописи статьи.

Л и т е р а т у р а

1. В и н г и с а а р П. Микролитологическое исследование известняков ордовикского разреза скважины Хаапсалу // Изв. АН ЭССР. Химия. Геология, 1971. Т. 20. № 1. С. 54-59.
2. Д е в и с Дж. Статистика и анализ геологических данных. М., 1977. 571 с.
3. К а л а Э.А., М е н с К.А., У н д р и т с Л.А. Стратиграфическая характеристика разреза скв. Пярну // Тр. Ин-та геол. АН ЭССР. 1962. Вып. X. С. 19-31.
4. К л а а м а н н Э.Р., Э й н а с т о Р.Э., В и й р а В.Я., М я н н и л ь Р.П., Н е с т о р В.В., Р у б е л ь М.П., С а р в Л.И. Фациальные закономерности распределения фауны в верхнем лландовери и венлоке Северной Прибалтики // Экостратиграфия

и экологические системы геологического прошлого. Тр. XXII сессии ВПО. Л., 1980. С. 38-47.

5. М я н н и л ь Р.М. История развития Балтийского бассейна в ордовике, Таллин, 1966. 200 с.

6. П а ш к е в и ч ю с И.Ю., Б р а с а у с к а с А.З., Л а - п и н с к а с П.П., К а р а т а ю т е - Т а л и м а а В.Н., М у с т е й к и с П.К., С а л а д ж ю с В.Ю., С и д а р а в и - ч е н е Н.В. Закономерности распространения фауны и корреляция разнофациальных силурийских отложений Юго-Восточной Прибалтики // Теория и опыт экостратиграфии. Таллин, 1986. С. 55-64.

7. П ы л м а Л. Состав и количество детрита в отложениях осевой фациальной зоны ордовика Прибалтики (по скважине Энгу-ре) // Изв. АН ЭССР. Химия. Геология, 1972а. Т. 21. № 2. С. 148-154.

8. П ы л м а Л. Состав и количество детрита в отложениях северной фациальной зоны ордовика Прибалтики (по скважине Рап-ла) // Изв. АН ЭССР. Химия. Геология, 1972б. Т. 21. № 4. С. 326-332.

9. П ы л м а Л.Я., Х и н т с Л.М. „Руководящее событие” в среднем ордовике Прибалтики // Теория и опыт экостратиграфии. Тезисы докл. Таллин, 1982. С. 73, 74.

10. Р ы ы и у с о к с А. Стратиграфия вирусской и харьюской серий (ордовик) Северной Эстонии. Таллин, 1970. 346 с.

11. Х и н т с Л., П ы л м а Л. Распределение остатков ископаемых организмов (макрофоссилий и детрита) в среднем ордовике Прибалтики // Изв. АН ЭССР. Геология, 1981. Т. 30. № 3. С. 89-97.

12. B a a r l i B.G. Benthic faunal associations in the Lower Silurian Solvik Formation of the Oslo-Asker Districts, Norway // Lethaia. 1986. Vol. 20. P. 75-90.

В.В. Ч е р н ы х

ГОМОТАКСИС, СИНХРОННОСТЬ И ОРТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ГРУППЫ

Т. Гексли одним из первых обратил внимание на неопределенность понятия „одновременность” по отношению к сходным рядам вымерших форм, с остатками которых встречаются стратиграфы, проводя корреляцию разрезов, относящихся к разным регионам. Он предложил заменить его понятием „гомотаксис”, которое означает только соответствие в порядке следования сходных ископаемых в разрезах, сопоставляемых палеонтологическим методом. Аналогично и сами коррелируемые отложения, содержащие близкие последовательности ископаемых, следует рассматривать находящимися в отношениях не одновременности, а гомотаксиса. Отношения гомотаксиса не являются

альтернативными ни синхронности, ни диахронности и включают оба этих случая из-за отсутствия критериев, по которым их можно было бы различать. В более поздних работах по стратиграфии „гомотаксальными“ стали называть близкие, но заведомо диахронные комплексы ископаемых, что неявно подразумевало возможность установления в геологии не „гомотаксальных“, а одновременных событий с помощью биостратиграфических методов. С.В. Мейен [4, 5] обстоятельно рассмотрел этот вопрос и восстановил идею гомотаксиса в ее первоначальном виде, показав, что принцип гомотаксиса является фундаментальным в стратиграфии при установлении хронологических отношений между отдаленными геологическими объектами независимо от того, какие именно методы корреляции используются.

Принято считать, что использование при отдаленной корреляции зональных геохронологических шкал, основанных на стандартной последовательности видов ортостратиграфических групп, позволяет преодолеть некоторую неопределенность гомотаксиса и установить отношения одновременности между сопоставляемыми разрезами. Эти представления основаны на допущении возможности одновременного и быстрого (в масштабе геологического времени) расселения зональных видов и высоких скоростей эволюции ортостратиграфически широко представленных групп. Однако ряд фактов и общие теоретические соображения свидетельствуют в пользу эволюционной консервативности космополитических групп организмов. Этот вопрос специально рассмотрен Э. Майром [3], который, в частности, отметил, что „ярко выраженный космополит, имеющий, по существу, панимиктическую видовую популяцию, очевидно, огражден от географического видообразования... Не удивительно поэтому, что виды, способные так легко расселяться, не склонны к видообразованию даже на огромных пространствах Тихого океана и что литоральные виды можно найти на таких уединенных океанических островах, как о. Вознесения, о. Св. Елены или Гавайские острова“ (с. 448-449). Еще более четко эта мысль проводится в другой работе этого автора: „Чем меньше популяции (при прочих равных характеристиках), тем больше вероятность быстрого генетического изменения. Однако ископаемая летопись отдает предпочтение широко распространенным видам, богатым особями. Как мы теперь понимаем, эта группа видов представляет собой исключение и имеет самую низкую скорость эволюции и видообразования“ (цит. по [1, с. 9]). Практически в деталях совпадает с приведенной точкой зрения мнение известного отечественного исследователя А.И. Толмачева: „... именно виды, достигающие высокой степени процветания, что находит отражение в обычности находок их остатков в ископаемом состоянии в массовом количестве и широко распространенные (т.е. могущие иметь значение в качестве критериев времени не только в пределах узкого пространства), являются, как правило, относительно долго существующими“ [6, с. 54]. Из палеонтологов, пожалуй, только А. Буко попытался проверить зависимость темпов видообразования от широты географического распространения группы [1]. Присоединяясь

к мнению Э. Майра, он отмечает, что применительно к брахиоподам силура-девона основная масса таксонов, имеющих длительное время существования, представляет собой космополитов, а таксоны с коротким временем существования – в основной массе являются эндемиками. Таким образом, широко расселяющиеся виды значительно чаще должны оказываться персистентными (т.е. остающимися неизменными), чем локально распространенные. С этим обстоятельством должны считаться те исследователи, которые, допуская быстрое и широкое расселение организмов, не склонны усматривать большой разницы между отдаленной корреляцией и синхронизацией. Привлекая для отдаленной корреляции широко распространенные виды, мы заведомо понижаем ее точность, уводя гомотаксис в сторону крайней неопределенности. Проблема гомотаксиса в биостратиграфии возникает не потому, что мы обращаемся к недостаточно быстро эволюционирующим и широко расселяющимся видам, а в связи с тем, что энергично изменяющиеся во времени космополитические виды мало известны. По этой причине гомотаксис органично присущ глобальной корреляции, выполняемой на таксономической основе, и не может быть устранен привлечением быстро расселяющихся, например планктонных и нектонных, видов.

Однако подобную точку зрения о возможной обратной зависимости между темпами эволюции и космополитизмом трудно увязать с фактом существования так называемых ортостратиграфических групп организмов, которые, с одной стороны, характеризуются глобальным географическим распространением, а с другой – эволюционируют со скоростями, сравнимыми с темпами эволюции локально ограниченных видов.

Анализ особенностей использования ортогрупп в стратиграфии позволяет указать возможные причины отмеченного парадокса. С этой целью будет рассмотрена более всего известная мне группа древних организмов – конодонтов. Вначале коротко представлю их. Конодонты – дискретные элементы скелета животных проблематичного систематического положения – встречаются в виде мелких (около или несколько более 1 мм) фосфатных образований во всех типах морских отложений палеозоя и триаса. По общим особенностям строения различается несколько типов конодонтов: простые зубовидные (дистакоидные), более сложно построенные (стержневые или рамиформные) и листовидные (пектиниформные или платформенные). Функциональное назначение этих разных особенностей твердо не установлено. Конодонты извлекаются из породы в виде изолированных элементов, соответствующих указанным типам строения. На поверхности напластования пород иногда удается найти скопления конодонтов различных типов, принадлежащих, по-видимому, отдельному животному. Предполагается, что в таком захоронении конодонты сохраняют прижизненный состав и взаимное пространственное положение. Подобные естественные ассоциации конодонтов получили название конодонтовых аппаратов. Предпринимаются попытки их систематизировать и на этой основе построить биологическую классификацию животных-конодонтоносителей. Обычно же пользуются

формальной классификацией, основывающейся на строении дискретных элементов. Для них установлены формальные „роды“. Количественные вариации родовых признаков и некоторые периодически возникающие новообразования в орнаментации поверхности конодонтов (ребра, бугорки и т.п.) положены в основу выделения „видов“ и даже „подвидов“. Для их обозначения привлекается традиционная биологическая номенклатура. Наиболее важными в стратиграфии являются конодонты платформенного типа, характеризующиеся быстрой изменчивостью во времени. Несомненно, что большинство „платформенных“ конодонтов представляют собой гомологичные элементы скелета животных и имеют близкое функциональное назначение. В дальнейшем, говоря о конодонтах, я буду иметь в виду именно этот – платформенный – тип конодонтов, наиболее ценный в стратиграфии.

Искусственность подразделения конодонтов на виды и подвиды едва ли может вызвать сомнения. Между тем известны попытки отождествить „виды“ некоторых конодонтов с биологическими видами самих животных–конодонтоносителей [7]. Однако факты свидетельствуют в пользу полиспецифичности формальных видов конодонтов, устанавливаемых по тонким деталям строения дискретных платформенных элементов [9]. Отметим беспрецедентно широкое распространение „видов“ конодонтов и не только во время обширных морских трансгрессий, но и в периоды усиления биогеографического провинциализма. Например, во время раннедевонской изоляции Западно-Европейского и Уральского регионов, приведшей к появлению видов-эндемиков среди брахиопод, кораллов, гониатитов и других групп организмов, конодонты сохранили общие зональные виды. Напрасно искать объяснение этому феномену в отличном от современного положении континентов, так как широта распространения конодонтов оценивается на фоне распространения других групп организмов. Едва ли можно удовлетвориться ссылкой и на гипермиграционные способности конодонтоносителей. Однако, как мы знаем, те же, например, позднедевонские пальматолеписы, являющиеся безусловно космополитической группой, эволюционируют ничуть не менее энергично, чем сопутствующие им локально ограниченные в своем распространении группы организмов. Наконец, в ряду известных нам организмов отсутствуют случаи, когда бы какой-то вид, являющийся единственным представителем рода, имел всесветный ареал. Для конодонтов такое положение почти не имеет исключений. Так, родоначальный „вид“ *Polygnathus dehiscens* встречается в пражском ярусе всех регионов мира; *Streptognathodus elongatus* – единственный из оставшихся к концу позднего карбона стрептогнатодусов – имеет ареал от Северной Америки до Урала.

Все эти факты получают вполне естественное объяснение, если встать на точку зрения о полиспецифической природе формальных видов конодонтов, в соответствии с которой они принадлежат не одному, а, вероятно, целой группе родственных естественных видов животных, общий ареал которых может быть достаточно обширным и в периоды так называемого провинциализма. Основываясь на этой

точке зрения и несколько упрощая реальную ситуацию, можно утверждать, что стандартная последовательность „видовых“ конодонтовых зон построена не на основании реконструкции видовой эволюции, а по изменению во времени отдельных элементов скелета, гомологичных для группы родственных видов. Это заключение позволяет понять, с чем связан парадокс ортостратиграфических групп, для которых обычно не устанавливается эволюционная консервативность, часто сопровождающая широкое географическое распространение. Так, становится ясным, что в случае конодонтов глобально представленными оказываются собственно не определенные виды, а отдельные признаки, общие (по-видимому, гомологичные) для многих родственных видов, каждый из которых имеет ограниченный ареал и эволюционирует с обычной для локально распространенных групп организмов скоростью. Таким образом, получается, что в основу отдаленной корреляции, например, по конодонтам заложен гомотаксис эволюционных стадий отдельных признаков, а не гомотаксис видов. Только традиционная практика присваивать видовые названия отдельным состояниям эволюционирующего признака маскирует реально используемый прием построения зональной феноетической шкалы, подменяет ее шкалой таксономической („видовой“) и создает иллюзию сколь угодно широких корреляций по „архистратиграфическим“ видам. Отмеченное положение в большей или меньшей степени сохраняется и при использовании других ортогрупп, например граптолитов, тентакулитов. Несомненно, и корреляционный потенциал аммоноидей значительно усилен за счет пристального внимания к изменению особенностей строения лопастной линии — признака, бесспорно гомологичного для всех представителей этой стратиграфически важной группы фауны.

Анализ гомотаксиса признаков был бы неполным, если бы в стороне остался вопрос о причинах, вызывающих сходное (параллельное) изменение одних и тех же признаков в группе популяций родственных видов. По-видимому, как и в случае гомотаксиса видов, к гомотаксису признаков имеет непосредственное отношение миграционная концепция Дарвина-Гексли, так как в конечном счете ведь носителями—то тех или иных признаков являются особи определенных видов. В ходе видообразования одна группа родственных видов сменяет другую, и соответственно на смену одним признакам приходят некоторые другие. В связи с тем что период времени, необходимый для полной смены одной группы родственных видов какой-то другой, окажется более значительным, чем средняя продолжительность единичного видообразования, следует ожидать длительного существования отдельных признаков, общих всем родственным видам. Вероятно, именно такие признаки служат для выделения родов конодонтов, длительность существования которых охватывает стратиграфический интервал от нескольких зон до нескольких отделов. Однако на фоне устойчивых во времени признаков, смена которых регулируется общим ходом видообразований в группе, отмечаются мелкие, коротко живущие и периодически повторяющиеся новообразования, затрагивающие гомологичные признаки у всех родственных видов. Такие

признаки, как мы видели, используются для установления „видов“ в ортостратиграфических группах ископаемых. Собственно этот процесс и приводит к наиболее ценному для биостратиграфии гомотаксису признаков, устойчиво сохраняющемуся на обширных территориях. Для его объяснения явно не годится концепция центров происхождения и миграции видов. Приходится допустить, что на видообразование, происходящее в группе с определенной автономностью для каждого вида, накладывается какой-то дополнительный процесс, регулирующий однообразное изменение гомологичных признаков у родственных видов, даже при их временной изоляции, и не обязательно приводящей к видообразованию.

Наиболее общее объяснение параллелизма в развитии гомологичных признаков находится на основе закона гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова [2]. Устойчивость аллельных частот в популяциях родственных видов определяет характер эволюционных последствий при их экологических взаимоотношениях. Рассмотрим это утверждение. Начнем с констатации известного факта, что большинство видов одного рода имеют частично перекрывающиеся ареалы. В области перекрывания ареалов между представителями родственных видов возникают конкурентные отношения. Их следствием является дивергенция или смещение морфологических признаков. Вначале смещение носит экологический характер, действуя в соответствии с принципом Гаузе против конкуренции. Впоследствии экологическая дивергенция усиливается отбором тех морфологических различий, которые облегчают экологическое расхождение видов [3]. Морфологическая дивергенция в случае взаимодействия родственных видов отличается рядом особенностей [8]. Так, смещение затрагивает одноименные признаки, сдвигая их количественные характеристики в противоположных направлениях. Если изменяются, например, общие размеры или размеры отдельных частей особей, то у одного из конкурентов они растут, у другого — уменьшаются. В число дифференцирующих обычно попадают наиболее изменчивые признаки из тех, что регулируют конкурентные отношения. Сходная изменчивость одноименных признаков у близкородственных видов и является основной причиной, почему при их взаимодействии в числе дифференцирующих оказываются одни и те же по происхождению, т.е. гомологичные, признаки. Из сказанного должно быть ясно, что при соприкосновении ареалов популяций родственных видов (и в значительной степени независимо от того, какие именно это виды) оказывается высокой вероятностью сходных результатов дивергенции: смещению подвергнутся гомологичные признаки и сам характер их изменения сохранится в различных и далеко удаленных друг от друга биоценозах. Исходя из описанной модели можно полагать, что синхронность появления сходных признаков в разобщенных популяциях родственных видов зависит от скорости их миграции, обеспечивающей соприкосновение ареалов. В любом случае можно быть уверенным, что синхронность параллельного изменения признаков (гомотаксис признаков) окажется не ниже, чем та, которую обеспечивает гомотаксис видов при биостратиграфической корреляции разрезов.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что при сохранении близкого уровня синхронности при сопоставлении гомотаксальной последовательности признаков (по сравнению с последовательностью видов) резко возрастают возможности отдаленной корреляции, так как отдельные гомологичные признаки, общие многим родственным видам, отличаются более широким географическим распространением, чем отдельные виды, обладающие данными признаками. Само существование понятий „ортостратиграфические“ и „парастратиграфические“ группы свидетельствует только о том, что в некоторых случаях стратиграфы пользуются гомотаксисом признаков для целей отдаленной корреляции, а в других — нет.

Завершая обсуждение поднятой проблемы, хотелось бы внести необходимую ясность в позицию автора и предупредить возможные разночтения. Было бы неправильно интерпретировать высказанные в статье соображения относительно использования отдельных признаков как дискредитацию зонального метода корреляции, основанного на анализе эволюционной смены таксонов (видов). Таксономическая шкала всегда предшествует феноетической, и построение последней выполняется под неременным контролем ранее установленной стратиграфической последовательности таксонов. Не имея выделенными таксоны и не располагая данными об их последовательности во времени, бессмысленно говорить о гомологии и эволюции отдельных признаков у родственных видов. Мы не можем уверенно указать ранг „родовых“ единиц в группах конодонтов или тен-такулитов, но нет сомнения в том, что это — единицы таксономические. Только после их выделения и выяснения стратиграфического положения возможен анализ последовательности состояний гомологичных признаков во времени. Общеизвестно, что сходные признаки могут возникать в процессе эволюции неоднократно, и без таксономического контроля применение феноетических шкал неизбежно приведет к ошибочному сопоставлению разновозрастных отложений. Маркировка феноетических шкал, построенных на постепенных, часто количественных изменениях отдельных признаков, может быть только условной, почему этот метод менее пригоден для расчленения разрезов, чем традиционная практика выделения стратонов по определенным стадиям (этапам) таксономической эволюции. Нужно также иметь в виду, что время, подразделяемое по изменению отдельного признака, плохо поддается периодизации, так что отказ (если бы он был возможен) от биохронологии на таксономической основе в пользу фенохронологии сильно обеднил бы и язык, и содержание геохронологии, превратив ее в простой перечень феноетических меток времени. Главное достоинство феноетических зональных шкал — это широта и точность корреляций, поэтому метод можно рекомендовать для установления изохронных уровней внутри таксоностратиграфических подразделений и для сопоставления геологических границ.

Л и т е р а т у р а

1. Б у к о А. Эволюция и темпы вымирания. М., 1979. 318 с.
2. К р а с и л о в В.А. Эволюция и биостратиграфия. М., 1977. С. 256.
3. М а й р Э. Зоологический вид и эволюция. М., 1968. 597 с.
4. М е й е н С.В. Введение в теорию стратиграфии. М., 1974. С. 186. Рукопись, деп. в ВИНТИ, № 1749-74 Деп.
5. М е й е н С.В. Концепция гомотаксиса и ее значение в геохронологии // Развитие учения о времени в геологии. Киев, 1982. С. 88-99.
6. Т о л м а ч е в А.И. Пределы распространения вида в пространстве и во времени // Палеонтологические критерии объема и ранга стратиграфических подразделений. Тр. VIII сессии ВПО, М., 1966. С. 47-56.
7. Х а л ы м б а д ж а В.Г. Конодонты верхнего девона Русской платформы, Южного Тимана, Полярного Урала и их стратиграфическое значение. Казань, 1981. 216 с.
8. Ч е р н ы х В.В. О таксономическом уровне организации эволюционного процесса // Ежегодник 1983. Ин-т геологии и геохимии УНЦ АН СССР. Свердловск, 1984. С. 13-16.
9. Ч е р н ы х В.В. Метод отдельных признаков в биостратиграфии // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1986. Т. 61. Вып. 5. С. 56-63.

А.В. П о п о в

О СООТНОШЕНИИ БИОТИЧЕСКИХ И АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЭВОЛЮЦИИ

Одной из центральных и сложнейших проблем палеонтологии продолжает оставаться проблема выявления роли и значения биотических и абиотических факторов в эволюционном процессе. Этот вопрос представляет не только чисто научный, общебиологический интерес, но и приобретает немаловажное значение в связи со стратиграфическими исследованиями. Во всех работах, касающихся рассматриваемого вопроса, в явной или скрытой форме отдается предпочтение или абиотическим, или биотическим факторам среды как главным регуляторам эволюционного процесса, определяющим его направленность и этапность.

Рассмотрение такой содержательной проблемы в кратком сообщении вынуждает стать на путь выявления главных, узловых моментов исследуемого явления. При этом неизбежно за рамками нашего рассмотрения останутся неосвещенными достаточно важные стороны эволюционного процесса. Роль факторов среды, по-видимому, наиболее ярко должна проявляться в развитии филумов, которые составляют главный поток прогрессивной эволюции. Она выражается в суще-

ственным повышении уровня строения биологических систем как организменного, так и надорганизменного типов. Нарастающее биотехническое совершенство жизни в процессе эволюции, как отмечает Б.С. Матвеев [3], выражается в дифференциации, централизации органов и функций и ведет в конце концов к наиболее эффективному выполнению любой из самых специальных функций (увеличение, усиление, ускорение в выполнении всех отправлений). Все эволюционные преобразования в самом общем виде проявляются в повышении активности и автономности биологических систем, и в первую очередь, организма - особи. С развитием активности непосредственно связано совершенствование механизма интеграции организма. Увеличение его активности, устойчивости, независимости от влияний внешней среды оказывается наиболее ярким и верным показателем уровня развития, который определяет течение прогрессивной эволюции.

Рассмотрим особенности строения организма в плане определения различий в воздействиях биотической и абиотической среды на ход эволюционных преобразований. Исключительная, грандиозная сложность организмов, которая, как сказал И.П. Павлов, остается существовать как целое до тех пор, пока все, ее составляющее, тонко и точно связано, уравновешено между собой и средой, должно предполагать для своего возникновения и совершенствования ряд необходимых условий. Воспроизводство грандиозной по сложности системы организма обеспечивается тончайшим механизмом наследственности, жестко ограничивающим величину возможных наследственных отклонений. Здесь следует напомнить, что эволюционному преобразованию подвергается не застывшая структура, а жестко детерминированный процесс последовательного онтогенетического становления организма. Это значительно осложняет возможную филогенетическую перестройку структуры организма.

Эволюционное преобразование структуры организма в условиях действия сложнейшего механизма наследственности изначально возможно лишь путем небольших, последовательных эволюционных сдвигов, которые не нарушают исторически сложившуюся тонко уравновешенную целостность организма. Это обстоятельство обуславливает необходимость длительного, строго направленного давления отбора, длящегося многие миллионы лет. Такое постоянное, длительное и избирательное давление отбора, приводящее к возникновению и развитию сложнейших приспособлений, объединенных в целостную систему, создает только биологическая среда и, в первую очередь, внутрigrупповой отбор. Различные тонкие механизмы и в особенности специальные интеграционные системы организма не могли возникнуть и развиваться лишь попутно, „как бесплатное приложение“ в связи с необходимостью тех или иных частных адаптаций к односторонним воздействиям внешних физических факторов. Этому противоречит то обстоятельство, что совершенствование приспособлений организма в целом всегда идет по линии возможно меньших преобразований структуры. Связывать возникновение сложнейших приспособлений организма с воздействием абиотических, слабоизбирательных

факторов нелепее, чем ожидать, что под ударами молота из куска железа возникнет компьютер. Только воздействие биотической среды, направленное против каждого конкретного организма, обладает таким разнообразием, такой тонкой избирательностью и таким постоянством, которое ведет к развитию жизненной активности и связанных с нею интеграционных систем организма.

При рассмотрении активности организма и живых систем в целом нельзя не остановиться еще на одной из существенных сторон проявления активности живого, которая отражает по существу характернейшие черты действительности биотических факторов. Постоянное некомпенсированное переполнение организмами экологических ниш создает обстановку конкуренции, неизбежно ведущей к выработке и совершенствованию адаптаций даже в условиях неизменной во времени абиотической среды, которая, однако, всегда остается разнообразной в пространстве. Постоянная направленная адаптация к абиотическим условиям под напором конкуренции (в первую очередь, внутригрупповой) заставляет организм использовать любые возможности для выживания, вызывая тенденцию к расширению зоны обитания филумов в самом широком смысле. Это непрерывное стремление к расширению, захвату пространства является одним из важнейших свойств живого, биоты, одной из характернейших сторон выражения ее активности [4].

Обратимся теперь к тем особенностям эволюционных преобразований, которые выражают неравномерность их течения, или этапность. О характере и значении эволюционной этапности сейчас нет единого мнения. Этапы эволюционного процесса отделяются друг от друга крупными филогенетическими преобразованиями, поднимающими организм на существенно новый, более высокий уровень организации, который повышает его жизнеспособность. Единственную причину этапности филогенетических групп нередко видят в воздействии разного рода абиотических факторов, причем с одними и теми же рубежами эволюционных изменений разные исследователи очень часто связывают воздействие совершенно различных факторов – от региональных геологических до космических. Вместе с тем внутренние особенности филумов, а точнее – свойства строения самого организма, в значительной мере являются причиной неравномерности его филогенетических преобразований. Структура организма, представляющая исключительно сложную и жестко взаимосвязанную иерархию звеньев (приспособлений), не может под действием отбора изменяться равномерно, плавно, как аморфное вещество, уже в силу своей дифференцированности на более или менее обособленные компоненты. Неоднородность строения порождает и неравномерность течения развития. Это хорошо подкрепляется палеонтологическими данными на примере развития параллельных гомологических эволюционных линий с асинхронным прохождением сходных стадий развития. Яркое подтверждение этапности эволюционного процесса, обусловленной самим строением организма, его дифференцированностью, дает нам, например, индивидуальное развитие так называемых критических периодов онтогенеза. Онтогенетическое развитие, как отмечал Б.П. Токин [6],

с его все новыми и новыми возникающими органами есть новое и новое состояние целостности. В некоторые периоды это состояние целостности закономерно нарушается, что связано с перестройкой интеграционных механизмов. В эти периоды, как показывают эмбриологические исследования, существенно повышаются темпы развития. Разумеется, в этом плане нами не проводится полной аналогии механизмов неравномерности онтогенетического и филогенетического развития. Но онтогенез в данном аспекте может служить прекрасной моделью, характеризующей особенности преобразования во времени каждой сложной структуры и соответственно этапность этого процесса.

Очень интересный и богатый материал, позволяющий делать обоснованные выводы о соотношении воздействий внешних и внутренних причин на эволюцию, предоставляет нам исследование „великих вымираний“ на рубежах палеозоя-мезозоя и мезозоя-кайнозоя. Наибольший интерес в этом отношении представляют так называемые „ударные“ факторы воздействия на организм, которые ставят группы на грань вымирания или приводят их к катастрофе, высвечивая таким образом нормы эволюционной пластичности и форму реакции филогенетических групп в этих экстремальных условиях. Великие вымирания дают возможность исследовать самый широкий спектр реакций на воздействие среды (в основном абиотической) филумов, которые находились на самых различных стадиях своего филогенеза.

Для того, чтобы лучше понять особенности и причины реакции на ударные воздействия среды, следует, хотя бы в общих чертах, остановиться на главных закономерностях строения организма. Необходимость тонкой согласованности всех звеньев организма в процессе его функционирования обуславливает то, что эволюционное изменение одного звена неизбежно сопровождается соответствующими преобразованиями других связанных с ним компонентов. Поэтому компоненты, возникшие на ранних стадиях онтогенеза, более консервативны к возможным эволюционным преобразованиям в сравнении со звеньями, возникшими на заключительных стадиях онтогенеза. Это заставляет организм адаптироваться к среде преимущественно путем совершенствования и наращивания конечных звеньев корреляционных цепей, которые имеют меньше связей, т.е. путем наименьших преобразований [4].

Неравномерность филогенетического потока хорошо объясняется действием механизма эволюционных взаимосвязей компонентов организма в процессе длительного филогенетического развития. Совершенствование, осуществляющееся путем наращивания частных, специализированных приспособлений, со временем ведет к увеличению общей массы этих компонентов и к усложнению их связей в структуре организма. Указанное обстоятельство обуславливает возрастающее угнетение (ограничение развития) этими конечными звеньями компонентов общего назначения, от которых зависит уровень развития организма в целом. Выход из создавшегося положения разрешается существенной перестройкой структуры организма на ранних стадиях или даже путем „обрыва“, выпадения конечных звеньев

(педоморфоз). Филогенетические ветви, неспособные к перестройке, вымирают. Особенно быстро возрастает угнетающая роль конечных звеньев при преимущественном развитии пассивных средств защиты (панцири, раковины и т.п.), когда совершенствование общих приспособлений непосредственно этим не обусловлено. В противоположность этому отрицательному типу эволюции, развитие двигательной системы неизбежно вызывает совершенствование приспособлений общего назначения, что характерно для положительного типа эволюции [4].

Описанные выше особенности эволюционного процесса обуславливают не только разную реакцию на воздействие среды в зависимости от типа эволюции той или иной группы, но и различия в результатах действия среды на филум в зависимости от стадии (этапа) филогенеза, которую он переживает в этот момент. Обширный материал, полученный [1, 7] при исследовании причин вымирания, показывает сложную и разнородную картину исчезновения и изменения многочисленных филогенетических групп под влиянием ударных факторов среды. Например, детальное исследование Э. Кауффмана показало, что рисуемая обычно глобальная катастрофа, поразившая сообщества организмов на рубеже мезозоя и кайнозоя, в значительной мере преувеличена [1]. Большинство групп, обычно считавшихся исчезнувшими непосредственно на границе мела и палеогена, в действительности вымерло за один или несколько миллионов лет до конца маастрихта, либо ко времени событий на этом рубеже они уже претерпели свой эволюционный спад и были представлены только несколькими неспециализированными формами. Данные Э. Кауффмана свидетельствуют не о всеобщей катастрофе, а о сложном характере вымирания, которое продолжалось миллионы лет. Материалы, которыми оперировал Кауффман, позволили ему выделить четыре главных типа вымирания.

Первый тип вымирания характерен для геологически древних эволюционных групп, прошедших пик эволюции до мезозоя, а в мезозое испытавших эволюционный спад. В мелу эти группы находились на последних стадиях эволюционной депрессии и многие из них вымерли на рубеже мела и палеогена или вблизи него. К ним относятся пермифориды – двустворки. Кауффман связывает их вымирание скорее с общим ухудшением морских экосистем (например, трофических цепей), чем с изменением физических условий.

Второй тип вымирания характерен для групп, которые возникли в конце юры – начале мела. Они достигли максимального развития и были уже на стадии эволюционного спада во время маастрихтского вымирания. Некоторые из этих групп были довольно многочисленны, но чаще представлены несколькими таксонами. Вымирание было нередко довольно значительным (например, аммониты). По мнению Кауффмана, крупный эволюционный спад вышеуказанных групп может быть объяснен главным образом экологическими факторами (конкурентное вытеснение, давление хищников) и отчасти ухудшением среды обитания. Только внезапное исчезновение радиолитид, гиппуритид и некоторых капринид действительно можно связать с терминальным меловым вымиранием.

Третий тип вымирания выражен внезапным и повсеместным исчезновением разнообразных организмов, находившихся до этого в зените своего развития. К этим организмам относятся большая часть планктонных фораминифер, известковый нанопланктон, крупные бентосные фораминиферы, рифостроящие склерактинии, многие устрицы, тригонии, специализированные рудисты, гастроподы. В подавляющем большинстве это были stenothermные обитатели мелководных шельфов и верхней части неритовой области тетической провинции. Главной причиной вымирания в данном случае, по мнению Кауффмана, явилось падение температуры в океанах и эпиконтинентальных морях маастрихта. Наиболее пострадали при этом обитатели верхней части толщи тропических вод — мелководный бентос и планктонно-нектонная биота (постоянная и временная).

Четвертый тип вымирания характерен для многих групп, которые были важными компонентами меловой биоты и вымерли лишь частично. Однако эти группы в результате продолжающегося видообразования далее быстро восстановились и даже стали разнообразнее. Рассматриваемые группы представлены трофически и экологически неспециализированными формами или обитателями шельфов умеренных широт или больших глубин. Слабое вымирание этих групп, по мнению Кауффмана, свидетельствует об их большей устойчивости к изменениям среды времен маастрихтского кризиса. Возможно также, что именно тропическая биота оказалась более чувствительной к изменениям в маастрихте.

Детальная картина вымирания организмов на рубеже мела и палеогена, нарисованная Э. Кауффманом, прекрасно подтверждает, как нам кажется, зависимость устойчивости, жизнеспособности групп от того пути, по которому они эволюционируют, и от того, на какой стадии своего эволюционного развития они находятся. Наиболее чувствительными оказались stenobiотные организмы, вымиравшие несмотря на то, что они находились на подъеме своего развития. Это группы, развивавшиеся по отрицательному типу эволюции [4], т.е. в направлении совершенствования частных, специализированных приспособлений, которые привязывают организм к весьма узким экологическим нишам. Большинство из них обладает раковиной, которая значительно ограничивает возможности эволюции организма в сторону повышения общего уровня организации [4].

Другой группой организмов, оказавшихся чувствительными к ударам среды, являлись филумы, которые вымирали, согласно классификации Кауффмана, по первому и второму типу. Эти филумы к рубежу мела и палеогена прошли длительный путь развития и уже пережили наивысший пик своего расцвета, в значительной мере исчерпав эволюционные возможности. Это было обусловлено, по нашему мнению, усилением ограничений, вызванных развитием частных, специализированных приспособлений. Даже небольшое ухудшение условий обитания, к которым данная филогенетическая группа раньше была способна приспособиться, могло привести к ее вымиранию [4, с. 67]. Например, аммониты, к началу палеогена утратившие свою эволюционную пластичность, в изменившихся условиях уже не смогли

выдержать конкуренцию внутрикаковинных головоногих. К рассматриваемой группе филумов, пользуясь классификацией Кауффмана, можно отнести и динозавров, отличавшихся к этому времени явным пере-развитием (гиперморфизмом). В то же время млекопитающих, которые не претерпели на рассматриваемом рубеже особых изменений и продолжали успешно развиваться и в кайнозое, можно включить в четвертую группу.

Если великие вымирания организмов с достаточной определенностью приурочены к „ударным“ событиям на рубежах мезозоя, то возникновение крупных филогенетических стволов в ранге классов, отражающих движение прогрессивной эволюции, не удаётся достоверно связать с указанными границами. Обстоятельный анализ, проведенный Г.П. Леоновым [2] с целью выяснения общих закономерностей эволюционного процесса с привлечением широкого палеонтологического материала, убедительно показывает отсутствие связи прогрессивных эволюционных преобразований с эпохами великих вымираний. Основная масса классов животных возникла в палеозое — 58 и только 4 в мезозое, а в кайнозое — ни одного. Следовательно, в интервале от кембрия до карбона включительно появилось более 90 % известных сейчас классов животных и только 8 % в мезозое. При этом в палеозое четко выделяются два пика формообразования — в кембрии (28 классов) и девоне (9 классов). В перми не возникло ни одного класса. Мезозой характеризовался в общем слабым формообразованием, наибольшая его активность проявилась в юре, когда возникло два класса. В целом фанерозойская картина развития животного мира, начиная с мощной кембрийской вспышки формообразования, отличалась неуклонным ростом числа классов, который достиг вершины в девоне (около 47 классов). После этого начинается постепенное пологое снижение количества классов до 35 в четвертичном периоде. Это медленное падение общего числа таксонов осложняется слабым, пологим мезозойским повышением.

Мощный взрыв кембрийской дивергенции, характеризующийся широким расцветом скелетных форм в большинстве филогенетических стволов, дает ряду авторов [5] основание допускать возможность существования некоторых групп в виде бесскелетных форм еще в венде, что подтверждается редкими в общем находками скелетных форм в венде. Все это свидетельствует об отсутствии такого резкого рубежа в развитии жизни на границе кембрия и венды, как предполагалось ранее. В то же время массовое развитие скелетных образований, несомненно, свидетельствует о радикальных изменениях внутри кембрийской биоты. Здесь напрашивается вывод о существенном повышении в ходе эволюции активности организмов в целом. С одной стороны, скелет — это необходимая точка опоры для сильных и быстрых движений, с другой — защитное образование от нападений. Развитие одного из этих приспособлений неизбежно вызывает одновременное возникновение и совершенствование другого. Следовательно, непрерывное повышение активности организма в процессе эволюции на определенном этапе своего развития привело к появлению точки опоры (скелета) как необходимому и неизбежному условию

(биотехническому) для дальнейшего своего роста. Это явилось главной причиной повышения уровня организованности живого в кембрии, которое создало существенно новые условия для эволюционного развития организмов. Оно не было связано с каким-либо особым изменением внешних абиотических условий, а было продиктовано внутренней логикой развития жизни. Отсутствие обязательной связи моментов ароморфных преобразований с рубежами ударных событий хорошо демонстрируют филогенетические стволы, выражающие линии эволюционного процесса: так, возникновение рыб произошло в силуре, земноводных – в позднем девоне, пресмыкающихся – в раннем карбоне, птиц – в конце юры, млекопитающих – в позднем триасе.

Таким образом, в своих существенных свойствах эволюционный процесс обнаруживает значительную зависимость от внутренних особенностей биотической среды, которые в самом обобщенном виде проявляются в разнообразии граней ее активности, являющейся одним из наиболее ярких ее качеств. Течение прогрессивной эволюции, как и основные этапы филогенеза групп в значительной мере обусловлены внутренними факторами биотической среды. Во-первых, это активное приспособление к среде под давлением внутренней конкуренции, вызванной постоянным переполнением экологических ниш. Во-вторых, это необходимость развития активности как лучшего и наиболее универсального способа защиты в биотической среде. В-третьих, лишь в условиях длительного непрерывного и тонкоизбирательного давления отбора, который создает только биотическая среда (и в первую очередь, внутренний отбор), возможна грандиозная сложность организма. В-четвертых, эта дифференцированность и одновременно жесткая интегрированность строения организма обуславливает главные черты этапности филогенеза. Итак, неизбежен вывод об активности эволюционного процесса, т.е. активной эволюции, идущей от активности живого.

Признание того, что основные причины эволюционного прогресса и его этапы связаны с самой биотической средой, неизбежно приводит к выводу о подчиненной роли абиотических факторов в эволюционном процессе. По-видимому, воздействие абиотических факторов сводится к влиянию на преобразование второстепенных, менее принципиальных приспособлений в строении организма, хотя в количественном отношении (например, колебания численности популяции, уровень видообразования и т.п.) это влияние может быть весьма значительным. Разумеется, невозможно проведение какой-либо резкой грани в воздействии факторов биотической и абиотической среды на эволюционный процесс из-за их тесной взаимосвязи, хотя вычленение роли каждого из этих факторов, несмотря на неизбежную здесь определенную искусственность, возможно и необходимо.

Л и т е р а т у р а

1. Кауфман Э.Д. Структура вымирания биот в меловом периоде. // Катастрофы и история Земли. Новый униформизм. М., 1986. С. 156–254.

2. Леонов Г.П. Основы стратиграфии. Т. 1. М., 1973. 530 с.

3. Матвеев Б.С. Значение воззрений А.Н. Северцова на учение о прогрессе и регрессе в эволюции животных для современной биологии // А.Н. Северцов. Главные направления эволюционного процесса. М., 1967. С. 140-172.

4. Попов А.В. О закономерностях эволюции как системы. Фрунзе, 1973. 95 с.

5. Соколов Б.С., Федонкин М.А. Органический мир вендского периода // 27-й Международный геологический конгресс. М., 1984. Докл. Т. 2. Секция С.02. С. 3-8.

6. Токин Б.П. Общая эмбриология. Л., 1966. 455 с.

7. Шиманский В.Н., Соловьев А.Н. Рубеж мезозоя и кайнозоя в развитии органического мира. М., 1982. 40 с.

Ю.Р. Беккер, Н.В. Кишка

ОТКРЫТИЕ ЭДИАКАРСКОЙ БИОТЫ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

Методические основы изучения венда СССР все в большей мере приближаются к тем, которые выработаны для фанерозоя, и древнейшая фауна становится надежным свидетельством корректности проведенного стратиграфического расчленения. Однако эта аналогия является пока только принципиальной, так как большинство фанерозойских стратон в различных регионах мира в той или иной мере фаунистически обоснованы, между тем лишь немногие позднедокембрийские разрезы содержат органические остатки эдиакарского типа. Поиски докембрийской фауны связаны с преодолением ряда трудностей и прежде всего отказом от некоторых стереотипов, сложившихся при изучении фанерозоя. Они потребовали разработки новых методических приемов, обеспечивающих результативность проводимых работ. Особые сложности связаны с поисками фауны в складчатых областях, в зонах широкого развития измененных кливажированных пород с локальным обзором первичных плоскостей напластования. Все это объясняет фрагментарность древнейших тафоценозов складчатых областей по сравнению с их аналогами на платформах. Вместе с тем полнота развитых в складчатых областях разрезов придает им особое значение при региональной и межрегиональной корреляции докембрия.

В пределах Урала древнейшая эдиакарская фауна была установлена в 1972 г. в его среднеуральском сегменте на р. Косье [1]. Позднее местонахождения эдиакарской фауны были открыты и в ряде других разрезов Чусовского поднятия [2]. Все местонахождения характеризуют сыльвицкую серию, локализуясь в породах двух верхних ее свит: чернокаменной и устьсыльвицкой.

Распределение органических остатков в венде Среднего Урала позволило обособить два биостратиграфических горизонта: нижний,

тирасиановый и верхний, арумбериевый [3]. На Южном Урале раз-
виты возрастные аналоги сыльвицкой серии, но все многочисленные
попытки выявления органических остатков в ашинской серии либо
привели к находкам проблематичных остатков, органическая природа
которых оспаривалась [4], либо не дали никаких положительных
результатов.

Летом 1986 г. нами проведены специальные исследования на
Южном Урале с целью поисков фауны эдиакарского типа. Исследо-
вания установили наличие эдиакарской фауны в ашинских отложениях,
но особенности ее размещения оказались иными, по сравнению
с теми, которые можно было бы предполагать, исходя из имеющих-
ся данных по Среднему Уралу. В отличие от среднеуральских мес-
тонахождений на Южном Урале часть эдиакарской фауны приурочена
не к сероцветам, а к красноцветам, образующим выдержанные, но
весьма маломощные пачки, устойчиво прослеживающиеся как по про-
стиранию, так и вкрест простирания ашинской серии.

В Горной Башкирии выявлено два района развития органических
остатков венда в бассейне р. Рязяк и на хр. М. Яман-Тау. В свя-
зи с ограниченным объемом работы ниже рассматриваются только
Рязякские местонахождения. Ямантауское местонахождение будет
описано в специальной статье.

1. Геологическая позиция местонахождений эдиакарской фауны

Как известно, ашинская серия, венчающая последовательность
древних толщ Южного Урала, в восходящем разрезе расчленяется
на следующие свиты: бакеевскую, урюкскую, басинскую, куркураукскую
и зиганскую. Первые три свиты образуют нижне-, а остальные верх-
неашинскую подсерию. Границы между стратиграфическими таксона-
ми устанавливаются на основе изменения состава и строения пород-
ных ассоциаций и не связаны с крупными перерывами в осадконакоп-
лении. Соотношение ашинской серии с сопредельными в разрезе
комплексами осложнены несогласиями. Ашинская серия залегает с
перерывом на различных горизонтах верхнего рифея. Со стратигра-
фическим несогласием верхнеашинские отложения контактируют с
разновозрастными горизонтами девона и силура, а ордовик с угло-
вым несогласием перекрывает нижнеашинские образования.

Возраст ашинской последовательности устанавливается на основе
ряда K-Ar изотопных соотношений, среди которых наибольшее зна-
чение имеет датировка глауконита из базальных бакеевских слоев,
равная 609 млн. лет. Органические остатки были найдены в ашин-
ской серии среди басинских и куркураукских отложений бассейна
р. Рязяк. Здесь грубообломочные куркураукские конгломераты
трижды повторяются в разрезах, что позволяет провести достаточно
детальное их изучение. Строение куркураукской свиты в бассейнах
рек М. и Б. Рязяка характеризует следующий восходящий разрез:

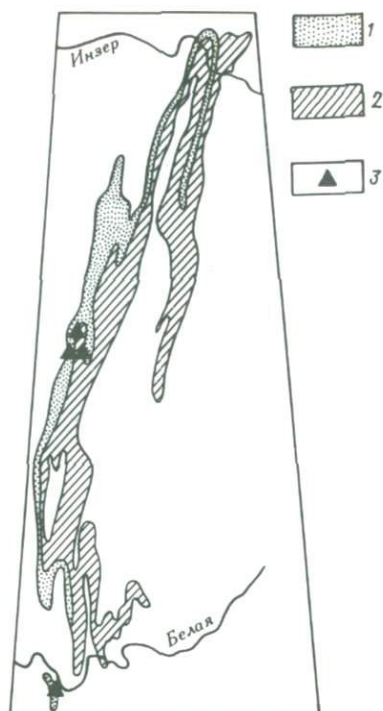


Рис. 1. Основные местонахождения эдиакарской фауны на Южном Урале. 1 – верхнеашинские отложения, 2 – нижнеашинские отложения, 3 – местонахождения эдиакарской фауны: на юге – Ямантауское, на севере – Рязякское.

Нижнекуркураукская подсвита (90 м). Красноцветные косослоистые песчаники, алевролиты, алевропелиты с линзами конгломератов.

Верхнекуркураукская подсвита (55 м). Красноцветные валунно-галечные конгломераты с линзами и прослоями полимиктовых песчаников.

Нижележащая басинская свита (950 м) также имеет двучленное строение. Верхнебасинская подсвита в восходящем разрезе характеризуется следующей последовательностью:

Вальничная толща (350 м). Полимиктовые галечно-гравийные конгломераты, песчаники, алевролиты, алевропелиты.

Агардинская толща (200 м). Пестроцветные песчаники, алевролиты, алевропелиты.

В верхней части агардинской свиты выделяется существенный литомаркер – калгасинская пачка (40–70 м) тонкослоистых пестроцветных алевролитов, песчаников с подчиненными прослоями алевропелитов, которые непосредственно подстилают куркураукские отложения. На поверхностях напластования пород наблюдаются знаки

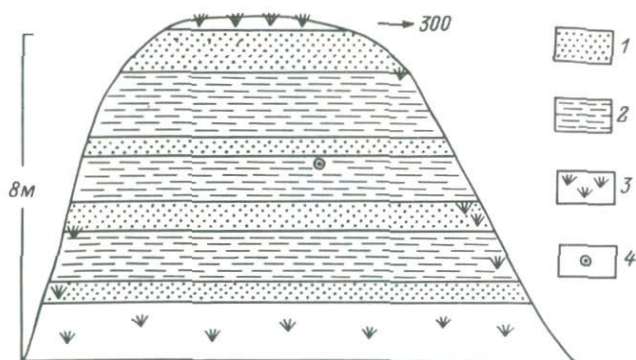


Рис. 2. Местонахождения эдиакарской фауны на р. Малый Рязуяк. 1 – красноцветные песчаники, 2 – алевролиты, алевропелиты, 3 – задернованные участки, 4 – места сбора эдиакарской фауны.

ряби, органические пленки, отпечатки Metazoa и различные следы жизнедеятельности. В бассейнах рек М. и Б. Рязуяка обнаружено три местонахождения фауны эдиакарского типа. Все местонахождения имеют общую структурную позицию и располагаются на крыльях небольшого антиклинорного поднятия (рис. 1).

Местонахождение 1 представляет изолированный выход на левом берегу р. Б. Рязуяк, в 5,5 км выше места слияния его с М. Рязуяком. В крутом обрыве вскрывается пятиметровый интервал разреза калгасинской пачки, образованный бордовыми алевролитами, алевропелитами с прослоями песчаников, полого падающими в восточном направлении под углом 15° . В средней части выхода обнажается пласт массивного песчаника, ниже которого находятся слои с органическими остатками.

Местонахождение 2 расположено южнее первого, в долине р. М. Рязуяк, на западном крыле антиклинорного поднятия. В восьмиметровом скальном выходе обнажена толща переслаивания красноцветных терригенных пород калгасинской пачки, в верхней части содержащих органические остатки (рис. 2).

Местонахождение 3 находится на правом берегу р. М. Рязуяка и приурочено к восточному крылу поднятия. Оно образовано нижнекуркураукскими породами. Степень пloidчатости и уплотненности отложений в этом разрезе возрастает и затрудняет поиски органических остатков.

II. О т п е ч а т к и M e t a z o a

Среди эдиакарской фауны на Южном Урале, как и на Среднем преобладают медузоидные формы, но они отличаются меньшими размерами и более слабой рельефностью. Возможно, это следствие их размещения в иной экологической нише, связанной с формированием красноцветных отложений.

Типовой вид: *Protodipleurosoma wardi* Sprigg, 1949.

Диагноз установлен на основе сходства с нынеживущей *Dipleurosoma*, которая характеризуется наличием радиальных каналов [12]. Отпечаток эксумбреллы округлый, широкое внешнее кольцо (валюм?) покрыто узкими концентрическими бороздками. Срединное поле большое, округлое с овоидальным, неровно сжатым и разделенным на лопасти центральным пространством (желудок?) и нерегулярно развитыми радиальными желобками (радиальные каналы?), недихотомически ветвящимися. Первичные желобки глубокие, достигающие субмаргинального желобка (радиальный канал?), дающие начало более коротким желобкам путем разветвления [14].

Видовой состав: *Protodipleurosoma wardi* Sprigg, *P. rugolasum* Fed., *P. paulus* sp. nov.

Protodipleurosoma paulus Becker, sp. nov.

Таблица, фиг. 1

Название вида от *paulus* (лат.) — небольшой.

Голотип — № 1/11406 (обр. 176/86) ЦГМ (ЦИНГРмузей, Ленинград). Горная Башкирия, р. Рязуяк. Венд, ашинская серия, басинская свита.

Описание. Хорошо ограниченный округлый отпечаток, по периферии которого отчетливо обособляется внешнее кольцо. Внутренний диск разделяется центральной бороздой на две примерно равные части. С одной стороны центральная борозда пересекает и внешнее кольцо, которое в месте пересечения слегка деформировано. Мелкие бороздки, радиально отходящие от центральной борозды, выполаживаются и почти не заходят во внешнюю кольцевую зону. Степень сохранности внешней зоны не связана с размером отпечатков, ибо в наименьших из них она хорошо представлена, а в более крупных может быть редуцирована.

Размеры (мм): диаметры внешнего кольца 8 и 20, внутреннего диска 5.

Сравнение. *Protodipleurosoma paulus* отличается от уже известных представителей этого рода наименьшими размерами, отсутствием боковых выростов во внешней зоне, а также элементов ветвления радиальных каналов и более слабым их развитием во внутренней зоне.

Материал. Три отпечатка и фрагменты.

Распространение. Венд, ашинская серия, басинская свита Южного Урала, р. Рязуяк.



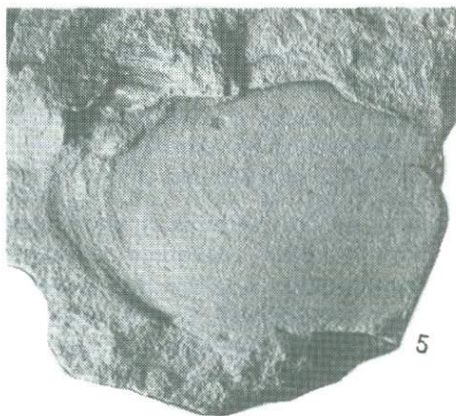
1



4



2



5



3



6

Под *Pseudorhizostomites* Sprigg, 1949

Pseudorhizostomites howchini Sprigg, 1949

Таблица, фиг. 2

Pseudorhizostomites howchini: Sprigg, 1949, табл. XII, фиг. 1, 3 (справа); Treatise..., 1956, с. 52, фиг. 41 (2, 3); Glaessner, Wade, 1966, с. 609, табл. 103, фиг. 2-4; Wade, 1968, фиг. 4-5; Федонкин, 1981, с. 68, табл. II, фиг. 3, табл. XXXII, фиг. 5; Вендская система, 1985, т. 1, с. 98, табл. X, фиг. 2, 3.

О п и с а н и е. Выпуклый отпечаток, лишенный четких боковых ограничений. От пониженной щелевидной центральной части веерообразно расходится серия разветвленных рельефных бороздок, которые выполаживаются по периферии отпечатка и придают его поверхности неровные бугристые очертания.

Р а з м е р ы (мм): протяженность 12, ширина 8.

М а т е р и а л. Образец хорошей сохранности.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Венд, ашинская серия, басинская свита Горной Башкирии, басс. р. Рязяк; могилевская свита Подолии; устьпиневская свита Зимнего берега Белого моря; кварциты Паунд Южной Австралии.

З а м е ч а н и я. Обычно *Pseudorhizostomites howchini* Sprigg рассматривается как органогенная текстура, возникшая в результате захоронения, разложения и перемещения материала неизвестного, предположительно медузоидного организма [10, 15]. В такой интерпретации описанная форма является скорее тафономическим, чем палеонтологическим объектом. Существует и иная трактовка ее происхождения, согласно которой она принадлежит отпечаткам гидрориз – корневидных отростков колониальных полипов, прикрепляющихся ко дну [3]. Осуществление первого предположения возможно при резком дефиците пористости и значительных перепадах давлений. В мелководных бассейнах позднего докембрия реализовать подобные условия затруднительно. Второе предположение также требует дополнительной аргументации.

Т а б л и ц а

Ископаемые венда Южного Урала. Все экземпляры происходят из ашинской серии, куркураукской и басинской свит Горной Башкирии. Бассейн р. Рязяк. ЦНИГРмузей № 1/11406.

1 - *Protodipleurosoma paulus* Becker, sp. nov., обр. 176/86, x3. 2 - *Pseudorhizostomites howchini* Sprigg, обр. 354^B/86, x3. 3 - *Medusinites* sp., обр. 358/86, x2. 4 - *Paliella patelliformis* Fed., обр. 354^B/86, x3. 5 - *Kullingia* aff. *concentrica* Glaessner, обр. 177/86, x1. 6 - *Catellichnus oktonarius* Becker, sp. nov., обр. 176/86, x1.

Под *Kullingia* Glaessner, 1979

Типовой вид: *Kullingia concentrica* Glaessner, 1979.

Видовой состав. Род монотипический.

Kullingia aff. *concentrica* Glaessner, 1979

Таблица, фиг. 5

Madigania annulata: Kulling, 1964, с. 29, 141, фиг. 6.

Springgia annulata: Kulling (Strand, Kulling), 1972, с. 164, фиг. 114.

Kullingia aff. *concentrica*: Glaessner (Føyn, Glaessner), 1979, с. 39-40, фиг. 8B.

О п и с а н и е. Уплощенный диск, на поверхности которого расположены многочисленные тонкие концентрические бороздки, обрамляющие слабо рельефную центральную зону. Концентрические ребра большей рельефности наблюдаются главным образом по периферии отпечатка и реже появляются в более внутренней зоне. Элементы радиальной скульптуры полностью отсутствуют.

С р а в н е н и е. Отличается от представителей рода *Ovatoscutum* более тонкой ребристостью и отсутствием камерного строения. По характеру ребристости близок *Kullingia* aff. *concentrica* из песчаников Арумберия Центральной Австралии [11].

М а т е р и а л. Отпечаток на поверхности красноцветных нижнекуруаукских песчаников.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Северная Швеция, район оз. Торнетроск, хиолитовая серия. Центральная Австралия, песчаники Арумберия.

Под *Paliella* Fedonkin, 1980

Типовой вид. *Paliella patelliformis* Fedonkin, 1980.

Видовой состав. Род монотипический.

Paliella patelliformis Fedonkin, 1980

Таблица, фиг. 4

Paliella patelliformis: Федонкин, 1980, с. 10-11, табл. II, фиг. 1-3; Федонкин, 1981, с. 62-63; табл. XXXI, фиг. 2, 3, табл. XXXII, фиг. 1, 2. Вендская система, 1985, т. 1, с. 73-74, табл. III, фиг. 3, 4, 9, табл. X, фиг. 5.

О п и с а н и е. В пределах округлого и более или менее уплощенного отпечатка отчетливо обособляются две зоны: внешняя и внутренняя. Внешняя зона содержит радиальные бороздки с различной интенсивностью проявления от достаточно рельефных до едва заметных или почти не заметных. Внутренняя зона, отчетливо

обособленная кольцевым валиком, лишена радиальной ребристости. На некоторых отпечатках в центральной части внутренней зоны намечается округлое возвышение.

Размеры (мм): диаметры внешней зоны 14-16, внутренней - 5-6, центрального возвышения 1-2.

Сравнение. По общим очертаниям и размеру *Paliella* близка к *Medusites asteroides* Sprigg, но отличается уплощенностью и отсутствием эпикраевой бороздки. От *Tirasiana disciformis* Paliј рассматриваемая форма обособляется по наличию радиальной ребристости.

Материал. 6 отпечатков из басинской свиты ашинской серии р. Рязяк Южного Урала и 3 экземпляра из чернокаменной свиты сылвицкой серии Среднего Урала.

Распространение. Венд Южного (ашинская серия, басинская свита) и Среднего Урала (сылвицкая серия, чернокаменная свита), Зимнего берега Белого моря (валдайская серия) и Приднестровья (могилевская свита, помозовские слои).

Под *Medusinites* Glaessner et Wade, 1966

Типовой вид. *Medusinites asteroides* (Sprigg, 1949).

Medusinites sp.

Таблица, фиг. 3

Описание. В пределах уплощенно-конусовидного отпечатка обособляются две зоны: внешняя и центральная. Внешнюю зону рассекают глубокие радиальные бороздки, которые ограняют конусовидную поверхность. По периферии внешняя зона несколько деформирована, в связи с чем краевая концентрическая бороздка слабо проявлена. Центральная зона уплощена и окружена слабо рельефным валиком.

Размеры (мм): диаметр центральной зоны 5, внешней зоны 25. Отношение диаметров зон 1:5.

Сравнение. По ряду существенных особенностей рассматриваемая форма близка к *Medusinites patellaris* Sok. [7, табл. 2, фиг. 2]. Отличается большей конусовидностью, меньшими размерами, деформированностью внешней зоны.

Материал. Три отпечатка и их фрагменты.

Распространение. Венд, ашинская серия, басинская свита в бассейне р. Рязяк на Южном Урале.

Таким образом, для ашинских отложений характерны *Pseudorhizostomites howchini* Sprigg, *Protodipleurosoma paulus* Beck., *Kullingia* aff. *concentrica* Glaessner, *Paliella patelliformis* Fed., *Medusinites* sp. Все эти формы имеют вендский возраст.

Помимо Metazoa в отложениях установлены следы жизнедеятельности.

III. Следы жизнедеятельности

В отличие от Среднеуральской биоты Южноуральская характеризуется большим содержанием следов жизнедеятельности и значительным их разнообразием. В бассейне р. Рязяк следы жизнедеятельности наблюдаются на поверхности куркураукских красноцветов и существенно не нарушают их текстуру. Биотурбиты, известные в более молодых отложениях, здесь отсутствуют. Согласно классификации А. Зейлахаера в рязякских местонахождениях устанавливаются как следы питания, так и пастбы. Среди первых преобладают *Neonereites uniserialis* Seilacher, а среди вторых – своеобразный *Palaeopascichnus delicatus* Palij, характерный для венда Русской платформы. Между тем *Neonereites uniserialis* отмечается как в валдайской серии венда, так и в вышележащих балтийских отложениях кембрия. Помимо названных форм наблюдаются и некоторые новые представители, один из которых рассмотрен ниже.

Catellichnus Becker, gen. nov.

Название от слов *catella* (лат.) – цепочка и *ichnus* (греч.) – след.

Типовой вид. *Catellichnus oktonarius* Becker, sp. nov.

Диагноз. Система следов в форме двух тесно сопряженных синусоидальных гармоник, образующих протяженную цепочку.

Видовой состав. Род монотипический.

Catellichnus oktonarius Becker, sp. nov.

Таблица, фиг. 6

Название от *oktonarius* (лат.) / восьмиричный.

Голотип. ЦГМ. № 1/11406 (обр. 176/86). Башкирская АССР, Гафурийский район, басс. р. Рязяк. Ашинская серия.

Описание. Позитивный эпирельеф представляет совокупность двух синусоидальных валиков, наложенных друг на друга. Более поздний след в зоне сочленения с более ранним несколько деформирует его и образует конусовидную цепочку, состоящую из 6 замкнутых и 2 полузамкнутых овалов. Особенностью двух из них является наличие слабо выраженных морщинок, отходящих от синусоидального следа и затухающих в центре овала.

Размер голотипа (мм): протяженность 18, ширина последовательно возрастает от 3 до 7.

Замечания. След демонстрирует поступательно-возвратное синусоидальное движение, чем достигается более полное освоение осадка, обедненного органическим веществом.

Материал. Хорошо сохранившийся отпечаток на поверхности бордового алевропелита и фрагменты.

Распространение. Венд, ашинская серия, бассейн-свая свита бассейна р. Рязяк.

1У. Значение новой эдиакарской биоты

Открытие эдиакарской биоты на Южном Урале представляет интерес в различных аспектах. Рассмотрим главнейшие следствия, возникшие в результате получения нового фактического материала.

1. Обнаружение эдиакарской биоты завершает почти столетнюю дискуссию о возрасте древних толщ Южного Урала и в особенности их наиболее молодых горизонтов, определяющих верхний возрастной предел этой мощной осадочной последовательности. История изучения ашинских отложений полна драматических коллизий, обусловленных различной трактовкой их возраста. Как известно, они относились к нижней перми, нижнему девону, силуро-девону, ордовика, нижнему ордовика, кембрию, рифею, протерозою, венду. Было высказано предположение о наличии на Урале нескольких разновозрастных ашинских свит. Все это позволило Д.В. Наливкину отметить в книге "Геология СССР" [6] "такое разнообразие мнений о возрасте, какое было высказано об ашинской свите, встречается довольно редко, даже для докембрия". Хотя на последнем стратиграфическом совещании по Уралу (Свердловск, 1977 г.) на основе геологических и геохронологических данных диапазон возможной трактовки возраста ашинских отложений определен в пределах кембрия или венда, в литературе по-прежнему высказывались представления об их более молодом возрасте [5]. Эдиакарская фауна в ашинской серии определяет ее вендский возраст и дофанерозойский — всей последовательности древних толщ Башкирского антиклинория. Таким образом, впервые венд на Южном Урале приобретает биостратиграфическое обоснование.

2. Выявление эдиакарской фауны на Южном Урале в известной мере компенсирует один из главных недостатков рифейской последовательности, заключающийся в отсутствии кембрийской кровли, и достаточно строго ограничивает возможный диапазон трактовки возраста этого таксона, придавая рифейскому стратону статус надежно обоснованного эталона.

3. Новые данные позволяют уточнить палеогеографические и фациальные особенности ашинских отложений. Они показывают, что ашинский бассейн не был безжизненным, а был населен древнейшими мягкотелыми, которые тяготели к его наиболее приподнятым мелководным шельфовым зонам.

4. Имеющиеся данные расширяют ареал древнейшей фауны и открывают новые возможности ее обнаружения на сопредельных территориях.

Л и т е р а т у р а

1. Б е к к е р Ю.Р. Первые палеонтологические находки в рифее Урала // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1977. № 3. С. 90-100.

2. Б е к к е р Ю.Р. Новое местонахождение фауны эдиакарского типа на Урале // Докл. АН СССР. 1980. Т. 254. № 2. С. 480-482.

3. Вендская система. М., 1985. Т. 1-2. С. 221, 237.

4. Д о м р а ч е в С.М. Девон хребта Каратау и прилегающих районов Южного Урала. Л., 1952. С. 5-121 (Тр. ВНИГРИ. Нов. сер. Вып. 61).

5. Е в д о к и м о в Ю.Б., В а р г а н о в В.Г., А н ц ы г и н Н.Я. Ордовикская система // Проблемы стратиграфии Урала. Ч. I. Свердловск. 1977 (серия препринтов).

6. Н а л и в к и н Д.В. Геология СССР. М.-Л., 1962. 813 с.

7. С о к о л о в Б.С. Вендский этап в истории Земли // Палеонтология. МГК. Проблема 7. М., 1972. С. 114-124.

8. Ф е д о н к и н М.А. Новые представители докембрийских кишечнорастных на севере Русской платформы // Палеонтологический журнал. 1980. № 2. С. 7-15.

9. Ф е д о н к и н М.А. Беломорская биота венда. М., 1981. 99 с. (Тр. ГИН. Вып. 342).

10. G l a e s s n e r M.F., W a d e M. The Late Precambrian fossils from Ediacara, South Australia // Palaeontology. 1966. Vol. 9. N 4. P. 599-628.

11. F ø y n S., G l a e s s n e r M.F. Platycolenites, other animal fossil and the Precambrian Cambrian transition in Norway // Norsk. geol. tidsskt. 1979. Vol. 59. P. 25-46.

12. S p r i g g R.C. Early Cambrian "Jellyfishes" of Ediacara, South Australia and Mount John, Kimberley District, Western Australia // Trans R. Soc. S. Aust. 1949. Vol. 73. P. 1. P. 72-99.

13. S t r a n d T., K u l l i n g O. Scandinavian coelodolites. London, New York. 1972. P. 147-302.

14. Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt. F. Coelenterata (Ed. RC Moore) // Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas press. 1956. 498 P.

15. W a d e M. Preservation of soft-bodied animals in Precambrian sandstones at Ediacara, South Australia // Lethaia. 1968. Vol. 1. N 3. P. 238-267.

АТДАБАНСКИЙ РИФОИД – СВИДЕТЕЛЬСТВО
КРУПНОГО СОБЫТИЯ В РАЗВИТИИ ОРГАНИЧЕСКОГО
МИРА. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Начиная с публикаций Р.Ф. Геккера, А.И. Осиповой, Т.Н. Бельской [1] в нашей стране и за рубежом проводятся работы, основными задачами которых являются поиски и становление методов комплексного исследования осадочных отложений для палеоэкологических реконструкций. В последнее десятилетие на базе палеоэкологического метода стали развиваться два самостоятельных направления: экостратиграфия [3, 6, 7, 9] и палеобиогеография [2]. Совершенствование литологических методов корреляции отложений связано с развитием фациально-циклического анализа, разработанного Ю.А. Жемчужниковым, П.П. Тимофеевым, Л.Н. Ботвинкиной, Н.В. Логвиненко и другими, а также с изучением ассоциаций пород в связи с формационным анализом, проводимым под руководством Н.С. Шатского, А.Л. Яншина, И.В. Хворовой, М.А. Жаркова и др. Все более настойчиво в стратиграфию внедряются математические методы [12].

Слабым местом большинства перечисленных направлений является недостаточное внимание к начальному этапу исследований – всестороннему первичному послойному описанию отложений и выявлению закономерностей наложения пород. Этой проблеме и посвящена методическая часть нашей работы [4, 5]. Исследования проведены на юго-востоке Сибирской платформы (рис. 1).

На рубеже докембрия и кембрия на Сибирской платформе образовалась Сахайская органогенная полоса (ОП) протяженностью более 2000 км и шириной до 200 км, отделившая лагунную солеродную область на юго-западе от морской на востоке. Характерным образованием ОП является сложно построенный Агдабанский рифоид [4], в котором сочетаются элементы строения карбостромовой докембрийской формации с элементами ОП нового типа. Акватория, занятая Сахайской ОП, была центром расселения большинства групп раннекембрийских организмов – археоциат, хиолитов, трилобитов, брахиопод, разнообразных скелетных проблематик, известковых водорослей и др. Вне сомнения, акватория обладала самыми выгодными условиями для развития жизни (причем, в скелетной форме), что позволило предложить эту местность (среднего течения р. Лены) в качестве стратотипической для нижнего кембрия Сибири [10, 11].

Область развития рифоида делится на 2 фациальные зоны: барьерную, доломитовую – на западе и собственно рифоида, известняковую – на востоке (рис. 2, 3). Тектоноседиментационная, а также палеоэкологическая граница этих зон мигрировала во времени с запада на восток и с юга на север, в сторону открытого моря. Мощность отложений варьирует с запада на восток: от 350 м для зоны седиментационного барьера, до 200 м – для нормально морской зоны.



Рис. 1. Район исследований.

В зоне развития рифоида последовательно с востока на запад устанавливаются 8 подзон (рис. 3). Для собственно рифоидной подзоны характерно троекратное чередование во времени эпох развития бентосных цианобактерий (синезеленые известковые водоросли) и археоциат, соорудивших органогенные постройки типа иловых холмов и обширных зарослей (биогермы, биостромы, массивы), с эпохами развития планктонных цианобактерий, лишь иногда подверженных обызвествлению (волнистослоистые известняки типа нохойской пачки [4] и известняки с остатками проаулопор). Такое чередование создает слоистую структуру всей рифоидной толщи, принципиально отличную от массивной структуры типичных рифов. Биогермы, образованные археоциатами и цианобактериями (синезелеными водорослями), в палеогеографическом плане представляли собой иловые холмы, в которых иловый компонент, возникавший в том числе при деградации органогенного материала, преобладал или составлял иногда свыше половины массы биогерма. Такое строение биогермов также способствовало образованию слоистой структуры рифоидной толщи. И цианобактерии, и археоциаты принадлежали к организмам с индуцируемым типом скелета – наиболее примитивным, не несущим еще опорной функции, но осуществлявшим защиту организма от окружающей среды.

По мере продвижения во времени седиментационного барьера к востоку сокращались внутренняя цианобактериевая плита и внутренняя рифоидная впадина, которая со временем превратилась в узкую, чрезвычайно гидродинамически активную бурную подзону (в конце атдабанского века). В начале ботомского века Атдабанский рифоид перестал существовать.

Для изучения петрографического состава отложений разработана рабочая структурно-минералогическая классификация пород [4, 5], в основу которой положена терминология структур, независимая от генезиса пород – терригенных и биохеогенных. Для кристаллических

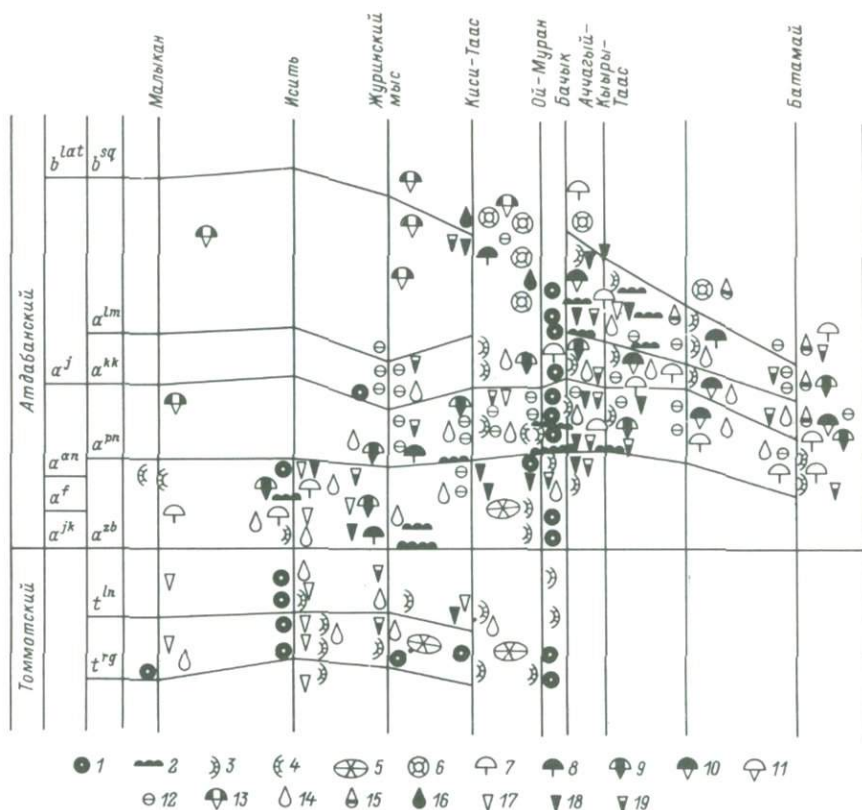


Рис. 2. Основные экоциты археоциатов, трилобитов, брахиопод и хиолитов. Составила И.Т. Журавлева. 1-6 - археоциаты: 1 - a^1 , экоцит иловых холмов, 2 - a^2 , экоцит цианобактериальных лугов, 3 - a^4 , экоцит нормально-морской обстановки, мелкие формы, 4 - a^5 , экоцит обстановки с признаками осолонения, 5 - a^6 , экоцит рыхлого грунта, с дисковидными формами, 6 - a^7 , экоцит бурной зоны. 7 - 13 - трилобиты: 7 - t^1 , экоцит плотного грунта, малоподвижные формы, 8 - t^2 , экоцит плотного грунта, активно передвигающиеся формы, 9 - t^3 , экоцит рыхлого грунта, малоподвижные формы, 10 - t^4 , экоцит рыхлого грунта, формы, способные к погружению в ил, 11 - t^6 , экоцит вблизи цианобактериальных лугов, связан с твердым грунтом, 12 - t^7 , экоцит рыхлого грунта, миомерные формы, способные к погружению в ил, 13 - t^8 , экоцит плотного грунта в осолоненных водах. 14 - 16 - брахиоподы: 14 - b^1 , экоцит, представленный эврифацциальными формами, 15 - b^2 , экоцит рыхлого грунта, в предрифидной зоне, 16 - b^3 , экоцит бурной зоны. 17 - 19 - хиолиты: 17 - x^1 , экоцит рыхлого грунта, в том числе между органогенными постройками, 18 - x^2 , экоцит зоны с повышенной гидродинамической активностью, 19 - x^3 , экоцит плотного грунта нормально-морской обстановки.

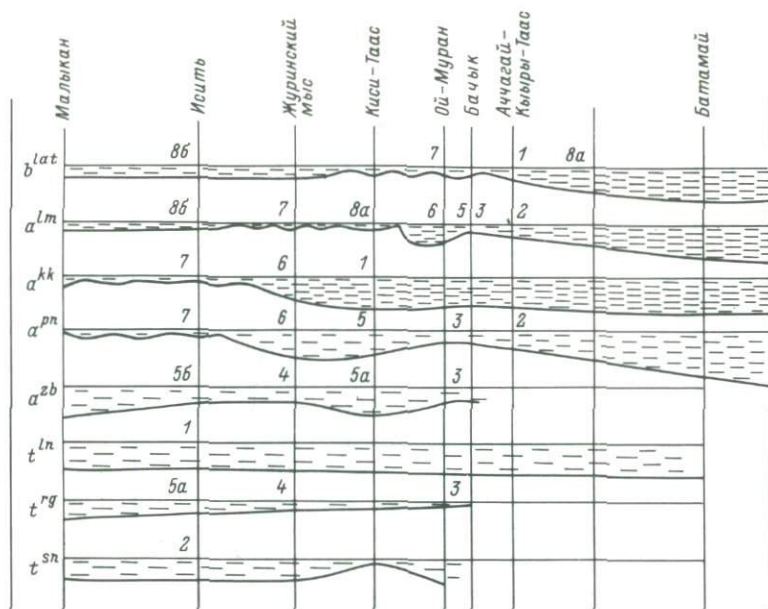


Рис. 3. Эволюция профиля морского дна зоны развития Атдабанского рифоида на р. Лене (относительно уровня моря). Составили И.В. Николаева, И.Т. Журавлева. 1 - открытое море, 2 - внешняя цианобактериальная плита, 3 - биогермный Ой-Муранский массив, 4 - внутренняя цианобактериальная плита, 5 - зарифоидная впадина: а) пририфоидная часть, б) предбарьерная часть; 6 - прибойная зона моря; 7 - барровая зона барьера; 8 - лагунная зона барьера: а) краевая лагуна, б) внутренняя лагуна.

структур карбонатных пород заимствована терминология, принятая для структур терригенных пород: пелитово-зернистая, алевроитово-, псаммитово-псефитово-кристаллическая (или зернистая) с подразделением каждого типа на подтипы: мелкий, средний, крупный. Главными звеньями рабочей классификации являются типы и переходные разновидности. Типы выделены по преобладающему элементу состава и/или структуры пород, переходные разновидности - по двум-трем равновеликим компонентам составов или структур пород. Деление пород на типы и переходные разновидности оказалось результативным, поскольку они занимают разные места в разрезе: переходные разновидности сосредотачиваются на границах петрографически однородных пачек и горизонтов (петрографических), на границах фациальных зон, вдоль фронта вторичного преобразования отложений, перекристаллизации и доломитизации. Они легко разрушаются, часто не обнажены.

Такая классификация пород легко формализуется (см. схему).

С х е м а

Примеры главных типов ассоциаций пород и экологических сукцессий для зоны развития Атабанского рифоида

Открытое море:	Рифоид: главная подзона:	Баровая подзона:
$2\Pi^3_{т7т3} - 2\Pi^3_{т7т3}$	$1\ 1^1_{эра1} - 2\Pi^1_{а4б1}$	
$2\Pi^8_{б2} - 2\Pi^3_{т7т3}$	$(1-2)1^2_{эр} - 2\Pi^8_{б1х2х3}$	$12\ \text{III}^1_{о} - 10\Pi^5_{и1}$
$2\Pi^2_{х3т3т7} - 2\Pi^3_{т7т3}$	бурунная подзона: $(2-10)\Pi^1_{а7б3т6} - (2-10)р$	

П р и м е ч а н и е. 1; 2; (1-2) – типы и переходные разновидности пород: Известняк 1 – пелитово-, 2 – алевритовозернистый; I, II, III – типы населения, I^1 , I^2 , II^1 , II^2 , II^5 , III^1 – группы сообществ организмов: а – археоциаты, б – брахиоподы, х – хиолиты, т – трилобиты, э – эпифитон, р – ренальцис, и – ихнофауна; о – продукты жизнедеятельности известьвыделяющих цианобактерий – оолиты. Арабской цифрой после названия организма обозначен условный номер экотипа.

Для изучения состава организмов (окаменелостей) была разработана двойная характеристика: через состав сообществ комплекса в разрезе и через определение экотипов основных групп организмов.

Различаются три типа населения в пределах Сахайской ОП с особыми для каждого типа экологическими и фациальными характеристиками: I тип – известьвыделяющие каркастроители и каркасолюбы; II тип – раковинчатые организмы при отсутствии предпосылок для каркастроения, поселявшиеся на мягком, реже уплотненном грунте, с одновременным развитием необызвествленных цианобактерий; III тип – цианобактерии, способные к выделению извести в активной гидродинамической среде.

Все цианобактерии, независимо от принадлежности к тому или иному типу населения, были продуцентами. В качестве консументов выступали археоциаты, брахиоподы и другие группы организмов. Прямыми редуцентами можно считать представителей ихнофауны; допускается, что некоторые цианобактерии, трилобиты также выступали в качестве редуцентов.

В пределах каждого типа населения выделяются типы сообществ организмов, число их ограничено и определено числом доминантных групп организмов, а также типом органогенных построек. В составе населения I типа установлены 3 сообщества цианобактерий, образовывавших совместно с археоциатами иловые холмы (биогермы), заросли (биостромы) или (при отсутствии археоциат) строматолиты. В составе населения II типа выделяется до 10 сообществ, по числу основных групп раковинчатых организмов. В составе населения III типа установлены 3 сообщества по характеру известьвыделения цианобактериями: оолитовых – онколитовых, комковатых катаграфиевых

и тафостромов грубчатых цианобактерий, главным образом, проаулопор. Совершенно очевидно, что почти в каждом сообществе в подчиненном выражении могли присутствовать и нехарактерные для них организмы (например, хиолиты в иловых холмах, единичные археоциаты в сообществах раковинчатых организмов).

Одновременно установлены экологические типы ведущих групп организмов: цианобактерий, археоциат, брахиопод, трилобитов, хиолитов и других, причем эта работа выполнена в основном специалистами по тем или иным группам: Л.Н. Репиной по трилобитам, Н.П. Мешковой по хиолитам, Ю.Л. Пельманом по брахиоподам, В.А. Лучининой по водорослям. Установление экотипов важно для понимания значения фациально-седиментологических, в том числе экологических факторов изменчивости организмов в их эволюции, что особо существенно при переходе к детальной реконструкции палеобассейна во времени. Подобная классификация типов населения, сообществ и экотипов также легко подвергается формализации (см. схему).

По каждому разрезу проведено изучение чередования слоев пород и связанных с ними комплексов окаменелостей. На этой стадии работа отличалась от большинства традиционных детальностью и целенаправленностью исследования: на слоевом уровне устанавливались последовательность и чередование пород в разрезе, а также связанных с породами комплексов окаменелостей, составлявших экотипы организмов. Устойчивое сочетание пород в разрезе мы, вслед за И.В. Хворовой [8], называем элементарной породной ассоциацией. Устойчивое сочетание элементарных породных ассоциаций в разрезе определяется как петрографический горизонт. Отчетливо выступает тенденция к устойчивости последовательности комплексов окаменелостей внутри элементарной породной ассоциации, а также к повторяемости комплексов организмов вслед за повторяемостью породных ассоциаций в разрезе. Устойчивая смена одного палеобиоценоза другим (во времени), связанная с избирательным приспособлением организмов к местным изменениям среды (специфика образа жизни), может быть названа элементарной экологической сукцессией. Устойчивое сочетание сукцессий во времени определяет биостратиграфический горизонт.

Объемы петрографических и биостратиграфических горизонтов могут совпадать или не совпадать. Если границы их совпадают, то обычно такая биостратиграфическая граница совпадает и с фациальной. Число совпадающих границ увеличивается по мере продвижения от наиболее глубоководной зоны открытого моря к зоне седиментационного барьера. Граница биостратиграфическая проходит внутри петрографического горизонта: смена систематического состава организмов происходит в монофациальной области при постоянном составе экотипов и составе сообществ и характерна для нормально-морских отложений. Граница петрографических горизонтов проходит внутри биостратиграфического горизонта: это обычно для случаев, когда по известнякам развиваются перекристаллизация или вторичная доломитизация. Частный случай несовпадения – когда в зоне

крупных органогенных, длительно существовавших сооружений (в нашем случае – Кокоулинский биогермный массив) биостратиграфические границы не только не совпадают с петрографическими, но и сами подвергаются аномалиям: тогда отдельные комплексы (или их дериваты) могут быть эндемичными, опережающими и запаздывающими, и только некоторые из них не дают отклонения.

В истории смен палеобиоценозов четко устанавливается следование сообществ за фациями и микрофациями. Так, первыми заселяли акваторию цианобактерии, образуя заросли (при массовом их развитии); за ними следовали археоциаты, которые могли совместно с цианобактериями участвовать в сооружении иловых холмов. Только вслед за ними следовали другие группы организмов. На стадии деградации органогенных построек расселялись в основном трилобиты – детритофаги. Поэтому биостратиграфические границы по археоциатам и трилобитам, устанавливаемые при крупномасштабных работах, не должны давать абсолютного совпадения: границы зон по археоциатам почти всегда оказываются несколько более древними; это необходимо учитывать при детальных корреляциях биостратиграфических комплексов. В зонах фациальных переходов появляются смешанные сообщества, например, сообщество $Pl^1a763t6$, характерное для прибойного или бурунного участка рифидной акватории и возникшее при сближении седиментационного барьера с Кокоулинским органогенным массивом.

Главным достоинством предлагаемого комплексного метода исследования является его прогностическая способность при описании разреза (в поле и лаборатории) и предельное исключение субъективных элементов в исследовании. Это позволяет более целенаправленно отбирать фактический материал, прогнозировать недостающие части разреза.

Предлагаемая методика позволяет выделять в разрезе породные ассоциации и сукцессии главные (см. схему) и второстепенные [4]. Породные ассоциации и сукцессии смешанного типа намечают фациальные переходы. Основой решения поставленной задачи является послойное описание и изучение закономерностей чередования пород в разрезе, что и позволяет выяснить условия образования и преобразования отложений, распределения в них органических остатков, а также уверенно вести детальное расчленение и корреляцию отложений.

При такой методике неизбежно резко возрастают объем фактического материала и трудности при его анализе и синтезе. Единственный путь решения проблемы – переход на строгие классификации пород и ассоциаций организмов, петрографических и биостратиграфических горизонтов, фаций и биофаций, т.е. создавать классификацию, поддающуюся формализации. В дальнейшем предстоит задача создания формализованного научного геологического языка с применением ЭВМ.

Предложенная методика позволила выявить специфические особенности отложений древнейшей органогенной постройки фанерозоя, сочетающей черты докембрийской карбостромовой и органогенной

постройки нового типа, основными каркасостроителями которой были археоцаты и цианобактерии (синезеленые водоросли) в тесной ассоциации с раковинчатыми организмами. Эти особенности ОП позволяют рассматривать Атдабанский рифонд как свидетельство крупного эволюционного события в развитии органического мира.

Л и т е р а т у р а

1. Геккер Р.Ф., Осипова А.И., Бельская Т.Н. Ферганский залив палеогенового моря Средней Азии. Кн. 1-2. М., 1962. Кн. 1. 332 с. Кн. 2. 312 с.
2. Каныгин А.В. Остракоды ордовика Сибири. Автореф. докт. дис. Новосибирск, 1986. 33 с.
3. Мейен С.В. Структура теоретической стратиграфии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1985. № 11. С. 8-16.
4. Нижний кембрий юго-востока Сибирской платформы. Новосибирск, 1986. 230 с.
5. Нижний ордовик юго-востока Сибирской платформы. Новосибирск, 1986. 225 с.
6. Предтеченский Н.Н., Тесаков Ю.И. Методология экостратиграфических исследований платформенных седиментационных бассейнов (в связи с международной программой "Экостратиграфия") // Тихоокеанский XIУ научный конгресс, комитет 13, "твердая оболочка земли", секция ВШ. Т. 1. Докембрий, палеозой, мезозой. М., 1979. С. 57-59.
7. Соколов Б.С. Экостратиграфия и экологические системы геологического прошлого // Экостратиграфия и экологические системы геологического прошлого. Л., 1980. С. 4-12.
8. Хворова И.В. Задачи и некоторые результаты изучения литологии формаций // Вулканогенно-осадочные и терригенные формации. М., 1963. С. 7-29.
9. Экостратиграфия: теория и методы. Владивосток (ДВНЦ), 1985. 147 с.
10. Ярусное расчленение нижнего кембрия. Атлас окаменелостей. М., 1983. 216 с.
11. Ярусное расчленение нижнего кембрия. Стратиграфия. М., 1984. 184 с.
12. Мссаммон R.B. Mathematical geology // Geotimes, 1981. Vol. 26. N 2. 41 p.

В.С. Байгушева

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФИЛОГЕНИИ НЕКОТОРЫХ ДРЕВНЕЙШИХ ОДНОПАЛЫХ ЛОШАДЕЙ

Выяснение закономерностей развития представителей рода *Equus*, часто встречающихся в фаунах плиоплейстоценового возраста, имеет большой теоретический и практический интерес. Древнейшим однопалым лошадям в настоящее время уделено довольно много

внимания, что связано с необходимостью точной корреляции континентальных отложений. Особенно это относится к лошадям, характерным для виллафранка Италии и Франции [7-10, 15]. Однако среди видов рода *Equus* наблюдается большое разнообразие, сопровождаемое значительными внутривидовыми различиями. Последнее, естественно, приводит к трудности оценки сравниваемых признаков, тем более, что отличия слабо фиксируются морфологически и главным образом основываются на средних показателях размеров, при частичных перекрытиях пределов изменчивости. В этом отношении интересны работы В. Айзенманн [11-14], в которых для рецентных и вымерших лошадей, в том числе стеноновых, применяется целая серия вероятностно-статистических методов и разработан логико-математический анализ черепов, зубов и метаподий, апробированный на больших выборках. Помимо традиционных измерений В. Айзенманн применяет для зубов некоторые новые — длину и ширину жевательной поверхности без цемента. Она не учитывает нестертые или слабостертые постоянные коренные, но рассматривает остальные без разграничения степени стертости. По ее мнению, протокону верхних зубов (строение которого является одним из самых диагностических признаков, особенно его отношение к длине зуба) противопоставит на нижних зубах задняя ямка (*fossa posterior, postflexid*). Индексы протокона и постфлексиды кодируются в виде формул для разных видов лошадей путем установления границ изменчивости признака и разбивки значений на группы. Для величин индекса протокона установлена сетка с классом 5, начиная с 15 (15-20, 20-25 и т.д.). Затем для всех зубов P^2-M^3 составляется формула, в которой в качестве 1-й стадии для P^2 приняты интервалы вариации 15-20, для $P^{3,4}$ 25-30, для M^{1-3} 30-35, свойственные представителям древнейших однопалых лошадей. От них определяют „стадии эволюции“ других лошадей по значению индекса протокона. Например, среднее значение последнего *Deinotherium leidyani* указывает на такие стадии: P^2-1 , P^3-2 , P^4-2 , M^{1-1} , M^{2-2} , M^{3-1} , короче 122.121. Самое высокое значение индекса имеет *Equus lambei* — 489.778. Такой же принцип положен в основу составления формулы зубов по значениям индекса постфлексиды. Его 1-я стадия для $M_{1,2}$ имеет величину 20-25, для $P_{3,4}$ 40-45. Для P_2 она определяется по отношению длин жевательной поверхности P_2 к P_3 и среднему значению индекса постфлексиды P_2 данной выборки. 1-я стадия эволюции установлена для стеноновых лошадей, древних африканских и американских однопалых лошадей, а также для современных ослов [13]. В работах В. Айзенманн самая низкая формула в ряду европейских лошадей придана *E. stenorhynchus* — 12245, а самая высокая — кабаллоидной лошади острова Ляхова — 34256. Учитывая формулы зубов по индексам протокона и постфлексиды и возраст отложений с находками или коллекциями, В. Айзенманн строит филогенетические схемы. В работах хорошо охарактеризованы стеноновые лошади из средневиллафранкских отложений Сен-Валье и Пуэбла де Вальверде, о которых прежде было мало сведений. Особенно однородным

материалом и большими выборками представлена *E. stenonis vireti* (до 80 экземпляров задних метаподий). Это обстоятельство интересно для сравнения с крупной лошадью из Приазовья *E. livenzovensis*, которая по возрасту и по видовой принадлежности большинством исследователей сопоставлялась и сопоставляется со средневиллафранкской лошадью *E. stenonis* [5]. Правда, некоторые зарубежные ученые, изучавшие стеноновых лошадей, например, А. Ашароли и К. Де Джули [9, 10], признали самостоятельность *E. livenzovensis*.

Серийные сборы остатков одной из самых древних однопалых лошадей из верхнеплиоценовых отложений Приазовья помогают нам обобщить полученные данные, внести ясность в вопросы о родственных отношениях с другими древними представителями, их развитии, происхождении и совместном наличии двух и более видов лошадей в одном местонахождении. В качестве сравнительного материала в данной статье обращено внимание на зубы и метаподии, которые чаще встречаются среди ископаемых остатков.

От *E. st. vireti* из Сен-Валье крупная лошадь хановского комплекса отличается в среднем большей длиной жевательной поверхности всех категорий верхних щечных зубов, кроме M^3 , и нижних, кроме M_2M_3 (табл. 1). Формулы зубов южнорусской лошади более примитивны по индексу протокона — 112.122 (у лошади из Франции 123.222) и по индексу постфлексиды — 11143 (у *E. st. vireti* 12245).

Наиболее сходна по зубам ливенцовская лошадь с *E. st. cf. vireti* из Пуэбла (табл. 1). У них одинакова длина жевательной поверхности верхних зубов, кроме P^2 и P^4 , и формула по индексу протокона — 112.122. Несколько отличается формула по индексу постфлексиды — 11244 у лошади из Испании и более примитивна 11143 у лошади из Приазовья. Если сравнивать только зубы, то можно было бы считать ливенцовскую лошадь подвидом стеноновой. Но, как указывалось ранее [2], более значительные размеры черепа (обычно очень близкие по размеру у мелких и крупных лошадей) и трубчатых костей, их особенности строения не позволяют отождествлять этих лошадей. Имея сравнительный материал В. Айзенманн, можно увидеть наглядное отличие, которое показывают измерения метаподий стеноновых лошадей среднего виллафранка и южнорусского вида (табл. 2). Мелкие размеры метаподий, особенно у *E. st. vireti*, проявляются не только в средних значениях. Отличие подчеркивается тем, что пределы изменчивости не перекрываются. Метаподии массивные. Пропорции суставных фасеток во многом отличаются. У ливенцовской лошади меньше выступает вперед срединный гребень на нижней суставной поверхности (архаичный признак, по В.И. Громовой [4]). Еще более убедительны эти отличия при сравнении длины черепа и длин метаподий [14]. Основная длина восстановлена у *E. livenzovensis* по целой нижней челюсти (Л — 229) и достигает 612 мм. Подобные пропорции не отмечены у стеноновых лошадей, так как основная длина черепа лошади из Пуэбла не превышает 545 мм, а из Сен-Валье 570 мм. Суммируя

Т а б л и ц а 1

Сравнение серий ($n = 8-15$) зубов древнейших однопалых лошадей *E. livenzovensis* (1), *E. stenonis vireti* (2), *E. st. cf. vireti* (3), *E. st. senecensis* (4)

Длина жевательной поверхности верхних постоянных зубов

	P^2	P^3	P^4	M^1	M^2	M^3
1	40-44,65-51	31-33,53-36	31-33,17-35,2	25,8-28,24-30,4	26,4-29,04-32,8	26-30,63-35
2	38-40,9-44	30-31,4-33,5	28-30,2-33	25-26,7-31	25,5-27,7-31	27-30-33
3	40,5-42,53-46,6	31-33,45-37	29,5-31,33-35	26-28,06-31	28-29,11-31	28-30,91-33,5
4	35-39,1-43	27-29,5-31	27-29-31,5	22-25,2-29	23,5-26-30	24-27,9-30,5

Индекс протокона

1	13,77-16,51-19,5	26,66-29,32-32,25	26,7-31,46-35,48	33,3-34,58-39,86	30,48-35,08-39,24	32-37,32-43,15
2	16,7-19,02-21,9	26,66-33,25-38,8	30,5-37,56-48,21	35,29-38,5-45,09	33,3-39,69-44,36	32,3-39,49-47,3
3	15,05-16,85-19,51	23,43-28,15-31,61	28,33-31,94-36,06	28,57-33,07-36,2	31,72-36,11-41,78	33,44-38,12-48,21
4	16,03-18,44-20,5	22,58-28,46-37,09	22,2-30,39-37,28	30-36,42-41,66	32,07-38,47-43,33	33,3-37,07-44,4

Длина жевательной поверхности нижних постоянных зубов

1	36-38,12-41	31,3-34,14-37	30,8-32,6-34,4	26,4-30,58-35,6	27,2-29,63-33	32-35,01-37
2	33,3-36,7-39,5	29-32,1-34	27,4-31-33,2	26,5-28,9-30,3	27,2-29,4-32	31,5-34,4-37
3	33,9-37-38	28-31,8-36	25-30-31,4	24,2-27,2-29	25-27,5-29	32-34,2-36
4	30,4-33,6-38	26,5-29,5-33	26-28,6-31	23-25,7-29	24-26,8-31	29-31,2-37

Индекс задней ямки - постфлексиды

1	34,1-38,95-44,59	37,57-43,96-50,56	33,75-42,86-49,4	19,69-36,11-45,39	32,6-34,4-39,33
2	35,5-39,7-41,1	40-46,1-51	41,3-46,6-50,8	24,5-38,9-45,7	38,3-40,6-42,8
3	35,6-39,5-42,7	32,6-43,9-49,7	38,7-45,1-50,5	21,7-35,8-45,3	27,6-37-41,2
4	35-43-50,3	37,4-46,5-53,6	37-43,3-49,1	21,7-34,1-45,3	24,5-34-43,1

Т а б л и ц а 2

Сравнение метаподий *Equus livenzovens*
(верхняя строчка), *E. stenonis vireti* (средняя)
и *E. st. cf. vireti* (нижняя)

Передняя метаподия (мс III) Задняя метаподия (мс III)

Наибольшая длина

14*	260-273,1-298	23	287-309,6-331
38	215-229,1-242	65	251-264,4-278
46	218-233-249	55	255-269,4-283

Ширина диафиза посередине

19	30-38,9-43	36	28-36,4-43,7
37	35,5-37,4-41,5	80	33-36,9-40
59	28,3-34,8-39,3	82	24-35-39,9

Ширина верхнего конца

20	48-56,6-62	25	44-53,4-62,8
37	51,5-54,8-57,5	72	48,5-53,5-58
51	48-52,4-57	66	43-51,4-58,2

Ширина нижнего конца в суставе

16	46-51,8-59	25	46-51,1-60
38	48,5-51-54	68	48,5-51,1-55
37	45-48-50,7	59	44-47,7-51,5

Поперечник на гребне нижнего конца

17	31-37,4-42,5	24	33,5-38,9-45,4
43	35-37,2-39,5	68	33,7-38,2-41,5
50	32-35-37,9	68	32,9-36,2-39,2

* — число измерений в выборке.

эти данные с результатом сравнения *E. livenzovens* с типичной итальянской *E. st. stenonis* из Терранова и Оливоля — верхний виллафранк [2], — можно заключить, что ливенцовская лошадь не является подвидом стеноновой.

А. Аццароли [9, рис. 9] помещает *E. livenzovens* в качестве предковой формы для целого ряда древних однопалых лошадей, таких как *E. sanmeniensis*, африканских лошадей из Коби Фор (ветка к *E. greviyi*), *E. stenonis* (предок *E. süssenbornensis* и *E. stehlini*), *E. nomadicus*. Этим автор подтвердил самостоятельность южнорусского вида. В свою очередь, ливенцовская лошадь, по мнению А. Аццароли, вероятно, произошла от североамериканской лошади, точнее от *E. simplicidens*, предком которой является миоплиоценовая *Deinohippus leidyani* из Северной Америки.

Одна из филогенетических схем, составленная В. Айзенманн [12, рис. 65] на основе изменений индекса протокона во времени, позволяет увидеть две разграниченные линии развития. Одна более прогрессивная уже у *E. simplicidens* (234.344). От этой линии, но на более ранней стадии развития американских лошадей берет начало азиатская *E. sanmeniensis* (245.333) и другие кабаллоидные лошади. Другая линия от *Deinotherium leidymanus* (122.121) ведет к предкам рецентных зебр, ослов и полуослов. От нее ответвляется (между 4 и 3 млн. лет) *E. st. vireti* (123.222), современница *E. sanmeniensis*. Схема В. Айзенманн подтверждает общее положение — увеличение в эволюции длины протокона, хорошо прослеженное на его отношении к длине жевательной поверхности. Несоответствие, которое она указывает для верхне- и средневилафранкских лошадей, объяснено ею неоднородностью ископаемого материала из Терранова, Оливоля и Сенэз. Действительно, формула типичной стеноновой лошади из Терранова и Оливоля (101.111) и ее подвидов из Пуэбла (112.122) и Сенцеллес (111.122) более архаична, чем у средневилафранкской *E. st. vireti* из Сен-Валье (123.222). Это можно, на наш взгляд, объяснить сохранением для некоторых стеноновых лошадей неизменной природной обстановки по сравнению с условиями жизни средневилафранкской ее родственницы. Несмотря на это, схема В. Айзенманн помогает установить, что ливенцовская лошадь (112.122) не является потомком ни одной из известных американских лошадей, в том числе *E. simplicidens* (234.344), *D. interpolatus* (222.211), *Astrohippus ansae* (211.123) и *D. leidymanus* (122.121). Последняя имеет формулу, более близкую к формуле ливенцовской лошади, но она обитала на 5 млн. лет раньше. Это ставит под сомнение представление об американском центре возникновения лошадей рода *Equus*. Возможно, что предком ливенцовской лошади была местная лошадь. Об этом косвенно могут свидетельствовать довольно примитивные формулы индекса протокона стеноновых лошадей из Италии, для которых американские лошади также не могли быть родоначальниками с их более высокими формулами. Из этой схемы В. Айзенманн также явствует, что ливенцовская лошадь (112.122) примитивнее средневилафранкской *E. st. vireti* из Сен-Валье (123.222). Интересно сравнение по материалам Ш. Шарапова [6] и собственным наблюдениям формулы крупной лошади из верхнеплиоценовых отложений Южного Таджикистана (Куруксайское местонахождение) — 112.134. Эти данные свидетельствуют о наличии у нее короткого протокона. Однако помимо таких морфологических отличий лошади Куруксая, как большая изогнутость слуховой трубки, отсутствие ямок под затылочными мышелками, большая складчатость эмали, большое расхождение осей двойной петли, более длинная шпора на постоянных коренных зубах, наличие хорошо выраженной фасетки для трапециевидной кости, стадии развития протокона M^1-M^3 превосходят ливенцовскую лошадь, но близки к ней. Формула свидетельствует о том, что крупная лошадь из Таджикистана не может быть потомком *E. simplicidens* (234.344) из Северной Америки.

На другой филогенетической схеме, основанной на индексе постфлексиды (задней ямки) разных категорий зубов, также просматриваются две линии развития и никаких противоречий с первой схемой нет. Однако материал позволяет более подробно остановиться на разновозрастных находках *E. simplicidens* от самой древней из Канзаса (3,6 млн. лет назад) с формулой 1324 и Айдахо – 23344 до современницы *E. st. vireti* – *E. simplicidens* из Небраска – 33243. Разветвлением этой линии является *E. sanmeniensis* – 22223 с предком лошади из Канзаса. Другая американская лошадь *Pliohippus mexicanus* характерна довольно прогрессивными данными 23232. На схеме видно, что современница *E. sanmeniensis* – *E. st. vireti* (12245) имеет по сравнению с американскими видами более архаичный индекс задней ямки, особенно на передних коренных зубах. Ливенцовская лошадь (11143) отличается от лошади из Сен-Валье еще более примитивной формулой и принадлежит той линии, которая ведет к зебрам, ослам и полуослам. Эти данные еще раз подтверждают отсутствие родственных связей ливенцовской лошади с самой древней *E. simplicidens* из Канзаса. Таким образом, работы В. Айзенманн позволяют по-новому расценить происхождение, родственные связи и положение в системе *E. livenzovensis*.

Как указывалось раньше [1, 2, 4], в хазповский комплекс помимо крупной лошади входила мелкая. Из коллекции Ростовского музея и университета ей принадлежат обломок нижней челюсти с P_2P_3 (Л – 1233), недавно найденные две правые ветви нижней челюсти с P_2-M_3 (РГУ – 92, 572), обломок челюсти с зубами $P_4M_1^1$ (РГУ – 327), а также упомянутые ранее [1] кости – плечевая (Л – 463), большая берцовая (Л – 249, 278), надпяточная (Л – 162), пяточная (РГУ – 211, 264), задняя метаподия (РГУ – 483), первая фаланга (Л – 475) и вторая (Л – 463). Верхние зубы со стертой жевательной поверхностью (высота 22 мм). Протокок очень короткий и почти круглый. Эмаль слабоскладчатая и относительно толстая. Мезостиль острый, нераздвоенный. Индекс протокона P_4^4 – 23.48 как наименьший у *E. st. senegensis*, а на M_1^1 – 25.0 не отмечен ни у одной стеноновой лошади. Нижние зубы очень высокие (Л – 1233). Соотношение длины рядов зубов такое, как у *E. st. stenonis* из Терранова и *E. stehlini*, но этот промер мелкой лошади из Ливенцовки равен типичной стеноновой. Формула постфлексиды на двух экземплярах (12233) выше, чем у ливенцовской лошади (11143). Премоляры с относительно более длинным постфлексидом, а моляры – с менее длинным. Из такой формулы можно вывести формулу современных полуослов (22245). Интересно, что мелкая лошадь имеет более архаичную формулу как по сравнению с *E. st. vireti*, так и с *E. simplicidens* Северной Америки. Задняя метаподия мелкой лошади Ливенцовского карьера – 274 мм длиной – не отличается от средних данных *E. simplicidens* и *E. st. cf. vireti*, но по сравнению со стеноновыми лошадьми более стройна и срединный гребень нижней суставной поверхности слабо выступает вперед. Большая берцовая

кость 369 мм (Л - 249) и 375 мм (Л - 278), значительно длиннее таковой у ослоподобной *E. stehlini* - 327 мм и сходна с *E. st. vireti* - 365-380 мм. Такое же соотношение с плечевой костью 290 мм (Л - 463), у *E. st. vireti* - 291 и 292 мм [15]. Небольшая выборка, отсутствие черепа, сходство в размерах со стеновой лошадью позволили предварительно отнести мелкую лошадь из Ливенцовки к *E. cf. stenorhina* [1]. В дальнейшем сравнение с данными В. Айзенманн и консультация с Де Джули убедили нас в самостоятельности этой формы. Однако описание нового вида пока затруднительно. Скорее всего, это предок полуослов. Подтверждают это предположение сходство мелкой лошади из Ливенцовки с *E. altidens* из плейстоценовых отложений Зюссенборна, которая отнесена А. Аццароли [8] к полуослам. Общими у них являются наличие небольшой кабаллоидной складки на молярах, преобладание короткого протокона, гипсодонтность нижних зубов, форма выемки двойной петли - узкой и остроконечной, глубина проникновения наружной долилки в истм.

Одновозрастной с *E. altidens* является мелкая лошадь, обнаруженная в Ахалкалаки (Южная Грузия). А.К. Векуа [3] описывает эту своеобразную лошадь как *E. hipparionoides*. Он отмечает исключительно короткий протокон, доходящий до его уровня с выраженным перехватом гипокон, длинную кабаллоидную складку на переднем щечном зубе и слабую на задних щечных. На всех зубах, кроме P_2 , хорошо развит парастилид (гиппарионовая складка) и отчетливо выражен гипостилид; на некоторых нижних постоянных коренных имеется эктостилид; на M_3 намечается раздвоение талонида. Добавочные элементы, имеющиеся у похожей на гиппариона мелкой лошади из Ахалкалаки, по А.К. Векуа, не встречаются у общепризнанных непосредственных предков рода *Equus* из Северной Америки. Так, парастилид и гипостилид имеются у них на молочных зубах, а эктостилид полностью отсутствует, встречаясь только на молочных и постоянных нижних коренных зубах гиппарионов. Интересно, что у *E. livenzovensis* имеется складка парастилида и гипостилида. Эктостилидная складка отмечена на постоянных зубах, почти не затронутых стиранием [2]. А.К. Векуа объясняет наличие гиппарионовых признаков у *E. hipparionoides* некоторой зоогеографической обособленностью Закавказья в конце плиоцена и начале плейстоцена и консервативностью обстановки. Эти наблюдения и общие черты с древнейшими однопальными лошадьми Приазовья - форма протокона, выемка двойной петли, слабоскладчатая эмаль верхних щечных зубов, слабое развитие надсуставных бугров метаподий - помогают считать *E. hipparionoides* их близкородственным видом. Эти сведения дают нам основание предположить, что предками однопальных лошадей Приазовья была лошадь, более близкая к гиппарионам, чем к миоплиоценовым лошадям Северной Америки. Ее черты сохранились у плейстоценовой мелкой лошади из Ахалкалаки.

Точка зрения о происхождении европейских древнейших лошадей от североамериканских *Deinhippus*, *Pliohippus* и других

базируется на очень высокой степени морфологической близости и повышенной встречаемости близкородственных видов. Разобраться в этой ситуации и приблизиться к истине, как показала обработка материала В. Айзенманн, вполне возможно с применением более точных методик исследования крупных и хорошо датированных выборок.

Л и т е р а т у р а

1. Б а й г у ш е в а В.С. Ископаемая териофауна Ливенцовского карьера (северо-восточное Приазовье) // Материалы по фаунам антропогена. 1971. Т. 49. С. 5-29.
2. Б а й г у ш е в а В.С. Крупная лошадь хавровского комплекса из аллювия северо-восточного Приазовья // Изв. Северо-Кавк. науч. центра высшей школы. Естеств. науки. 1978. № 1. С. 98-102.
3. В е к у а А.К. Своеобразная ископаемая лошадь из плейстоцена Ахалкалаки (юг Грузии) // Докл. АН СССР. 1960. Т. 132, № 6. С. 1417-1420.
4. Г р о м о в а В.И. История лошадей (рода *Equus*) в Старом Свете. Часть 1. Обзор и описание форм. // Тр. Палеонт. ин-та. 1949. Т. XVII. Вып. 1. С. 1-374.
5. Каталог млекопитающих СССР (плиоцен-современность). Л., 1981. 456 с.
6. Ш а р а п о в Ш. Остатки *Equidae* из верхнего плиоцена южного Таджикистана // Зоологический сборник. Душанбе, 1975. Ч. П. С. 127-166.
7. A z z a r o l i A. The two villafranchian Horses of the Upper Valdarno // Pal. It. Pisa, 1982. Vol. LIX (n. ser. Vol. XXIX). P. 1-12.
8. A z z a r o l i A. On a Late Pleistocene Ass from Tuscany; with notes on the History of Asses // Pal. It. Pisa, 1979. Vol. LXXI. P. 27-47.
9. A z z a r o l i A. On Villafranchian Palaeoartctic Equids and their allies // Pal. It. Pisa, 1982. Vol. LXXII (n. ser. Vol. XLII). P. 74-97.
10. D e G i u l i C. On the type form of *Equus stenonis* Cocchi // Pal. It. Pisa, 1972. Vol. LXVIII (n. ser. Vol. XXXVIII). P. 35-49.
11. E i s e n m a n n V. Les métapodes d'*Equus sensu lato* (Mammalia, Perissodactyla) // Géobios. Lyon, 1979. N 12. Fasc. 6. P. 863-886.
12. E i s e n m a n n V. Les chevaux (*Equus sensu lato*) fossiles et actuels: cranes et dents jugales supérieures // Cahiers de Paléontologie. Paris, 1980. P. 186.
13. E i s e n m a n n V. Étude des dents jugales inférieures des *Equus* (Mammalia, Perissodactyla) actuels et fossiles // Palaeovertebrata. Montpellier, 1981. Vol. 10. Fasc. 3-4. P. 127-226.

14. Eisenmann V., Karchoud A. Analyses multidimensionnelles de métapodes d'Equus sensu lato (Mammalia, Perissodactyla) // Bull. Mus. nat. Hist. nat. Paris, 1982. 4-e ser., 4, sec. C. N 1-2. P. 75-103.

15. Viré M.J. Les loess à bancs durcis de Saint-Vallier (Drome) et sa faune de mammifères villafranchiens // Nouv. arch. du muséum d'Hist. nat. Lyon, 1954. Fasc. IV.

Б.С. Кожамкулова, В.Г. Коченов

НОВОЕ О ФАУНЕ И ТАФОНОМИИ РАННЕПЛЕЙСТОЦЕНОВОГО МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ КОШКУРГАН (ХР. КАРАТАУ, КАЗАХСТАН)

Остатки раннеплейстоценовых млекопитающих в Казахстане впервые были найдены в покровных отложениях; развитых в пределах юго-западного склона хребта Каратау.

В 1956 г. вблизи грифона Кошкурган была собрана небольшая коллекция костных остатков млекопитающих. На основе этого В.С. Бажановым и Н.Н. Костенко [2, 3] был выделен кошкурганский фаунистический комплекс. Позднее Г.Д. Хисаровой [21] были даны краткие морфологические описания остатков, относящихся в этом комплексе, в частности, к пяти видам: лошади Мосбаха, европейскому ослу, носорогу Мерка, гигантскому верблюду и бизону.

Геологический разрез местонахождения Кошкурган II республиканским межведомственным стратиграфическим совещанием в 1962 г. рекомендован в качестве стратотипа одноименной свиты, которая, как местная стратиграфическая единица, включена в унифицированную региональную стратиграфическую схему — основу принятой в Казахстане общей схемы стратиграфии четвертичных отложений. Однако уже на указанном совещании отмечалась необходимость всестороннего изучения типового местонахождения, так как ранее найденные остатки млекопитающих еще не имели конкретной стратиграфической привязки, хотя сами по себе они являлись исключительно ценным материалом.

В силу разных причин уточнение и дополнительное изучение рассматриваемого комплекса так и осталось невыполненным. Поэтому вопросы о стратиграфическом статусе этого комплекса млекопитающих, а также валидности его элементов в последнее время дискутировались. В связи с задачами крупномасштабного геологического картирования (программа геолкарта-50) возникла острая необходимость в установлении конкретной стратиграфической привязки этого интересного типового местонахождения.

С целью дополнительного изучения кошкурганской фауны, а также обоснования валидности одноименной свиты летом в 1986 г.

на местонахождении Кошкурган работала комплексная экспедиция Института зоологии и Института геологических наук АН Казахской ССР. Предварительные результаты этой работы изложены В.Г. Коченовым [18].

Местонахождение раннеплейстоценовых млекопитающих Кошкурган расположено на юго-западном склоне хребта Каратау, в 22 км к северо-западу от г. Туркестана Чимкентской области. Представляет оно собой невысокий холм диаметром около 30 м. Внутри холма, практически по его периметру, — коническая воронка. В ее вершине (центр холма) находился грифон.

В связи с тем, что уровень стояния грунтовых вод в последние годы существенно снизился (в округе пробурены многочисленные самоизливающиеся скважины), на местонахождении впервые появилась возможность заложить шурф, чтобы выявить костеносный горизонт. Суть в том, что ранее это сделать не удавалось и в руки исследователей попадал лишь тот костный материал, который доставлялся на поверхность восходящей струей источника. Поэтому зафиксировать этот костеносный слой не представлялось возможным. Шурфом на глубине 4,5 м была вскрыта костеносная линза, являющаяся одновременно и водоносной. Линза эта сложена зеленоватым крупнозернистым кварцевым песком. При прохождении шурфа (практически по всей толще) зафиксированы отдельные кости, маркирующие, вероятно, следы миграции в толще восходящей струи грифона.

Важно отметить некоторые любопытные особенности тафономии местонахождения Кошкурган. В выборке доминируют отдельные верхне- и нижнечелюстные зубы лошадей, в значительно меньшем количестве представлены зубы верблюдов и бизонов. Единичными оказываются находки зубов носорогов. Кости посткраниального скелета очень незначительны и, как правило, представлены с трудом диагностируемыми фрагментами. Отметим и еще одну особенность — зубы эти лишены цемента. Все отмеченное здесь позволяет сделать однозначный вывод об аллохтонном генезисе костных остатков исследуемого ориктоценоза.

Костный материал, собранный экспедицией 1986 г., позволяет не только обосновать достоверность определения ранее установленных таксонов в кошкурганской фауне, но и существенно пополнить составленный список (см. табл. 1). Впервые здесь найдены: молочный зуб слона, предварительно отнесенный к *Archidiskodon* sp., три зуба верхней челюсти носорога *Elasmotherium sibiricum*, необычайно крупный зуб лошади пока неясной таксономической принадлежности *Equus* (*Allohippus*) sp., многочисленные молочные зубы и клыки *Paracamelus gigas*, а также скорлупа яиц страуса *Struthio* sp.¹ Таким образом, к настоящему времени

¹ Уместно заметить, что страусы, вероятно, на территории Казахстана вымерли к началу антропогена [17]. Во всяком случае в нижнечетвертичных отложениях остатки скорлупы страусов не встречались.

Т а б л и ц а 1

Стратиграфическое распространение представителей
кошкурганской фауны (по данным [11])

Название видов	Неоген		Антропоген			
	плиоцен		плейстоцен			голоцен
	средний	поздний	ранний	средний	поздний	
Canis lupus . . .						
Archidiskodon sp.						
Equus cf. mos- bachensis Rei- chenau						
Equus hydruntinus Regalia						
Dicerorhinus kir- chbergensis Jae- ger.						
Elasmotherium si- biricum Fischer von Waldheim. .						
Paracamelus gigas Schlosser						
Cervus sp. . . .						
Bison schoeten- sacki Bojanus . .						
Gazella sp. . . .						
Ovis cf. ammon .						
Struthio sp. . . .						

список кошкурганской фауны увеличился почти в 2 раза по сравнению с тем, что было установлено прежними исследованиями.

Анализ стратиграфической приуроченности элементов описываемого комплекса (на основе новых материалов и опубликованных ранее данных) показал, что в качестве руководящих форм здесь можно рассматривать *Equus cf. mosbachensis*, *Elasmotherium sibiricum* и *Paracamelus gigas*. Первый вид, по мнению В.И. Громовой [6, 7], характерен для раннего плейстоцена Западной Европы, второй также приурочен к этому времени, особенно в Казахстане [5, 14, 15], а третий получает расцвет одновременно с сибирским (вернее с казахстанским) эласмотерием.

Среди представителей семейства *Equidae* имеются также незначительные остатки европейского осла, а из представителей подсемейства *Dicerorhininae* — *Dicerorhinus mercki*. Единственный зуб слона из Кошкургана относится к роду *Archidiskodon*. Заметим, что ареалы указанных форм были широки: распро-

странение лошади Мосбаха простиралось от Англии через Западную и Восточную Европу (особенно этот вид был многочисленным в Молдавии), Южный Урал, Казахстан (юго-восточная часть), Таджикистан до Приобья, а *Equus (Asinus) hydruntinus* известен из Южного Казахстана, Таджикистана, из окрестностей г. Тирасполя в Молдавии, из Брно и Богемии (Прежлетица) в Чехословакии.

По данным К.Ж. Жылкибаева [10] и Б.С. Кожамкуловой [15], для нижнеплейстоценовых отложений Казахстана характерны остатки слона Вюста. Так, они найдены в северной части Тургая, в верхах разреза жуншилихской свиты, в районе канала Иртыш-Караганда, в отложениях котурбулакской свиты (подножия Заилийского Алатау). Кроме того, они известны с Украины, Предкавказья, Закавказья, Южного Урала, из Южной Сибири, Западной Европы, Передней и Центральной Азии. Двурогий носорог Мерка имел также широкий ареал, простиравшийся в юго-восточной части Казахстана, в Таджикистане, юго-восточной части Западной и Восточной Сибири, на Украине, Кавказе, а также в Центральной и Западной Европе. Верблюд *Paracamelus gigas* на территории Казахстана существовал не только в позднем плиocene, но и в течение всего раннего плейстоцена.

Основной ареал таких руководящих форм, как *Elasmotherium sibiricum*, *Paracamelus gigas*, относился главным образом к северной половине Казахстана, частично к его юго-восточной части, а также к Восточной Европе, Южному Уралу и к югу Средней Азии (в Узбекистане и Таджикистане). В Западной и Восточной Сибири остатки эласмотерия и гигантского верблюда пока не найдены. Поэтому данную узкоспецифическую фауну, которая тяготела к аридной зоне, Б.С. Кожамкулова [14, 15] отнесла к Казахстанско-Южноуральской провинции, так как остатки указанных видов обнаружены пока только в перечисленных регионах. Отсутствие, например, эласмотерия в типичной тираспольской фауне, Л.И. Алексеева [1] объясняет значительной облесенностью в плейстоцене юго-западных районов европейской части СССР.

Кошкурганский бизон провизорно отнесен нами к *Bison schoetensacki*, хотя имеющийся сегодня материал явно недостаточен для однозначного суждения на этот счет. На территории Казахстана остатки названного вида обнаружены в 4–5 км ниже сел Моисеевки и Татарки Павлодарской области, а также на прилежащих к нему территориях на окраине с. Малый Атмас Омской области [20], в окрестностях г. Уфы на правом берегу р. Белой и напротив Сафроновской пристани [9], кроме того, на юге Украины, Кавказе и в Сибири. В Центральной и Западной Европе костные остатки бизона Шетензака или близкой к нему формы найдены в Германской Демократической Республике, в Федеративной Республике Германии и в Румынии, Венгрии и Чехословакии [8].

Таким образом, исследования на типовом местонахождении у села Кошкурган дали возможность четко определить геологическое положение этого местонахождения по отношению к стратотипу; решить вопрос о сохранении стратотипа кошкурганской свиты и считать

такovým именно местонахождение кошкурганского фаунистического комплекса; подтвердить таксономическую валидность руководящих форм в составе комплекса; установить геологический возраст кошкурганского комплекса млекопитающих (ассоциация костных остатков *Paracamelus gigas*, *Equus mosbachensis*, *Elasmotherium sibiricum* однозначно указывает на раннеплейстоценовый возраст вмещающих их отложений); подтвердить правомерность сопоставления кошкурганского комплекса млекопитающих Казахстана с тираспольским фаунистическим комплексом Восточной Европы.

Вторая достоверная находка остатков раннеплейстоценовых млекопитающих *in situ* сделана вблизи пос. Новоильиска (Капчагай) Алма-Атинской области [13]. Здесь на глубине 16 м в гравийно-галечниковых отложениях обнаружены остатки следующих млекопитающих: *Archidiskodon cf. wusti*, *Asinus hydruntinus*, *Dicerorhinus mercki*, *Elasmotherium sibiricum*.

Помимо типовых кошкурганских элементов в Казахстане встречались и другие характерные для раннего плейстоцена формы: широколобый лось, овцебык, представители родов *Praeovibos Soergelia*, а также центральноазиатские виды – санменская лошадь, кулан и джейран.

Широколобый лось (*Alces latifrons*) являлся типичным элементом для раннего антропогена Евразии. Ареал его в то время охватывал не только Западную и Восточную Европу, но и Южный Урал, Северный и Восточный Казахстан, Западную Сибирь, Забайкалье, северо-восточную часть СССР и Аляску [12, 15]. В это же время широкий ареал имел овцебык (*Praeovibos sp.*). В СССР его остатки обнаружены в Казахском Прииртышье, в Сибири и северо-восточной части СССР.

Зоргелия (*Soergelia*) как азиатская форма была эврибионтным видом не только на территории СССР (Казахстанское Прииртышье, Кузбасс и Большая Чуковья), но и в Западной Европе (Зюссенборн, у Растенберга в Тюрингии, близ Конепруши и в Ольтеки в Румынии). Этот вид в систематическом положении относят к подсемейству *Caprinae*.

В 1986 г. авторами данного сообщения впервые для территории Казахстана описаны остатки санменской лошади (*Equus sanmeniensis*) из нерасчлененной толщи четвертичных отложений окрестностей г. Жанатас Джамбулской области [16]: два фрагмента верхнечелюстных костей с полным левым рядом зубов и неполным правым (отсутствует M^3). По морфологическим особенностям строения зубов и их морфометрии эта лошадь из Каратау наиболее близка именно к *Equus sanmeniensis*. Об этом свидетельствует слабая складчатость эмали зубов данной лошади и постоянное превалирование размеров ширины зуба над его длиной, кроме P^2 и M^3 (где соотношение обратное).

На территории СССР известны пока лишь две точки из нижнего плейстоцена в Восточной Сибири с остатками *Equus sanmeniensis* [4, 19] – ниже устья р. Танды и гора Тологой в Забайкалье [4–6]. Как указывала В.И. Громова [6], формы *E. san-*

meniensis, очевидно, представляют собой обширную группу, в которой в будущем, возможно, выделится несколько видов, сменявших друг друга во времени, поскольку стратиграфическое представительство названного вида довольно широкое — от верхнего плиоцена до нижнего плейстоцена (включительно). Именно эти обстоятельства дают основание относить каратаускую лошадь к *Equus ex gr. sanmeniensis* в широком смысле.

Факт первого установления лошади типа санменской в Казахстане любопытен прежде всего в зоогеографическом отношении, ибо он подкрепляет гипотезу В.И. Громовой [6] о расселении рода *Equus* из Северной Америки в Старый Свет. В.И. Громова считает, что оно шло двумя путями: с запада иммигрировали лошади типа *E. stenonis*, с востока — типа *E. sanmeniensis*. Помимо зоогеографического интереса, находка остатков китайской лошади в четвертичных отложениях Казахстана означает возможность отдаленных геологических корреляций [16].

Большой интерес представляет также находка левой верхнечелюстной кости кулана *Equus (Hemionus) hemionus* почти с полным зубным рядом (без M^3), обнаруженной доцентом Казахского политехнического института Н.Е. Ережеповым в красных глинах левого берега р. Коккия (юго-западный склон хр. Каратау).

Возраст красных глин, которые широко распространены в предгорьях юго-западного Каратау, геологами рассматривается как миоцен-плиоценовый. Древнейшие остатки куланов известны из нижнего плейстоцена Казахстана, и возраст вмещающих их отложений устанавливается по фауне, ассоциирующейся с остатками кулана. Другие кости кулана встречены в нижнеплейстоценовых отложениях левого берега р. Иртыша (по трассе Иртыш-Караганда), а также в Киргизии (р. Джергалан), у горы Тологой (близ г. Улан-Удэ) и на юге Кавказа.

Раннеплейстоценовые виды — слон Вюста, мосбахская лошадь, европейский осел, носорог Мерка, бизон Шетензака и зоргелия — входили в единую фауну Европейско-Сибирской палеозоогеографической подобласти, которая простиралась в пределах всей Евразии. Санменская лошадь, кулан, преовибос, джейран входили в фауну Центрально-Азиатской подобласти, а однорогий или горболобий эласмотерий и гигантский верблюд, по Б.С. Кожамкуловой [14], являлись элементами Казахстанско-Южноуральской провинции.

Таким образом, анализ раннеплейстоценовой фауны млекопитающих Казахстана показывает, что она содержала ряд видов, которые были широко распространены по всей Евразии, и многие из них вполне сопоставимы с видами тираспольского фаунистического комплекса.

Л и т е р а т у р а

1. А лек сее в а Л.И. Териофауна раннего антропогена Восточной Европы // Тр. ГИН АН СССР. 1977. Вып. 300. 212 с.
2. Б а ж а н о в В.С., К о с т е н к о Н.Н. Принципы стратиграфии антропогена Восточного Казахстана // Изв. АН КазССР. Сер. геол. 1959. Вып. 1. С. 14-22.

3. Б а ж а н о в В.С., К о с т е н к о Н.Н. Атлас руководящих форм млекопитающих антропогена Казахстана. Алма-Ата, 1962. 110 с.
4. В а н г е н г е й м Э.А. Палеонтологическое обоснование стратиграфии антропогенных отложений севера Восточной Сибири // Тр. ГИН АН СССР. 1961. Вып. 48. С. 99-124.
5. Г р о м о в В.И. Палеонтологическое и археологическое обоснование стратиграфии континентальных отложений четвертичного периода на территории СССР // Тр. Ин-та геол. наук АН СССР. 1948. Вып. 64. № 17. С. 450.
6. Г р о м о в а В.И. История лошадей (рода *Equus*) в Старом Свете // Тр. ПИН АН СССР. 1949. Т. 17. Вып. 1. С. 111-116.
7. Г р о м о в а В.И. Краткий обзор четвертичных млекопитающих Европы. М., 1965. 126 с.
8. Д а в и д А.И. Териофауна плейстоцена Молдавии. Кишинев, 1980. 186 с.
9. Д у б р о в о И.А. Плейстоценовые млекопитающие Среднего и Южного Урала и их стратиграфическое значение // Научные труды Пермского политехнич. ин-та. 1966. Т. 20. С. 125-134.
10. Ж ы л к и б а е в К.Ж. Древние слоны Казахстана. Алма-Ата, 1975. 129 с.
11. Каталог млекопитающих СССР (плиоцен - современность). М., 1981. С. 328-636.
12. К о ж а м к у л о в а Б.С. Антропогенная ископаемая териофауна Казахстана. Алма-Ата, 1969. С. 125-126.
13. К о ж а м к у л о в а Б.С. Кошкурганская фауна Новоильска // География природных ресурсов Казахстана. Алма-Ата, 1974. С. 186-191.
14. К о ж а м к у л о в а Б.С. Зоогеографический анализ состава и распределения антропогенной фауны Казахстана в пространстве и времени // Мезокайнозойская фауна и флора Северо-Западного Казахстана. Алма-Ата, 1977. Т. 7. С. 89-104.
15. К о ж а м к у л о в а Б.С. Позднекайнозойские копытные Казахстана. Алма-Ата, 1981. С. 35-129.
16. К о ж а м к у л о в а Б.С., К о ч е н о в В.Г. Первая находка остатков лошади *Equus* (*Allohippus*) ex gr. *santeniensis* в Казахстане (хр. Каратау) // Вестн. АН КазССР. 1986. № 12. С. 70-72.
17. К о с т е н к о Н.Н. Четвертичные отложения Казахстана и прилежащих территорий союзных республик. Алма-Ата, 1978. 156 с.
18. К о ч е н о в В.Г. Новое о фауне и стратотипе раннеплейстоценового Кошкурганского фаунистического комплекса Казахстана // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Тезисы докладов XXXIII сессии ВПО. Л., 1987. С. 35-36.
19. Млекопитающие эоплейстоцена Западного Забайкалья // Тр. ГИН АН СССР. 1966. Вып. 152. С. 59-144.

20. Мотузко А.Н. Фауна млекопитающих верхнего плиоцена, нижнего и начала среднего плейстоцена внеледниковой области Западной Сибири и ее палеогеографическое значение. Автореф. канд. дис. М., 1973. 21 с.

21. Хисарова Г.Д. Ископаемые кости млекопитающих из Кошкурганского грифона (Южный Казахстан) // Материалы по истории фауны и флоры Казахстана. Алма-Ата, 1963. Т. 4. С. 42-65.

Л.А. Несов, Л.Ф. Казнышкина,
Г.О. Черепанов

ДИНОЗАВРЫ-ЦЕРАТОПСИИ И КРОКОДИЛЫ МЕЗОЗОЯ СРЕДНЕЙ АЗИИ

В 1974-1985 гг. палеозоологическим отрядом Ленинградского университета в Средней Азии собирались остатки динозавров и крокодилов юры и мела [3-5]. Динозавры, вопреки распространенному мнению, не были доминантами среди позвоночных мезозоя. В Средней Азии при отборе всех, в том числе мелких остатков позвоночных из больших объемов коренных пород кости и зубы динозавров в юре (келловей) и мелу (верхний альб, нижний сеноман, верхний турон, нижний сантон) составили 0.29-0.69 % от общего числа остатков позвоночных и 0.5-8.9 % от их веса (данные по 10 пробам, содержащим в среднем по 6562 остатка). В бате (юра) и апте (мел) остатков динозавров еще меньше. Процентные содержания для костей и зубов крокодилов сходны с отмеченными выше. Среди динозавров в регионе не отмечаются гигантские формы. Так, древнейшие в мире *Protoceratopsidae* и *Ceratopsidae*, описываемые ниже, величиной были соответственно с некрупную таксу и корову. Позднетуронские и коньякские *Hadrosaurinae* (очень близкие к известным из формации ирэн-дабасу в Китае) по весу, видимо, были сходны с современными носорогами. Раннесеноманские и позднеальбские гадрозавры Кызылкумов были еще мельче.

В начале поздней юры на территории Киргизии был представлен крокодил, который по строению чешуйчатой кости (табл. II, фиг. 13) и характеру крупногребнистых зубов был сходен с представителями семейств *Goniophoridae* и *Paralligatoridae*. Другой известный нам вид крокодилов бата и келловей Ферганы имел округлые в сечении зубы со слабыми киями и очень мелкими струйками эмали (табл. II, фиг. 14). В конце раннего мела на территории Каракалпакии жили мелкие крокодилы, характеризовавшиеся широким межглазничным мостом черепа (табл. II, фиг. 1), длинным нижнечелюстным симфизом и малодифференцированными зубами (табл. II, фиг. 2). Для начала позднего мела по материалам из Каракалпакии отмечается длинномордый рыбадный крокодил (табл. II, фиг. 9) и крупнозубая форма (табл. II, фиг. 10). В середине позднего мела

Казахстана существовал вид крокодилов с резкими гребнями на зубах (табл. II, фиг. 11), а также крупный крокодил со скошенной вперед и книзу задней стороной затылка, большим верхним височным окном (табл. II, фиг. 12). Возраст комплексов устанавливается в основном по находкам зубов быстро эволюционировавших пелагических ламноидных акул, которые заплывали в лиманы, соседствовавшие с приморской сушей.

Отряд Ornithischia

Семейство Protoceratopsidae Granger et Gregory, 1923

Подсемейство Asiaceratopsinae Nesson et L. Kaznyshkina, subfam. nov.

Д и а г н о з. Челюстная кость длинная, без ямки, включавшей преорбитальное окно. Носовое отверстие довольно крупное, расположено низко. Толстая, крупная скуловая кость и выступ надуглового элемента сзади сильно выступают латерально. Часть нижней кромки зубной кости прямая, без изгиба при взгляде с латеральной стороны. Боковые затылочные кости довольно сильно расширены латерально, короткие. Фаланги узкие. Зубов в предчелюстной кости нет, на челюстной кости их 9-10, на зубной - 6-7. Эмаль нередко присутствует на двух сторонах зубов.

Р о д о в о й с о с т а в. Один род *Asiaceratops* gen. nov.

С р а в н е н и е. Отличается от *Protoceratopsinae* [7-9] строением преорбитальной и затылочной областей, примитивным распределением эмали на зубах.

З а м е ч а н и я. Новое подсемейство сходно с *Psittacosauridae* и *Ceratopsidae* беззубостью предчелюстной кости и вероятным отсутствием преорбитальной ямки, но отличается от пситтозавридов положением, формой и размерами ноздрей, большей высотой коронок, а от цератопсид - слабым развитием носового бугорка или его отсутствием, числом зубов, характером распределения на них эмали, формой их корней.

Род *Asiaceratops*¹ Nesson et L. Kaznyshkina, gen. nov.

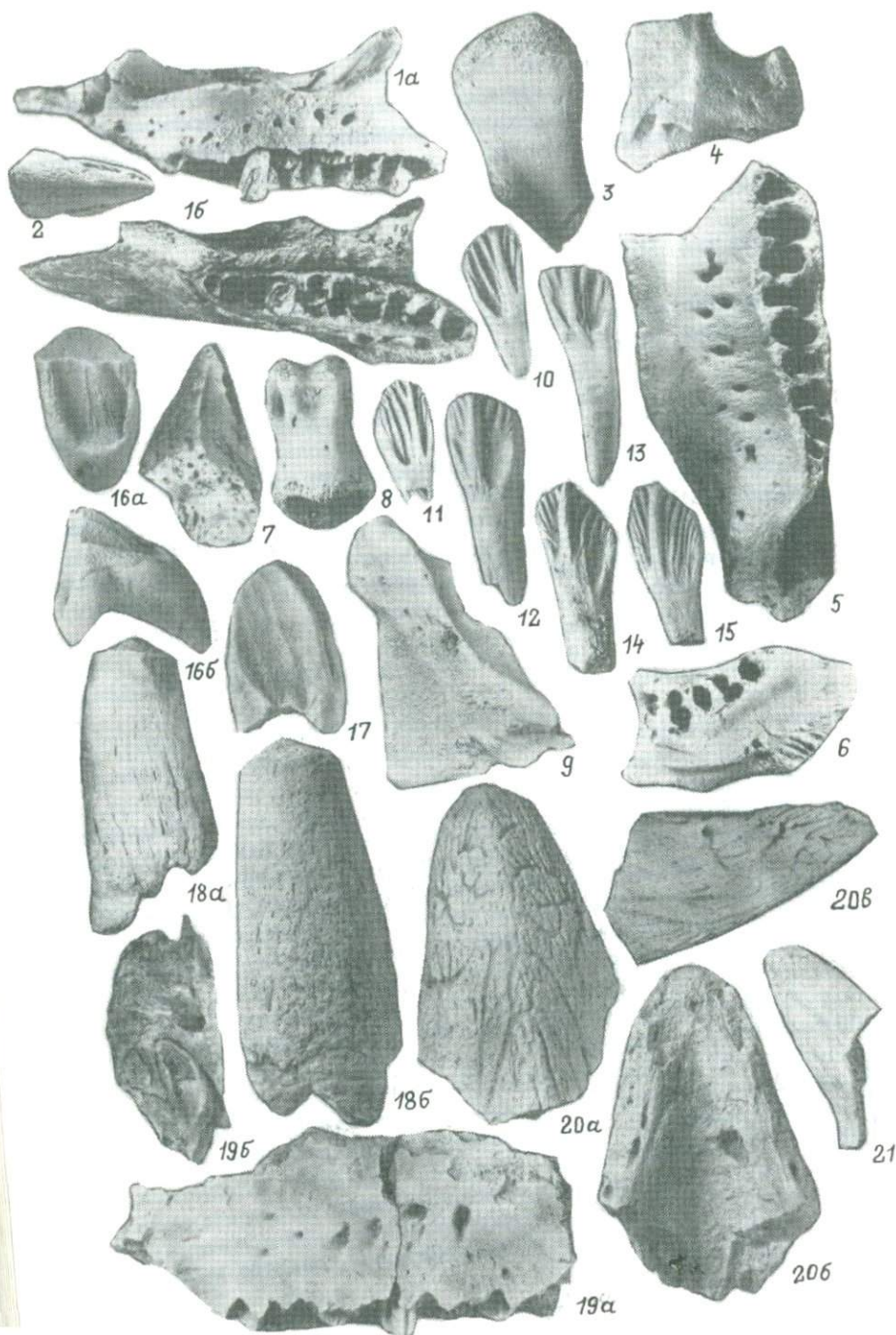
Т и п о в о й в и д - *A. salsopaludalis* Nesson et L. Kaznyshkina, sp. nov. Сеноман - (?) ранний турон, Юго-Западные Кызылкумы.

Д и а г н о з. Тот же, что и для подсемейства.

В и д о в о й с о с т а в. Типовой вид и, возможно, *A. (?) sulcidens* (Bohlin, 1953) первой половины позднего мела с территории Китая [6].

¹Название рода по обнаружению в Азии.

Таблица I



З а м е ч а н и е. Новый род отличается от *Microceratops Bohlin* из Китая [6] меньшим числом зубов нижней челюсти (6-7, а не 12), крайней узостью участка базисфеноида, видимого со стороны мозговой полости, а также отсутствием гребня на медиальной стороне большой берцовой кости.

*Asiaceratops salsopaludalis*¹ Nesson
et L. Kaznyshkina, sp. nov.

Табл. I, фиг. 1-15

Г о л о т и п. № 9/12457, левая челюстная кость. ЦНИГРмусей, Ленинград. Каракалпакия, Ходжакульсай. Верхний мел, нижний сеноман, верхняя часть ходжакульской свиты, обн. СХ-25.

М а т е р и а л. Кости, зубы не менее чем от 13 особей (экз. № 9-250/12457).

Т а б л и ц а I

Фиг. 1-15. *Asiaceratops salsopaludalis* Nesson et L. Kaznyshkina, sp. nov.

1 - голотип № 9/12457, челюстная кость, х1: а - снаружи, б - снизу; 2 - экз. № 10/12457, когтевая фаланга сверху, х2; 3 - экз. № 11/12457, плечевая кость сзади, х1; 4 - экз. № 12/12457, предчелюстная кость снаружи, х1.1; 5 - экз. № 13/12457, челюстная кость снизу, х1; 6 - экз. № 14/12457, зубная кость изнутри, х1; 7 - экз. № 15/12457, кость черепа, х3; 8 - экз. № 16/12457, одна из самых широких в коллекции фаланг, х2; 9 - экз. № 17/12457, надугловая кость снаружи, х1.3; 10-15 - экз. № 18-23/12457, зубы, х2.5. Юго-Западные Кызылкумы, Ходжакульсай (фиг. 1, 6) и Шейхджейли (фиг. 2-5, 7-15), нижний сеноман, верхняя часть ходжакульской свиты. Сборы 1974-1985 гг.

Фиг. 16-21. *Turanoceratops tardabilis* Nesson et L. Kaznyshkina, sp. nov.

16 - экз. № 252/12457, зуб, х1: а - со стороны эмали, б - спереди или сзади; 17 - экз. № 253/12457, зуб со стороны эмали, х1; 18 - экз. № 254/12457, носовой рог, х0.33: а - сбоку, б - с медиальной линии; 19 - голотип № 251/12457, верхняя челюсть: а - снаружи, х0.4, б - сечение с основным и небольшим замещающим зубом, х0.5; 20 - экз. № 255/12457, предзубная кость, х0.33: а - снизу, б - сверху, в - справа; 21 - экз. № 256/12457, дополнительный рог, х0.3. Центральные Кызылкумы, Джаракудук, верхний турон, нижняя часть тайкаршинской пачки (фиг. 18-21) и коньяк, средняя и верхняя части той же пачки (фиг. 16, 17). Сборы 1977-1985 гг.

¹Название от слов *salsus* (лат.) - соленый и *paludalis* (лат.) - болотный.

О п и с а н и е. Рабочая поверхность предчелюстной кости узкая, бороздообразная. В каждой зубной серии по 1-2 зуба. Лобная кость со слабым наклоном поверхности по краю височного окна. „Воротник“ с отверстиями, короткий, с бугорками по краю. Лопатка в верхней части узкая. Длина тела самого крупного позвонка из сотни найденных (принадлежавших в основном разным особям) равна 16 мм. Суставы зигапофизов некоторых (шейных?) позвонков с серией продольных гребней.

С р а в н е н и е. Отличается от *A. (?) sulcidens* (Bohlin) намного слабее выраженной границей (пояском) между корнем и коронкой на зубах.

З а м е ч а н и я. Турниры у самцов протоцератопсид из Каракалпакии, видимо, сопровождалась боковыми ударами головой. От *Microceratops* из позднего турона-кампана Монголии [см. 8], относящегося, видимо, к новому виду, эти динозавры отличаются узкими фалангами.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Кызылкумы, сеноман - (?) ранний турон.

М е с т о н а х о ж д е н и я. Ходжакульсай, Шейхджели, Челпык, Аязкала.

Семейство *Ceratopsidae* Marsh, 1888

Подсемейство *Monocloniinae* Huene, 1956

Род *Turanoceratops*¹ Nesselov et L. Kaznyshkina, sp. nov.

Т и п о в о й в и д - *T. tardabilis* Nesselov et L. Kaznyshkina, sp. nov. Поздний турон и коньяк, Центральные Кызылкумы.

Д и а г н о з. Носовой рог крупный, дополнительные - острые, умеренные по величине. Челюстная и предзубная кости низкие, последняя - с тупыми кромками. Зубы обычно с двураздельным корнем, по два в серии.

В и д о в о й с о с т а в. Типовой вид.

С р а в н е н и е. Отличается от остальных, более продвинутых *Monocloniinae* [7, 9] умеренным развитием дополнительных рогов (положение их пока неясно), малым числом зубов в серии.

З а м е ч а н и я. Цератопсиды проникли на запад Азии при потеплении климата, возможно с юга материка, где мог быть первичный центр развития группы. Неизвестные науке *Ceratopsia*, судя по фовеоканальной скорлупе яиц, существовали в мелу Ферганы [3] и Монголии; *Arstanosaurus* Suslov из сандона Приаралья, по Дж. Хорнеру и Д. Расселу, - тоже цератопсид.

¹Название рода по обнаружению на Туранской плите.

*Turanoceratops tardabilis*¹ Nesson et L. Kaznyshkina, sp. nov.

Табл. I, фиг. 16-21

Г о л о т и п. № 251/12457, левая челюстная кость. ЦНИГР музей, Ленинград. Узбекистан, Джаракудук. Верхний мел, верхний турон, нижняя часть тайкаршинской пачки, обн. ЦБИ-27.

М а т е р и а л. 5 рогов, 4 челюсти, часть плечевой кости, сходная с уже известной отсюда [9, фиг. 23, 6], 50 зубов (экз. 251/310/12457).

О п и с а н и е. На фрагменте челюстной кости (табл. I, фиг. 19) есть 11 альвеол зубов, всего их могло быть около 20. Передний конец длинного предглазничного окна находится над четвертым зубом. Длина коронки (спереди назад) крупнейшего из зубов - 16,5 мм.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Кызылкумы, низменности позднего турона и коньяка.

М е с т о н а х о ж д е н и е. Джаракудук.

Отряд Crocodylia

Семейство Paralligatoridae Konzhukova, 1954
(=Shamosuchidae Efimov, 1983)

Под Shamosuchus Mook, 1924

*Shamosuchus karakalpakensis*² Nesson
et Cherepanov, sp. nov.

Табл. II, фиг. 8

Г о л о т и п. № 311/12457, лобная кость. ЦНИГР музей, Ленинград. Каракалпакия, Шейхджейли. Верхний мел, нижний сеноман, верхняя часть ходжакульской свиты, обн. СШД-8а.

М а т е р и а л. Лобная, чешуйчатые и другие кости (экз. № 311-330/12457).

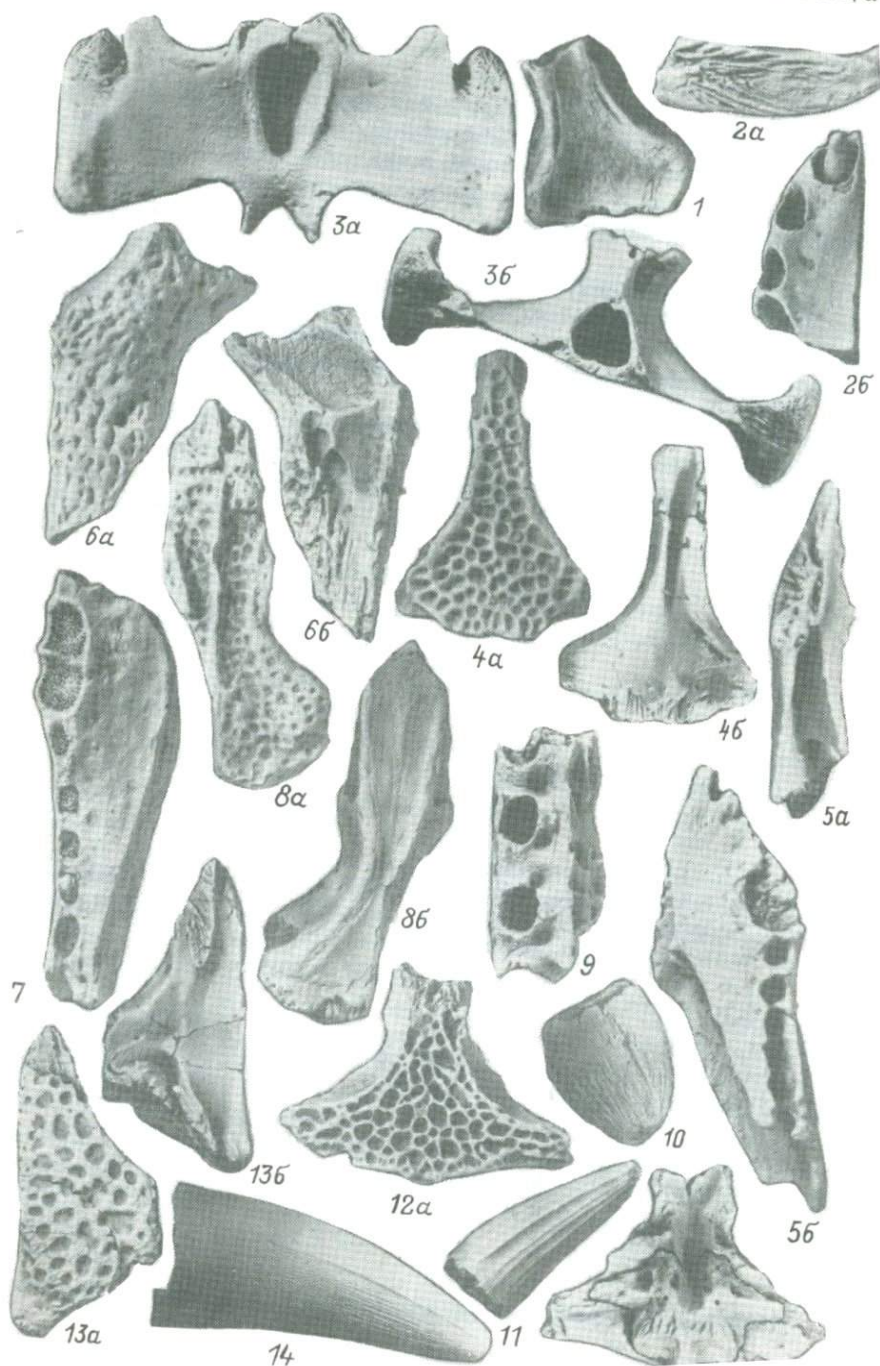
О п и с а н и е. Теменная кость с резкими, расходящимися назад гребнями. Зубы нижнего ряда сближены, четвертый и одиннадцатый увеличены, зубная кость высокая спереди, симфиз недлинный.

С р а в н е н и е. Отличается от *S. ulgicus* (Efimov) [2] из сеномана-раннего турона Монголии меньшими размерами тела, сильными гребнями теменной пластины.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Кызылкумы, лиманы сеномана-(?) раннего турона.

¹Название от слова *tardabilis* (лат.) - приводящий в оцепенение.

²Название по обнаружению остатков вида в Каракалпакии.



Т а б л и ц а II

Фиг. 1, 2. *Crocodylia*

1 - экз. № 3/12457, лобная кость снизу, х1.5; 2 - экз. № 4/12457, зубная кость, х1.5: а - со стороны симфиза, б - сверху. Юго-Западные Кызылкумы, Ходжакуль, верхний альб, нижняя или средняя часть ходжакульской свиты. Сборы 1977-1985 гг.

Фиг. 3-5. *Zhyrasuchus angustifrons* Nesson et Cherepanov, sp. nov.

3 - экз. № 333/12457, крыловидные кости, х2: а - снизу, б - спереди; 4 - голотип № 332/12457, лобная кость, х1.5: а - сверху, б - снизу; 5 - экз. № 334/12457, зубная кость: а - со стороны симфиза, х2, б - сверху, х2.5.

Фиг. 6. *Zholsuchus procerus* Nesson et Cherepanov, sp. nov.

Голотип № 381/12457, предчелюстная кость, х1: а - сверху, б - снизу. Центральные Кызылкумы, Джаракудук, коньяк, средняя и верхняя части тайкаршинской пачки. Сборы 1980 г.

Фиг. 7. *Tadzhikosuchus kizylkumensis* Nesson et Cherepanov, sp. nov.

Голотип № 331/12457, зубная кость сверху, х1.5. Местонахождение то же, верхний тулон, нижняя часть тайкаршинской пачки.

Фиг. 8. *Shamosuchus karakalpakensis* Nesson et Cherepanov, sp. nov.

Голотип № 311/12457, лобная кость, х1.5: а - сверху, б - снизу.

Фиг. 9. *Pholidosauridae* (?)

Экз. № 5/12457, челюстная кость снизу, х1.5.

Фиг. 10-13. *Crocodylia*

10 - экз. № 6/12457, зуб, х1.5. Юго-Западные Кызылкумы, Шейхджели, нижний сеноман, верхняя часть ходжакульской свиты. Сборы 1981 г. 11 - экз. № 7/12457, зуб, х1.5. Северо-Восточное Приаралье, Байболат, сантон, нижняя часть бостобинской свиты. Сборы 1980 г.

12 - экз. № 8/12457, теменная и верхнезатылочная кости, х0.5: а - сверху, б - снизу и сзади. Регион тот же, Байбише, сантон - (?) кампан, средняя или верхняя часть бостобинской свиты. Сборы 1982 г. 13 - экз. № 1/12457, чешуйчатая кость, х1: а - сверху, б - снизу.

Фиг. 14. *Peipehsuchus* sp. (*Thalattosuchia*?)

14 - экз. № 2/12457, зуб, х2. Северная Фергана, Сарыкамьшсай, верхняя юра, келловей, нижняя часть балобансайской свиты. Сборы 1985 г.

М е с т о н а х о ж д е н и я. Шейхджейли, Ходжакульсай, Челпык, Каратепа.

Семейство Crocodylidae Cuvier, 1807

Род Tadzhikosuchus Efimov, 1982

Tadzhikosuchus kizylkumensis¹ Nesson et Cherepanov, sp. nov.

Табл. II, фиг. 7

Г о л о т и п. № 331/12457, зубная кость. ЦНИГРмузей, Ленинград. Узбекистан, Джаракудук. Верхний мел, верхний турон, нижняя часть тайкаршинской пачки, обн. ЦДЖ-16.

М а т е р и а л. Зубная кость.

О п и с а н и е. Третий и четвертый (?) нижние зубы резко увеличены и сближены, более задние лежат близ края кости, слабо выгнутого книзу.

С р а в н е н и е. Отличается от *T. macrodentis* Efimov [1] из раннего сantonа Ферганы вдвое меньшими размерами, малой высотой челюсти, слабым изгибом книзу зубного ряда позади увеличенных нижних клыков.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Кызылкумы, лиманы позднего турона.

М е с т о н а х о ж д е н и е. Джаракудук.

Род Zhyrasuchus² Nesson et Cherepanov, gen. nov.

Т и п о в о й в и д. *Z. angustifrons* Nesson et Cherepanov, sp. nov. Поздний мел, коньяк. Кызылкумы.

Д и а г н о з. Межглазничный мост узкий и длинный, лобная кость не заходит в височную впадину, хоаны вытянутые, суженные сзади. Крыловидные кости едва смыкаются перед хоанами.

В и д о в о й с о с т а в. Типовой вид.

С р а в н е н и е. Отличается от всех известных крокодилов мела строением лобных и крыловидных костей.

*Zhyrasuchus angustifrons*³ Nesson et Cherepanov, sp. nov.

Табл. II, фиг. 3-5

Г о л о т и п. № 332/12457, лобная кость, ЦНИГРмузей, Ленинград. Узбекистан, Джаракудук. Верхний мел, коньяк, средняя часть тайкаршинской пачки, обн. ЦБИ-14.

¹Название по нахождению челюсти в Кызылкумах.

²Название рода от казахской транскрипции колодца Джаракудук.

³Название от слов *angustus* (лат.) – узкий и *frons* (лат.) – лоб.

М а т е р и а л. Кости черепа, зубы, позвонки (экз. № 332-390/12457).

О п и с а н и е. Мелкие, предположительно амфибиеядные крокодилы. В канале над отверстием хоан медиальный гребень слабый. Зубные кости (табл. II, фиг. 5) (предположительно от этого же вида) короткие, с глубокой меккелевой бороздой, длинным сифизом.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Кызылкумы, коньяк, опресненные участки лиманов.

М е с т о н а х о ж д е н и е. Джаракудук.

Crocodylia incertae sedis

Под *Zholsuchus*¹ Nessov et Cherepanov, gen. nov.

Т и п о в о й в и д. *Z. procerus* Nessov et Cherepanov, sp. nov. Поздний мел, коньяк, Кызылкумы.

Д и а г н о з. Зубы длинных челюстей разрежены, концы их нередко помещались в ямках на противоположной челюсти. Предчелюстная кость широкая, с глубокой боковой вырезкой. Задний предчелюстной зуб огромный, с круглой в сечении коронкой, сильно изогнутый, направленный вперед, вбок и книзу.

В и д о в о й с о с т а в. Типовой вид.

С р а в н е н и е. Отличается от *Teleorhinus* Osborn резким расширением предчелюстной кости латеральнее ноздрей, от *Pholidosaurus* Meyer, *Dyrosaurus* Pomel, *Machimosaurus* Meyer, *Phosphatosaurus* Bergounioux, *Thoracosaurus* Leidy и *Dollosuchus* Swinton — мощным последним предчелюстным зубом.

*Zholsuchus procerus*² Nessov et Cherepanov, sp. nov.

Табл. II, фиг. 6

Г о л о т и п. № 381/12457, предчелюстная кость, ЦНИГРмузей, Ленинград. Узбекистан, Джаракудук. Верхний мел, коньяк, средняя часть тайкаршинской пачки, обн. ЦБИ-14.

М а т е р и а л. Предчелюстная кость, челюсти, зубы (экз. № 393-400/12457).

О п и с а н и е. Задневерхний край крупной ноздри приострен.

Р а с п р о с т р а н е н и е. Кызылкумы, коньяк; вид, в отличие от доминировавшего среди крокодилов довольно крупного солоноватоводного мезозуха *Shamosuchus borealis* (Ef.), занимал наиболее опресненные участки лиманов и был относительно редок.

М е с т о н а х о ж д е н и е. Джаракудук.

¹Название рода от слова жол (казахск.) — путь, дорога.

²Название от слова *procerus* (лат.) — длинный.

1. Е ф и м о в М.Б. Двуклыковый крокодил из верхнего мела Таджикистана // Палеонт. журн. 1982. № 4. С. 103-104.
2. Е ф и м о в М.Б. Обзор ископаемых крокодилов Монголии // Ископаемые рептилии Монголии. М., 1983. С. 76-96.
3. Н е с о в Л.А., К а з н ы ш к и н М.Н. Обнаружение в СССР толщи с остатками яиц раннемеловых и позднемеловых динозавров // Биологические науки. 1986. № 9. С. 35-49.
4. Н е с о в Л.А., К а з н ы ш к и н а Л.Ф., Ч е р е п а н о в Г.О. Динозавры, крокодилы и другие архозавры позднего мезозоя Средней Азии и их место в экосистемах // Тезисы докл. XXXIII сес. Всесоюз. палеонт. о-ва. Л., 1987. С. 46-47.
5. Р о ж д е с т в е н с к и й А.К., Н е с о в Л.А., Х о з а ц к и й Л.И. Пресмыкающиеся // Стратиграфия СССР. Меловая система. М., 1987. Полутом 2. С. 258-261.
6. B o h l i n B. Fossil reptiles from Mongolia and Kansu // Rep. Sci. Exp. North-West. Prov. China. 1953. Publ. 37. Vol. 6. N 6. P. 1-113.
7. B r o w n B., S c h l a i k j e r E.M. The structure and relationships of Protoceratops // Ann. New York Acad. Sci. 1940. Vol. 40. P. 133-266.
8. M a r y a n s k a T., O s m o l s k a H. Protoceratopsidae (Dinosauria) of Asia // Palaeontol. Pol. 1975. N 33. P. 133-175.
9. S t e e l R. Ornithischia // Handbuch der Paläoherpetologie. Jena, Gustav Fischer, 1969. Pt. 15. 84 p.

И.Е. Л е й ф м а н

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ПАЛЕОНТОЛОГИЯ: РАЗВИТИЕ, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ

Молекулярная палеонтология – одно из самых молодых направлений палеонтологии. Ее возникновение связано с именем М. Кальвина, опубликовавшего в 1968-1969 гг. работу „Molecular palaeontology“ [24, 25], в которой молекулярная палеонтология понималась как особое направление в исследованиях биогенных органических соединений („молекулярных ископаемых“) в докембрийских породах, лишенных морфологических палеонтологических остатков.

Первые исследования в названной выше области, однако, еще не сразу привели к признанию данного направления как палеонтологического. Так, Акияма Масахико [23] определял молекулярную палеонтологию в качестве одного из направлений палеобиохимических исследований докембрийских химических ископаемых. И.С. Барсков [1]

отмечал, что основу молекулярной палеонтологии составляет фактологическое „обоснование зарождения жизни“, добиологической (химической) эволюции и ранних этапов биологической эволюции. К тому же, по мнению И.С. Барскова, „исследования в области молекулярной палеонтологии лежат вне собственно палеонтологии и являются, скорее, отраслью химии и геохимии органических веществ“ [1, с. 5, 6].

Широкое развитие в 60–70-х годах исследований по хемотаксономии современных организмов и начавшееся изучение хемотаксономии ископаемых остатков организмов дало основание Э. Брода [2] подчеркнуть исключительную значимость хемотаксономических данных для палеонтологии. Им отмечено, что на основе химической палеолетописи будут найдены критерии для классификации разных организмов и возникнет палеохемотаксономия, или молекулярная палеонтология.

Интенсивные исследования молекулярного состава горючих ископаемых и органического вещества осадков и пород показали, что хемофоссилии этих образований также наследуют хемотаксономическую информацию об исходных организмах. Молекулярная палеонтология, как отмечено Г. Уриссоном с соавторами [21], позволяет оценить участие различных типов организмов в образовании горючих ископаемых и других отложений.

Успехи в изучении молекулярного состава ископаемых остатков организмов, органического вещества разновозрастных пород и горючих ископаемых расширили рамки молекулярной палеонтологии. Они показали, что молекулярные ископаемые представляют собой одну из форм сохранности остатков биоса разных геологических эпох.

Объем самого понятия „молекулярная палеонтология“ пока еще не определился, о чем свидетельствует, например, статья Б. Раннегара, опубликованная в 1986 г. [32]. В ней к молекулярной палеонтологии отнесены изучение органических молекул, выделенных из остатков ископаемых организмов, исследование биоминерализации, а также сравнительное изучение белков и генома современных организмов с целью получения информации об их филогении, т.е. как собственно палеобиохимические по существу направления исследования, так и примыкающие к ним небιοхимические.

Вместе с тем в настоящее время уже достаточно ясно может быть выражена специфика молекулярной палеонтологии, связанная с рассмотрением молекулярных ископаемых как палеонтологического материала, несущего обычную палеонтологическую информацию – об организмах прошлого и палеобиоценозах, об условиях накопления осадков и захоронения органического вещества и т.д., но распознаваемых в отличие от традиционных объектов палеонтологии на химическом (молекулярном) уровне. Молекулярные ископаемые отражают жизнедеятельность организмов прошлого в широком плане: это и метаболиты, и молекулярные остатки различных организмов палеобиоценозов (от автотрофов до гетеротрофов-деструкторов), уцелевших в процессах биодеструкции и захоронившихся в осадках.

В связи с отмеченными выше положениями можно считать, что молекулярная палеонтология изучает молекулярные следы жизнедеятельности организмов прошлых геологических эпох с целью суждения по молекулярным остаткам об эволюции живого и биосферы. Предмет молекулярной палеонтологии – это ископаемые органические соединения, химически распознаваемые остатки биологических соединений [19], по структуре которых, как отмечал М. Кальвин [9], можно судить об их происхождении. Наименования этих соединений: биологические маркеры (метки), молекулярные ископаемые, хемофоссилии, реликтовые соединения и другие отражают различные аспекты геологической судьбы биомолекул. Ископаемые биомолекулы, в разной степени трансформированные геохимическими процессами, встречаются в разновозрастных породах и горючих ископаемых, которые и являются непосредственным объектом изучения в молекулярной палеонтологии. Распознаваемость на химическом (молекулярном) уровне определяет специфику исследования молекулярных ископаемых комплексом методов органикохимического и молекулярного анализа. Следовательно, по предмету и методам исследования молекулярная палеонтология расширила рамки классической палеонтологии и сблизилась с палеобиохимией, органической геохимией, молекулярной биогеохимией.

Теоретической основой молекулярной палеонтологии служат представления о единстве изменчивости и устойчивости молекулярной структуры биосоединений в широком диапазоне условий осадочной толщи и о консервативности хемотаксономических признаков организмов, наследуемых молекулярными ископаемыми.

Биомолекулам, как и вообще органическим соединениям, свойственно, по выражению Ю.А. Жданова [8, с. 73], „не только изменяться в ходе воздействий на них, но и при этом сохранять себя“. При химических превращениях в первую очередь происходят изменения по функциональным группам, но сохраняется углеродный скелет молекулы, тем самым не уничтожается ее химическая индивидуальность. Особенно это относится к поведению биомолекул вне организмов – в геохимических процессах, когда изменения условий окружающей геохимической среды вызывают направленную трансформацию молекулярной структуры биосоединений, а затем и хемофоссилий [7]. Отбор устойчивых форм биомолекул начинается еще при перемещениях биомолекул в пищевых цепях экосистем, что приводит к потреблению первичных метаболитов (пищевых молекул – белков, углеводов, жиров) и относительному накоплению вторичных метаболитов (биосоединений, выполняющих опорные, защитные и регуляторные функции). В химических процессах, сопровождающих фоссилизацию органического вещества, отбор устойчивых форм происходит в ходе преобразования биомолекул в их геохимические дериваты (низкомолекулярные и геополимеры), сохраняющие углеродный скелет и стереохимическую конфигурацию биомолекул [7].

Дальнейшие преобразования хемофоссилий в осадочном процессе, особенно при нефтеобразовании, сопровождаются изменением их структуры, однако благодаря дифференциальному сохранению устойчи-

вых форм и элементов структуры „узнаваемость“ хемофоссилий как соединений биогенной природы и биомаркеров достаточно длительна как по времени существования, так и по степени литогенеза вмещающих отложений [7].

Хемотаксономические различия, существующие на всех уровнях иерархии организмов – от высших таксонов до семейств, родов и видов, особенно резко проявляются в составе вторичных метаболитов организмов. Например, в растениях это отмечено в наборе и концентрационном распределении низкомолекулярных биомолекул (н-алканы, монометилалканы, стероиды, терпеноиды и каротиноиды, жирные кислоты жиров, воски, алкалоиды и др.) и в составе и степени полимеризации структурных звеньев биополимеров (целлюлоза, гемицеллюлозы, лигнины, кутины, суберины, спорополленины и др.).

Консервативность хемотаксономических признаков организмов иллюстрирует на молекулярном уровне „консервативность эволюции“ [13], отражая сохранение химизма растений и других организмов на протяжении сотен миллионов лет. Об этом свидетельствует идентичность молекулярных ископаемых и биомолекул тех же организмов, живущих в настоящее время. Установлено, что за последние 500 млн. лет не изменились главные типы клеток позвоночных, физико-химия межклеточных контактов и хемотаксис клеток [5]. Идентичны хемотаксономические признаки ископаемых мезозойских и палеозойских растений и их современных форм [28]. Синезеленые водоросли как современные, так и докембрийские отличается способность синтеза 7- и 8- метилгептадеканов $C_{18}H_{38}$ [9]. Подобных примеров можно привести много.

Опознаваемость ископаемых молекул как соединений биогенного генезиса основана на отражении (сохранении) хемофоссилиями углеродного скелета и других элементов структуры оригинала – исходных биомолекул. Наследование хемофоссилиями хемотаксономических различий организмов определяет возможность опознаваемости палеобиоценозов или групп организмов по широкому набору хемофоссилий-биомаркеров (низкомолекулярные соединения, структурные единицы геополимеров, унаследованные биополимеры). Поэтому хемофоссилии осадочных образований сохраняют разнообразную информацию о былых биосферах, начиная с раннего докембрия.

В настоящее время представляется возможным выделить ряд собственных направлений молекулярной палеонтологии, дополняющих палеобиохимические, геохимические и биогеохимические исследования молекулярных ископаемых.

Традиционным направлением является молекулярная палеонтология докембрия, ставшая важной частью комплекса исследований ранней органической эволюции, подтвердивших существование органического вещества биогенного генезиса на протяжении всего времени формирования осадочных пород и фотосинтеза как биологического процесса на протяжении почти 4 млрд. лет [22, 31]. Обнаружение хемофоссилий в отложениях с возрастом до 3.7 млрд. лет способствовало датировке важнейших

событий в эволюции биоса в докембрийское время и в ряде случаев дало возможность идентифицировать источник хемофоссилий [9]. В более древних породах информативны данные „атомной“ [32] палеонтологии – изотопные соотношения углерода. Породы с возрастом 4.0 млрд. лет содержат структурированное органическое вещество, а приемлемые условия для жизни на Земле появились 4.2–4.3 млрд. лет назад [31].

Несомненно, что интенсивно развивающимся направлением молекулярной палеонтологии может стать познание эволюции биомолекул в истории биосферы Земли. Эволюция органического мира сопровождалась появлением биомолекул, оптимально пригодных для выполнения вновь возникавших или усложнявшихся биологических функций. Важнейшие события в развитии органического мира – появление эукариот, выход растений на сушу, появление голосеменных и покрытосеменных растений – сопровождались возникновением новых и эволюцией существовавших типов биосоединений. Специализация и дифференциация биомолекул отразилась в специфике химизма (сохраняющейся как консервативный признак) вновь возникавших организмов на разных уровнях иерархии вплоть до родов и видов, что особенно характерно для покрытосеменных растений.

Об эволюции биомолекул свидетельствуют не только сопоставление молекулярного состава современных организмов, но и данные о составе молекулярных остатков организмов прошлых геологических эпох. Например, эволюция липидов клеточных мембран у прокариотов и эукариотов [21] подтверждается обнаружением этих биомаркеров в осадочных отложениях и нефтях. Остатки кутинов или суберинов – полиэфирных мембран, появившихся у наземных растений, установлены в виде слагавших их оксикислот в ископаемых остатках девонских растений, имеющих возраст 390 млн. лет [28].

Эволюция молекулярного состава органического мира нашла исключительное отражение в расширении спектра захороняющихся биомолекул и всего комплекса молекулярных механизмов фоссилизации органического вещества, в изменении состава захороненного органического вещества и в расширении типов горючих ископаемых [14–16]. Вследствие отражения эволюции биоса в составе горючих ископаемых, они представляют интересный объект молекулярной палеонтологии фанерозоя. Данные молекулярного состава все больше подтверждают мысль В.И. Вернадского, что „в каустобиолитах мы видим ясное проявление эволюционного процесса“ [4, с. 269]. Еще в 1954 г. В.Е. Раковский [18] назвал угли и нефти „важным памятником“ процессов прошлых геологических эпох, полагая, что химический состав этих горючих ископаемых позволит в будущем установить состав растений прежних геологических эпох. В настоящее время ясно, что сохранение хемотаксономической информации хемофоссилиями каустобиолитов открывает возможности для характеристики как самих растений геологического прошлого, так и условий их фоссилизации (бактериальная переработка, обстановка седиментации и т.д.).

Многочисленные исследования показали, что в горючих сланцах химические особенности исходного биологического материала сохранились лучше, чем в других каустобиолитах [12]. Это обусловлено тем, что горючие сланцы не подвергались в своей геологической истории деструктивному действию повышенных температур. Поэтому алифатические структуры в составе макромолекул нерастворимой части керогена сохраняют хемотаксономические особенности исходных биосоединений – жирных кислот жиров водорослей; например, синезеленых – в ордовикских сланцах (кукерситы и диктионемовые), диатомовых – в юрских сланцах (усть-каменогорский сланец); свидетельствуют об участии восков наземных растений (пример – эоценовый сланец Пирин, Болгария) [10], характеризуют интенсивность бактериальной переработки захороняющейся биомассы [11]. Хорошая сохранность остатков жирных кислот в макромолекулах кукерсита и другие особенности его структуры и формы нахождения позволили сделать важный вывод [11] об окислительных условиях первых стадий седиментации и аллохтонном происхождении органического вещества кукерситов, что объясняет отсутствие морфологических остатков исходных водорослей в этом сланце.

В бурых углях, например, в богемских с возрастом 30–50 млн. лет, как показали исследования Ф. Шорма с соавторами (1958–1966 гг.), в составе ископаемых восков растений законсервированы различные биомолекулы, сохранившие как особенности концентрационного распределения в исходных растениях (n-алканы, алкены, жирные кислоты, эстеры восков и др.), так и стереоконфигурацию (например, бетулин). Непредельные соединения сохраняются также и в ископаемых маслах, например, непредельные жирные кислоты C_{18} (олеиновая и линолевая) найдены в остатках плодов покрытосеменных растений в составе лигнитов с возрастом 30–45 млн. лет [29].

Хемофоссилии нефти однозначно свидетельствуют о том, что предшественниками соединений нефти служат биополиды (жирные кислоты и их биосинтезированные дериваты) и биополиды (терпеноиды, каротиноиды, стероиды – биосинтезированные дериваты изопрена) [3, 6]. Число углеводов, сохранивших основные черты строения, свойственные исходным биомолекулам, превышает в нефтях 500, а их суммарная концентрация достигает в ряде нефтей 35–40 % [17]. Кроме того, значительная часть неуглеводородных компонентов нефти также содержит структурные элементы биомолекул, а целый ряд соединений, свойственных только нефти и не имеющих аналогов в живом, мог быть образован из типичных предшественников нефти – жирных кислот, терпеноидов, стероидов и др. [6].

Нефти также можно рассматривать как объект молекулярной палеонтологии, поскольку, несмотря на свою специфику, хемофоссилии нефти остаются биомаркерами, наследуя хемотаксономические особенности исходных организмов. Это позволяет охарактеризовать основные ассоциации организмов, участвовавших в образовании нефтематеринского вещества разновозрастных и разнофациальных

осадков [20]. Хемофоссилии свидетельствуют об участии фитопланктона и высших растений, а также о бактериальной переработке захороняющейся биомассы, указывают на специфику условий диагенеза нефтематеринских отложений, например, они могут быть индикаторами сильно восстановительной обстановки диагенеза осадков [20]. Использование хемофоссилий как источника подобной информации становится обычным в геохимии нефти.

Важным достижением молекулярной палеонтологии можно считать открытие гопанойдов — неизвестной ранее группы биосоединений микроорганизмов, последовавшее вслед за обнаружением гопанов в нефтях. Гопаны, относящиеся к пентациклическим тритерпенам, были открыты в 1960-х годах вначале в нигерийской нефти [27], затем повсеместно в горючих ископаемых и в органическом веществе осадков и пород [21, 30]. Однако, как отмечено в работе Г. Уриссона, П.Альбрехта, М.Ромера [21], обнаружение непредельных аналогов (гопенов C_{30}) в некоторых видах папоротников и синезеленых водорослей не могло объяснить распространенность ископаемых гопанойдов C_{31} – C_{35} , встречаемых в форме углеводородов (насыщенных и ароматических), кислот и др. Лишь вслед за выделением в 1973 г. бактериогопантетрола C_{35} из бактерий *Acetobacter xylinum* [26] было установлено [21, 30] широкое распространение около 15 биогопанойдов в прокариотах и выяснены их функции. Оказалось, что в клеточных мембранах прокариотов эти соединения выполняют те же функции упрочнения фосфолипидных слоев, что и стеролы в клеточных мембранах эукариотов [21, 30]. Аналогичными компонентами клеточных мембран архебактерий, в частности метаногенных бактерий, служат также недавно открытые простые эфиры алифатических дитерпанов C_{20} и тетратерпанов C_{40} , обнаруженные в современных и древних отложениях и нефтях в виде эфиров и углеводородов — биомаркеров архебактерий.

З а к л ю ч е н и е. Как показывает изложенный материал, для молекулярной палеонтологии характерна тесная связь с палеобиохимией и биогеохимией, литологией и органической геохимией, с учением об эволюции биосферы и с проблемами изучения стратисферы. Несмотря на многочисленные исследования, молекулярной палеонтологией не найдены доказательства добиологической эволюции. Вместе с тем, показано участие живого вещества в геологических процессах во все времена геологической истории Земли, что свидетельствует о биогенном происхождении всего органического вещества стратисферы, как это полагал еще В.И. Вернадский. Данные молекулярной палеонтологии подтверждают биохимическое единство организмов как явление, возникшее в глубоком докембрии. Молекулярные ископаемые дополняют данные об условиях фоссилизации и последующих преобразованиях органического вещества в осадочном процессе, утверждают роль организмов как источника вещества горючих ископаемых, в том числе и нефти. Несомненна важность данных молекулярной палеонтологии в решении проблемы эволюции биомолекул.

Дальнейшее развитие молекулярной палеонтологии тесно связано с успехами в „прочтении“ биогеохимической информации, сохраняемой молекулярными ископаемыми.

Л и т е р а т у р а

1. Барсков И.С. Биохимические и микроструктурные методы в палеонтологии // Итоги науки и техники. Стратиграфия и палеонтология. Т. 6. М., 1975. С. 5-59.
2. Брода Э. Эволюция биоэнергетических процессов, Пер. с англ. М., 1978. 304 с.
3. Вассоевич Н.Б., Гусева А.Н., Лейфман И.Е. Биогеохимия нефти // Геохимия. 1976. № 7. С. 1075-1083.
4. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965. 374 с.
5. Волькенштейн М.В. Сущность биологической эволюции // Успехи физич. наук. 1984. Т. 143. № 3. С. 429-466.
6. Гусева А.Н., Лейфман И.Е. Геохимия процессов нефтеобразования // Вестник Моск. ун-та. Сер. геол. 1985. № 4. С. 27-32.
7. Гусева А.Н., Лейфман И.Е. Образование и эволюция молекулярных ископаемых (хемофоссилий) // Палеонтология и эволюция биосферы. Л., 1983. С. 69-78.
8. Жданов Ю.А. Материалистическая диалектика и проблема химической эволюции // Эволюция материи и ее структурные уровни. М., 1983. С. 46-79.
9. Кальвин М. Химическая эволюция, Пер. с англ. М., 1971. 240 с.
10. Клесмент И.Р. Алифатические структуры в составе керогена горючих сланцев // Исследование органического вещества современных и ископаемых осадков. М., 1976. С. 187-195.
11. Клесмент И.Р. О генезисе прибалтийских горючих сланцев // Горючие сланцы. 1985. Т. 2. № 1. С. 12-22.
12. Клесмент И.Р., Уров К.Э. К биогеохимии горючих сланцев по данным о составе их битумоидов и нерастворимой части органического вещества // Геохимия современных и ископаемых осадков. М., 1982. С. 179-186.
13. Крепс Е.М. Пути развития эволюционной биохимии // Современные тенденции в нейрофизиологии. М., 1977. С. 139-149.
14. Лейфман И.Е. О молекулярных механизмах фоссилизации органического вещества // Сидикахиты на разных этапах литогенеза. М., 1982. С. 72-78.
15. Лейфман И.Е. О влиянии эволюции растительного мира на процессы фоссилизации органического вещества // Эволюция нефтегазообразования в истории Земли. М., 1986. С. 27-31.
16. Лейфман И.Е., Гусева А.Н. Об изменении состава органического вещества, исходного для образования горючих

ископаемых, в ходе эволюции растительного мира // Накопление и преобразование органического вещества современных и ископаемых осадков, М., 1978. С. 9-17.

17. Петров Ал.А. Углеводороды нефти. М., 1984. 264 с.

18. Раковский В.Е. Биогеохимические основы генезиса топлив // Изв. АН БССР. 1954. № 6. С. 37-54.

19. Руттен М. Происхождение жизни (естественным путем). Пер. с англ. М., 1973. 411 с.

20. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти. М., 1981. 501 с.

21. Уриссон Г., Альбрехт П., Ромер М. Микробное происхождение горючих ископаемых // В мире науки. 1984. № 10. С. 18-26.

22. Шидловски М. Ранняя жизнь и полезные ископаемые // Природа и ресурсы. 1985. Т. 21. № 2. С. 11-17.

23. Akiama Masahiko. Paleobiochemistry in palaeontology // J. Geol. Soc. Japan. 1971. Vol. 77. N 9. P. 563-573.

24. Calvin M. Molecular palaeontology // Trans. Leicester Lit. Phil. Soc. 1968. Vol. 62. P. 45-69.

25. Calvin M. Molecular palaeontology // Perspect. Biol. and Med. 1969. Vol. 13. N 1. P. 45-62.

26. Förster H.J., Biemann K., Haigh W.G., Tattrie N.H., Colvin J.R. The structure of novel C₃₅ pentacyclic terpenes from *Acetobacter xylinum* // Biochem. J. 1973. Vol. 135. N 1. P. 133-143.

27. Hills J.R., Whitehead E.V. Triterpanes in optically active petroleum distillates // Nature. 1966. Vol. 209. N 5027. P. 977-979.

28. Niklas K.J., Chaloner W.G. Chemotaxonomy of some problematic Palaeozoic plants // Rev. Palaeobot. Palynol. 1976. Vol. 22. N 2. P. 81-104.

29. Niklas K.J., Tiffney B.H., Leopold A.C. Preservation of unsaturated fatty acids in Palaeogene angiosperm fruits and seeds // Nature. 1982. Vol. 296. N 5852. P. 63-64.

30. Urisson G., Albrecht P., Rohmer M. Palaeochemistry and biochemistry of a group of natural products // Pure and Appl. Chem. 1979. Vol. 51. N 4. P. 709-729.

31. Pflug H.D. Bacteria in space - a geological perspective // Observatory. 1984. Vol. 104. N 1060. P. 131.

32. Rannegar B. Molecular palaeontology // Palaeontology. 1986. Vol. 29. N 1. P. 1-24.

АМИНОКИСЛОТНЫЙ АНАЛИЗ В ПАЛЕОБИОГЕОХИМИИ,
ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОБЛЕМ,
СВЯЗАННЫХ С ЭВОЛЮЦИЕЙ,
БИОМИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ И ГЕОХРОНОЛОГИЕЙ

Органическое вещество (ОВ), как известно [1-4], является основным объектом эволюции биосферы. За последние годы в составе ископаемого органического вещества удалось обнаружить ряд важных органических соединений: аминокислоты (АК), углеводы, ароматические соединения, органические кислоты и другие (всего около 500 органических соединений). Это стало возможным при появлении современных физико-химических и физических методов анализа, при помощи которых в составе органического вещества осадочных пород можно обнаружить ничтожные концентрации отдельных элементов, хорошо отражающих тем не менее степень преобразования органического вещества в целом.

Среди органических соединений, встречаемых в разных геологических объектах, большое место занимают аминокислоты. Аминокислоты в разных количествах встречаются во всех осадочных породах, и в то же время они являются важными структурными составными частями белков, вследствие чего могут служить показателем существования древних организмов в породах. Все это представляет большой интерес для целого ряда областей геохимии, для изучения генезиса горючих ископаемых, для восстановления геохимической истории осадочных пород, для палеобиогеохимии, палеонтологии и т. д. [3].

В Институте геологических наук АН УССР в течение последних лет проводятся методические разработки по использованию данных аминокислотного анализа в геологических и палеонтологических исследованиях. Это, во-первых, изучение накопления и распределения аминокислот в ископаемых остатках и использование соотношений изомеров и соотношений некоторых пар аминокислот для целей геохронологии, где возрастные параметры заложены в реакцию рацемизации аминокислот, во-вторых, изучение накопления и распределения аминокислот в донных отложениях, которые свидетельствуют об интенсивности преобразования органического вещества морских осадков, в-третьих, использование данных аминокислотного анализа в палеонтологических исследованиях, поскольку различия в аминокислотном составе скелетных матриц дают дополнительную информацию о диагенетических изменениях структуры и состава раковин.

В последние десятилетия усиленно разрабатывается новый метод геохронологии, так называемые „белковые часы“, основанные на диагенетической рацемизации аминокислот.

Еще Пастер в 1860 г. [13] установил, что многие органические субстанции, играющие важную роль в растительном и животном мире, обнаруживают оптическую асимметрию своих активных форм. Вероятно, имеется определенное соотношение между оптической

активностью разных форм, например аминокислот, и проявлениями жизни. В сущности все белки содержат исключительно L-энантиомеры (зеркальные изомеры). Пока не существует общепринятой теории возникновения оптической асимметрии. Однако исследования оптической активности геологических пород и ископаемых остатков организмов вызывают большой интерес, так как „скорость разложения белка в ископаемых может обеспечить метод датирования“ [8].

В настоящее время скорость рацемизации белковых аминокислот применяется для датирования осадочных морских пород, ископаемых раковин, костей, зубов и кораллов; определения скорости осаднения на дно океана; оценки средней температуры ископаемых остатков во время захоронения; установления стратиграфических корреляций [13]; изучения аминокислотного состава рецентной белковой скелетной матрицы, который является действительным таксономическим свойством на уровне вида и различия в котором достаточно хорошо сохраняются для определения филогенетического родства среди видов [12].

Выделение и обогащение аминокислот из геологических образцов существенно отличается от обычного биохимического анализа, так как геологический материал сильно обогащен минеральными солями. Постепенно сложилась общепринятая методика выделения аминокислот из геологических образцов, основными этапами которой являются гидролиз и обессаливание. Процесс обессаливания заключается в пропускании образца через катионит Дауэкс 50 W x 8 (100–200 меш.) с последующим снятием аминокислот со смолы 2н HCl и упариванием в дальнейшем этой фракции до сухого остатка. Перед вводом в анализатор сухой остаток растворяется цитратным буфером pH 2.2. Этот способ выделения аминокислот достаточно точен, потери на колонках 3–5 %.

Запись полного аминокислотного спектра и расшифровка полученных хроматограмм наиболее оптимальны на анализаторах высокого разрешения, работающих на уровне пико- и наномолей.

Основоположниками аминокислотного метода датирования являются Хэйр и Миттерер [11], которые показали, что реакция рацемизации аминокислот происходит во времени с постоянной скоростью. Однако необходимо учитывать химическую стабильность самих аминокислот, так как именно она определяет временные пределы конкретных аминокислот в стратиграфии. Причем в прикладных целях находят применение только те аминокислоты, скорость химической деструкции которых существенно ниже скорости инверсии. Хотя механизм реакции однозначно еще неизвестен, получены упрощенные кинетические уравнения, которые описывают реакцию рацемизации как равновесную химическую реакцию [6]. В дальнейшем уравнение относительно времени было решено Бэйдом и Шродером [9, 10] и имеет следующий вид:

$$\ln \left[\frac{1 - (D/L)}{1 - K'(D/L)} \right]_t = \ln \left[\frac{1 + (D/L)}{1 - K'(D/L)} \right]_{t=0} = (1 + K') K_L \cdot t,$$

где $1/K' = K_L/K_D = K$ равновесный (отношение D/L при равновесии) и второй член уравнения (при $t=0$) учитывает возможное содержание D -изомера во время жизнедеятельности датированных организмов, а также возникновение этого изомера в процессе приготовления препарата.

Для решения приведенного уравнения достаточно определить D/L соотношение в аминокислотах исследуемого образца и найти постоянную K_1 . А для этого можно использовать образцы с уже известным возрастом или определить соотношение D/L при разных температурах. Как известно, скорость рацемизации увеличивается примерно в 2 раза при повышении температуры на 5°C . Исходя из этого величину K при той или иной температуре можно получить методом экстраполяции [6].

Для того чтобы получить значения абсолютного возраста по соотношениям D/L изомеров, необходимо предварительно иметь данные о кинетике рацемизации и о термической истории датированных отложений. Поэтому первым шагом в данном направлении можно считать данные по относительной хронологии, т.е. вычисление соотношения аминокислот из одного и того же региона по раковинам какого-то одного вида, что существенно важно для стратиграфических сопоставлений.

В этом плане был изучен аминокислотный состав 8 образцов раковин из палеолитических стоянок. Материал любезно предоставлен доктором исторических наук Д.Я. Телегиным. Предварительно датированные по C^{14} (данные Л.В. Петренко) образцы оказались относящимися к интервалу от 5630 до 7160 тыс. лет. Основное внимание было уделено изучению характера изменения соотношений некоторых пар аминокислот Ser/Thr , Leu/Ile , Gly/Ala , Ser/Leu и других во времени. Рассчитанные значения этих коэффициентов показали четкие изменения их во времени. Так, для отношений Gly/Ala , Thr/Leu , Ser/Leu эти коэффициенты уменьшаются с увеличением возраста. И, наоборот, для отношения Leu/Ile с уменьшением возраста наблюдается уменьшение коэффициента. Та же зависимость наблюдается и для отношения Ser/Thr .

В настоящее время ведутся работы по разделению энантиомеров аминокислот. За основу принимается при этом образование диастереоизомеров, получаемых на оптически активных смолах. Данные, получаемые на основании соотношения рацематов, совместно с данными относительной хронологии повышают степень достоверности результатов.

По своему элементарному составу, химической активности, которая обеспечивает высокую рацемическую способность, и той роли в биохимических превращениях, которую играют аминокислоты, их можно отнести к биологическим соединениям, играющим одну из главных ролей в природе и жизни организмов [5]. Особенно это существенно при геохимических и палеобиохимических исследованиях ОВ Мирового океана. Известно, например, что аминокислоты вместе с углеводами осуществляют основную функцию в образовании гумусовых кислот, в том числе водного гумуса морского происхож-

дения. Установлено также, что растворенные аминокислоты усваиваются некоторыми планктонными и бентосными организмами, что весьма существенно для их жизнедеятельности. Аминокислоты способны также образовывать сложные комплексные соединения с такими элементами, как железо, алюминий, медь и другими, т.е. они принимают активное участие в миграции и перераспределении микро- и макрокомпонентов.

Определение аминокислот из морской воды, донных отложений и взвесей имеет непосредственное значение для выяснения вопросов, связанных с природой ОВ, его метаморфизацией, экологией морских организмов, осадкообразованием. Качественным и количественным отражением метаболизма ОВ является изменение его аминокислотного состава. Поэтому изучение этого отражения в сопоставлении с другими геохимическими характеристиками окружающей среды, как показали теоретические и практические исследования [4, 7], является важным и реальным путем к пониманию биохимических и геохимических процессов, протекающих в океане. Проводимые в этом направлении работы в ИГН АН УССР находятся еще в начальной стадии и необходимо время, чтобы осмыслить фактический материал. Было проведено предварительное исследование 12-метрового керна со дна Днестровской банки, отобранного в 1981 г. при бурении на НИС „Геохимик“ (образцы кандидата геолого-минералогических наук Ю.В. Соболевского). Полученные данные показали, что как различие в аминокислотном составе, так и соотношения определенных пар аминокислот отражают диагенетическую рачемизацию, имевшую место со времени осаждения этой породы. Мы определяли концентрации серина и треонина, двух наиболее неустойчивых аминокислот, наличие которых можно использовать в качестве показателя того, являются ли аминокислоты ингенетичными или сингенетичными с отложениями. Проведенные расчеты Ser/Thr соотношений изучаемой колонки подтвердили тот факт, что реакцию разложения серина и треонина, идущую по пути кинематической реакции 1-го порядка, можно использовать для оценки относительного возраста. Соотношение Ser/Thr уменьшается с увеличением возраста, т.е. наблюдается обратно пропорциональная зависимость: более малые величины отношений свойственны более древним образцам.

При использовании аминокислотного метода в стратиграфии наиболее важным требованием является то, чтобы исследуемые объекты были генетически связаны с датируемым геологическим комплексом и исследуемые аминокислоты не подвергались постседиментационному обмену. Поэтому морские карбонатные образования являются наиболее широко исследуемым, содержащим аминокислоты материалом, обладающим большим преимуществом — постоянством рН среды [6]. Исследование процесса диагенеза аминокислот в скелетах раковин тесно связано с изучением диагенетических изменений их структуры и состава.

Аминокислотный анализ скелета микроископаемых и глубоководных отложений может представить уникальную информацию по проблеме

связанной с экологией, геохронологией, биоминерализацией и диагнезом. Эпимеризация L-изолейцина и D-аллоизолейцина в образцах фораминифер может быть использована в качестве методики датирования отложений, если учитывать специфичность аминокислотного состава различных видов.

Вопросы, которые представляют интерес, заключаются в следующем:

- 1) присутствует ли белоксодержащая органическая матрица во всех микроископаемых?
- 2) всегда ли аминокислотный состав является характеристикой вида?
- 3) существует ли фундаментальное различие между аминокислотным составом известковых и кремнистых организмов?

Информация по этим вопросам будет представлять полезные базисные данные для расширения исследования по аминокислотному анализу на группы микроископаемых, отличных от планктонных фораминифер и радиолярий, что вызвано интересами микропалеонтологии и является необходимым вследствие многообразия видов флора/фауна донных отложений [12].

Несмотря на ограниченное число проанализированных образцов, некоторые корреляции состава можно было наблюдать в пределах определяемого вида. Прослеживаются обнаруженные Кингом закономерности [12]: аминокислотный состав в микроископаемых из глубоководных отложений сильно коррелирует с типом минерала, т.е. карбоната кальция или кремнезема. Кроме того, анализ рецентных видов микроископаемых может быть полезен при уточнении роли органической матрицы в процессе биоминерализации. В качестве предварительных результатов мы выполнили несколько определений аминокислотного состава скелетных матриц микроорганизмов (16 образцов; материал кандидата геолого-минералогических наук Л.Ф. Плотниковой). Результаты сведены в несколько таблиц (небольшой объем данного сообщения не позволяет их привести).

Реакции разложения основных аминокислот очень сложны и представлены реакциями дегидратации, расщепления и декарбонизации. Известно [10], что реакции разложения серина и треонина в скелетах фораминифер являются необратимыми реакциями 1-го порядка и поэтому могут быть использованы в качестве нового геохронологического метода.

Были измерены соотношения Thr/Ser, Ser/Leu, ABA/Thr. Особенно существенно то, что в скелетах фораминифер образуется ABA- α -амино-n-бутиловая кислота, которая является конечным продуктом реакции дегидратации треонина. Все данные, полученные из кинетического уравнения для ABA, можно считать наиболее приемлемыми, так как „видовой эффект” и проблема бактериологического загрязнения не столь существенны для микробиологических аминокислот [10]. Так как для серина продуктами реакции расщепления являются глицин и формальдегид, реакции дегидратации – аланин, декарбонизации – этаноламин, то с увеличением возраста изучаемых образцов увеличивается процентное содержание этих кислот. В случае

треонина реакция расщепления дает глицин и ацетальдегид, реакция дегидратации — α -амино- n -бутиловую кислоту (АВА) и реакция карбонизации — пропаноламин.

Проведенные нами исследования касались только белковых аминокислот. Полученные хроматограммы подтверждают приведенную выше зависимость.

Л и т е р а т у р а

1. В е р н а д с к и й В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965. 374 с.
2. В е р н а д с к и й В.И. Живые вещества в биосфере. Избранные сочинения. 1966. Т. 5. С. 115-135.
3. Г о л и ц и н а Л.В. Аминокислоты в керне осадков Каспийского моря // Геохимия. 1986. № 9. С. 1314-1320.
4. Д р о з д о в а Т.В. Геохимия аминокислот. М., 1977. 200 с.
5. М о н и н А.С., Р о м а н к е в и ч Е.А. Проблемы биогеохимии Мирового океана // Труды биогеохимической лаборатории. М., 1979. С. 74-83.
6. П у н н и н г Я.-М.К., Р а у с к а с А.В. Методы датирования четвертичных образований в целях палеогеографических реконструкций // Итоги науки и техники. Сер. геоморфологии. М., 1983. Т. 7. С. 53-63.
7. С т а р и к о в а Е.Д., К о р ж и к о в а Л.И. Аминокислоты в Черном море // Океанология. 1969. Т. 9. № 4. С. 625-636.
8. A b e j s o n P.H. Geochemistry of Amino Acids // Intern. Ser. Monographs Earth Sci., 16. Organic Geochemistry. L.-N.Y.-P. Pergamon Press. 1963. P. 55-67.
9. B a d a I.L., S c h r o d e r R.A. Racemization of Isoleucine in Calcareous sediments: Kinetics, mechanism // Earth Planet. Sci. Lett. 1972. N 15. P. 1-11.
10. B a d a I.L., M a n E.H., K h r o e d e r R.A. Decomposition of Hydroxy Amino Acids in Foraminiferas // Earth Planet. Sci. Lett. 1978. Vol. 41. N 1. P. 67-76.
11. H a r e P.E., M i t t e r e r R.M. Laboratory Simulation of Amino Acid Racemization to Geothermometry // Origin of Life. 1977. Vol. 8. P. 91-144.
12. K i n g K. Amino Acid Survey of Recent Calcareous and Siliceous Deep-Sea Microfossils // Micropaleontology. 1977. Vol. 23. N 2. P. 180-193.
13. W i l l i a m s K.M., S m i t h I.I. Critical Evaluation of the Application of Amino Acid Racemization to Geochronology and Geothermometry // Carnegie Inst. Wash. Yearb. 1969. N 67. P. 205-208.

О ПРИМЕНЕНИИ БИОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ИССЛЕДОВАНИЯ В ИЗУЧЕНИИ
ИСКОПАЕМЫХ ФОРАМИНИФЕР

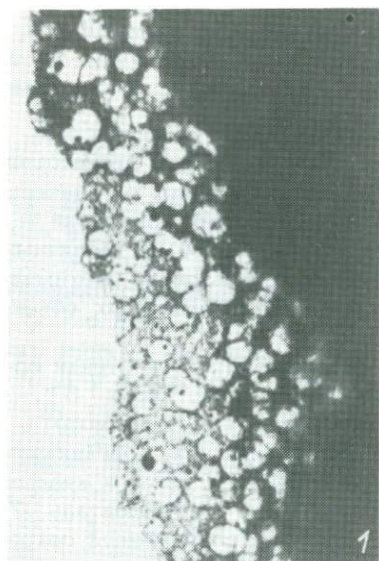
Биохимические методы изучения органического вещества еще недостаточно используются в палеонтологии. Основным препятствием является представление о значительных изменениях органического вещества в процессе фоссилизации. Степень этих изменений зависит от многих факторов [1] и может быть разной у различных форм, что позволяет (с учетом диагенеза) использовать биохимические способы анализа при исследовании палеонтологических объектов.

Впервые аминокислотный состав органической части стенки современных агглютинирующих фораминифер изучил Р. Хедли [5], установивший у них хроматографическим путем 14 аминокислот, однако без учета их количественного содержания. Так, органический состав раковины агглютинирующих фораминифер он отнес к кислым мукополисахаридам. В этот же период Дж. Ли и Х. Фрюденталь [7], изучавшие под микроскопом строение раковины современной секреторной фораминиферы *Rosalina floridana*, также гистохимическим путем выделили у нее 3 (или 2) слоя, предполагая, что самый глубокий из них может быть ее плазмалеммой. Состав матрицы внешнего слоя они определили как протеиновый, внутренний — как полисахаридный. Средний слой остался неопределенным (была лишь отмечена его положительная неспецифическая реакция с реактивом Фельгена на ДНК). На современном уровне (с помощью аминокислотного анализатора) аминокислотный состав раковин фораминифер (а также радиолярий, остракод, спикул губок и кокколитофорид) был изучен К. Кингом [6], определившим у них 17 аминокислот. Он впервые установил корреляцию между минеральным типом стенки микроископаемых и аминокислотным составом и определил преобладание аспарагина над глицирином и аланином у секреторных карбонатных фораминифер.

Данные К. Кинга относятся в основном к высокоорганизованным секреторным фораминиферам. Нами исследовались более примитивные формы (агглютинирующие с органическим и карбонатным цементом, микрогранулярные и милиолиды), составляющие с ними эволюционную (и систематическую) последовательность.

В отличие от высокоорганизованных секреторных форм, имеющих упорядоченную структуру стенки с оптически ориентированным кальцитом, фораминиферы этих групп, секретирующие карбонатную стенку, характеризуются неупорядоченностью ее структуры и размещением зерен кальцита.

Из фораминифер, принадлежащих к этой группе, аминокислотный состав изучался у современных агглютинирующих форм с органическим и карбонатным цементом [*Hormosina ovulum*, *Gaudryina* (*Trochogaudryina*) *vulsa* и *T. (G.) schedrinae*];



верхнемеловых атаксофрагмид (*Orbignyna saheri*) с различной степенью агглютинации, микрогранулярных палеозойских форм (*Triticites* sp. и *Endothyranopsis* sp.) и у современных милиолид (*Sigmoilopsis schlumbergeri*).

Кроме того, аминокислотный состав органической части стенки определялся у современного секреторного вида *Heterostegina* sp. и древних водорослей (?) (*Epiphyton* sp. и *Girvanella* sp.), имеющих сходную с изученной группой ультраструктуру минерализованной стенки.

Общее содержание аминокислот у исследованных форм колеблется от 17 до 19. У большинства отмечается преобладание глицина над аспарагином в отношении, значительно превышающем 1 (см. таблицу):

Название видов	Аминокислоты нмоль/г скелета	
	Asp	Gly
<i>Hormosina ovulum</i>	3.3371	4.4144
<i>Gaudryina</i> (<i>Trochogaudryina</i>) <i>vulsa</i>	141.0	455.0
<i>Gaudryina</i> (<i>Trochogaudryina</i>) <i>sched- rinae</i>	3.2593	5.8974
<i>Orbignyna saheri</i> слабо агглютиниро- ванная	1.5303	5.0709
<i>Orbignyna saheri</i> сильно агглютинированная	1.3351	4.706
<i>Triticites</i> sp.	2.8534	4.4897
<i>Endothyranopsis</i> sp.	4.613	9.5033
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>	1.7	5.1477
<i>Heterostegina</i> sp.	1.8471	5.976
<i>Epiphyton</i> sp.	28.33	52.009

Гистохимические исследования органической матрицы стенки выявили у большинства изученных форм 2 типа структур: фибриллярную, с отдельными участками, напоминающими коллаген (табл., фиг. 2), и в различной степени гранулированную (преимущественно — спирально-цепочечную — фиг. 3-4), совпадающую с размещением в стенке карбонатных частиц. Исчезновение этих структур при действии

Т а б л и ц а

Фиг. 1. *Textularia saggitula* sp. — внешняя оболочка с гранулами мукополисахаридов (?); современный. Северная Атлантика, х11000 (альциановый синий).

Фиг. 2. *Textrataxis* sp. — внешняя оболочка, коллагеновая структура; визейские отложения Днепровско-Донецкой впадины, х15000 (уранил ацетат, цитрат свинца).

Фиг. 3, 4. *Endothyranopsis* sp. — внешняя оболочка, цепочечные структуры; то же, х22000 (уранил ацетат, цитрат свинца).

на них протеаз (папаин и др.) позволяет предположить, что их топография и состав связаны с белками. Тестовыми реакциями с альциановым синим (фиг. 1) установлено присутствие в их органической матрице кислых мукополисахаридов.

К сожалению, как биохимический состав, так и роль указанных ультраструктур в образовании стенки фораминифер пока не выяснены в достаточной степени. Для их объяснения приходится привлекать данные по моллюскам [3]. Согласно им, фибриллярные органические структуры могут представлять собой межкристаллическую матрицу — лист (sheet — у иностранных авторов), ограничивающую рост кристаллов карбонатной стенки. В составе их преобладает глицин. Гранулярные структуры — конверт (envelope — у иностранных авторов) — считаются местом зарождения и роста кристаллов. Их основным компонентом является аспарагиновая кислота. Преобладание глицина в органической матрице стенки примитивных фораминифер, секретирующих карбонат, может быть связано с несовершенством у них процессов биоминерализации, а у форм, имеющих органическую стенку, — с ее отсутствием. Неожиданно высокое содержание глицина (5.0709 ммоль/г/скелета глицина против 1.8471 аспарагина), отмеченное у современного секреторного вида *Heterostegina* sp., может быть объяснено участием в образовании ее стенки симбионтов-водорослей [8], что прослеживается также в особенностях ее ультраструктуры.

Полученные данные свидетельствуют о том, что развитие стенки фораминифер шло по пути уменьшения содержания в ней глицина, ответственного за образование фибриллярных структур, аспарагиновой кислотой, формирующей ячеистые структуры, в которых образовывались минеральные кристаллы. Это согласуется с данными по общей эволюции стенки фораминифер от форм с органической и агглютинированной стенкой до секреторных [4]. Однако уже сейчас можно сказать, что группа агглютинирующих фораминифер не является однородной и относящиеся к ней мезо-кайнозойские агглютинирующие фораминиферы с карбонатным цементом по ультраструктуре органической и минеральной частей стенки, ее аминокислотным особенностям более близки к палеозойским микрогранулярным фузулинидам, чем к агглютинирующим фораминиферам с органическим цементом.

Разумеется, количественные результаты биохимических исследований органического вещества стенки фораминифер, особенно ее аминокислотного состава, пока еще не могут быть приняты для ископаемых остатков древних форм в их абсолютном значении из-за недостаточной изученности влияния на его изменения диагенеза. Тем не менее, в сочетании с данными, касающимися особенностей ультраструктуры минерализованной и органической частей стенки фораминифер, эти показатели могут внести существенный вклад в совершенствование их систематики и познание способов биоминерализации раковин у их представителей.

Л и т е р а т у р а

1. Г о л у б е в С.Н. Реальные кристаллы в скелетах кокколитофорид // М., 1981. 164 с.
2. Л ы с е н к о О.Б., П л о т н и к о в а Л.Ф. Аминокислотный состав органической скелетной основы фораминифер с карбонатным цементом // Докл. АН УССР. Сер. Б. 1986. № 4. С. 19-21.
3. B e v e l a n d e r G., N a k a h a r a H. Compartment and envelope formation in the progress of biological mineralization // The mechanisms of biomineralization in animals and plants: Proc. 3-rd intern. biomineral. symp. Tokyo, 1980. P. 19-27.
4. H a n s e n J. Test structure and evolution in the Foraminifera // Lethaea. 1979. Vol. 122. S. 173-182.
5. H e d l e y R. Cement and iron in the arenaceous Foraminifera // Micropaleontology. 1963. Vol. 9. N 4. P. 433-441.
6. K i n g K. Aminoacid survey of recent calcareous and siliceous deep sea microfossil // Ibid. 1977. Vol. 23. N 2. P. 180-193.
7. L e e J., F r e u d e n t a l H., M u l l e r W., K o s s o y V. etc. Growth and physiology of foraminifera in the laboratory. Part. 3. - Initiae studies of *Rosalina floridana* (Cushman) // Ibid. 1963. Vol. 9. N 4. P. 449-466.
8. S p i n d l e r M., R o t t g e r R. Der Kammernbauvorgang der Grossforaminifere *Heterostegina depressa* (Nummulitidae) // Marine Biology. 1973. Vol. 18. S. 146-159.

Л.И. Х о з а ц к и й

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ СОБЫТИЙ В ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

Использование человеком разнообразных природных богатств и одновременно необходимость рачительного отношения к природе требуют глубокого проникновения в тайны ее происхождения, существования и развития. Исключительный интерес в связи с этим представляет возможность мысленного обращения к будущему нашей планеты, предвидения на научной основе предстоящих изменений, прежде всего того, что составляет так называемую географическую оболочку Земли и в особенности ее органического населения. Такое прогнозирование существенную ценность составляет не только в практическом отношении, но и в гносеологическом плане.

Научное познание требует, чтобы лежащая в его основе теория раскрывала бы не только статически картину мира, но и исследовала ее в динамике [7]. Необходимо планомерно и последовательно выявлять эту картину, проследивать ее от прошлого к настоящему и далее к будущему. Диалектическая гносеология предусматривает, что наука от раскрытия сущности явлений и установления их законов должна переходить к прогнозированию закономерного хода динамических процессов, строиться на путях научного предвидения. Это, таким образом, вовсе не должно приводить к каким-либо беспочвенным предсказаниям в духе мистического гадания, безосновательного фантазирования, ибо фантастика, даже так называемая научная, сама по себе наукой быть не может. Прогнозирование же, о котором идет здесь речь, должно быть полноценно научным. В.И. Ленин говорил о том, что „чудесное пророчество есть сказка. Но научное пророчество есть факт“ (В.И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 36, с. 472–478).

Предвидение грядущего хода истории для марксистов представляет собой не предмет праздного любопытства, а жизненную необходимость. Это касается как истории общества, так и природы. Без правильного понимания перспектив развития нельзя строить и планы дальновидного действия, в частности по отношению к природе.

Предвидение будущего основано на научном познании закономерного состояния и характера изменений мира действительности, оно открывает для человека возможности активного, творческого преобразования этого мира. В познании природы, в поисках разумного использования ее сил именно на научной основе такой подход совершенно необходим и определяется он тем, что наука не только в принципе способна прогнозировать будущее, но она просто немыслима вне этого направления. Наука не может ограничиваться лишь собиранием фактов – она должна давать им соответствующее объяснение, вскрывать закономерности связей фактов, явлений. Справедливо в связи с этим говорил И.П. Павлов о том, что одно лишь объяснение еще не исчерпывает содержательного значения науки, ибо она должна также отличаться „предсказанием и властью“. О двух основных или конечных целях всякого научного изучения – предвидении и пользе – напоминал и Д.И. Менделеев.

Во всех точных науках имеется много примеров кардинальных достижений, открытий, основанных на научном предвидении. Общеизвестно это в отношении астрономии, но в не меньшей степени данное положение относится к физике, химии, биологии, а также геологии. Можно сказать, что даже столь строго обусловленное экономическими нуждами прогнозирование тех или иных полезных ископаемых в своей основе выходит за рамки лишь конкретных рабочих методов геолого-разведочной практики. Эта основа зиждется на тех научных представлениях, которые в общем геоисторическом плане позволяют раскрывать закономерный ход формирования земной коры и предсказывать в том или ином случае ее состояние как результат этого формирования [9].

Однако обладает ли даже хорошо разработанная та или иная область науки в действительности названной выше „предсказательной властью”? Возможно ли вообще научное прогнозирование по существу, или самому понятию „прогноз” следует придавать лишь условный, даже метафорический смысл? Как обстоит дело на этот счет, в частности, в биологии, геологии и какова здесь именно прогностическая сила столь исключительно важной для этих наук эволюционной теории? Такие вопросы приходится ставить не случайно. Далеко не все признают за наукой эту ее прогностическую силу. Она, например, отвергается сторонниками так называемой эмерджентной теории эволюции, согласно которой все новое рождается внезапно, непредвиденно и, следовательно, не может быть предсказано.

Пессимистическое отношение к возможностям научного прогнозирования следует, разумеется, отличать от осторожного, взвешенного научного понимания реальных путей предвидения хода событий в рамках исследования тех или иных этапов конкретного развития природы. На основе имеющихся данных о закономерностях объективно обусловленных изменений в процессе развития каких-то объектов можно применительно к определенно обозначенным срокам и направлениям такого развития предвидеть его, как правило, ограниченные изменения и новообразования. Но такое предвидение следует отличать от широкоплановых прогнозов появления чего-то нового, значительного и существенно отличного от того, что в истории уже имело место. В связи с этим возникает еще и вопрос о том, что можно и чего нельзя ожидать от научного прогнозирования. Далеко не всегда и не во всех областях познания объективного мира возможно научное предвидение и прогнозирование в форме достаточно точных предсказаний. Требование таких предсказаний применительно к процессам развития живой природы может исходить лишь из механистической ограниченности ее познания, попыток абсолютизировать законы этого развития.

В.И. Ленин указывал на то, что попытки предусматривать во всех подробностях будущее, это значит подменять науку беспочвенной фантазией. Нужно отличать предвидение и прогнозы общего направления исторического развития от предсказания отдельных событий, а тем более точных сроков их наступления. В свою очередь, возможности частного прогнозирования отдельных событий (например, изменения динамики численности некоторых вредителей сельского хозяйства) лишь в редких случаях могут быть распространены на явления более широкого и общего масштаба.

Строя тактику прогнозирования, следует учитывать многообразие действительности и воздействия на изучаемые явления разных случайностей [5, 8]. Нередко поэтому предвидения могут выражаться и в форме альтернатив. Известно, что многие законы проявляются как господствующие тенденции, которые „прокладывают себе дорогу” через массу случайностей. Всякий прогноз должен опираться на объективные законы, но при этом необходимо прикидывать во внимание порой самые неожиданные привходящие обстоятельства, нужно учитывать все известные реальные возможности.

Эволюция, как и любое явление, в какой-то мере, конечно, зависит от случайностей, однако не они определяют основной характер, ход и конкретные направления развития. Эти случайности не могут тем более явиться причиной развития в его основных, решающих направлениях. В биологической эволюции особенно отчетливо обнаруживается порой весьма сложное сочетание случайных процессов с детерминированными, причем соотношение тех и других часто меняется [12].

Эволюция в основе является не только закономерным, но и в значительной мере детерминированным процессом, и в этом как раз следует усматривать определенные возможности ее прогнозирования. Еще в XVII веке Г. Лейбниц отмечал, что ничто не происходит без причины и что все во вселенной находится в такой взаимосвязи, при которой настоящее всегда скрывает в своих недрах будущее, а само это настоящее объясняется предшествующим ему. Раскрываемая в плане исторического подхода эта тесная связь и преемственность прошлого, настоящего и будущего обуславливает общую направленность эволюционного процесса и ту или иную канализованность его в каждом конкретном случае. Эта направленность (подчеркнем при этом еще – необратимая направленность) и то обстоятельство, что будущее „скрывается в недрах настоящего“, представляют собой также исключительно важные основы научного прогнозирования [13].

Разработка научного подхода к прогнозированию органической эволюции должна основываться на выявлении в каждом случае исторически сложившихся традиций в ходе развития и существования каждой группы организмов и даже отдельных видов. Эти традиции касаются важнейших направлений исторического формирования таких организмов и ставших для них характерными особенностей проявления их жизнедеятельности. Наряду с выявлением определенных традиций, складывающихся в эволюции формообразования тех или иных организмов и установления типичных для них особенностей отношения к среде, для прогнозирования дальнейших путей развития данных организмов чрезвычайно важными оказываются также и достаточно уже наметившиеся у них тенденции к изменению сложившихся стереотипов эволюционного состояния. Здесь следует обратить внимание на то, что в ходе всякого развития, в том числе и эволюции, создается определенно динамичное и противоречивое единство названных выше традиций и тенденций. Стоит подчеркнуть при этом, что отмеченные модусы развития по-разному обуславливают его направленность и можно сказать, что в органической эволюции традиции поддерживаются стабилизирующим отбором, а тенденции – движущим.

Прогнозирование хода эволюционных преобразований в органической природе может быть направлено в сторону оценки возможного будущего в развитии как отдельных организмов и их групп, так и различных биологических систем. Применительно именно к организмам, как элементам таких систем, можно прогнозировать ход изменения в будущем их морфо-функциональной целостности, а также

связей со средой. Такое прогнозирование должно основываться в значительной мере на изучении предшествующих этапов истории природных комплексов и отдельных их элементов, в частности организмов, что относится прежде всего к области палеонтологии, исторической геологии и палеогеографии. Ведущее место в этом системно-научном анализе должно принадлежать именно палеонтологии, фактические данные и теоретические положения которой являются основой познания общих закономерностей эволюционного развития и частных путей так называемых конкретных филогенезов. Именно это позволяет наиболее реально предвидеть в историческом плане дальнейшие преобразования биосферы, отдельных экосистем и входящих в них организмов. Хочется отметить в связи с этим слова замечательного художника Н. Рериха, сказавшего, что „из камней прошлого созданы ступени грядущего“.

Определение оптимальной стратегии отношения к природе, ее современному состоянию и возможному будущему требует широкой и разносторонней научной информации [6]. Соответствующая этому информационная обеспеченность в связи с необходимостью реалистичного предвидения будущего во многом определяется знанием того, что собой представляли организмы и свойственная им природная среда в прошлом, как в недавнем, так и в отдаленном. Это особенно необходимо в тех случаях, когда ставится задача предвидеть не общие, с очевидностью неизбежные последующие изменения природных комплексов, а конкретные, порой даже не столь и широко-масштабные преобразования природы в будущем, что оказывается особо важным в практическом отношении [8].

Данные палеонтологии имеют чрезвычайно большое значение как для выявления конкретной направленности филогенетического развития отдельных групп организмов, так и для раскрытия общих закономерностей эволюции, обуславливающих последовательность и преемственность этапов этого развития от прошлого к настоящему и будущему. Палеонтология вооружает эволюциониста документами не просто истории организмов, а, что очень существенно, каузальной истории. Для прогнозирования хотя бы ближайшего будущего в историческом развитии природы данные палеонтологии ценны не только тем, что они раскрывают отмеченное выше единство традиций и тенденций хода исторического развития тех или иных организмов — они, эти данные, позволяют тем самым выявить векторы и границы направленности этого развития. Совершенно исключительное значение приобретают палеонтологические данные в тех случаях, когда они позволяют связывать происхождение и направленность эволюции ныне живущих организмов с их непосредственными, сравнительно недавно еще существовавшими предками. Это делает возможным на основе реконструкции непосредственно преемственного ряда форм — от предков к потомкам — гипотетически выстроить и перспективное историческое продолжение такого ряда, то есть прогнозировать хотя бы на относительно небольшом отрезке филогенетического развития ближайшее будущее. На уровне такого подхода особый смысл приобретает то направление в изучении эволюции,

которое недавно было выделено К.Л. Паавером под названием мезобиологии, а нами, в несколько ином смысле — мезонтологии [14].

Мезонтологическое направление в изучении истории органического мира в своем наиболее широком смысле и значении определяется как познание путей и закономерностей эволюции на основе синтеза важнейших положений как палеонтологии, так и неонтологии. Механизмы образования и последовательного формирования отдельных организмов, наиболее детально раскрываемые на примере специального изучения современных их представителей, в значительной мере экстраполируются на область познания происхождения организмов вымерших. В свою очередь выявляемое опять-таки этим путем единство традиций и тенденций в эволюционном формировании каждого эволюционного направления создает основы для прогнозирования дальнейшего хода этого формирования, то есть предвидения будущего изменения изучаемых организмов на микро-, а далее и макроэволюционном уровнях.

В данной краткой публикации общего характера мы не имеем возможности останавливаться на каких-либо конкретных примерах рассматриваемого здесь прогностического анализа. Позволим себе в связи с этим сослаться на ряд соответствующих примеров, которые были освещены нами недавно в другой работе [14]. Сейчас же мы считаем своей задачей коснуться лишь важнейших общетеоретических положений эволюционного прогнозирования.

Определяя исходные позиции прогнозирования эволюции, некоторые авторы склонны считать, что конкретные пути развития организмов обуславливаются известными запретами, налагаемыми законами природы [10]. Справедливо, однако, было замечено, что не следует переоценивать значение таких запретов, хотя принимать во внимание их надо. Значительно большее значение в рассматриваемом плане имеет правильное выявление закономерных эволюционных тенденций, соответствующих, как об этом уже говорилось выше, той или иной направленности филогенетических процессов [12]. Особое внимание хотелось бы обратить в связи с этим на то, что в соответствии с такими тенденциями обнаруживается и своеобразное явление, названное „опережающим отражением действительности“ [1]. Этот эволюционный феномен также отвечает определенной в каждом случае направленности исторического развития организмов, в нем проявляются именно тенденции формирования прогрессивного нового, и самый характер такого „опережения“ подсказывает исследователю конкретный путь проспективного развития, позволяет уверенно его прогнозировать. Следует предупредить, что здесь ни в коем случае не следует усматривать в ходе эволюции какое бы то ни было предопределение идеалистического толка. Подчеркнем еще раз, что своеобразное „профетическое“ состояние наметившейся адаптивной линии отвечает именно общей направленности так или иначе канализованного исторического развития.

Определенность характера и направлений эволюционных событий, проявляющихся в историческом развитии организмов, во многом обуславливается ходом вековых преобразований окружающей их среды.

Соответственно этому прогнозирование эволюционных событий не должно ограничиваться рамками лишь традиционной эволюционной палеонтологии. Здесь необходим, как это правильно заметил в беседе с нами наш известный палеонтолог Е.В. Краснов, выход и в смежные научные направления, вплоть до космологии.

Прогнозируемость эволюционных событий, в том числе экологического преобразования арены жизни, невозможна без детального выяснения и постоянного учета исторической динамики геологических и географических изменений не только „лика Земли“ в целом, но и прежде всего именно тех регионов, тех жизненных пространств, где шла и совершается эволюция определенных исследуемых групп организмов и целых экосистем. Здесь уместно вспомнить о положении, касающемся единства развития земной коры и биосферы как целого. Поэтому, как ни важны те или иные палеонтологические данные сами по себе, их необходимо сопоставлять с данными исторической геологии и палеогеографии, а также геохимии и литологии. Прогнозирование биологических событий, следовательно, необходимо согласовывать с учетом глобальных изменений всей биосферы.

В ходе общей планетарной истории происходили, как это хорошо известно, многие существенные изменения среды жизни на Земле. Они касались, например, вековых смещений географических зон, особенно в регионах с увлажненным климатом, в некоторые периоды возникали также обширные оледенения и т.п. Такие глобальные и более ограниченные геоисторические события совершались на протяжении порой сотен тысяч и даже многих миллионов лет. Важнейшие из этих событий отличаются закономерной ритмикой и цикличностью активности. Этому в целом так или иначе подчинены все жизненные и биосферные, в общем объеме, явления [2, 3, 4, 15].

Прогнозирование грядущих глобальных, а также более или менее ограниченных по своим масштабам явлений и событий имеет исключительно важное не только научно-теоретическое, но и очень ощутимое по своей значимости практическое значение. Это находит соответственно свое отражение и в ряде специальных научных программ как общесоюзных, так и международных. Назовем, в частности, программу Международной Палеонтологической Ассоциации — „Глобальные биологические события в истории Земли“, а также проблему Комиссии АН СССР по эволюционным вопросам палеонтологии — „Эволюционные процессы, их динамика и прогнозирование“. Совершенно очевидно, что для расширения и совершенствования прогностической функции современного эволюционизма необходима разработка ряда новых направлений в познании истории и законов развития жизни на Земле, следует выявить те черты эволюционных процессов, недостаточно глубокое отображение которых пока еще лишает эволюционную теорию необходимой прогностической силы [11].

Руководствуясь принципом историзма, необходимо, изучая развитие жизни на Земле в разные периоды ее истории, выявлять те ее ведущие тенденции, которые позволяют правильно

оценивать настоящее как эпилог прошлого, но в то же время и как пролог будущего. Если же понимать историю в самом широком ее значении, то можно признать, что, как сказал В. Шекспир, именно „прошлое – пролог“.

Л и т е р а т у р а

1. Анохин П.К. Опережающее отражение действительности // Вопросы философии. 1962. № 7. С. 97–111.
2. Большаков В.Н. Экологическое прогнозирование. М., 1983. 64 с.
3. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. М., 1980. 381 с.
4. Герасимов И.П. Глобальные и региональные общегеографические прогнозы // Географический прогноз. Теория, методы, региональный аспект. М., 1986. С. 7–17.
5. Глезерман Г.Е. В.И. Ленин и проблемы научного предвидения // Вопросы философии. 1969. № 4. С. 16–28.
6. Долин В.Г., Воинственский М.А. Методологические аспекты зоологического прогнозирования // Вестн. зоол. 1985. № 2. С. 3–6.
7. Кузнецов Б.Г. В.И. Ленин и гносеологические основы научного прогнозирования // Вопросы философии. 1969. № 11. С. 11–23.
8. Лезгина М.Л. Детерминация прогнозирования. Л., 1983. 111 с.
9. Марковский Б.П. Методологические основы палеогеографического прогноза полезных ископаемых // История и методология естественных наук. 1987. Вып. 37. Геология. С. 71–79.
10. Мауринь А.М., Тардов Б.М. Биологическое прогнозирование. Рига, 1975. 279 с.
11. Потапейко С.А. О философских основаниях и путях разработки „прогнозирующей“ теории эволюции // Методологические проблемы эволюционной теории. Тарту, 1984. С. 101–103.
12. Татарinov Л.П. Направленность филогенетических процессов и прогнозируемость эволюции // Журн. общ. биол. 1985. Т. 46. № 1. С. 3–18.
13. Хозацкий Л.И. О некоторых сторонах направленности эволюции // Некоторые философские вопросы современного естествознания, вып. 1. 1973. С. 109–122.
14. Хозацкий Л.И. Мезонтология – особое направление в изучении эволюции // Ежегодник ВПО. 1987. Т. XXX. С. 50–66.
15. Яншин А.Л. Эволюция геологических процессов в истории Земли (прогноз развития приоритетного научного направления) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1987. № 11. С. 9–13.

ПАЛЕОФАЦИАЛЬНЫЕ ОБСТАНОВКИ ФОРМИРОВАНИЯ
НИЖНЕПЕРМСКИХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ТОЛЩ
ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ
ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Изучение нефтегазоносности и прогнозирование оценок невозможно без знания пространственного и мощностного развития основных нефтегазогенерирующих и нефтегазоносных толщ, без восстановления палеофациальных обстановок их формирования, а также без выяснения причин, нарушающих целостную систему генерации и миграции углеводородов.

Среди нижнепермских толщ юго-западной части Прикаспийской синеклизы наблюдается смена различных фаций: от мелководных лагунных сульфатно-галогенных, морских карбонатных, терригенно-карбонатных и предгорно-прибрежных молассоидных до относительно глубоководных глинисто-кремнисто-карбонатных осадков открытого морского и галогенных толщ закрытого эпиконтинентального бассейнов. Выделяются три структурно-фациальные зоны (рис. 1):

1. Каракульско-Смушковская, отвечающая одноименным дислокациям зоны сочленения Русской и Скифской платформ на месте краевого палеопрогиба с развитием флишоидно-молассового типа разреза;

2. Карасальская – включающая прилегающие к бортовой зоне Прикаспийской синеклизы внешние бортовые и внутренние прибортовые структуры с тремя парагенетически связанными типами разрезов: прибрежно-лагунным сульфатно-карбонатным, мелководным морским карбонатным, с биогермными массивами и депрессионным кремнисто-карбонатным;

3. Астраханская, включающая кроме Астраханского свода прилегающие участки внутренних районов Прикаспийской синеклизы, где развит депрессионный тип разреза, близкий к таковому Карасальской зоны.

По времени фиксируется два крупных мегацикла: подсолевой асельско-артинский, преимущественно карбонатный либо преимущественно терригенный (для зоны сочленения), и солевой кунгурский, преимущественно сульфатно-галогенный для всех трех зон.

При изучении этих толщ чрезвычайно возрастает значение палинологических данных, так как названное многообразие фациальных обстановок создало весьма неблагоприятные условия для непрерывного распространения в них фаунистических сообществ, оказывающихся нередко очень обедненными и угнетенными.

Палинологические исследования базировались на анализе как эврифациальной составляющей палинокомплексов, нередко оказывающейся единственным индикатором возраста, так и особенностей палинокомплексов в целом, характеризующих климатическую и палеогеографическую обстановку древних палеоландшафтов, а также условия седиментации в водных бассейнах. Анализировался весь микрокомпонентный состав органического вещества, форма, размеры, степень

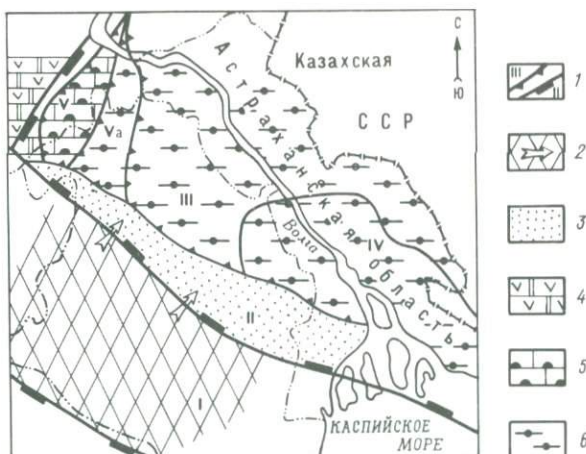


Рис. 1. Литолого-палеогеографическая схема Астраханско-Калмыцкого Прикаспия в раннепермское докунгурское время (составили В.И. Левина, Н.Н. Подгайная, Н.И. Чернова, 1986 г.). 1 – границы тектонических элементов: I – мегавал Карпинского, II – Каракульско-Смушковская система дислокаций (зона сочленения платформ, краевой палеопрогиб), III-Y – Прикаспийская синеклиза: III – Сарпинский мегапрогиб, 1Y – Астраханский свод, Y, Ya – Карасальская моноκлиналь, Кануковская и Уманцевская ступени (Ya); 2 – область денудации, направление сноса обломочного материала; 3 – морская горно-прибрежная фация с накоплением осадков от карбонатно-глинистых флишеидных в ассельское время до грубообломочных, преимущественно терригенных в артинское время; 4 – лагунная прибрежно-мелководная карбонатно-сульфатная фация; 5 – морская мелководная шельфовая органогенно-обломочная и биогермная карбонатная фация; 6 – морская депрессионная, относительно глубоководная фация с развитием маломощных глинисто-кремнистокарбонатных битуминозных пород.

сохранности отдельных компонентов, а также морфологические особенности строения спородермы некоторых видов спор и пыльцы.

При реконструкциях условий седиментации использован опыт подобных исследований для различных палеобассейнов СССР (Г.В. Мусиной [2], М.В. Ошурковой [3], М.А. Петросьянц [1], Л.В. Ровниной [4]). Из указанных работ в наших исследованиях применялись некоторые наиболее общие положения, пригодные для изучения разновозрастных отложений. Наряду с этим нами была предпринята попытка выявить новые принципы восстановления обстановок древнего осадконакопления для раннепермских нефтегазоносных толщ Астраханско-Калмыцкого Прикаспия.

В Каракульско-Смушковской зоне ритмически чередующиеся глины, глинистые песчаники и известняки ассельского возраста генетически связаны с подстилающими флишеидными образованиями

гжельского яруса, которые сформировались в условиях заложения краевого прогиба в начальную стадию орогенеза. Обилие и разнообразие крупной пылцы лебахиевых, гарденаспоритес, виттатин, заметное присутствие ликоспор, дензоспоритес и незначительное количество микрофитопланктона свидетельствуют о накоплении указанных отложений вблизи берега. Это подтверждается также обилием крупных углистых частиц, обрывков тканей, кутикул, крупных обломков пылцы лебахий и других голосеменных. Вероятно, пыльца данных растений вместе с кластическим материалом претерпела механические разрушения при транспортировке ее водой с возвышенных участков, располагавшихся в районе современного кряжа Карпинского. Появление в верхних слоях исследованной толщи миоспор, переотложенных из пород нижнего и среднего карбона, свидетельствует об усилении горообразовательных процессов и глубине эрозии, затронувшей отложения карбона в раннепермское время.

В Карасальской зоне ассельские отложения залегают на размытой поверхности осадков гжельского яруса. По фаунистическим и литофациальным признакам в этой зоне выделено три типа разрезов: 1) прибрежно-мелководный, представленный органогенно-обломочными известняками с прослоями глин и песчаников в основании; 2) мелководный, шельфовый с развитием органогенных и биогермных известняков, практически не содержащих миоспоры, и 3) депрессионный глинисто-кремнисто-карбонатный, аналогичный внутрибассейновому типу Астраханской зоны. Единичные споры и мелкая одно- и двухмешковая пыльца голосеменных обнаружены лишь в образованиях первого типа. Слабая насыщенность осадков миоспорами, а также их состав, свидетельствуют о том, что изученные породы, вероятно, сформировались в сравнительном удалении от берега, в обстановке очень малого сноса терригенного материала и с весьма благоприятными условиями развития раковинной фауны и известняковых водорослей, формировавших водорослево-фораминиферовые биогермные массивы.

В Астраханской зоне разновозрастные образования с резким несогласием залегают на продуктивной толще башкирских известняков. Начало формирования глинисто-карбонатно-кремнистых битуминозных отложений относится к ассельскому веку и происходило, вероятно, в условиях внутреннего бассейна с островами, что подтверждается, с одной стороны, присутствием большого количества спор папоротникообразных, крупной пылцы лебахиевых, оседающих вблизи берегов, а с другой — значительным количеством микрофитопланктона. Местами накопление данной толщи происходило в более глубоководных условиях, в удалении от берега, о чем свидетельствуют значительные количества микрофитопланктона (до 100%) в органомацератах. Полуразложившееся состояние микрофитофоссилий позволяет предположить наличие застойных, плохо аэрируемых, депрессионных участков, в которых происходило захоронение этих остатков.

Преимущественно карбонатное осадконакопление в ассельском веке, скорее всего, является результатом существования на территории исследования широкой полосы мелководья. На суше, вероятно,

имелись пониженные, заболоченные пространства, где доживали лепидодендроны (*Lycospora*), клинолисты (*Laevigatosporites*, формы размером более 35 мкм), а также возвышенности, на которых произрастали лебахии (*Potoniesporites*) и кордаиты (*Florinites*). Климат был, вероятно, относительно мягкий, хотя по сравнению с гжельским веком аридизация нарастала, о чем свидетельствует увеличение количества пыльцы *Vittatina* и утолщенные спородермы у многих видов пыльцы.

Сакмарские отложения на данной территории достоверно не установлены. В Каракульско-Смушковской зоне к ним, возможно, относятся самые нижние горизонты молассы, в Карасальской – выделяется пласт известняков с максимальной мощностью до 15 м, на Астраханском своде – средняя часть битуминозной толщи. Однако перечисленные образования ни фауной, ни палинокомплексами не охарактеризованы и к сакмару относятся условно. Возможно, отсутствие палеонтологических данных и исчезающие малые объемы указанных образований свидетельствуют либо о замедлении процессов седиментации, либо о преартинских локальных перерывах.

Широко развитые в юго-западном Прикаспии артинские отложения выделяются в составе нижнего и верхнего подъярусов и отличаются пестротой фациального состава. Так, в пределах Каракульско-Смушковской зоны вскрыта толща нижней молассы мощностью до 2500 м, представленная чередованием аргиллитов, алевролитов и песчаников с прослоями битуминозно-глинистых известняков, реже доломитов и ангидритов. В составе палинокомплексов этой толщи преобладает крупная пыльца лебахиевых, кордаитов, гарденаспоритес и двухмешковая пыльца голосеменных с ребристым и нерребристым телом, что позволяет предположить существование в непосредственной близости от берега возвышенных участков с произраставшими на них продуцентами вышеуказанной пыльцы. В строении толщи наблюдается чередование слоев с высоким (свыше 50 %) содержанием то виттатин, то микрофитопланктона, что, вероятно, связано с повышенной тектонической активностью в районе орогена, вызывающей резкие колебания в положении береговой линии. Причем в нижней части толщи доминирует микрофитопланктон, свидетельствуя о значительных глубинах бассейна в области предгорного прогиба в раннеартинское время, а существенное уменьшение численности фитопланктона – об обмелении его в позднеартинское.

В пределах Карасальской зоны в раннеартинское время сохраняются условия накопления карбонатных осадков, формирующих прибрежно-морской, рифогенный и депрессионный типы разрезов. В первых двух палинокомплексах не установлены. В депрессионном типе выявлен комплекс, характеризующийся исключительным преобладанием микрофитопланктона, что подтверждает относительно глубокое происхождение вмещающих отложений. В позднеартинское время развивающаяся изоляция бассейна с юга и юго-востока вызвала накопление сульфатно-карбонатных отложений с примесью терригенного материала. Формирование их происходило в прибрежно-морских условиях, вероятно в лагунах, о чем свидетельствует,

с одной стороны, чередование ангидрит-доломитовых пород с прослоями аргиллитов, карбонатов и линзами солей, а с другой – отсутствие в мацератах данных пород тасманитесов – любителей нормально-солевых вод. Это предположение подтверждается также увеличением количества пыльцы с ребристым телом и разрушениями спородермы миоспор в виде каверн, точечных и ветвящихся разрывов – признаками формирования вмещающих отложений в обстановке сложных гидрохимических режимов, с активной динамикой водной среды и усиливающейся аридизацией климата.

В Астраханской зоне в раннеартинское время, вероятно, заканчивалось формирование битуминозной толщи в прибрежно-морских условиях, что подтверждается наличием большого количества растительной трухи, обрывков тканей, кутикул, сгустков смолы и незначительным числом зерен микрофитопланктона. Присутствие спор, переотложенных из пород нижнего-среднего карбона, позволяет предположить усиление тектонических движений с размывом каменно-угольных отложений. В позднеартинское время происходило, возможно, локальное, маломощное сульфатно-карбонатное осадконакопление с палинокомплексами типа карасальских.

В кунгурском веке во всех структурно-фациальных зонах отлагались мощные толщи солей, в которых доминирует двухмешковая ребристая пыльца с ветвящейся формой гармомегата, виттатины. Отмечается обилие уродливых зерен пыльцы. Вещественный состав осадков и особенности палинокомплексов свидетельствуют о формировании раннекунгурских образований в полузамкнутом эпиконтинентальном бассейне в обстановке высшей степени аридизации. Горообразовательные процессы, приуроченные к сакмарско-артинскому времени, вероятно, закончились к началу кунгурского века, и частичная пенеппенизация рельефа, относительно низкая суша и сильная изрезанность береговой линии обусловили существование лагунных и островных палеоландшафтов. Затем формирование осадков, видимо, происходило в спокойной обстановке замкнутого бассейна, что подтверждается хорошей сохранностью пыльцы голосеменных, у которой сохранились даже мельчайшие структурные элементы. Палинофлора участков островного шельфа Астраханского свода по присутствию наряду с ребристыми формами пыльцы лебахиевых, гарденаспоритес и спор имеет более „гумидный“ облик, нежели палинофлора Карасальской зоны. В конце кунгура в связи с замыканием бассейна осуществился переход к преимущественно континентальному осадконакоплению.

Проведенные исследования показывают, что органомацераты пород являются своеобразными матрицами, в которых зашифрованы сведения об условиях древнего осадконакопления. В сопоставлении с данными литолого- и структурно-фациального анализа наблюдения за изменениями компонентного состава органомацерата позволяют выяснить и уточнить значение ряда компонентов при палеогеографических реконструкциях.

1. Значительные количества и разнообразие спор, крупной пыльцы *Potoniesporites*, *Florinites*, *Gardenasporites*, а также крупных углистых частиц, обрывков тканей, обломков пыльцы, ку-сочков смолы и растительной трухи приурочены к прибрежно-мор-ским отложениям континентального и островного шельфа, накаплива-ющихся в непосредственной близости от берегов бассейна (или островной суши).

2. Существенная примесь углистых частиц мелкого и среднего размера, незначительное число преимущественно мелких спор, пыль-цы голосеменных и зерен микрофитопланктона свидетельствуют о более глубоководных и удаленных от берегов условиях осадконакоп-ления.

3. Преобладающее количество микрофитопланктона с примесью мелкого обугленного детрита отмечается в глубоководных и депрес-сионных фациях.

4. Обилие прозрачных нитчатых образований, обрывков талломов водорослей, отсутствие миоспор и углистых частиц или незначи-тельное их количество характерно для мелководных карбонатных фаций, сформировавшихся в удалении от береговой линии трансгрессивных бассейнов (ассельский век).

5. Незначительное количество или полное отсутствие акритарх родов тасманитес, индеритес, обилие пыльцы *Vittatina*, а также разрушения спородермы миоспор в виде каверн, ветвящихся трещин и разрывов характерны для лагунных фаций.

6. При восстановлении палеоклиматических условий предполаг-ается, что значительные количества спор папоротникообразных, пыль-цы *Potoniesporites*, *Florinites*, *Gardenasporites* и преим-ущественно карбонатное или карбонатно-терригенное осадконакопление являются показателями сравнительно мягкого и теплого климата.

7. Усиление процессов аридизации фиксируется уменьшением количества спор или их полным исчезновением и увеличением коли-чества пыльцы *Vittatina*, *Striatosaccites* и накоплением суль-фатно-галогенных и галогенных отложений.

8. При палеоландшафтных реконструкциях предполагается, что наличие спор клинолистов (*Laevigatosporites*), каламитов (*Calamospora*, *Punctatisporites*), лепидодендронов (*Lyco-spora*) и других плауновидных (*Densosporites*) свидетель-ствует о существовании низинных, заболоченных пространств с раз-витием болотных ассоциаций.

9. Обилие пыльцы *Potoniesporites*, *Florinites*, *Gardenasporites* говорит о существовании возвышенных участков.

10. Присутствие переотложенных миоспор свидетельствует о глубине эрозионных процессов.

Таким образом, палинологические данные могут с успехом применяться при палеофациальных и палеогеографических ис-следованиях.

Л и т е р а т у р а

1. Методические рекомендации по использованию микрофоссилий растительного и проблематичного происхождения для выявления обстановок древнего осадконакопления. М., 1986. 36 с.
2. М у с и н а Г.В. Значение данных о сохранности пыльцевых и споровых оболочек для биостратиграфических исследований // Палеонология в СССР (1976–1980). М., 1980. С. 17–18.
3. О ш у р к о в а М.В. Детальное расчленение угленосных отложений по палеофитологическим данным. Методические рекомендации. Л., 1981. 40 с.
4. Р о в н и н а Л.В. Определение исходного типа и уровня катагенеза рассеянного органического вещества палинологическим методом. М., 1984. С. 3–17.

И.В. В а с и л ь е в, Д.Л. С т е п а н о в

СВЯЗЬ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПАЛЕОНТОЛОГИИ С ДРУГИМИ НАУКАМИ

Рассмотрение теоретических и прикладных аспектов современной палеонтологии заставляет в первую очередь обратиться к тому, насколько актуальна эта наука, т.е. как она связана с другими науками, какие отрасли знания и в какой мере пользуются ее достижениями и насколько она сама использует смежные науки для своего совершенствования.

Многообразие связей и взаимодействие палеонтологии с другими науками проистекает как из ее положения на стыке биологии и геологии, так и в связи с ее чрезвычайным многообразием. И действительно, сейчас палеонтология настолько развилась, настолько усложнилась и разветвилась, что некоторые из ее разделов стали самостоятельными дисциплинами, имеющими собственные объекты, методику и специалистов. Не задаваясь целью перечисления всех разделов палеонтологии, отметим, что она имеет два основных раздела – палеозоологию и палеоботанику в соответствии с двумя главными подразделениями органического мира. Раздел палеонтологии, изучающий остатки микроскопических организмов как растительного, так и животного происхождения, часто называют микропалеонтологией. К ней тесно примыкает раздел палеоботаники – палеопалинология, занимающаяся макро- и микроспорами растений и имеющая в основном ту же методику исследования. Коль скоро мы говорили о разделах палеоботаники, то здесь необходимо упомянуть такие дисциплины, как палеокарпология, имеющая своим объектом плоды и семена (так называемые карпоиды или диаспоры), палеоксилология (древесина), кутикулярно-эпидермальный анализ и некоторые другие.

Таким образом, являясь разделом биологии, изучающим вымершие организмы по их фоссилизированным остаткам и следам былой жизнедеятельности, палеонтология восстанавливает историю развития органического мира и выясняет условия существования древних фаун и флор в связи с изменением тектонических, климатических, эдафических и других палеогеографических условий на земном шаре.

Все это и обусловило ее тесную связь с рядом дисциплин естественных наук, геологического и биологического циклов.

Прежде всего наиболее очевидна изначальная связь палеонтологии со стратиграфией и геохронологией, обуславливая в значительной мере само ее возникновение как науки, отвечающей на запросы практики геологоразведочных работ. В связи с этим в представлении некоторых геологов палеонтология является „служанкой геологии“. Однако по этому поводу академик А.А. Борисяк писал: „Палеонтология борется не против тесной связи с геологией, а против тех узких рамок, в которые „хозяйка“—геология — ставит свою „служанку“—палеонтологию. На самом деле, освободившись от ига геологии, палеонтология лучше обслужит интересы геологии“ [4, с. 9–10]. Ту же мысль проводит Л.П. Татарinov [25].

Из связи палеонтологии с геохронологией, даже более того, не просто из связи, а из того обстоятельства, что биогеохронология основывается на палеонтологическом методе, проистекает и связь палеонтологии с эволюционным учением, которое в значительной мере базируется на изучении последовательной смены во времени одних групп организмов другими как на уровне в пределах вида (микроэволюция), так и на уровне более крупных таксонов (макроэволюция).

Давая первичный материал для установления происхождения и развития отдельных систематических групп, палеонтология является одним из столпов филогенетики. Отсюда проистекает большое значение палеонтологических данных для систематики не только вымерших, но и современных организмов.

Здесь следует отметить, что значительный раздел палеонтологии составляет систематика прежде всего древних (вымерших) организмов, которая в связи с неполнотой геологической летописи несколько стеснена в своих возможностях. Однако эта систематика в принципе не должна отличаться от систематики современных организмов. В то же время систематика последних влияет на развитие систематики древних организмов и в конечном счете та и другая объединяются в единую систему, где находят свое место как современные, так и вымершие организмы, между которыми устанавливаются родственные связи. „Без систематики, той самой систематики, которую некоторые близорукие и наивные люди еще и сейчас (правда, уже редко) пытаются объявить наукой прошлого, не может быть современного эволюционизма“, — сказал В.Г. Гептнер [8, с. 5]. „Систематика — азбука биологии“, — добавим мы.

Некоторые частные науки, например палеоэкологию и тафономию, можно рассматривать в качестве разделов палеонтологии, но только в той их части, которая касается живых организмов, так как такие

неорганические компоненты, изучающиеся этими науками, как климатические, тектонические и некоторые другие едва ли позволяют отнести эти науки полностью и безоговорочно к такой биологической науке, как палеонтология. Поэтому, указывая на теснейшую связь палеонтологии с палеоэкологией и тафономией, отметим, что они находятся в тесном взаимодействии и способствуют друг другу в выяснении причин и следствий экологических изменений в истории биосферы. Отсюда и проистекает большое значение палеонтологических данных для обоснования экологического прогнозирования и проведения природоохранных мероприятий. Последние должны включать и охрану наиболее ценных и важных палеонтологических памятников [22].

Велика роль палеонтологии и в восстановлении климатических условий прошлого [7]. Не умаляя возможностей и других наук для палеоклиматических построений, мы выскажем некоторые сомнения в правомерности термина „климатостратиграфия“, получившего распространение в четвертичной геологии. Дело в том, что представление о стратиграфии и геохронологии того или иного района мы черпаем не из данных палеоклиматологии, а наоборот, по характеру отложений и содержащимся в них органическим остаткам получаем данные о климате, т.е. методика определения климатических характеристик для четвертичного времени ничем не отличается от этой работы при исследовании более древних отложений.

Конечно, можно было бы говорить и о связи и взаимодействии палеонтологии и палеогеографии, но последняя представляет собой настолько сложную и многоотраслевую науку, что трудно обрисовать эти связи в целом. О связи палеонтологии с одной из ветвей палеогеографии – палеоклиматологией – мы уже говорили, а здесь можно сказать о взаимодействии палеонтологии и палеоландшафтоведения, так как палеоландшафты восстанавливаются в большой мере и на основании данных палеонтологии, в особенности – палеоботаники.

Неразрывна связь палеонтологии с геотектоникой, включая как региональные, так и глобальные аспекты последней. Более того, палеонтология влияет на развитие тектоники как науки и корректирует ее данные, в особенности в случаях блокового строения региона, когда определение возраста отдельных блоков по палеонтологическим данным дает возможность установить время и последовательность тектонических событий [19].

Общепризнана роль живого вещества в геохимических процессах, протекающих в биосфере. Изучая древние биоты, палеонтология участвует в реконструкции былых биосфер. Породообразующая роль организмов и их значение в возникновении и накоплении важнейших видов минерального сырья предопределяют связи палеонтологии как с геохимией, так и с учением о полезных ископаемых. В последнее время появились сведения (устное сообщение А.Н. Олейникова) о возможности по систематическому составу остатков организмов или по характеру их тератологических прижизненных изменений предсказывать наличие в соответствующих отложениях определенных полезных ископаемых.

Палеонтологические данные все шире используются при рассмотрении таких вопросов, как движение литосферных плит, палеомагнитные инверсии, изменение силы тяжести и скорости вращения Земли вокруг Солнца, относящихся к компетенции геофизики. Особенно показательно для доказательства перемещения полюсов существование в прошлом субтропических флор в таких районах с суровым современным климатом, как Аляска, Шпицберген, Гренландия.

Интересны попытки перенесения некоторых общебиологических принципов, в частности, выраженного в основном биогенетическом законе Мюллера-Геккеля [20], широко применяемого и в палеонтологии, в область геологических процессов, где он называется геогенетическим законом Григорьева-Рундквиста [11, 12, 23]. Это неудивительно, ибо эволюционные идеи, базирующиеся и на палеонтологии, в какой-то мере влияли также на химию, физику, астрономию [17, 18].

В последнее время все чаще в поисках причин глобальных биологических событий палеонтологи обращаются к внеземным явлениям. Падение крупных метеоритов, столкновение с Землей небесных тел [5], вспышки сверхновых звезд и даже изменение гравитационного поля галактики привлекаются в качестве возможных причин „великих вымираний“ и „биотических кризисов“. Все это свидетельствует о достаточно тесных связях палеонтологии с астрономией.

Развитие палеобиохимии несколько затруднено в связи с недостатком материала, пригодного для биохимических исследований, а также соответствующей аппаратуры и навыков у палеонтологов. Однако и тут намечается усиление связи между палеонтологами и биохимиками. Уже проводятся работы по палеоэкобиохимическим исследованиям моллюсков [15] и брахиопод [24].

Возрастающая роль электронной микроскопии при палеонтологических исследованиях, с одной стороны, должна стимулировать и действительно стимулирует совершенствование соответствующих методик и аппаратуры. А с другой стороны — электронная микроскопия способствует палеонтологии проникать все глубже в строение деталей самых мелких палеонтологических объектов. Здесь мы видим хорошо выраженное взаимодействие и взаимовлияние двух направлений научной и производственной деятельности.

Большое внимание в последние годы уделяется взаимодействию палеонтологии и кибернетики, а также математической статистики. Внедрение математических методов исследования и электронно-вычислительных машин является характерной чертой современной палеонтологии. Организация банков палеонтологических данных должна вестись систематически и последовательно, начиная с самых простых, первичных сведений (название вида, автор, возраст), постепенно их усложняя вплоть до данных о филогенетических связях, палеоклиматических, палеобиохимических и других условиях [27].

Несколько неожиданна, на первый взгляд, но вполне реальна связь палеонтологии с медициной. Начать с того, что в восточной медицине ископаемые остатки позвоночных в качестве „костей дракона“ имели значение лекарственных средств. Одним из результатов

этого явилось открытие в 30-х годах нового антропоида – гигантопитека – на основании изучения зуба, приобретенного в китайской аптеке.

Напомним также, что наличие большого костного нароста – экзостоза на бедренной кости питекантропа, найденного Е. Дюбуа, явилось поводом для утверждения о принадлежности этой формы к разумному существу. Предполагалось, что экзостоз на бедре питекантропа представляет следствие перенесенного тяжелого патологического процесса, благополучный исход которого мог быть достигнут только благодаря тщательному уходу за пострадавшим его соплеменниками, которыми могли быть только настоящие люди. Эта концепция была, впрочем, опровергнута А.П. Быстровым [6], по заключению которого, экзостоз на бедре питекантропа не является результатом тяжелого воспалительного процесса. Подобные костные разрастания – остеомы – нередко наблюдаются у современных людей и не вызывают болезненных ощущений. Судя по характеру поверхности экзостоза питекантропа, вызвавший его процесс полностью закончился и не мешал нормальной функции бедра. Это делает излишним допущение о необходимости специального ухода за данным индивидом как в период заболевания, так и после него. И, следовательно, версия о полной сапиентности питекантропа не имеет под собой серьезных оснований.

Медицинский аспект имеет также проблема биогенной минерализации – процесса образования организмами неорганических соединений, в частности, при построении скелета („скелетная биоминерализация“). Как указывает С.Н. Голубев [9], нарушение нормального хода процесса биоминерализации у млекопитающих, включая человека, обуславливает патологию костной ткани и вызывает атеросклероз, калциноз сердца и окостенение суставов. В этом плане интересна идея академика Н.В. Белова [3] о существовании механизмов, защищающих живое вещество от „кристаллической смерти“, т.е. от перехода его в кристаллическую форму.

Проблема биологической минерализации связывает палеонтологию с минералогией и кристаллографией. Известно до 40 минералов, образуемых организмами. Некоторые из этих минералов обычно не могут образовываться и длительное время существовать вне органической среды. Примером является целестин, синтезируемый акантариями и не образующийся неорганическим путем [2]. Как указывает И.С. Барсков, специфика эволюции биоминерализации отражается в изменениях структуры скелетных остатков в филогенетических рядах, что позволяет использовать этот метод для разработки филогении и систематики.

Связь палеонтологии с кристаллографией имеет и другой аспект. Эти науки объединяет проблема симметрии. Еще в 1925 г. академик Д.В. Наливкин [21] ввел понятие „криволинейной симметрии“, которую он считал особенно характерной для живых существ, и обосновывал на примере брахиопод. Однако, по И.И. Шафрановскому [26], концепция Д.В. Наливкина имеет и более общее значение, зачастую реализуясь на примере трактовки геологических образований и даже кристаллов.

Говоря о связях палеонтологии с кристаллографией, позволительно напомнить знаменательное совпадение. Два первопроходца в науках о Земле — М.В. Ломоносов и за столетие до него Н. Стенон сочетали в своей деятельности разработку основ кристаллографии с интересом к проблемам палеонтологии.

Неразрывна связь палеонтологии с неонтологией. Стоит упомянуть хотя бы широко применяемый метод актуализма. Часто мы, даже иногда невольно, сравниваем события и организмы далекого прошлого с событиями и организмами современности. Еще Ч. Дарвин [10] отмечал, что именно геологические соотношения между настоящим и прошлым населением Южной Америки пролили свет на происхождение видов.

Неотделима палеонтология и от ареалологии — науки о формировании ареалов обитания животных и растений. Ведь понятие о виде тесно связано с его ареалом. Ботаники и палеоботаники в качестве критерия вида принимают так называемый „камчатский афоризм“ академика В.Л. Комарова [16], сформулированный им в его классической работе „Флора Камчатки“. Афоризм этот гласит: „Вид есть морфологическая система, помноженная на географическую определенность“ [с. 48], т.е. — в понятие вида включаются не только его морфологические, биохимические и прочие особенности, но и занимаемый им ареал.

Сопрягается палеонтология и с методами абсолютной геохронологии. При этом обоюдно корректируются результаты определения относительного и абсолютного возраста.

Очевидна связь палеонтологии с антропологией (проблема антропогенеза) и археологией [28]. Причем часто их сближают и методы работы (раскопки, методы консервации образцов, сравнительно-морфологический метод). Связи палеонтологии с археологией имеют по меньшей мере два аспекта. Первый — важнейшая роль палеонтологических методов для датировки археологических находок. Второй аспект заключается в том, что ископаемые остатки организмов нередко сами выступают в качестве археологических объектов. Начиная со стадии неандертальца, а возможно даже архантропа, люди использовали окаменелости в качестве орудий труда, культовых предметов (амулетов), украшений и хозяйственной утвари и даже строительных материалов. Это вполне оправдывает входящий в обиход термин „археологическая палеонтология“.

Нельзя не отметить, наконец, связи палеонтологии с мифологией и фольклористикой. Находки крупных ископаемых скелетов позвоночных и окаменелых древесных стволов привлекали внимание человечества с древнейших времен и являлись поводом для создания мифов и легенд, что находит отражение в античной мифологии и в фольклоре примитивных народов.

Так, некоторые древнегреческие мыслители в ископаемых скелетах крупных млекопитающих видели кости людей-гигантов, некогда населявших Землю. Такие представления развивал, в частности, Эмпедокл в V веке до н.э. Существует предположение, что находки на островах Средиземноморья ископаемых черепов древних слонов

могли явиться источником для возникновения мифа об одноглазых великанах – циклопах. Большое носовое отверстие в черепе принималось за единственный глаз.

Индейцы племени Навахо в Аризоне принимали окаменелые стволы за кости погибшего чудовища, а окружающие лавовые потоки – за его застывшую кровь. Другое индейское племя считало окаменелые осколки древесных стволов оружием, разбросанным на поле битвы богов. Среди аборигенов Австралии были распространены легенды, связанные с находками скелетов гигантского сумчатого *Diprotodon*, которым приносились кровавые жертвы.

В фольклоре северных народов бытовали легенды, связанные с находками скелетов и замороженных трупов мамонта, трактовавшиеся как остатки какого-то гигантского подземного существа.

Это лишь немногие примеры, свидетельствующие о существенной роли палеонтологических объектов в мифотворчестве и фольклоре.

Таким образом, как мы пытались показать, палеонтология за свою двухвековую историю становится все более многоликой, расширяя связи с различными областями естествознания и даже вступая в тесное соприкосновение с гуманитарными науками (археология, мифология и фольклористика). В развитии палеонтологии наблюдается тенденция к дифференциации с обособлением в ней ряда самостоятельных дисциплин, что приводит к возрастанию ее связей с другими науками. Палеонтология играет существенную роль как в развитии естествознания в целом, так и многих его отраслей.

Л и т е р а т у р а

1. Барсков И.С. Биоминерализация и эволюция // Палеонт. журн. 1982. № 4. С. 5–13.
2. Барсков И.С. Палеонтологические аспекты биоминерализации // 27-й Междунар. Геол. Конгресс. Доклады. Секция С.02. М., 1984. С. 61–66.
3. Белов Н.В. Очерки по структурной минералогии. М., 1976. 344 с.
4. Борисьяк А.А. Основные проблемы эволюционной палеонтологии. Л., 1977. 79 с.
5. Будыко М.И. Абиотические факторы эволюции биосферы // Важнейшие биотические события в истории Земли. Тезисы докладов XXXIII сессии ВПО. Таллин, 1986. С. 16–17.
6. Быстров А.П. Прошлое, настоящее, будущее человека. Л., 1957. 314 с.
7. Васильев И.В., Карстенс Д.И. Роль палеоботаники в восстановлении климатических условий прошлого // Основы регионального изучения кор выветривания. Л., 1969. С. 180–194.
8. Гептнер В.Г. Предисловие к книге Э. Майра „Популяции, виды и эволюция“. М., 1974. С. 5–7.
9. Голубев С.Н. Двойникование кристаллов в скелетах организмов // Палеонтол. журн. 1983. № 2. С. 3–11.

10. Д а р в и н Ч. Происхождение видов путем естественного отбора // Сочинения. М.-Л., 1939. Т. 3. 832 с.
11. Д р а г у н о в В.И. Онтогенез геологических тел в аспекте их иерархии, филогении и экологии // Эволюция осадочного процесса в океанах и на континентах. М., 1983. С. 192-200.
12. Д р а г у н о в В.И. Системный аспект литологических исследований // Методологические проблемы геологии нефти и газа и их связь с практикой. Новосибирск, 1986. С. 193-204.
13. Д р у ш и ц В.В. О типах кандидатских диссертаций палеонтологического содержания // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1973. Т. 48, № 3. С. 149.
14. Д р у ш и ц В.В. О некоторых проблемах актуопалеонтологии // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1979. Т. 54. № 2. С. 64-75.
15. К о л е с н и к о в Ч.М. Палеобиохимические и микроструктурные исследования в палеолимнологии (теоретические и методологические аспекты). Л., 1974. 160 с.
16. К о м а р о в В.Л. Избранные сочинения. М.-Л., 1951. Т. VII. 506 с.
17. К р а с и л о в В.А. Палеоэкология наземных растений. Владивосток, 1972. 212 с.
18. К р а с и л о в В.А. Роль палеонтологии в развитии естествознания. // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1979. Т. 54. № 1. С. 71-80.
19. М а р к о в и ч Е.М., П р о с в и р я к о в а З.П. О роли палеоботанического анализа при изучении тектонически нарушенных угленосных площадей (на примере Червоноозерской площади Припятской впадины) // Сов. геол. 1972. № 2. С. 127-130.
20. М ю л л е р Ф., Г е к к е л ь Э. Основной биогенетический закон. М.-Л., 1940. 292 с.
21. Н а л и в к и н Д.В. Элементы симметрии органического мира // Изв. Биол. н.-и. ин-та при Пермском ун-те. 1925. Т. 3. Вып. 8. С. 291-297.
22. Р о д е н д о р ф Б.Б., Ж е р и х и н В.В. Палеонтология и охрана природы // Природа. 1974. № 5. С. 82-91.
23. Р у н д к в и с т Д.В. Об одной общей закономерности геологического развития // Общие закономерности геологических явлений. Л., 1965. Вып. 1. С. 79-90.
24. С м ы с л о в а Л.И. Биогеохимические исследования раковин позднеюрских брахиопод // Вестн. Харьковского университета. 1974. № 108. Геология. Вып. 5. С. 66-73.
25. Т а т а р и н о в Л.П. Современные проблемы эволюционной палеонтологии // Палеонт. журн. 1976. № 2. С. 7-20.
26. Ш а ф р а н о в с к и й И.И. Симметрия в природе. Л., 1968. 184 с.
27. M e l l o J.F. Paleontologic data storage and retrieval // Computers in Paleontology // Proc. North-Amer. Paleont. Conv., Lawrence. 1970. Part. B. P. 57-71.
28. S m i t h C.E. Import of palaeoethnobotanical facts // Econ. Bot. Bronx. 1986. Vol. 40. N 3. P. 266-278.

ЗНАЧЕНИЕ ПАЛЕОНТОЛОГИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ФИЛОСОФИИ

О том, как профессия выглядит в общественном мнении, можно судить по ее отражению в художественном творчестве. Палеонтологией посвящено немало страниц в книгах таких крупных писателей нашего века, как Ричард Олдингтон, Томас Манн и Макс Фриш. Сейчас ученые нередко становятся героями романов и кинофильмов. Не забывают и о палеонтологах. По крайней мере два современных английских писателя, Дж. Олдридж („Дипломат“) и Дж. Фаулс („Женщина французского лейтенанта“) дали своим героям эту профессию, обнаружив довольно основательное знакомство с нею. Но вот в отечественной художественной литературе о палеонтологах писали только палеонтологи.

Ни одна профессия не может позволить себе не заботиться о своем общественном реноме, ведь от него зависит не только финансирование и кадровая политика, но и добротный приток способной молодежи, интересующейся в первую очередь, естественно, престижными профессиями. Приходится признать, что в негласной конкуренции за способную молодежь палеонтология систематически проигрывает уже в течение нескольких десятков лет.

В чем же дело? Палеонтология учит нас в поисках объяснения настоящего обращаться к прошлому. Я думаю, что научная палеонтология начинается с профессионального коллекционирования, т.е. специальных поисков, сборов, документации и музейного хранения ископаемых остатков организмов. В этом смысле честь основателя палеонтологии по праву принадлежит Дж. Вудворду, создателю первого научного палеонтологического музея в Кембридже (около 1695 г.). Эгоцентричный, заносчивый, ревнивый к успехам других Вудворд, по словам его биографа Р. Портера, был самым причудливым экземпляром своей коллекции. И все же Р. Бентли упоминает о нем в таких стихах:

Чтобы постичь природы колдовство
И тайнства ее увидеть близко,
Пари, как Ньютон, высоко,
Ищи, склоняясь, как Вудворд, низко.

Уже само упоминание имени коллекционера Вудворда рядом с именем Ньютона свидетельствует о чрезвычайно высоком престиже палеонтологии, сохранившемся во времена Ламарка и Кювье, Лайела и Дарвина. Потрясавшие ученых всего мира коллизии Кювье – Жоффруа Сент-Илер, Кювье – Ламарк, Дарвин – Оуэн и даже Хаксли – епископ Уильберфорс (за спиной последнего стоял Оуэн), затрагивавшие самые глубинные естественнонаучные и мировоззренческие проблемы, были по существу дискуссиями палеонтологов. Можно без преувеличений сказать, что палеонтологические открытия оставались в центре внимания научной общественности вплоть до

середины XIX века, но вскоре после появления дарвиновской теории эволюции палеонтология утратила идейное лидерство и отошла на второй (может быть, третий) план.

Дарвин писал, что приблизиться к разгадке „тайны из тайн“ — происхождения видов — ему помогли в первую очередь находки вымерших животных в Южной Америке [1]. Но воспитанный на „Основах геологии“ своего старшего коллеги и друга Ч. Лайеля, творец теории эволюции принял униформистские (по существу антиэволюционистские) взгляды последнего, сделавшие его противником всякого рода скачков и катастроф. Если палеонтологическая летопись дает указания на внезапные изменения органического мира, то тем хуже для нее; значит она недостоверна. Эта мысль, как и предвидел Дарвин, предрекавший упадок „благородной науки геологии“ (читай — палеонтологии) из-за обескураживающей неполноты летописи, имела действительно роковые последствия. После торжества теории постепенного эволюционного развития палеонтологи долгое время не решались выдвигать новые фундаментальные идеи, довольствуясь ролью скромных иллюстраторов и пропагандистов представлений, почерпнутых в иных областях биологии и геологии. Не только теория эволюции, но и другие естественнонаучные теории, например фиксизм и мобилизм, являют печальные примеры такой „иллюстраторской“ активности палеонтологов, которые, следуя меняющимся установкам, подтверждали сначала дрейф континентов, затем неизменность их положения и, наконец, с немалым усердием, спрединг и субдукцию литосферных плит.

И думается, что эта дисциплина вообще пришла бы в полный упадок, превратившись в увлечение коллекционеров, если бы не ее экономическое значение как поставщика стратиграфических маркеров для геологического картирования и поисков полезных ископаемых. Индустриализация дала мощный импульс экономической геологии, а вместе с нею и стратиграфической палеонтологии, которая получила свою скромную долю средств и штатных единиц, а также учебных часов в геологических вузах как несколько архаичная, но все же пока необходимая наука.

Ориентация на стратиграфию имела для палеонтологов как позитивные, так и негативные последствия. К первым относятся резко возросший объем палеонтологических материалов, собираемых планомерно, систематически, повсеместно и послойно, имеющих точную стратиграфическую привязку (в отличие от музейных коллекций прошлого века, собранных большей частью в осыпях или отвалах рудников и шахт); неуклонное наступление на „немые толщи“ и работа с небольшими объемами породы (кернами скважин), стимулировавшие поиски новых методов, в частности микропалеонтологических; повышение требований к точности определений, способствовавшее развитию морфологии и систематики. Вместе с тем необходимость тонких морфологических исследований всегда могла быть поставлена под сомнение, если они не давали немедленного стратиграфического эффекта.

Обработывая массовый материал, палеонтолог нередко откладывает наиболее сложные, трудоемкие и не поддающиеся быстрому определению находки, надеясь вернуться к ним в будущем, но так и не находит для них времени. Подобные уникальные объекты могут впоследствии бесследно исчезнуть, поскольку длительное хранение необработанных палеонтологических коллекций не обеспечено. В ряде случаев они рассматриваются как документация к геологическим отчетам, которую следует сохранять лишь в течение ограниченного срока.

Нередко можно услышать жалобы на малочисленность палеонтологов. И в то же время специалисты, работающие в разных учреждениях (например, неогеновую флору Дальнего Востока изучают сейчас палеоботаники из шести академических институтов и трех производственных объединений), подчас только мешают друг другу из-за плохой координации, стремления не столько глубоко изучить, сколько „застолбить“ материал и порой возникающего соперничества, пагубные последствия которого для общего дела убедительно продемонстрировали еще в прошлом веке американские палеонтологи О. Марш и Э. Коп. Из-за плохой организации работы увеличение числа специалистов далеко не всегда адекватно приросту их совместной продуктивности.

Все отмеченные выше недостатки так или иначе устранимы и постепенно преодолеваются. Решающее значение, по-видимому, имеет организация надлежащего хранения коллекций, обнаружение не только новых видов, как это принято у нас в последнее время, но и коллекционных каталогов, предварительных сведений о наиболее интересных находках, повышение технического уровня исследований. Ведущие периодические издания, и в особенности „Палеонтологический журнал“, должны способствовать этой работе. К сожалению, при существующих сейчас жестких ограничениях количества иллюстративного материала отечественные журналы не только не стимулируют, но, скорее, даже тормозят освоение новых методов: ведь новый метод — это и дополнительные фотографии.

Но частные издержки стратиграфически ориентированной палеонтологии не должны заслонить главного: по мере того как скромный труд палеонтологов охватывал все более обширные территории, акватории и стратиграфические интервалы, тезис о неполноте геологической летописи становился все более спорным. Ясно, что картина развития жизни на нашей планете все еще неполна, как, впрочем, и любая другая историческая информация. Однако относить все расхождения с теорией за счет неполноты летописи (и, в частности, считать все скачкообразные изменения в органическом мире иллюзией, порожденной стратиграфическими перерывами) уже невозможно.

Палеонтолог имеет сейчас все основания для того, чтобы избавиться от векового комплекса неполноценности и вернуть своей профессии временно утраченные ею позиции в сфере фундаментальных естественнонаучных и философских идей. Области применения палеонтологических знаний разнообразны, но особенно важны среди них следующие.

1. Вращение Земли. По астрономическим и археоастрономическим данным установлено замедление вращения Земли вокруг оси на $2.5 \text{ м/сек.} \cdot 10^{-2} \text{ лет}$. На основе теории приливного торможения постулируется уменьшение угловой скорости вращения в течение всей истории планеты, но экстраполяция величины, полученной эмпирически для последних 2.5 тыс. лет (и к тому же не вполне соответствующей теоретическому замедлению, которое должно быть большим), на все предшествующие периоды не имеет серьезного обоснования. Единственным подтверждением отмеченного считается число дней в году — около 400, — рассчитанное американским палеонтологом Дж. Уэллсом по кольцам роста девонских кораллов [8]. Оно довольно точно совпадает с экстраполированным на основе постоянного замедления в $2.5 \text{ м/сек.} \cdot 10^{-2} \text{ лет}$. Своей небольшой заметкой Уэллс главным образом стремился привлечь внимание палеонтологов к новому перспективному направлению исследований, по-видимому, не придавая большого значения полученным цифрам. Однако „подтвердив“ астрономическую теорию постоянства сокращения угловой скорости, он как бы закрыл проблему. В дальнейшем астрономы и геофизики систематически ссылались на Уэллса, отмечая не укладывающиеся в теорию данные других исследователей [6] как недостоверные. Между тем фотографии, приведенные Уэллсом, свидетельствуют о том, что при использованных им небольших увеличениях около 40 он просто не мог видеть суточных линий роста, принимая за них недельные или месячные [2]. Мой опыт в этой области показывает, что суточные линии на эпитеке ископаемых кораллов достоверно различимы лишь в сканирующем электронном микроскопе при увеличениях около 400, да и то при условии, что установлена иерархия месячных, недельных и суточных циклов. Прделанная в этом направлении работа совершенно недостаточна для окончательных выводов. Проблема колебаний угловой скорости вращения планеты, которые, изменяя величину полярного сжатия, могли служить пусковым механизмом глобальных тектонических перестроек, остается открытой. Ключ к ней в руках палеонтологов.

2. Космические циклы. Как космическое тело Земля испытывает гравитационные (также импактные, вероятно, связанные с гравитационными) воздействия со стороны скоплений космического вещества возле центра Галактики и в галактической плоскости, носящие периодический характер и обусловленные движением Солнечной системы относительно этих скоплений. Эффект таких воздействий дискусионен, но улавливаемая по различным данным периодичность геологических событий порядка 180, 30, 6 млн. лет примерно совпадает с постулируемой астрономами.

Изучение этой проблемы имеет огромное значение как для понимания геологической истории, так и для экологического прогнозирования. Последнее время статистика биотического разнообразия первых и последних появлений (вымираний) родов и семейств подтвердила периодичность около 27–30 млн. лет [7]. Однако возможен и другой подход, менее зависящий от таксономических различий

и ошибок статистики: изучение хронологии биоценоических событий, выраженных главным образом в смене доминирования, упадке одних групп и выдвижении других (кальпеонеллид в титоне, покрытосеменных в альбе и т.п.), гораздо более достоверно отраженных палеонтологической летописью, чем появление и вымирание отдельных таксонов. На основе таких событий у меня, в частности, складывается впечатление, что фанерозойский цикл в $27 \cdot 10^6$ лет получен усреднением $35 \cdot 10^6$ - и $23 \cdot 10^6$ -летних, примерно соответствующих двух- и трехчленному делению мелового периода (табл. 1). Расшифровка природы этих циклов (вертикальные колебания около галактической плоскости? Гравитационное воздействие Немезиды?) — дело будущего. Пока необходим анализ под определенным углом зрения огромных массивов данных, накопленных специалистами по разным группам ископаемых животных и растений.

3. Д в и ж е н и е л и т о с ф е р н ы х п л и т. Любые деформирующие воздействия на Землю (связанные, в частности, с изменением угловой скорости вращения и других орбитальных параметров) неизбежно приводят в движение всю систему плит (блоков) литосферы, покрытой сетью трещин. Поэтому, вообще говоря, позиция строгого фиксизма слишком уязвима. Но насколько достоверны мобилистские реконструкции и в особенности кардинальные изменения лика Земли, постулируемые современной тектоникой плит? Не слишком ли мы, после периода огульного отрицания, увлеклись построениями адептов этой теории, впадая в новый догматизм, который ничуть не лучше догматизма классической геологии?

Палеонтологические данные постоянно привлекались к исследованию проблем мобилизма во всех его вариантах, но по большей части не совсем корректно: отбирались подтверждения и полностью игнорировались опровержения. В эпоху относительно мелководных океанов, осушения подводных хребтов, увеличения площади островной суши межконтинентальные миграции наземных организмов были, вероятно, облегчены и не требовали сближения континентов. Поэтому важно не столько сходство фаун и флор как таковое, сколько динамика сходства в сопоставлении с реальными тектоническими событиями. Например, массовое появление африканских родов по пыльце на Индийском субконтиненте в кампане-маастрихте [5] совпадает по времени с обдукцией офиолитов Омана, Загроса, Макрана, Фарахруда, Инда-Цангпо и может служить подтверждением образования офиолитовых швов между блоками коры северной Африки и южной Азии, начала их консолидации, открывшей новые миграционные пути, но не дрейфа Индии, которая по плит-тектонической схеме в середине позднемеловой эпохи должна находиться где-то на полпути между Австралией и Тибетом.

Офиолиты уже традиционно связывают со срединноокеаническими рифтами. Однако в верхней кремнистой части офиолитовых комплексов известны находки стволов хвойных, которые бесспорно более уместны в турбидитах континентального склона, чем в пелагических осадках осевой зоны срединноокеанического хребта. Я думаю, что трезвая оценка подобных фактов должна привести к существенному

пересмотру господствующих тектонических идей, выработке более реалистических представлений об эволюции земной коры.

4. **Стратиграфия.** Говоря об этой традиционной области практического применения палеонтологических данных, хотелось бы отметить лишь происходящий в настоящее время (и, разумеется, далеко не всеми одобряемый) пересмотр основных концепций. Если для классической стратиграфии основным вектором было развитие органического мира, то новая стратиграфия считает таковым эволюцию биосферы как целостной системы, в пределах которой протекает осадконакопление, — одна из форм ее функционирования. В методическом плане это означает интеграцию биостратиграфических, палеомагнитных, геохимических и других данных в единую систему стратиграфических реперов, не только не принижающую, как иногда думают, значение биостратиграфического метода, но, наоборот, расширяющую его возможности. Так, лишь в сочетании с методами, позволяющими оценить полноту разреза [3], можно получить представление о длительности биостратиграфических событий и их значении для корреляции разрезов. Если оценка полноты разрезов делает крайне маловероятным обнаружение событий продолжительностью менее 10^3 лет, то использовать подобные события для детализации стратиграфических схем нецелесообразно. И наоборот, если событие фиксируется в нескольких разрезах, то его продолжительность существенно больше 10^3 лет (один из доводов против импактной интерпретации иридиевой аномалии и сопутствующих ей биотических событий; с увеличением числа разрезов, в которых обнаружена аномалия, импактная теория становится все менее вероятной).

5. **Теория эволюции.** Развитие эволюционизма в XX веке было связано почти исключительно с популяционной и в меньшей степени молекулярной генетикой. Из всей сложной иерархии организационных уровней живого были выбраны всего два, остальные уровни (организменный, биоценотический, биосферный), за которые ответственна в первую очередь палеонтология, вместе с нею отошли на задний план. В результате до сих пор нет ни полноценного синтеза (который должен охватывать все уровни), ни конструктивной теории отбора как многослойного процесса, создающего эволюционные тенденции, которые корректируются на более высоких уровнях.

Вместе с тем с представлением о неполноценности палеонтологической летописи, вероятно, отойдет в прошлое идея непрерывного постепенного развития, поскольку летопись, несомненно, свидетельствует о сочетании непрерывности с достаточно отчетливой прерывистостью. Прерывистое равновесие видов [4], о котором сейчас много спорят, — это не более чем попытка увидеть палеонтологическую летопись такой, какая она есть, а не через призму предвзятых теретических представлений середины прошлого века. Однако теория прерывистого равновесия видов затрагивает лишь один аспект проблемы прерывистого равновесия биосферы и к тому же, следуя уже отживающей традиции, заимствует механизм прерывистости

Т а б л и ц а 1

Периодичность геохронологических рубежей
(поздний палеозой–кайнозой)

Периодичность		Наиболее резкие рубежи	Радиометрические даты, млн. лет
1	1	плиоцен/плейстоцен	1.2–1.6
	24	олигоцен/миоцен	23–24
36		эоцен/олигоцен	36–37
	47	средний эоцен	46–49
71	70	мел/палеоген	65–66
	93	сеноман/турон	91–92
106		ранний/поздний мел	101–103
	116	баррем/апт	114–118
141	139	юра/мел	134–140
	162	доггер/мальм	160–162
176		лейас/доггер	176–178
	185	триас/юра	185–189
211	208	средний/поздний триас	211–213
	231	пермь/триас	230–232
246		казанский/татарский	245
	254	ранняя/поздняя пермь	252–255

(принцип основателя) из теоретических построений популяционной генетики, не пытаясь найти его в собственном палеонтологическом материале, теоретическое значение которого остается недопонятым.

Б. Ф и л о с о ф и я н а у к и. Философское значение палеонтологической летописи состоит уже в том, что она выступает как материальное воплощение идеи развития и методологического историзма. Авторы эволюционных сводок и учебников обычно перечисляют множество доказательств эволюции, называя среди них наряду с палеонтологическими сравнительно-морфологические, эмбриологические, биогеографические и т.д. В действительности прямые эти доказательства в строгом смысле слова дает лишь палеонтология, остальное относится к категории данных, которые удается более или менее успешно интерпретировать с эволюционных позиций.

Как носитель эволюционных идей палеонтология, безусловно, оказала плодотворное воздействие на биологию, геологию и другие естественноисторические науки. Но поскольку есть еще области, в которых историзм пока не завоевал прочных позиций, эволюционизирующая миссия палеонтологии далеко не завершена. К таким областям, кроме классической и отчасти субатомной физики, относится философия науки, ориентирующаяся на физикалистский стереотип с его требованием повторяемости явлений как одного из необходимых условий научного исследования. Биология и геология, не говоря уже о палеонтологии, рассматриваются с этих позиций как „второ-

сортные" науки, не способные к обобщениям, носящим универсальный характер. Действительно, эти дисциплины имеют дело с уникальными или хотя бы в какой-то мере индивидуализированными явлениями, повторяемость которых весьма ограничена. Но ведь строго выдержанный эволюционный принцип вообще исключает полную повторяемость, идентичность последовательных явлений. Если этот принцип займет, наконец, надлежащее место в методологии науки, то от физикалистского стереотипа придется отказаться, признав, что любая наука имеет дело с уникальным, индивидуальным, хотя может быть пока не распознанным нами. У палеонтологии появится шанс превратиться в методологически образцовую науку.

Чтобы не упустить свой шанс, палеонтологи должны уделять внимание не только описательной, но и теоретической стороне своей деятельности. Многое здесь зависит от политики периодических изданий, которые на словах охотно предоставляют свои страницы теоретическим статьям, на деле же предъявляют к ним такие совершенно несовместимые требования, как стопроцентная новизна и оригинальность идей, соответствие общепринятым установкам, а также вкусам и пристрастиям рецензента. Статья, не отвечающая этим требованиям, отвергается или теряет актуальность в процессе бесконечных повторных рецензий. В общем, чтобы поднять престиж своей профессии, мы должны изменить отношение и к своим идеям, и друг к другу.

Л и т е р а т у р а

1. Д а р в и н Ч. Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь // Собр. соч. Т. 3. М.-Л., 1939. С. 253-678.
2. К р а с и л о в В.А. Меловой период. Эволюция земной коры и биосферы // М., 1985. 240 с.
3. К р а с и л о в В.А., З у б а к о в В.А., Ш у л ь д и - н е р В.И., Р е м и з о в с к и й В.И. Экостратиграфия. Теория и методы // Владивосток, 1985. 147 с.
4. E l d r e d g e N., G o u l d S.J. Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism // Models in Paleobiology. San Francisco, 1972. P. 82-115.
5. H e r n g r e e n G.E.W., C h l o n o v a A.E. Cretaceous microfloral provinces // Pollen et spores. 1981. Vol. 23. P. 441-555.
6. K a h n G.K., P o m p e a S.M. Nautiloid growth rhythms and dynamical evolution of the Earth-Moon system // Nature. 1978. Vol. 275. P. 606-611.
7. R a u p D.M., G o u l d S.J., S c h o p f J.M., S i m b e r l o f f D.S. Stochastic models, phylogeny and the evolution of diversity // J. geol. 1973. Vol. 81. P. 525-542.
8. W e l l s J.M. Coral growth and geochronometry// Nature. 1963. Vol. 197. P. 948-950.

РЕЗОЛЮЦИЯ XXXIII СЕССИИ ВСЕСОЮЗНОГО
ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
(ЛЕНИНГРАД, 26-30 ЯНВАРЯ 1987 Г.)

XXXIII сессия Всесоюзного палеонтологического общества на тему: „Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии“ состоялась в Ленинграде – колыбели Великого Октября – в год 70-летия Советского государства. Уместно поэтому оглянуться назад и подвести некоторые итоги деятельности Общества за этот промежуток времени.

Возникнув в 1916 г., Палеонтологическое общество к концу 1917 г. насчитывало 55 членов, преимущественно из сотрудников Геологического комитета и Петербургского горного института. Сегодня ВПО объединяет 1685 членов из 72 городов, 43 организации членов-коллективов и имеет 36 отделений в республиканских и областных центрах страны. Большое значение приобрели ежегодные тематические сессии, ставшие уже традиционными, причем проводились они в последние годы не только в Ленинграде, но и в других городах – Свердловске, Ташкенте, Львове, Таллине.

В совокупности с заседаниями постоянных комиссий МСК, исследовательских рабочих групп и различными коллоквиумами эти сессии приобрели значение важнейших всесоюзных палеонтологических и биостратиграфических форумов. В течение 30 лет ВПО тесно и плодотворно сотрудничает с Межведомственным стратиграфическим комитетом, обеспечивающим разработки стратиграфической основы для геологических работ.

После перехода ВПО в систему АН СССР стабилизировалась его издательская деятельность. Регулярно публикуются „Ежегодник ВПО“ и труды годичных сессий.

В работе XXXIII сессии приняли участие около 500 членов ВПО, в том числе 300 иногородних из 134 учреждений: институтов АН СССР и союзных республик, научно-исследовательских институтов и производственных организаций Министерства геологии СССР, Министерства нефтяной промышленности СССР, Министерства газовой промышленности СССР, Министерства угольной промышленности СССР, высших учебных заведений и геологических музеев, расположенных в 65 городах Советского Союза.

Заслушано 50 научных докладов и сообщений, касающихся различных теоретических и прикладных аспектов палеонтологии. Содержание докладов и их обсуждение показало, что основными тенденциями в развитии палеонтологии остается укрепление ее связей с другими науками биологического цикла, расширение и уточнение многосторонних контактов с науками о Земле. Вместе с тем в связи с происходящей сейчас в стране перестройкой и интенсификацией научно-технического прогресса ощущается необходимость в более активном участии палеонтологов в изучении кардинальных проблем не только своей науки, но и естествознания в целом. Можно считать, что неполнота палеонтологической летописи, постоянно восполняемая новыми открытиями, не может рассматриваться как непреодолимое

препятствие к выдвигению и разработке на палеонтологическом материале новых естественнонаучных теорий и перспективных идей. Только палеонтология поставляет исторические факты, необходимые для совершенствования эволюционной теории и развития таких еще слабо исследованных ее аспектов, как микро- и макроэволюция, биологический прогресс, периодичность в развитии органического мира, экологические кризисы и т.д. Палеонтологические данные имеют решающее значение для познания истории литосферы и Земли в целом. В частности, изучение ритмики роста скелета древних организмов оказывается пока определяющим источником сведений об изменениях скорости вращения Земли в геологическом прошлом.

Имеются основания связывать важнейшие события в истории земной коры и биосферы с изменениями космической обстановки. С другой стороны, палеонтологические данные о периодичности эволюции биосферы, о глобальных экологических кризисах открывают возможности изучения процессов, протекавших в Солнечной системе, что может быть использовано при экологическом прогнозировании.

Наряду с перечисленными выше аспектами исследований сессия обращает внимание на необходимость дальнейшей разработки проблем появления клеточных скелетных форм на ранних этапах развития жизни на Земле, становления и развития процессов биоминерализации, а также проблем молекулярной палеонтологии, изучающей ископаемые органические соединения биогенного генезиса в осадочных породах и все более сближающейся с традиционными методами палеонтологии.

Жизнь показывает, что лишь новые, прогрессивные идеи могут повысить общественное, научное и практическое значение палеонтологии как фундаментальной науки в современном естествознании.

Как и в прежние годы, важнейшим направлением исследований, имеющим огромное практическое значение, является обеспечение палеонтолого-стратиграфических работ, в том числе углубленное изучение микроскопических остатков различных групп организмов и проблематики. При этом важно подчеркнуть, что полноценное обеспечение стратиграфических исследований может быть осуществлено только при послойных сборах фауны и флоры, допускающих повторный контроль.

Решение задач, стоящих перед современной палеонтологией, включая и обеспечение стратиграфической базой крупномасштабной геологической съемки и составление Госгеолкарты-50, как комплексного и подлинно системного научного исследования, требует обособленного подхода к планированию и дальнейшего совершенствования подготовки кадров. Ситуация, сложившаяся в этом отношении в течение последних 20-25 лет, вызывает серьезную обеспокоенность.

XXXIII сессия постановляет.

1. Продолжить и всячески развивать исследовательские работы, направленные на выявление глобальных биотических событий геологического прошлого и на внедрение полученных результатов в практику геологических изысканий, в частности в крупномасштабную геологическую съемку. При этом необходимо уделить внимание

и поддержку новым идеям и теориям как организующему началу и двигателю научного прогресса, обеспечить им приоритет в планах научно-исследовательских работ и публикаций. Наряду с этим рекомендовать палеонтологам активно включиться в создание научно-популярных произведений на палеонтологические темы, привлекающих внимание широкой общественности к достижениям нашей науки.

2. Считать, что советские палеонтологи, особенно молодые специалисты, должны принимать более широкое участие в работе различных отечественных и международных форумов — конгрессов, съездов, конференций, проблемных советов, проектов и т.п., занимающихся разработкой и обсуждением общих проблем теории и методологии естествознания, особенно в области развития эволюционной теории и ее связи с другими направлениями естествознания и философии. При этом не менее важной задачей указанных собраний является обмен опытом в области методики исследований.

3. Рекомендовать отделениям ВПО проведение специальных семинаров по следующим проблемам:

а. Закономерности формирования скелетных образований организмов и их связь с изменениями факторов внешней среды, в том числе с космическими обстановками.

б. Периодичность планетарных геобиологических событий и их значение для экологического прогнозирования.

в. Экологические кризисные явления.

г. Происхождение крупных групп животных и растительных организмов.

4. Предусмотреть в программах сессий, проводимых в Ленинграде, организацию выставок в Центральном геолого-разведочном музее имени Ф.Н. Чернышева на тему „Уникальные палеонтологические объекты“, которые должны способствовать совершенствованию методов исследований ископаемого материала и привлечь внимание научной общественности к новым открытиям в области палеонтологии.

5. Совету ВПО и его отделениям активно содействовать перестройке высшего палеонтологического образования в стране с целью достижения коренного повышения качества подготовки специалистов-палеонтологов и биостратиграфов.

Поручить секции ВПО по высшему палеонтологическому образованию подготовить и провести во время следующей сессии Общества специальное заседание по этому вопросу, желательно с участием соответствующей комиссии Научного совета по проблеме „Пути и закономерности исторического развития животных и растительных организмов“ при Отделении общей биологии АН СССР.

6. Совету ВПО и его отделениям занять более активную позицию в решении вопросов планирования подготовки и использования специалистов-палеонтологов и биостратиграфов, а также сохранения кафедр палеонтологии в вузах и палеонтолого-стратиграфических ячеек в научно-исследовательских институтах и производственных объединениях Мингео СССР и других ведомств.

7. Секции математических методов ВПО подготовить к изданию методическое руководство по применению математических методов

при решении задач диагностики и классификации палеонтологических объектов.

8. Совету ВПО войти с предложением в Мингео СССР о создании в основных регионах страны хранилищ керна опорных и параметрических скважин, необходимых для проведения повторного изучения разрезов в связи с возникающими новыми задачами.

Обратить внимание палеонтологов и руководителей вузов, НИИ и производственных геологических организаций на необходимость совершенствования условий хранения палеонтологических коллекций, особенно голотипов и типовых видов новых родов.

9. Совету ВПО войти с предложением в Минвуз СССР об объявлении конкурса на лучшие учебники и учебные пособия по курсу палеонтологии и его основным разделам для геологических факультетов университетов и специализированных геолого-разведочных вузов.

10. Просить издательство „Недра“ (Москва) ускорить публикацию двухтомного труда „Современная палеонтология. Методы, направления, проблемы, практическое приложение“ (отв. редакторы — акад. В.В. Меннер, проф. В.П. Макридин).

11. Очередную XXXIV (5-ю выездную) сессию ВПО провести в январе 1988 г. в г. Баку и посвятить ее теме: „Современные проблемы микропалеонтологии“.

12. Участники XXXIII сессии ВПО выражают глубокую благодарность Дирекции ВСЕГЕИ имени А.П. Карпинского, Административному управлению АН СССР в Ленинграде и членам Оргкомитета Л.М. Донаковой, Н.В. Кручининой, Т.Л. Модзалевской, Е.И. Титовой, В.А. Гавриловой, Т.Н. Богдановой, Т.А. Байковой, С.А. Дерпгольц и Н.Г. Крымгольц, а также Т.М. Барановой и сотрудникам редакционно-издательского сектора ВСЕГЕИ за хорошую организацию сессии и обеспечение ее успешной работы.

Б.С. Соколов. Основные проблемы современной палеонтологии	5
А.В. Лапо. Роль живых организмов в процессах литогенеза	13
В.Б. Кадацкий. Биосфера и тектоника плит	24
В.И. Гоцадзе, А.А. Чиковани. О перидиниевых водорослях и наннопланктоне хадумской свиты Северо-Западного Кавказа	30
С.В. Точилина, Н.К. Вагина, И.М. Попова. О значении радиоляриевого и палинологического анализов для выявления эвстатической цикличности	35
Л.Б. Тихомирова. Опыт применения радиоляриевого анализа в биостратиграфических исследованиях для крупномасштабного картирования	46
В.П. Чернышук. Изучение переотложения конодонтов – нетрадиционный метод палеонтологических исследований при проведении крупномасштабной геологической съемки	54
Е.Л. Лебедев. Палеоботанические исследования в окраинно-материковых вулканогенных поясах	58
Ю. Б. Гладенков. Практика расчленения осадочных толщ зоны перехода от океана к континенту (на примере кайнозоя Дальнего Востока)	63
Б.И. Титов, Л.В. Алексеева, К.В. Виноградова, Т.В. Бабичева, А.А. Цатурова, В.А. Гаврилова. Роль палеонтологии при геологической интерпретации сейсмических исследований (на примере изучения триасовых отложений Мангышлака)	68
А.Н. Олейников, О.Ю. Короткова, А.Г. Суворова. Формирование автоматизированной биостратиграфической базы знаний и алгоритмизация построения корреляционных стратиграфических схем	74
В.М. Скобло. Обобщенные кодовые числа палеонтологических объектов	79
Л.М. Хинтс. Опыт применения кластерного анализа при изучении фаунистических ассоциаций среднего ордовика Прибалтики	87
В.В. Черных. Гомотаксис, синхронность и ортостратиграфические группы	94
А.В. Попов. О соотношении биотических и абиотических факторов в эволюции	101
Ю.Р. Беккер, Н.В. Кишка. Открытие эдиакарской биоты на Южном Урале	109
И.Т. Журавлева, И.В. Николаева. Атдабанский рифонд – свидетельство крупного события в развитии органического мира. Методика исследования	121
В.С. Байгушева. Результаты изучения филогении некоторых древнейших однопалых лошадей	128
Б.С. Кожамкулова, В.Г. Коченов. Новое о фауне и тафономии раннеплейстоценового местонахождения Кошкуртан (хр. Каратау, Казахстан)	137
Л.А. Несов, Л.Ф. Казнышкина, Г.О. Черепанов. Динозавры-цератопсии и крокодилы мезозоя Средней Азии	144
И.Е. Лейфман. Молекулярная палеонтология: развитие, теоретические основы и прикладные аспекты	154
О.Б. Лысенко, Т.С. Блохина. Аминокислотный анализ в палеобиогеохимии, его значение для изучения проблем, связанных с эволюцией, биоминерализацией и геохронологией	163
Л.Ф. Плотинова. О применении биохимических методов исследования в изучении ископаемых фораминифер	169
Л.И. Хозацкий. Прогнозирование эволюционных событий в палеонтологическом аспекте	173

В.И. Левина, Н.Н. Подгайна я. Палеофациальные обстанов- ки формирования нижнепермских нефтегазоносных толщ Юго-Запад- ного Прикаспия по палинологическим данным	181
И.В. Васильев, Д.Л. Степанов. Связь и взаимодействие палеонтологии с другими науками	187
В.А. Красилов. Значение палеонтологии для развития естество- знания и философии	195
Резолюция XXXIII сессии Всесоюзного палеонтологического общества (26-30 января 1987 г.)	203

CONTENTS

pp.

B.S. Sokolov. Main problems of modern paleonto- logy	5
A.V. Lapo. Role of living organisms in processes of lithogenesis	13
V.B. Kadatsky. Biosphere and plate tectonics	24
V.I. Gotsadze, A.A. Chikovani. On peridi- nians and nannoplankton of the Khadum Formation in Northwestern Caucasus	30
S.V. Tochilina, N.K. Vagina, I.M. Popo- v a. On the significance of radiolarian and palynolo- gical analysis for establishing the eustatic cyclic pattern	35
L.B. Tikhomirova. An experience of applying radiolarian analysis in biostratigraphic studies for large-scale mapping	46
V.P. Chernyshuk. Studies on redeposition of co- nodonts, a non-traditional method of paleontological investigations for accomplishing large-scale geological survey	54
E.L. Lebedev. Paleobotanical studies in volcanic belts on continental margins	58
Yu.B. Gladenkov. Practice of subdivision of se- dimentary strata in ocean-continent transition zones (exemplified by the Cenozoic deposits of the Far East)	63
B.I. Titov, L.V. Alekseeva, K.V. Vино- gradova, T.V. Babicheva, A.A. Tsat- urova, V.A. Gavrilova. Role of paleon- tology in geological interpretation of seismic investigati- ons (exemplified by studies of the Triassic of Mangyshlak)	68
A.N. Oleynikov, O.Yu. Korotkova, A.G. Suvorova. Setting-up of automatic biostra- tigraphic data base and algorithmic construction of correlational stratigraphic schemes	74
V.M. Skoblo. Generalized code numbers of paleon- tological objects	79
L.M. Hints. An experience of using cluster analysis in the studies of the Middle Ordovician faunal associa- tions of the Baltic area	87
V.V. Chernykh. Homotaxis, synchronicity and ortho- stratigraphic groups	94
A.V. Popov. On the relationship of biotic and abiotic factors in evolution	101
Yu.R. Becker, N.V. Kishka. Discovery of Edia- caran biota of South Urals	109

I.T. Zhuravleva, I.V. Nikolaeva. Atabanian reefoid, an evidence of a major event in organic evolution. Procedure of studies	121
V.S. Baigushev. Results of studies on phylogeny of some of the most ancient odd-toed horses	128
B.S. Kozhamkulova, V.G. Kochenov. New date on fauna and taphonomy of the Lower Pleistocene Koshkurgan locality (Karatau Range)	137
L.A. Nesov, L.F. Kaznyshkina, G.O. Cherpanov. Mesozoic dinosaurs-ceratopses and crocodiles of Central Asia	144
I.E. Leibman. Molecular paleontology: evolution, theoretical fundamentals and applied aspects	154
O.B. Lysenko, T.S. Blokhina. Amino acid analysis in paleobiogeochemistry, its significance in investigating problems, connected with evolution, biomineralization and geochronology	163
L.F. Plotnikov. On the use of biochemical methods in the studies of fossil foraminifers	169
L.I. Khozatsky. Paleontology and prediction of evolutionary events	173
V.I. Levin, N.N. Podgainaya. Paleofacies of emplacement of the Lower Permian oil-and-gas-bearing strata in southwestern Caspian area based on palynological evidence	181
I.V. Vasiljev, D.L. Stepanov. Connection and interaction of paleontology with other sciences	187
V.A. Krasilov. Role of paleontology in the development of natural science and philosophy	195
Resolution of the XXXIII Session of the All-Union Paleontological Society (January 26-30, 1987)	203

Научное издание

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОЙ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

Труды XXXIII сессии Всесоюзного палеонтологического общества

Утверждено к печати Всесоюзным палеонтологическим обществом

Редактор издательства И.Н. Ионина. Художник Г.В. Смирнов

Технический редактор В.В. Шиханова

Корректоры О.И. Буркова и Л.Я. Комм

ИБ № 44128

Подписано к печати 17.08.89. М-23283. Формат 60х90 1/16. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,50. Усл. кр.-от. 13,75. Уч.-изд. л. 15,72. Тираж 650. Тип. зак. № 1439. Цена 2 р. 80 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство „Наука“

Ленинградское отделение.

199034, Ленинград, В-34, Менделеевская лин., 1.

Ордена Трудового Красного Знамени Первая типография
издательства „Наука“. 199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12.

УДК 56.01

Основные проблемы современной палеонтологии / Соколов Б.С. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 5-12.

По объекту и основному предмету своего изучения палеонтология наука биологическая. Однако пограничное положение среди областей знания об историческом развитии всей природы на Земле издавна тесно связало палеонтологию с геологией, решению практических задач которой она всегда стремится всемерно содействовать. Важнейшей целью палеонтологии должно быть занятие подлинно фундаментального положения в изучении эволюции жизни в связи с историей биосферы. Дальнейшее углубление как биологизации, так и геологизации палеонтологии обещает еще более эффективное решение растущих теоретических и практических задач, стоящих перед науками о Земле и жизни на ней.

УДК 563.1:552.5

Роль живых организмов в процессах литогенеза / Лапо А.В. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 13-24.

Рассматривается роль высших таксонов органического мира на разных стадиях литогенеза. Выделяются следующие биогенные механизмы литогенеза: 1) на стадии гипергенеза: а) биоэрозия; б) биостабилизация; 2) на стадии седиментогенеза: а) биоконцентрация; б) биоседиментация; в) биостимуляция; 3) на стадии диагенеза: а) биотурбация; б) биоцементация и биоконкрецияобразование (рассматриваемые совместно). Все осадочные породы Земли сформировались в условиях биосферы в результате взаимодействия биогенных и абиогенных механизмов литогенеза при определяющем влиянии жизни.

Библиогр. 37 назв. Ил. 2.

УДК 550.7

Биосфера и тектоника плит / Кадацкий В.Б. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 24-30.

Биосфера рассматривается как самоорганизующаяся и самоконтролирующаяся система, формирующая и поддерживающая в своих пределах оптимальную экологическую обстановку. При таком подходе все основные свойства, качества и процессы биосферы, в том числе и эндогенная деятельность, выступают как закономерные и необходимые атрибуты ее функционирования.

Библиогр. 9 назв.

210

О перидиниевых водорослях и наннопланктоне хадумской свиты Северо-Западного Кавказа / Гоцадзе В.И., Чиковани А.А. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л., Наука, 1989. С. 30–35.

Приводятся данные о комплексном изучении наннопланктона и перидиниевых водорослей хадумской свиты бассейнов рек Белая и Кубань. Выделено три комплекса диноцист, которые соответствуют наннопланктоновым зонам P 21–23 раннеолигоценового возраста. Проведено сопоставление нижнеолигоценовых комплексов диноцист различных регионов СССР и зарубежных стран.

Библиогр. 10 назв. Ил. 1.

УДК 56(11) 551.77

О значении радиоляриевых и палинологических анализов для выявления эвстатической цикличности / Точилина С.В., Вагина Н.К., Попова И.М. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 35–46.

В статье приводятся результаты комплексного изучения радиолярий, спор и пыльцы по опорным глубоководным разрезам неогена северо-западной части Тихого океана в районе Японского желоба и стратотипического разреза маруямской свиты на юге Сахалина. Синхронные изменения в развитии радиолярий и спорово-пыльцевых комплексов в плиоцене выражены резкими изменениями их количественного и таксономического составов. Эти колебания аппроксимировались авторами с циклическими поднятиями уровня океана.

Наиболее выраженные циклы резкого падения и последующего подъема уровня океана отмечаются на границе миоцена и плиоцена, что в датах абсолютного возраста составляет 6,2–5,7 млн. лет.

Библиогр. 31 назв. Ил. 4.

УДК (563.14:551.76):[550.8:528] (084.3 м...)

Опыт применения радиоляриевых анализов в биостратиграфических исследованиях для крупномасштабного картирования / Тихомирова Л.Б. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 46–53.

На примере различных регионов СССР показаны большие возможности радиоляриевой фауны для расчленения разнофациальных образований мезозоя и создания стратиграфической основы для крупномасштабного картирования. Показано также, что только по впервые установленным радиоляриям удалось разработать биостратиграфию юры терригенного комплекса в юго-западной Болгарии. Радиолярии явились основной группой для обоснования ранее фаунистически не охарактеризованных толщ.

Библиогр. 14 назв. Ил. 1.

УДК 56.016.3:551.73 (575)

Изучение перестроения конодонтов – нетрадиционный метод палеонтологических исследований при проведении крупномасштабной геологической съемки / Чернышук В.П. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 54–58.

В глубоководных кремнистых отложениях Южного Тянь-Шаня отмечено несколько уровней перестроения конодонтов. Разработаны шкалы уровней перестроения, корреляция которых используется при структурно-формационном районировании. В статье также приведены признаки распознавания явления перестроения у конодонтов.

Библиогр. 11 назв. Ил. 1.

Палеоботанические исследования в окраинно-материковых вулканогенных поясах / Лебедев Е.Л. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 58–63.

Палеоботанические, флоростратиграфические исследования, проводимые в Охотско-Чукотском вулканогенном поясе, позволяют уточнить геологическое строение и историю развития данной структуры, повысить эффективность геологосъемочных работ среди вулканитов, показать этапность развития флор возвышенных местобитаний. Вулканолого-палеоботанические исследования показали, что экстремальные похолодания на рубежах раннего и позднего мела, мела и палеогена, совпадающие с крупными перестройками биосферы, обусловлены воздействием эпох катастрофического климатоформирующего эксплозивного вулканизма.

Библиогр. 10 назв.

УДК 551.7

Практика расчленения осадочных толщ зоны перехода от океана к континенту (на примере кайнозоя Дальнего Востока) / Гладенков Ю.Б. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 63–68.

Рассматриваются пути детализации региональных стратиграфических схем кайнозоя Дальнего Востока. Отмечается, что комплексное использование различных методов (палеонтологического, палеоэкологического, палеоклиматического, физических и пр.) приводит к выделению дробных стратиграфических подразделений, которые уже сейчас с успехом могут использоваться практикой.

Библиогр. 1 назв.

УДК 551.761.022.4:56:550,822 (574.1)

Роль палеонтологии при геологической интерпретации сейсмических исследований (на примере изучения триасовых отложений Мангышлака) // Титов Б.И., Алексеева Л.В., Виноградова К.В., Бабичева Т.В., Цатурова А.А., Гаврилова В.А. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л., Наука, 1989. С. 68–74.

Приведены результаты послойного комплексного изучения разреза триасовых отложений Мангышлака по керну глубоких скважин. Сопоставление лито-, сейсмо- и биостратиграфических подразделений показало совпадение их границ, позволило установить возраст и объяснить геологическую природу сейсмических отражающих горизонтов, по которым картируются объекты геолого-разведочных работ.

Библиогр. 6 назв. Ил. 1.

УДК 551.7.02:519:681.3

Формирование автоматизированной биостратиграфической базы знаний и алгоритмизация построения корреляционных стратиграфических схем / Олейников А.Н., Короткова О.Ю., Суворова А.Г. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 74–79.

Рассматривается структура автоматизированной системы, реализующей построение региональных стратиграфических схем на основе обработки сведений о стратиграфическом распространении остатков древних организмов и фациально-литологическом составе стратон. Охарактеризована стратегия алгоритмизации соответствующих логических процедур.

УДК 516.1 : (56;551.763)

Обобщенные кодовые числа палеонтологических объектов / Скобло В.М. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 79–87.

В дополнение к известным логико-математическим методам исследования результатов цифрового кодирования признаков древних организмов предлагается использовать процедуры свертки кодовых слов, способствующие диагностике палеонтологических объектов. Рассмотрены алгоритмы, позволяющие поставить в соответствие каждому кодовому слову одно число, которое предложено именовать обобщенным кодовым числом (ОКЧ). На примере формализованного изучения раннемеловых остракод - лимноципридей показано, что разность значений ОКЧ является формой представления таксономического расстояния.

Библиогр. 6 назв. Ил. 2.

УДК 56.591.551.733.1(474)

Опыт применения кластерного анализа при изучении фаунистических ассоциаций среднего ордовика Прибалтики / Хинтс Л.М. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 87-94.

Результаты машинной обработки в виде дендрограмм и граф 13 групп ископаемых организмов и 50 элементарных ассоциаций, характеризующих среднеордовикские региональные горизонты Прибалтики, демонстрируют фаунистические различия между структурно-фацialsными зонами палеобассейна и тенденции изменения состава макрофауны во времени. Полученная количественная характеристика подтверждает и дополняет имеющиеся ранее представления о систематическом составе среднеордовикской фауны рассматриваемого региона.

Библиогр. 12 назв. Ил. 5.

УДК 551.7.001.1

Гомотаксис, синхронность и ортостратиграфические группы / Черных В.В. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 94-101.

Между отложениями, сопоставляемыми биостратиграфическими методами, устанавливаются отношения гомотаксиса, которые не являются альтернативными ни синхронности, ни диахронности. Использование ортостратиграфических групп не снимает неопределенности гомотаксиса в силу эволюционной консервативности космополитных видов. В основу отдаленной корреляции по ортофауне положен не гомотаксис видов, а гомотаксис определенных последовательных стадий эволюционирующих признаков, гомологичных для группы родственных видов.

Библиогр. 9 назв.

УДК 56.017

О соотношении биотических и абиотических факторов в эволюции / Попов А.В. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 101-109.

Биотические факторы играют ведущую роль в эволюции организмов, являясь движущей силой эволюционного прогресса. Это в первую очередь активное приспособление к среде (особенно к биотической) под давлением внутрigrupповой конкуренции. Воздействие абиотических факторов сводится к влиянию на преобразования второстепенных приспособлений организма (например, колебания численности популяции и уровня видообразования). Влияния абиотической среды наиболее сильно проявляются в виде "ударных" факторов, нередко являясь причиной вымирания филумов. Ароморфозы с "ударными" событиями не связаны и определяются внутренними биотическими факторами.

Библиогр. 7 назв.

УДК 56 : 551.72 (470.5-13)

Открытие эдиакарской биоты на Южном Урале / Беккер Ю.Р., Кишка Н.В. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 109-120.

Рассмотрена геологическая позиция местонахождений эдиакарской фауны на Южном Урале. Приведено палеонтологическое описание ископаемых остатков бесскелетных животных и следов жизнедеятельности. Проанализировано геологическое значение впервые установленной южноуральской биоты.

Библиогр. 15 назв. Ил. 3 (2 рис. и 1 палеонт. табл.).

УДК 551.72

Атдабанский рифоид – свидетельство крупного события в развитии органического мира. Методика исследования / Журавлева И.Т., Николаева И.В. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 121–128.

На основе новой методики изучения закономерностей наложения пород в разрезе и распределения в них окаменелостей установлены особенности состава и строения древнейшей органогенной постройки фанерозоя – Атдабанской, предпосылки для ее возникновения, место в эволюционном развитии органического мира.

Библиогр. 12 назв. Ил. 3.

УДК 559/551 (575.3)

Результаты изучения филогении некоторых древнейших однопалых лошадей / Байгушева В.С. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 128–137.

Логико-математический анализ данных В. Айзенманн о вымерших и современных лошадях позволил определить архаичность *Equus livezovensis* из Приазовья по сравнению со средневиллафранкскими лошадьми Франции и Испании и некоторыми другими близкими по возрасту и древнейшими представителями лошадей. Полученные результаты ставят под сомнение имеющееся представление об американском центре возникновения европейских лошадей рода *Equus*. Сделана попытка объяснить их происхождение от евроазиатского гиппарионового предка.

Библиогр. 15 назв.

УДК 566:551.791 (574)

Новое о фауне и тафономии раннеплейстоценового местонахождения Кошкурган (хр. Каратау, Казахстан) / Кожамкулова Б.С., Коченов В.Г. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 137–144.

В статье анализируется состояние изученности типового местонахождения Кошкурган (хр. Каратау, Казахстан). На основе новых материалов существенно пополнен состав кошкурганского фаунистического комплекса (аналога тираспольского). Приводятся новые данные по тафonomии местонахождения, освещаются вопросы палеозоогеографии раннеплейстоценовых млекопитающих, стратиграфического значения их остатков.

Библиогр. 21 назв.

УДК 568.193+568.14 : 551.76 (574/575)

Динозавры-цератопсии и крокодилы мезозоя Средней Азии / Несов Л.А., Казнышкина Л.Ф., Черепанов Г.О. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 144–154.

Описываются остатки древнейших известных в мире динозавров-цератопсий двух семейств – *Protoceratopsidae* из нижнего сеномана и *Ceratopsidae* из верхнего турона и коньяка, относящихся к новым видам и родам, а также кости и зубы ранее не известных крокодилов мела новых видов и родов; отмечаются другие новые находки остатков крокодилов в средней и верхней юре, нижнем и верхнем мелу.

Библиогр. 9 назв. Ил. 2 (палеонт. табл.).

Молекулярная палеонтология: развитие, теоретические основы и прикладные аспекты / Лейфман И.Е. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 154-162.

Анализ направлений развития молекулярной палеонтологии показывает, что в настоящее время достаточно ясно может быть выражена ее специфика, связанная с рассмотрением молекулярных ископаемых (хемофоссилий) как материала, несущего палеонтологическую информацию. Хемофоссилии осадочных образований сохраняют в широком диапазоне условий осадочной толщи опознаваемость как соединения биогенной природы и биомаркеры, наследующие хемотаксономические признаки организмов. В качестве собственных направлений молекулярной палеонтологии рассмотрены молекулярная палеонтология докембрия, познание эволюции биомолекул в истории биосферы Земли, отражение эволюции биоса в составе горючих ископаемых. Данные молекулярной палеонтологии имеют исключительное значение в познании эволюции биосферы.

Библиогр. 32 назв.

УДК (56 : 550.47) : 547.96

Аминокислотный анализ в палеобиогеохимии, его значение для изучения проблем, связанных с эволюцией, биоминерализацией и геохронологией / Лысенко О.Б., Блохина Т.С. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 163-168.

Рассматриваются возможности использования данных аминокислотного метода в геологических и палеонтологических исследованиях. Это, во-первых, применение соотношений некоторых пар аминокислот и соотношений оптических D- и L-изомеров для целей геохронологии. Во-вторых, изучение накопления и распределения аминокислот в донных отложениях. И, в-третьих, использование данных аминокислотного анализа в палеонтологических исследованиях, поскольку различия в аминокислотном составе скелетных матриц дают дополнительную информацию о диагенетических изменениях структуры и состава раковин.

Библиогр. 13 назв.

УДК /54 : 57/ : 563.12

О применении биохимических методов исследования в изучении ископаемых фораминифер / Плотникова Л.Ф. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 169-173.

Приведены результаты биохимического изучения (электронная гистохимия, аминокислотный анализ) органической основы стенок ископаемых и современных фораминифер с агглютинированной, микрогранулярной раковиной миллиолит и древних водорослей (?). Отмечено преобладание в аминокислотном составе их стенки глицина и фибриллярных структур, свидетельствующих о низком уровне биоминерализации этих форм. Уточнено систематическое положение агглютинирующих с карбонатным цементом фораминифер, которые по перечисленным признакам близки к микрогранулярным формам.

Метод может быть использован для определения степени биоминерализации раковины фораминифер и уточнения их систематики.

Библиогр. 8 назв. Ил. 1 (палеонт. табл.).

УДК 56.01 : 551.8 : 574

Прогнозирование эволюционных событий в палеонтологическом аспекте / Хозацкий Л.И. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 173-180.

Научное познание требует, чтобы лежащая в его основе теория раскрывала картины мира не только в статике, но и в динамике развития от прошлого

к настоящему и далее к будущему. Это касается изучения истории как общества, так и природы. Соответственно, проследивая ход эволюции органического мира в былые геологические эпохи и разносторонне оценивая (в частности, в геонисторическом аспекте) его состояние в настоящем, на основе установления закономерностей этой эволюции можно научно прогнозировать и важнейшие будущие события в истории Земли и жизни на ней.

Библиогр. 15 назв.

УДК (561 : 581.33) : 551.736 (470.46/47)

Палеофациальные обстановки формирования нижнепермских нефтегазоносных толщ Юго-Западного Прикаспия по палинологическим данным / Левина В.И., Подгайная Н.Н. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 181-187.

Выясняются закономерности распространения палинологических таксонов в разновозрастных отложениях различного генезиса, а также индикаторная роль микрофитофоссилий при установлении специфики условий седиментации в ассельское, сакмарско-раннеартинское, позднеартинское и кунгурское время.

Библиогр. 4 назв. Ил. 1.

УДК 56.01

Связь и взаимодействие палеонтологии с другими науками / Васильев И.В., Степанов Д.Л. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 187-194.

Многообразие связей и взаимодействие палеонтологии с другими науками происходит как из ее положения на стыке биологии и геологии, так и в связи с ее чрезвычайным многообразием, выражающемся в том, что в настоящее время она подразделяется на множество самостоятельных наук, имеющих свои объекты и методику изучения. В статье рассматриваются связи и взаимодействия палеонтологии со стратиграфией, эволюционным учением, систематикой животных и растений, экологией, палеобиохимией, медициной, палеогеографией (в частности, с палеоклиматологией), геотектоникой, геохимией, геофизикой, археологией и другими науками. Обсуждаются вопросы, связанные с перенесением общебиологических закономерностей в область геологических процессов, с возрастающей ролью электронной микроскопии, математических методов в палеонтологии.

Библиогр. 28 назв.

УДК 56.01

Значение палеонтологии для развития естествознания и философии / Красилов В.А. // Теоретические и прикладные аспекты современной палеонтологии. Труды XXXIII сессии ВПО. Л.: Наука, 1989. С. 195-202.

Палеонтология сыграла решающую роль в формировании эволюционного мышления, способствовала внедрению исторического подхода в другие естественные науки. Сейчас открываются новые возможности использования палеонтологических данных для изучения эволюции орбитальных параметров Земли, периодичности развития земной коры и литосферы, проверки геодинамических гипотез, разработки экосистемной теории эволюции, новых подходов в биостратиграфии. В философском плане палеонтология выступает как материальное воплощение идеи развития, показывает научное значение исторически уникальных явлений. Обсуждаются пути повышения роли палеонтологических исследований на современном этапе.

Библиогр. 8 назв.

2 р. 80 к.

5331



„НАУКА”
Ленинградское отделение