

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР  
ХАРЬКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ И ОРДЕНА ДРУЗЬЕ  
НАРОДОВ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.М.ГОРЬКОГО

На правах рукописи

КОКУНЬКО Вячеслав Константинович

ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РАКОВИНЫ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ  
И РАННЕПАЛЕОГЕНОВЫХ БРАХИПОД ГОРНОГО КРЫМА И ЕГО  
ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМАТИКИ, СТРАТИГРАФИИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИИ

Специальность 04.00.09 - Палеонтология и стратиграфия

#### А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолог-минералогических наук

Харьков - 1982

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ХАРЬКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ И ОРДЕНА ДРУЗЬЕ  
НАРОДОВ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.М.ГОРЬКОГО

На правах рукописи

КОКУНЬКО Вячеслав Константинович

ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РАКОВИНЫ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ  
И РАННЕПАЛЕОГЕНОВЫХ БРАХИПОД ГОРНОГО КРЫМА И ЕГО  
ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМАТИКИ, СТРАТИГРАФИИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИИ

Специальность 04.00.09 - Палеонтология и стратиграфия

#### А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Харьков - 1982

Работа выполнена на кафедре общей геологии и палеонтологии геолого-географического факультета Харьковского Государственного университета им. А.М.Горького.

Научные руководители: доктор геолого-минералогических наук, профессор, заслуженный деятель науки УССР В.П.Макридин

кандидат геолого-минералогических наук, доцент Ю.И.Кац

Официальные оппоненты: доктор геолого-/минералогических наук, Ванчуров И.А.

доктор биологических наук,  
Барсков И.С.

Ведущая организация: Институт геологии АН АзССР

Защита диссертации состоится "27" мая 1982 г. в 14 час. на заседании Специализированного Совета К068.31.05 в Харьковском Государственном университете им. А.М.Горького (Харьков, 77, пл.Дзержинского 4, ауд. У-69 им. профессора Д.Н.Соболева).

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке ХГУ.

Отзывы, заверенные печатью учреждения, в двух экземплярах направлять по адресу: 310077, Харьков-77, пл.Дзержинского 4, геолого-географический факультет ХГУ, ученому секретарю, доценту Ю.А.Борисенко.

Автореферат разослан "26" апреля 1982 года.

Ученый секретарь  
Специализированного Совета,  
доцент Ю.А.Борисенко

*Ю.А.Борисенко*

Современная научно-техническая революция характеризуется внедрением в традиционно описательные науки точных физико-химических методов и возникновением новых научных направлений. Одним из них является палеобиогеохимия или геохимическая палеонтология, занимающаяся изучением минерального и химического элементного состава скелета организмов минувших геологических периодов, выяснением закономерностей их формирования и эволюции.

Актуальность темы определяется: 1) выбором в качестве объекта исследований весьма слабо изученного с биогеохимической точки зрения стратиграфического интервала на рубеже мезозоя и кайнозоя и 2) необходимостью детальных исследований разреза палеоцена и эоцена Горного Крыма, привлекающего особое внимание в связи с проблемой ярусного деления этих этапов.

Задачи исследований включали:

- разработку методики комплексных седиментолого-биогеохимических исследований;
- послонные сборы и изучение систематического состава остатков брахиопод с целью уточнения и детализации схемы стратиграфии верхнемеловых и нижнепалеогеновых отложений Горного Крыма;
- выяснение минерального и химического элементного состава указанных раковин брахиопод;
- выяснение закономерностей биогенного накопления химических элементов в раковинах этих брахиопод;
- сопоставление результатов биогеохимических и структурных исследований раковин брахиопод;
- использование биогеохимических данных для решения вопросов систематики, палеоэкологии и палеофизиологии брахиопод;
- биохимическую оценку мел-палеогенового рубежа.

Методика исследований. Полевые методы исследования включали: изучение перерывов в разрезах верхнего мела и нижнего палеогена Горного Крыма, биостратиграфический, ритмоседиментационный, палеоэкологический и биостратомический их анализ. Лабораторные работы предусматривали комплексное использование методов изучения структуры, минерального и химического элементного состава раковин брахиопод, приуроченных к рассматриваемому стратиграфическому интервалу.

Фактический материал был отобран из 16 разрезов, располо-



женных на площади от г. Феодосии на востоке до Севастополя на западе. Всего было послонно отобрано более 3000 раковин брахиопод, из которых около 600 были подвергнуты различным видам лабораторных исследований. В общей сложности биогеохимическими исследованиями охвачены раковины брахиопод, относящиеся к 31 виду, 17 родам, 11 семействам и шести отрядам из классов *Inarticulata* и *Articulata*, характерные для интервала от маастрихтского до лютетского ярусов, включительно, что соответствует промежутку геологического времени более 20 миллионов лет.

Научная новизна и практическая ценность работы. Впервые для переходной толщи пород от мезозоя к кайнозоя применена комплексная методика седиментолого-биогеохимических исследований, позволившая определить основные этапы изменения физико-химической среды. Доказано, что наиболее резкие палеогеографические изменения соответствуют рубежу маастрихта и дания. Выяснены возможности использования биогеохимических данных для решения актуальных вопросов роста раковин брахиопод, палеоэкологии и систематики. Показано, что содержание химических элементов в раковине брахиопод в значительной мере определяется структурой ее стенки.

Практическим выходом настоящей работы является существенная детализация схемы стратиграфии маастрихтских, датских и палеоценовых отложений Горного Крыма на основании послонных сборов и исследований остатков брахиопод. Данные о распределении в них химических элементов могут быть использованы для составления детальных литолого-фациальных и палеогеографических карт, которые, в свою очередь, послужат основой прогнозирования месторождений полезных ископаемых осадочного происхождения.

Апробация работы. Диссертация выполнена в плане важнейшей научно-исследовательской темы Э.И.Э(1), разрабатываемой кафедрой общей геологии и палеонтологии Харьковского государственного университета: "Состав и строение раковин позднемезозойских и кайнозойских моллюсков и брахиопод и их значение для систематики, филогении, биостратиграфии и палеогеографических реконструкций", утвержденной постановлением Президиума АН УССР № 298 от 20.XI. 75 г. Основные положения работы обсуждались на совещаниях исполнителей этой темы и традиционных научных чтениях памяти проф. Д.Н.Соболева (март 1975), на конференции молодых ученых в Московском обществе испытателей природы (апрель 1975), на III Всесоюзной

конференции по мезозойским и кайнозойским брахиподам (Харьков, ноябрь 1977) и на IV сессии Украинского палеонтологического общества (Полтава, 1980).

Публикации. По теме диссертации опубликовано семь научных статей, в том числе две в центральных изданиях.

Объем работы. Диссертация состоит из "Введения", 8 глав и "Заключения", общим объемом 160 страниц машинописного текста. Работа иллюстрирована 18 рисунками в тексте. Список литературы включает 205 наименований, из них 55 работ зарубежных авторов. Приложение к диссертации состоит из 32 таблиц результатов спектрального анализа.

Я глубоко благодарен моим научным руководителям доктору геолого-минералогических наук, профессору, заслуженному деятелю науки УССР В.П.Макридину и кандидату геолого-минералогических наук, доценту Ю.И.Кацу, а также всем другим сотрудникам кафедры общей геологии и палеонтологии ХГУ, способствовавшим выполнению данной работы.

## ГЛАВА I. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Диссертация выполнена на основании изучения материалов, собранных в процессе полевых работ в 1972 и 1973 гг. Из верхнемеловых и палеогеновых отложений различных районов Горного Крыма было отобрано более 3000 раковин брахипод, относящихся, как уже было сказано, к 31 виду, 17 родам и шести отрядам из классов замковых и беззамковых. Большинство изученных раковин было отобрано из разрезов по рекам Черная, Бельбек, Альма, Биик-Карасу и Кучук-Карасу, где они встречаются почти на всех стратиграфических уровнях. Некоторое количество сравнительного материала было передано нам доцентом Ю.И.Кацем.

Методика полевых работ. Перед сбором раковин брахипод проводилось тщательное изучение каждого разреза. Делались зарисовки и составлялось детальное его описание. Выделялись элементарные ритмы и изучался их характер. Разрез разбивался на слои и в каждом слое намечались граница между регрессивной и трансгрессивной его частями и места отбора ископаемых остатков брахипод. При извлечении раковин из вмещающих пород фиксировалось точное место взятия образца (верх или низ регрессивной либо трансгрессивной части элементарного ритма) и детально анализировались условия захоронения. По возможности, отбирались раковины, залегающие *in situ*. При извлечении раковин мы пользовались специальным набором инструментов, чтобы избежать повреждения первичного слоя раковин-

ного вещества.

Препарирование и подготовка материала к проведению аналитических исследований. Препарирование раковин осуществлялось в два этапа. На первом из них раковины освобождались из вмещающих пород. При этом применялся обычный и специально изготовленный инструмент: бормашина с алмазными головками, дисками и твердосплавными борами, ультразвуковая установка "Ультрастом" с напаянными победитовыми наконечниками (амплитуда колебаний максимальная). Использование ультразвука для препарирования палеонтологических объектов было связано с необходимостью решения трех задач предварительной подготовки материала для спектрального анализа: 1) разрушения вмещающей раковину породы; 2) очистки раковин от пленок, железистых рубашек, налетов и примазок других посторонних веществ и 3) удаления частиц вмещающих пород из поровых каналов и микротрещин. Наличие наконечников, связанных с магнетронным излучателем, позволило производить избирательную дезинтеграцию вмещающей породы, не затрагивая при этом раковинного вещества, чему также способствовала поверхность раздела между раковиной и вмещающей породой, резко отличающимися по кавитационной прочности. В целом же очистка раковины происходила за счет вибрации наконечников, всесторонней кавитационной эрозии и дезинтеграции в поровых каналах и микротрещинах в направленном поле ультразвука (Шутов, 1962; Фони, 1967). Окончательная же очистка раковины от породы производилась под бинокулярном с использованием иглы и ультразвуковой установки с наконечниками без победитовых напаянок в режиме пониженной (до средней) амплитуды колебаний.

Для изучения элементного химического состава отбирались только хорошо сохранившиеся, не испытывавшие существенных вторичных изменений раковины. При этом нас интересовали различия в содержании микроэлементов в различных частях и структурных элементах раковин: у переднего и заднего краев, в макушке, замочном отростке, петле брахидия, в первичном и вторичном слоях стенки раковины, в слое облекания и т.д. Расщепление стенки раковины на слои производилось механическим и термическим способами. В первом случае использовались мелкоармированные алмазами стоматологические головки и диски. Термический способ отделения первичного слоя от вторичного заключался в кратковременном нагревании створки раковины в муфельной печи до температуры 200-220°C и по-

следующем быстром ее охлаждении в специально изготовленной камере с жидким азотом. Процесс повторялся неоднократно.

Методика изучения минерального состава. Минеральный состав раковин брахиопод изучался при помощи иммерсионного метода (Татарский, 1955), метода окрашивания карбонатных минералов раствором азотнокислого кобальта – первая реакция Нейгена (1903), а также термографического метода.

Определение показателей преломления и окрашивание карбонатного вещества раковин в растворе азотнокислого кобальта было проведено более чем по сорока экземплярам, относящимся к различным видам, родам и отрядам. Термографическому изучению были подвергнуты 54 раковины. Раковинное вещество (во избежание перехода кальцитовой составляющей в арагонитовую) истиралось в агатовой ступке кратковременно. Термографические исследования проводились при помощи дериватографа системы

Методика спектрального анализа. Спектральному анализу было подвергнуто 455 раковин. У 24 раковин проведено раздельное исследование брюшной и спинной створок и у 27 – определение содержания микроэлементов в различных их структурных элементах. Кроме того, было произведено 38 спектрографических определений выщавших раковины пород.

Изучение элементного химического состава раковин брахиопод проводилось на спектрографе средней дисперсии ИСП-28 с трехлинзовой системой освещения, отверстием револьверной диафрагмы 3,2 мм и шириной щели 0,01 мм. Сжигание пробы проводилось в дуге переменного тока, возбуждаемой с помощью генератора ДГ-2. Сила тока составляла 18–20 А, экспозиция 2 минуты 20 секунд. Из каждого образца сжигалось 3 навески по 10 мг. В работе использовались только особоочищенные безборные электродуги. Фотометрирование спектральных линий осуществлялось на микрофотометре ИФ-2. Градуированные графики строились по методу трех эталонов, приготовленных расчетным путем на карбонатной основе. Проверка эталонов производилась в лаборатории ВНИГРИ, химической лаборатории института "Гипроцемент", а также путем постоянного сравнения с эталонами Л.В.Лапчинской и А.И.Смысловой, проводивших параллельно с нами свои исследования меловых и юрских брахиопод.

Анализ результатов осуществлялся по методике, разработанной на кафедре общей геологии и палеонтологии ХГУ (Лапчинская, 1970, 1973; Смылова, 1974; Кокунько, 1975).

Палеобиогеохимия или геохимическая палеонтология как самостоятельная отрасль науки, находящаяся на рубеже палеонтологии и геохимии оформилась лишь в течение последних тридцати лет. Однако ее развитие неразрывно связано с биогеохимией, возникшей благодаря трудам В.И.Вернадского в начале нашего века. С именами В.И.Вернадского и его учеников и последователей Я.В.Самойлова и А.П.Виноградова связаны работы первого, - аналитического, - этапа развития геохимической палеонтологии, приуроченного к 20-50-м годам нашего столетия. В это время были обобщены довольно уже многочисленные, но в общем разрозненные данные о химическом составе современных и ископаемых организмов.

Второй этап, охватывающий 40-е - 60-е годы, характеризуется становлением основных идей, методов и направлений биогеохимии, когда было положено начало таким отраслям палеобиогеохимии как геохимическая таксономия, геохимическая палеоэкология, эволюционная биогеохимия и др. В биогеохимических и палеобиогеохимических исследованиях в связи с бурным развитием науки и техники нашли широкое применение не только химический и спектральный анализы, но также методы рентгенометрии, электронной микроскопии, термографии, масс-спектрометрии и др. Наряду с расширением технического арсенала методов исследований существенно возросла и точность аналитических работ. Появилась обширная литература, насчитывавшая сотни наименований. Из всего многообразия работ можно выделить наиболее актуальные направления палеобиогеохимических исследований. 1) Накопление данных о химическом элементном составе существующих и вымерших организмов (Прокофьев, 1964; Degens, 1966; Turekian, Armstrong, 1959, 1960); 2) Выяснение роли химических элементов в процессе жизнедеятельности организмов (Ковальский, 1965; Прокофьев, Ермакова, 1963); 3) Выяснение геохимических связей отдельных элементов, в частности, магния, стронция и др. с кальцитовыми или арагонитовыми скелетными образованиями (Chave, 1954; Dodd, 1967; Odum, 1957); 4) Выяснение зависимости содержания того или иного элемента в скелетных образованиях в связи с изменением физико-географических и физико-химических параметров среды (Драгунсв и др., 1959; Кудрин, 1961 и др.); 5) Определение палеотемператур на основании соотношений содержания  $\text{Ca/Mg}$  и изотопов  $\text{O}^{18}/\text{O}^{16}$  (Берлин, Хабаков, 1966 и др.;



Боуэн, 1970; Найдин и др., 1956 и др.; Shilliger, 1953; Lowenstam, Epstein, 1954; Urey, Lowenstam, 1951 и др.).

Третий этап - со второй половины шестидесятых годов по настоящее время, - характеризуется формированием палеобиогеохимии (геохимической палеонтологии), как самостоятельной науки. Проблемами палеобиогеохимии начинают заниматься не отдельные исследователи, а коллективы, планомерно проводящие комплексные научно-исследовательские работы. С начала 70-х годов в данной области оформились две ведущие школы: бакинская /Султанов и др., 1966-1971; Султанов, Исаев, 1967, 1968; Эфендиев, 1970; Алиев, 1971; Асланов, 1980 и др.), на базе которой в 1969 году была проведена I-я всесоюзная конференция по палеобиогеохимии и палеоэкологии, и харьковская. Две Всесоюзные конференции по мезозойским и кайнозойским брахиоподам, проведенные в Харьковском университете в 1971 и 1977 годах, включали обширный круг палеобиогеохимических вопросов /Кац, 1965, 1971; Лапчинская и др., 1969, 1973; Лапчинская, 1970, 1973; Смылова, 1973, 1975; Макридин, Кац и др., 1975; Кац и др., 1974, 1975, 1976, 1977 и др.; Кокунько, 1975, 1976, 1977; Смылов, 1975, 1978; Худенский, Кац, 1977; Барсков, 1977; Ясаманов, 1977). Обращают на себя внимание также исследования, проводимые в Институте геологии и геофизики СО АН СССР /Захаров и др., 1975, 1976; Козлова и др., 1974, 1980; Нальбаева, Радостев, 1979/. В последние годы сформировалась дальневосточная биогеохимическая школа /Краснов и др., 1980/, выполнившая ряд детальных исследований по биогенному накоплению химических элементов в скелетах современных и некоторых ископаемых морских организмов.

Весьма перспективными являются работы по изучению органической составляющей скелетных образований брахиопод, моллюсков и других организмов и развития гистохимического направления /Дроздова, 1974, 1978; Колесников, 1974; Колесников, Прозоровская, 1977; Жоре, 1967 и др./.

### ГЛАВА III. ОЧЕРК СТРАТИГРАФИИ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЛА И ПАЛЕОГЕНА ГОРНОГО КРЫМА

Пограничные отложения меловой и палеогеновой систем приурочены ко второй гряде Крымских гор и представлены тремя типами разрезов: Западного, Центрального и Восточного Крыма /Горбач, 1974; Муратов, 1960/. Разрез Западного Крыма расположен на южном борту Альминской впадины и Качинском поднятии; разрезы Центрального Крыма - на Симферопольском поднятии, а разрезы Восточного



Крыма - в Индоло-Кубанском прогибе. Полнота и мощность разрезов увеличиваются по направлению к Альминской впадине и Индоло-Кубанскому прогибу.

Глава содержит детальное описание изученных нами стратиграфических подразделений: их состава, распределение по площади, палеонтологического содержания, изменений фациальной характеристики и мощностей и т.д.

Вернемеловые и палеогеновые отложения Горного Крыма заключают многочисленные остатки брахиопод. Многие виды этих организмов широко распространены не только в Крыму, на Кавказе, Мангышлаке и Копет-Даге, но и в стратотипических разрезах маастрихтского, датского, монского, таветского и других ярусов.

Нижнемаастрихтский комплекс брахиопод включает *Cretirhynchia retracta* (Roem.), *Mecnia* sp., *Terebratulina chrysalis* Schloth., *Terebratala ebosa* Sew., *Chatwinothyris subcardinalis* Sahni, *Magas pusillus* и др. К верхнемаастрихтскому подъярису Горного Крыма приурочен следующий комплекс брахиопод: *Isocrania paucicostata* (Bosq.), *Cyclothyris magna magna* Petitt, *Terebratulina chrysalis* Schloth., *Terebratulina defrancii* Orb., *Mecnia semiglobularis* sp. nov., *Carnothyris ovata* Katz, *Kingella kongiellii* E. Bares. и *Trigonozema rectiformis* Schloth.

Перечисленные комплексы характеризуют соответствующие подъярусы маастрихта Германско-Кавказской палеозоогеографической области (Макридин, Кац, 1966).

Нижнедатский комплекс брахиопод весьма малочислен. В глауконитовых песчаниках Центрального Крыма встречаются редкие раковины *Terebratala fallax* Lundgr., характерные для датского яруса в целом. В базальных известняках и конгломератах Восточного Крыма встречены базиноколидные брахиоподы *Prebelarina ex gr. rismensis* Anth., известные также из нижнего дания Кавказа и Закаспия. Среднедатский комплекс брахиопод является наиболее многочисленным и таксономически разнообразным. Он включает: *Danoecania polonica* Roz., *D. semicostulata* Roz., *D. transversa* Lundgr., *Isocrania rosselli* Jack., *Prebelarina faxensis* Schloth., *P.* sp. nov., *Vasilicella incurva* Schloth., *Terebratulina tenuistriata* Leym., *Terebratala fallax* Lundgr., *Chatwinothyris lens* Nilae., *Ch. cipluensis* Sahni и *Dallithyris gagricensis* Popch.. Руководящими в составе данного комплекса являются: *D. polonica* и *D. semicostulata* известные из среднего дания Польши и *Dallithyris gagricensis*, встречающийся также в среднедатских отложениях Дагестана, северо-западного Кавказа, Закавказья и Закаспия. Мест-

ными (крымскими) руководящими видами среднего даниа являются *Chatwinothyris lens*, *Dalozania trapezoga* и др. Первый из них распространен в среднем и верхнем даниа Дании, Швеции и Закаспия, а второй - в нижнем и среднем даниа Швеции. В составе верхнедатского комплекса резко преобладает вид *Dalozania tuberculata Schloth.*, раковины которого являются пороодообразовательными органогенно-обломочных известняков Глубокого Яра. Этот вид встречается также в верхнедатских отложениях Дании, Швеции, Бельгии и Нидерландов, вследствие чего его находки позволяют довольно уверенно проследивать верхнедатский подъярус. Совместно с *D. tuberculata* в толще органогенных известняков Горного Крыма встречаются редкие раковины *Isocrania rosselti Jach.* и *Terebratula fallax Lundgr.*

Монский комплекс брахиопод приурочен лишь к верхней части разреза этого яруса и представлен многочисленными раковинами *Orientalothyris* sp. nov..

Танетский комплекс брахиопод приурочен к средней и верхней частям яруса. В губковых мергелях зоны *Asarinina subraevis* (средний танет) встречается многочисленны крупные раковины *Terebratula bisinuata Lam.*, известные также из верхнего палеоцена - нижнего эоцена Западной Европы, Кавказа и Закаспия. В карбонатно-глинистых отложениях зоны *Asarinina asarinata* (верхний танет) встречаются *Argurotheca laevis Zöl.*, *Terebratulina parisiensis Dezh.* и *Terebratulina tauremarginata Sacco.*

Ипрский комплекс брахиопод по богатству особями и таксономическому разнообразию весьма сходен с датским. Отличием его является широкое развитие брахиопод с трехлопной раковиной, присутствие тецедеид и отсутствие краниид. Нижняя часть ипрского яруса (зона *Globeratalia aequa*) остатков брахиопод не содержит. В зоне *Globeratalia subbetulae* в целом встречается: *Gryphus bajanianus Dav.*, *G. hilarionis Men.*, *G. kickxii Dav.*, *Erymnaria polymorpha (Mass.)*, *Terebratula bisinuata Lam.*, *Terebratulina striatula Dav.*, *Bifolium* sp., *Latetiarcula* sp., причем *G. bajanianus*, *G. hilarionis*, *G. kickxii* и *Erymnaria polymorpha* известны также из ипрских отложений Западной Европы, Кавказа, Закаспия, Северной Африки и Карибского бассейна.

#### ГЛАВА IV. ЭЛЕМЕНТНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ И МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РАКОВИН ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ И РАННЕПАЛЕОГЕНОВЫХ БРАХИОПОД ГОРНОГО КРЫМА

В результате проведенных исследований с помощью количест-

венного спектрального анализа в веществе изученных раковин брахиопод установлено присутствие В, Mg, Al, Si, Ti, Mn, Fe, Cu, Sr и Ba, причем В и Ti зафиксированы не во всех образцах, а Ba лишь спорадически.

В данной главе диссертации приведены данные об аномально низких, аномально высоких и средних содержаниях всех перечисленных химических элементов в раковинах 3I вида брахиопод из классов *Inarticulata* и *Articulata*. Естественно, привести все эти данные в автореферате невозможно. Поэтому мы вынуждены ограничиться лишь самыми необходимыми.

Класс *Inarticulata*. Все изученные раковины баззамковых брахиопод относятся к отряду *Stenida*. Они характеризуются следующими содержаниями микроэлементов в раковинном веществе.

Магний. Содержание данного элемента колеблется от 0,48% до 3,3%; среднее содержание по отряду составляет 1,26%.

Стронций. Изменения в содержании данного элемента для отряда в целом менее значительны, чем изменения в содержании магния (0,022-0,063%). Среднее содержание стронция равно 0,039%.

Все остальные элементы имеют следующие пределы колебаний и средние по отряду значения: В - 0,00077-0,001%, среднее - 0,0009%; Al - 0,0046-0,077%; среднее - 0,026%; Si - 0,026-0,8%, среднее - 0,042%; Ti - 0,004-0,008%, среднее - 0,006%; Mn - 0,0014-0,0095%, среднее - 0,0045%; Fe - 0,021-0,18%, среднее - 0,083%; Cu - 0,00015-0,0006%, среднее - 0,00026%; Ba - 0,0082-0,012%, среднее - 0,0088%.

Класс *Articulata*. Представлен пятью отрядами: *Rhynchonellida*, *Terebratulida*, *Megathyridida*, *Thecideida* и *Centronellida*.

В видовом и количественном отношении отряды представлены далеко неравноценно. Наиболее широко охарактеризованы отряды *Terebratulida* и *Centronellida*. Ввиду большого объема данных приводим только пределы колебаний средних значений внутри класса *Articulata*.

Гор. Самое низкое среднее содержание данного элемента зафиксировано для отряда *Thecideida* - 0,0025%, самое высокое (0,005%) - для отряда *Terebratulida*.

Магний. Пониженным средним содержанием данного элемента (0,2%) характеризуется отряд *Rhynchonellida*. Самое высокое среднее содержание отмечено в раковинах из отряда *Megathyridida* - 1,18%.

Алюминий. Пределы колебаний средних содержаний данного элемента изменяются от 0,056% - отряд *Centronellida*, до 0,11 - отряд *Terebratulida*.

Кремний. Средние содержания кремния изменяются от 0,28% - отряды *Rhynchonellida* и *Thecideida*, до 0,51 - отряд *Megathyridida*.

Титан. Самое низкое среднее содержание зафиксировано для отряда *Megathyridida* (0,0029%), самое высокое - для отряда *Thecideida* (0,0088%).

Марганец. Средние содержания марганца изменяются от 0,0025% - отряд *Rhynchonellida*, до 0,076% - отряд *Thecideida*.

Железо. Пределы колебаний средних значений данного элемента изменяются от 0,1% - отряды *Terebratulida* и *Centronellida*, до 0,19% - отряд *Thecideida*.

Медь. Средние значения содержания данного элемента внутри класса *Articulata* изменяются от 0,00019% - отряд *Rhynchonellida*, до 0,00039% - отряд *Megathyridida*.

Стронций. Самое низкое среднее содержание данного элемента характерно для отряда *Thecideida* (0,03%), а самое высокое (0,21%) для отряда *Megathyridida*.

В главе приведены содержания каждого элемента, указаны пределы его колебаний, среднее, а также аномально высокое и аномально низкое значения для представителей различных таксономических подразделений. Указывается место отбора раковин и тип вмещающих их пород.

Минеральный состав карбонатного вещества раковин брахиопод. В результате микроскопического изучения раковинного вещества представителей родов *Dalmanella*, *Cyclothyris*, *Terebratula*, *Chatwinothyris*, *Terebratulina* и *Syrphus* в иммерсионных жидкостях для фибр вторичного и призм третичного слоев раковин были получены показатели преломления, соответствующие кальциту. Реакция окрашивания в растворе азотнокислого кобальта этих же экземпляров даёт эффекты, характерные так же для кальцита: отмечается отсутствие какой-либо окраски (Татарский, 1955).

Термографическому изучению были подвергнуты 54 раковины и брахиопод и по 39 из них, мы получили кривые ДТА, полностью соответствующие кальциту. У остальных 15 экземпляров кроме основного эндотермического эффекта было обнаружено появление еще одного небольшого эндотермического эффекта, соответствующего кривой ДТА арагонита, связанного с переходом ромбического арагонита в более плотную модификацию - тригональный кальцит (Цветков и др., 1964). В тексте приведен список проанализированных видов и сводные фото-

график кривых ДТА по ним.

В нормальных случаях, температура появления арагонитового эффекта хотя и варьирует, но, в общем, по данным одних авторов (Цветков и др., 1964), укладывается в интервал 400-500°C, по данным же других (Уолф и др., 1971), - 400-600°C. Из 15 образцов, у которых зафиксирован рассматриваемый эффект, только в трех случаях температура перехода арагонита в кальцит соответствует интервалу 400-500°C, у остальных же она варьирует от 560°C до 610°C. Различны также величины и амплитуда эффекта.

Наиболее четкий эндотермический эффект, свойственный арагониту, отмечен при изучении тонкостенной раковины *Terebratulina defrancei*. Следует отметить, что содержание стронция у этого экземпляра составляет 0,8%. У отдельно проанализированных первичного и вторичного слоев одной и той же раковины этого вида установлено, что арагонитовая составляющая приурочена к первичному слою.

#### ГЛАВА V. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЯХ РАКОВИНЫ БРАХИПОД

Раковины петлеопорных брахиопод по особенностям строения стенки подразделяются на две группы: двух- и трехслойные. Биогеохимическими исследованиями установлено, что формы, у которых стенка раковины состоит из трех слоев, характеризуются пониженным содержанием магния, стронция и других элементов по сравнению с двухслойными.

Для изучения особенностей распределения микроэлементов в различных частях раковины были использованы, в основном, двухслойные раковины. Выбор материала диктовался более простым строением двухслойной раковины. Раздельному спектральному анализу были подвергнуты различные структурные элементы обеих створок раковины: передний край, макушка, замочный отросток, первичный и вторичный слой, слой облекания, петля брахидия и различные ее части. Всего по 27 раковинам произведено 72 анализа.

Установлено, что распределение микроэлементов, в зависимости от приуроченности пробы к той или иной части раковины, довольно неравномерно и претерпевает значительные колебания, иначе говоря, накопление микроэлементов в разных частях раковины и в различных ее структурных элементах довольно неоднородно и, по-видимому, зависит от избирательного энергообмена со средой. В первичном слое всех проанализированных объектов отмечено повышенное, в



сравнении со вторичным слоем и другими структурными элементами и частями раковины, содержание магния и стронция. Довольно близкие данные о содержании этих микроэлементов получены по слов облаканиа. Содержание бора, титана и алюминия в первичном и вторичном слоях носит менее четкую зависимость и имеет обратную тенденцию, т.е. их концентрация выше во вторичном слое, чем в первичном. Наибольшие содержания кремния (больше 1%) отмечены во вторичном слое. В первичном же слое содержание этого элемента значительно ниже (0,24-1,0%). Анализ вещества из диаметрально противоположных частей раковины показал, что в области переднего края наблюдаются повышенные, по сравнению с приакушечной областью, содержания магния и стронция. Кроме того, из сравнения анализов вещества замочного отростка, петли и спинной створки в целом следует, что первые две структуры, полностью состоящие лишь из вторичного слоя, характеризуются пониженными содержаниями магния по сравнению с содержанием этого элемента во всей створке. В отношении же распределения стронция наблюдается обратная картина, особенно отчетливо выраженная в результатах анализов вещества брахиальной петли. Следует сказать, что содержание этих элементов в разных частях данной структуры также неодинаково. Верхняя часть петли обладает более высокой концентрацией магния и особенно стронция по сравнению с ее основанием.

В результате изучения микрэлементного состава разных частей раковины установлена обратная зависимость между толщиной вторичного слоя и содержанием магния и стронция и прямая зависимость между отношением первичный/вторичный слой и содержанием в них этих элементов. Установлено, что более тонкостенная спинная створка характеризуется заметно повышенным, по сравнению с брюшной, содержанием Mg, Al, Fe, а также незначительно повышенным содержанием Sr и Mn.

Различие в содержании магния и стронция в разных частях стенки раковины может зависеть от совокупности ряда причин. Одним из главных факторов в распределении микроэлементов в веществе разных частей раковины замковых брахиопод может служить та же зависимость, что и у беззамковых (Кожушко, 1976), а именно: на ранней стадии роста раковины, когда отлагается первичный слой и внешняя часть вторичного слоя наблюдается максимум концентрации названных элементов; следующая же стадия характеризуется нарастанием вторичного слоя и минимальной концентрацией элементов, наконец, заключительная стадия роста - формирование внутренней час-



ти вторичного слоя (слоя облеkania - самой молодой части вторичного слоя, наиболее активно участвующей в энергообмене организма со средой) и переднего края раковины, состоящего из первичного слоя и внутреннего слоя облеkania, отличается наибольшим содержанием магния и стронция.

#### ГЛАВА 6. ЗНАЧЕНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ СИСТЕМАТИКИ БРАХИПОД

Полученные нами данные позволяют заключить, что таксономические различия в концентрации химических элементов фиксируются на различных филогенетических уровнях. Установлено, что вариации в содержании микроэлементов проявляются у представителей различных видов, родов, семейств и отрядов.

Биогеохимическая характеристика таксонов видового ранга.  
Прослежено содержание микроэлементов в раковинах, принадлежащих к роду - *Gyrophus*, относящихся к трем его видам: *G. kiockii*, *G. hilarionis* и *G. bejaniacus*. Наибольшие различия на видовом уровне отмечаются в содержании магния. Проанализированные раковины были отобраны из одного и того же стратиграфического уровня, т.е. они принадлежали к одной и той же палеопопуляции, одинаково реагировавшей на изменения внешних условий. Поэтому можно говорить о таксономическом факторе в распределении микроэлементов на уровне вида, однако, эти различия не настолько резки, чтобы их можно было рассматривать сегодня в качестве надежного систематического признака. Довольно четкие различия между названными видами установлены и по содержанию железа и марганца. Содержание же стронция претерпевает менее заметные изменения.

Биогеохимическая характеристика таксонов родового и семейственного рангов. Наиболее четкие отличия в распределении микроэлементов на родовом уровне фиксируются по содержанию магния и стронция. Раковины, относящиеся к роду *Chatwinothyris* содержат повышенные количества стронция и, особенно, магния, по сравнению с раковинами из рода *Terebratulina* (оба эти рода относятся к семейству *Terebratulidae*). Такая же картина наблюдается в отношении родов *Terebratulina* и *Mesnia* из семейства *Cancellothyrididae*. Различия же в распределении других элементов менее заметны, что, вероятно, связано с физико-химическими условиями среды обитания изученных организмов и вторичными процессами.

Таксономические отличия в концентрации элементов на семей-

ственным уровне установлены нами для семейств *Terebratulidae* и *Cancellothyrididae* из отряда *Terebratulida*, которые характеризуются различными содержаниями магния, стронция, меди, железа, марганца и бора.

Биогеохимическая характеристика представителей различных отрядов брахиопод Горного Крыма. Представители изученных нами шести отрядов брахиопод принадлежат к карбонатно-кальциевой группе (Макридин и др., 1969) и подразделяются на две подгруппы: карбонатную магниевую-кальциевую, к которой относятся *Craniida*, *Thecideida* и *Megathyridida*, и карбонатную кальциевую (*Terebratulida*, *Centronellida* и *Rhynchonellida*).

При изучении элементного химического состава раковинного вещества наиболее четкие систематические различия в ранге отряда, а также нескольких отрядов, объединенных в одну подгруппу, получены для магния. Раковины брахиопод, входящих в карбонатную магниевую-кальциевую подгруппу, в течение своего жизненного цикла накапливали значительно больше магния, а также меди, железа, марганца и кремния. В распределении же алюминия и бора отмечается четко выраженная обратная зависимость. Установлено также, что отряды, входящие в одну подгруппу, также имеют довольно четкие различия в содержании магния, стронция, алюминия, кремния и бора. В частности, выявлено, что представители отр. *Rhynchonellida* характеризуются наименьшими содержаниями магния, стронция, меди, железа, марганца, кремния, титана и бора по сравнению с другими отрядами из карбонатной кальциевой подгруппы.

Химический элементный состав раковин брахиопод и эволюция обменных процессов. Проанализировав данные по распределению химических элементов в раковинах брахиопод в зависимости от приуроченности их к тому или иному таксону, мы отмечаем, что в ходе их эволюции имело место повышение содержания меди, стронция, железа и понижение содержания магния. Таким образом, общая тенденция геохимической эволюции брахиопод характеризуется падением магнезиальности раковин от беззамковых к замковым. Эта тенденция обусловлена изменениями условий водной среды (Виноградов и др., 1952). Высокое содержание стронция у филогенетически наиболее молодых форм согласуется с представлениями о повышении содержания этого элемента в океанах (Виноградов и др., 1952). Это - первый аспект геохимической таксономии.

Изменение в процессе эволюции содержаний железа и меди, а также тенденция роста элементных отношений  $Fe/Mg$ ,  $Fe/Ca$ ,  $Fe/Ti$

и в/д1 указывают на другой аспект геохимической эволюции брахиопод - физиологический (Худенский, Кац, 1977). Усовершенствование систем питания и дыхания в процессе эволюции приводило к существенным перестройкам биохимических реакций с участием металлов, входивших в состав дыхательных ферментов, пигментов и других жизненно важных веществ. Таким образом, химический состав раковины брахиопод оказывается обусловленным исторически сложившимся типом метаболизма.

#### ГЛАВА VII. ЗНАЧЕНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ВЪЯСНЕНИЯ ВОЗРАСТНОЙ ФИЗИОЛОГИИ БРАХИОПОД

Как было сказано выше различия в содержании микроэлементов в значительной степени связаны с особенностями строения раковин, что, в свою очередь, обусловлено процессами метаболизма. Установлено, что у особей, обладавших коротким жизненным циклом, раковины, как правило, меньших размеров, а дифференциация сложного их вещества на подклассы выражена незначительно. Раковины *Cryphia bajaniana*, *Terebratulina striatula*, *T. defrancei*, *Bifolium* sp., *Argyrotheca laevis* и всех краниид обладают повышенным содержанием магния, а нередко и других микроэлементов.

Нами специально рассмотрены особенности концентрации химических элементов в процессе роста раковин. Изучение видов *Terebratula bisinata* и *Terebratula fallax* свидетельствует о прямой зависимости между размерами раковин и содержанием в них магния. На примере пяти видов беззачатковых брахиопод: *Dalozecania tuberculata*, *D. polonica*, *D. transversa*, *D. semicostulata* и *Isoecania reueli*, удалось рассмотреть вопрос о зависимости в содержании микроэлементов от принадлежности отдельных индивидуумов или всей популяции к той или иной стадии метаболического цикла. Для этого были подобраны различные возрастные серии. Раковины одного вида, находящиеся на разных этапах роста, отличаются друг от друга по количеству концентрических линий нарастания и по размерам. Это позволило проследить изменения концентрации микроэлементов в связи со стадиями жизненного цикла.

На кривых средних содержаний магния и стронция в раковинах *Dalozecania tuberculata* имеющих от I до 10 линий нарастания, выявлено три экстремума - два максимума и один минимум. Первый максимум отчетливо фиксируется у раковин, имеющих небольшое количество линий нарастания. Второй максимум прослежен у

экземпляров, имеющих наибольшее (10) количество линий нарастания. Промежуточные экземпляры (5-7 линий нарастания) образуют на кривой минимум, экстремальная точка которого соответствует экземплярам, имеющим семь линий нарастания. Сходная с описанной зависимость отмечается и у раковин *Dalmanella polonica*. Следует отметить, что эти два вида отличаются по средним содержаниям стронция. В раковинах *Dalmanella tuberculata* содержание стронция в два раза меньше, чем в раковинах *D. polonica*. Эти закономерности подтверждаются и на графиках зависимости содержания магния и стронция от размеров раковин.

Полученные данные, несомненно, позволяют связывать изменения концентрации микроэлементов в раковинах краинид со стадиями жизненного цикла. Молодые раковины, размером менее 10 мм, имеющие до пяти линий нарастания, характеризуются повышенными содержаниями магния и стронция в раковинном веществе. Раковины зрелых экземпляров отличаются резким понижением содержания этих элементов. И, наконец, у старческих экземпляров вновь возникает способность к концентрированию в раковине магния и стронция в максимальных количествах.

Установленная неравномерность концентрации микроэлементов в раковине, по-видимому, отражает различную интенсивность энергетических процессов в организме на протяжении жизненного цикла. Подобные явления на биогеохимическом материале ранее описывались нами для замковых брахиопод (Кац, Кокунько, 1975).

#### ГЛАВА УЕ. ЗНАЧЕНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ СТРАТИГРАФИИ И ФАЦИАЛЬНО-ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ

Результаты биогеохимических исследований в настоящее время довольно широко применяются для детализации палеогеографических реконструкций. В меньшей степени они используются для уточнения фациальной характеристики пород, седиментологии и стратиграфической корреляции. Это связано с тем, что на первых порах биогеохимические исследования носили обзорный характер и не сопровождалась тщательным полевым анализом исходного палеонтологического и геологического материала.

В последние годы появился ряд работ (Кац, Кокунько, 1975; Кокунько, 1975; Кац, Смыслов, 1976 а, б; Захаров, Радостев, 1976; Кац, Абдель Аалъ, 1979), свидетельствующих, что при постановке комплексных биогеохимических, палеоэкологических и ритмо-седи-

ментационных исследований удается вскрыть более глубокие аспекты биогенного накопления химических элементов.

Фациальный аспект биогенного накопления. Зависимость биогеохимической характеристики раковин брахиопод от фациального типа вмещающих пород была изучена нами на примере представителей рода *Gryphus* отобранных из двух литологофациальных типов ипрских отложений: карбонатно-глинистых и карбонатно-песчаных. Остатки *Gryphus hilarionis* распространены в обоих типах пород. Раковины, отобранные из карбонатно-песчаных отложений, характеризуются повышенными (в 1,5-3 раза) содержаниями магния, стронция, железа, марганца и алюминия по сравнению с раковинами этого же вида из карбонатно-глинистых пород. Ранее (Кац, Кокунько, 1975) нами указывалось на повышение магнизальности раковин с увеличением карбонатной составляющей вмещающих их пород.

Седиментологический аспект биогенного накопления. На примере представителей отрядов *Centronellida* и *Stranilda* установлено, что раковины, отобранные из регрессивных полуритмов, характеризуются более высокими содержаниями магния, стронция, марганца и железа, чем раковины из трансгрессивных полуритмов. Кроме того, установлено, что характер ритмограмм, построенных по изменению мощностей элементарных ритмов, совпадает с кумулятивными кривыми содержания магния, стронция и меди в раковинах. Кривые же содержания кремния, железа и марганца резко с ними расходятся. Установленная зависимость между характером ритмограмм в конкретных разрезах и распределением микроэлементов в раковинах различных таксонов брахиопод, с нашей точки зрения, объясняется длительностью и интенсивностью трансгрессивных и регрессивных процессов осадконакопления. В свою очередь, эти явления приводили к изменению физико-географических параметров водной среды (температуры, солености и др.), которые и определяли характер распределения микроэлементов в раковинах.

Цикличность распределения химических элементов. Изучение особенностей распределения химических элементов в раковинах брахиопод при переходе от мела к палеогену указывает еще на один аспект биогенного накопления - циклический. Содержание магния, стронция и бора колеблется, подчиняясь мезоциклу (Балуховский, 1966) - промежутку времени порядка трех миллионов лет (рис. I). Распределение титана и меди подчинено также мезоциклам, однако отчетливее фиксируется в макроциклах (9 млн. лет). Циклы накопления марганца кратны примерно двосонному мезоциклу, т.е. 6 мил-



лионам лет (рис. I). Содержание кремния, алюминия и железа падает от маастрихтских к лютетским формам с периодами около 3 и 9 миллионов лет.

Исходя из полученных данных исследований мел-палеогеновых брахиопод Горного Крыма, мы приходим к убеждению, что наиболее существенные изменения их элементного состава связаны с рубежом маастрихтского и датского веков, что совпадает с результатами, полученными с помощью традиционных палеонтологических методов (Макридин и др., 1975). Отсюда вытекает необходимость отнесения датского яруса к палеогеновой системе.

## В ы в о д ы

1. Распределение микроэлементов в раковинах брахиопод обнаруживает отчетливую связь с их структурой. Впервые в практике биогеохимических исследований установлено, что первичный и вторичный слои раковин существенно различаются по содержанию в них малых элементов: магния, стронция, бора, марганца и железа. Показано, что разница в содержании микроэлементов в передней и замочной частях створок раковин зависит от соотношения первичного и вторичного слоев.

2. Анализ дериватограмм раковинного вещества замковых брахиопод свидетельствует о наличии у ряда форм эндотермического эффекта, характерного для арагонита. Результат раздельного термического анализа первичного и вторичного слоев одной и той же раковины указывает на приуроченность арагонитовой составляющей к первичному слою.

3. Различия в микроэлементном составе раковин брахиопод прослежены на всех таксономических уровнях, но наиболее отчетливо они выражены у представителей разных отрядов. Установлено, что химический состав раковин обусловлен исторически сложившимся типом метаболизма. В частности, высокая магниезность раковин краниид (наиболее древних из изученных форм) связана с условиями среды наиболее ранних этапов фанерозоя, для которых была характерной высокая магниезность океанических вод (Виноградов и др., 1952). С другой стороны, высокое содержание стронция у филогенетически более молодых пористых форм (*Terebratulida*, *Megathyridida*, *Centronellida*) согласуется с тенденцией повышения содержания стронция в океанах в течение мезозоя и кайнозоя (Виноградов и др., 1952). В целом биогеохимическая эволюция брахиопод была обусловлена не только гидрохимическими, но и физиологическими факторами:



совершенствованием механизма обмена веществ. В частности, нами получены новые данные об увеличении содержания меди и железа у представителей филогенетически более молодых таксонов.

4. Биогеохимические исследования позволяют судить о возрастной физиологии брахиопод. Впервые установлено, что интенсивность обменных процессов претерпевала изменения в ходе развития индивидуумов. Молодые раковины характеризуются повышенным содержанием магния и стронция, зрелые - резким снижением, а старческие - снова существенным повышением содержания этих элементов.

5. Содержание химических элементов в раковинах представителей различных видов одного рода обусловлено интенсивностью процессов обмена. Это прослежено на примере представителей рода *Gurthia* среди которых самые мелкие формы *Gurthia vajaniacea*, характеризующиеся наиболее коротким жизненным циклом, обладают наиболее высоким содержанием магния, меди и марганца по сравнению с более крупными раковинами *Gurthia kickii* и *G. dilatationis*.

6. Послойный отбор раковин из различных частей элементарных седиментологических ритмов и последующий анализ их микроэлементного состава позволил установить связь биогенного накопления элементов с трансгрессивной и регрессивной частями этих ритмов. Раковины из регрессивных полуритмов отличаются повышенным содержанием магния, стронция, марганца и железа, а из трансгрессивных - наоборот, пониженным их содержанием.

7. Установлено, что характер ритмограмм, построенных по изменению мощностей элементарных ритмов, совпадает с кумулятивными кривыми содержания магния, стронция и меди в раковинах брахиопод.

8. Изучение распределения микроэлементов в раковинах брахиопод по разрезу от верхнего мела (маастрихтского яруса) к палеогену (лэтетскому ярусу) позволило установить цикличность биогенного накопления, кратную примерно трем, шести и девяти миллионам лет.

9. По биогеохимическим данным наиболее отчетливый рубец изменений интенсивности биогенного накопления магния, стронция и других микроэлементов соответствует границе маастрихтского и датского ярусов. Это согласуется с другими данными по эволюции брахиопод (таксономическими, морфологическими и структурными), свидетельствующими, с нашей точки зрения, о принадлежности датского яруса к палеогену.

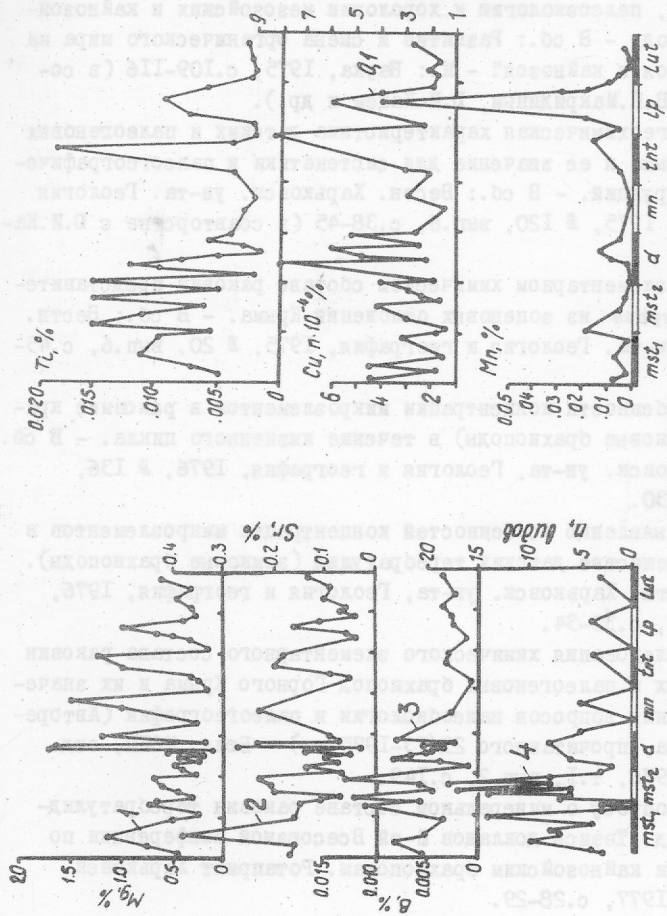


Рис. 1. Цикличность накопления химических элементов в раковинах позднеплейстоценовых и палеогеновых брахиопод Горного Крыма. А/ магния (I), стронция (2) и бора (3) в сопоставлении с графиком видового биохимического теста (4); Б/Марганца, меди и титана.

Опубликованные работы по теме диссертации

1. О значении исследований структуры и вещественного состава раковин, палеозоологии и хронологии мезозойских и кайнозойских брахиопод. - В сб.: Развитие и смена органического мира на рубеже мезозоя и кайнозоя" - М.: Наука, 1975, с.109-116 (в соавторстве с В.П.Макридиным, Д.И.Кацем и др.).

2. Биогеохимическая характеристика датских и палеогеновых брахиопод Крыма и ее значение для систематики и палеогеографических реконструкций. - В сб.: Вестн. Харьковский. ун-та. Геология и география, 1975, № 120, вып.6, с.38-45 (в соавторстве с Д.И.Кацем).

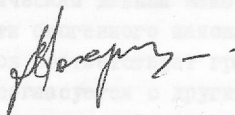
3. Об элементарном химическом составе раковин представителей рода *Sturimia* из эоценовых отложений Крыма. - В сб.: Вестн. Харьковский. ун-та. Геология и география, 1975, № 20, вып.6, с.45-51.

4. Особенности концентрации микроэлементов в раковине краинид (беззамковые брахиоподы) в течение жизненного цикла. - В сб.: Вестн. Харьковский. ун-та, Геология и география, 1976, № 136, вып.7, с.27-30.

5. К выявлению особенностей концентрации микроэлементов в раковинном веществе датских теребратулид (замковые брахиоподы). - В сб.: Вестн. Харьковский. ун-та, Геология и география, 1976, № 136, вып.7, с.30-34.

6. Исследования химического элементарного состава раковин позднемеловых и палеогеновых брахиопод Горного Крыма и их значение для решения вопросов палеобиологии и палеогеографии (Автореферат доклада, прочитанного 23/IV-1975 г.) - Бюлл. МОИП, отд. геологич., 1976, т.1, вып.2, с.149.

7. К вопросу о минеральном составе раковин теребратулидных брахиопод. Тезисы докладов III-ей Всесоюзной конференции по мезозойским и кайнозойским брахиоподам. Ротапринт Харьковский. гос. ун-та, 1977, с.28-29.



Ответственный за выпуск Г.А.Смыслов.

АЯ-02053 Подписано к печати 21.04.1982 г.

Объем 1.0 п.л. Тираж 100 экз. Заказ № 169

Ротапринт ВНОПЕМ, Белгород, Б.Хмельницкого, 86.