

На правах рукописи

МАМЕДАЛИЗАДЕ АЛАДДИН МЕДЖИД ОГЛЫ

**ПАЛЕОЭКОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА КАМПАНСКИХ И МААСТРИХТСКИХ
МОРСКИХ ЕЖЕЙ МАЛОГО КАВКАЗА**

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

Работа выполнена в лаборатории палеозоогеографии Института геологии им. акад. И. М. Губкина Академии наук Азербайджанской ССР.

Научный руководитель: чл.-корр. АН Азерб. ССР, доктор геол.-минер. наук **Ак. А. АЛИ-ЗАДЕ**

Официальные оппоненты: чл. корр. АН Азерб. ССР, доктор геол.-минер. наук, профессор **К. М. СУЛТАНОВ**
(АГУ им. С. М. Кирова, г. Баку)
доктор геол.-минер. наук **Р. А. ГАМБАШИДЗЕ**
(ГИ им. А. И. Джанелидзе АН Груз. ССР г. Тбилиси)

Ведущая организация: Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефти и химии им. М. Азизбекова.

Защита диссертации состоится «**21**» мая 1980 г. в **14** часов на заседании Специализированного Ученого Совета Д. 004. 17. 01 по палеонтологии и стратиграфии при Институте геологии им. акад. И. М. Губкина АН Азерб. ССР, Баку, пр. Нариманова, 29 А.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института геологии им. акад. И. М. Губкина АН Азерб. ССР.

Просьба Ваши замечания и отзывы в 2-х экземплярах, заверенных печатью учреждения, направлять по адресу: 370143, Баку, пр. Нариманова, 29 А. Институт геологии им. акад. И. М. Губкина АН Азерб. ССР, ученому секретарю доктору геол.-минер. наук **Ф. С. АХМЕДБЕЙЛИ**.

Автореферат разослан «**21**» апреля 1980 г.

**Ученый секретарь
Специализированного Совета
доктор геол.-минер. наук
Ф. С. АХМЕДБЕЙЛИ**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Актуальность темы. В последние годы интерес к изучению геохимии, минерального состава и строения раковин современных и ископаемых организмов значительно возрос. Исследования, проведенные в этой области, показывают, что концентрация ряда малых элементов в скелетах беспозвоночных является прямым показателем физико-химических условий среды их обитания. Представляется возможным с помощью геохимических и физико-химических методов исследования твердых тканей морских организмов решить различные биогеохимические, стратиграфические и биологические задачи. С этой точки зрения, изучение минерального и химического элементарного состава ископаемых морских ежей представляет несомненный интерес. Ископаемые морские ежи широко распространены в кампанских и маастрихтских отложениях азербайджанской части Малого Кавказа. До последнего времени остатки этих организмов являлись, в основном, объектом палеонтолого-стратиграфических исследований. Вопросы же палеоэкологии, палеобиогеохимии и палеозоогеографии морских ежей Малого Кавказа все еще остаются слабоизученными. Исследование этих вопросов представляет как научный, так и практический интерес.

Основные задачи исследований:

— изучение минерального состава и внутренней структуры панцирей морских ежей азербайджанской части Малого Кавказа;

— изучение химического элементарного состава вещества панцирей кампанских и маастрихтских морских ежей Малого Кавказа;

— изучение характера распределения малых элементов в панцирях морских ежей в зависимости от фацального типа пород;

— выяснение характера и закономерностей вторичных процессов, оказывающих влияние на изменение минерального и химического элементарного состава ископаемых остатков этих организмов;

— изучение палеоэкологии кампанских и маастрихтских морских ежей Малого Кавказа;

— установление взаимосвязи между изменениями систематического состава и экологическими условиями бассейна;

— составление карт-схем географических ареалов кампанских морских ежей Малого Кавказа.

Научная новизна и практическая ценность работы. В результате проведенных исследований, выявлена форма нахождения магния в кальцитовый структуре панцирей современных и ископаемых морских ежей. Установлена самостоятельная фаза протодоломита в панцирях кампанских и маастрихтских морских ежей Малого Кавказа и Копет-Дага. Показано, что кампанские и маастрихтские морские ежи по аналогии с современными их представителями концентрировали в процессе жизнедеятельности в панцирях такие элементы как магний, стронций, марганец, титан, железо, алюминий, кремний и медь. Выявлено, что палеобиоценозы, обитавшие на песчаных участках, являлись концентраторами меди. Установлена преимущественная приуроченность *Echinocorys*, *Micraster*, *Pseudofaster* и *Galeola* кампана и маастрихта к песчанисто-известковым фациям. Впервые на основе изучения географических ареалов морских ежей Малого Кавказа, в пределах южной окраины Европейской палеозоогеографической области в кампанском веке, выделена Кавказская провинция и Малокавказская подпровинция.

Апробация работы. Основное содержание диссертационной работы и отдельные ее части докладывались на научных конференциях аспирантов Академии наук Азербайджанской ССР в 1977 и 1978 г. г., на заседании сектора палеонтологии и стратиграфии Института геологии Академии наук Азербайджанской ССР в 1979 г., на научном семинаре Института геологии Академии наук Азербайджанской ССР в 1979 г.

Публикация. По материалам диссертационной работы опубликовано 4 статьи и передан в фонды Института геологии Академии наук Азербайджанской ССР один научно-тематический отчет (в соавторстве с Али-Заде Ак. А., Алиев С. А. и др.).

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав и заключения, общим объемом 111 страниц машинописного текста. Текст иллюстрирован 22 рисунками и 10 таблицами. Список литературы включает 122 наименования. Приложение к диссертации состоит из таблиц

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава I. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОЗДНЕМЕЛОВЫХ МОРСКИХ ЕЖЕЙ КАВКАЗА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ

До последнего времени остатки морских ежей изучались главным образом, как палеонтологический объект. Работы описательного характера по позднемеловым морским ежам Кавказа и сопредельных регионов принадлежат, в основном, Г. Ф. Веберу (1914), И. Рухадзе (1940), М. М. Москвину, Н. А. Пославской и О. И. Шмидт (1949), М. М. Москвину и Н. А. Пославской (1959, 1960), Р. Б. Аскерову и Р. Н. Мамедзаде (1959), Г. Н. Джабарову (1959, 1964), А. Н. Соловьеву, и О. Г. Меликову (1963), О. Г. Меликову и Л. Г. Эндельману (1963), О. Г. Меликову (1966), Р. А. Гамбашидзе (1967), Г. С. Гонгадзе (1969, 1976, 1979) и др.

Большой интерес представляют работы Л. Г. Эндельмана (1962, 1969), Г. Н. Джабарова (1971), Г. С. Гонгадзе (1971, 1972), С. В. Лобачевой (1977), О. Г. Меликова (1977), М. М. Москвина и Н. В. Шиманской (1977) и др., посвященные вопросам эволюции и географического распространения морских ежей. Сведения о позднемеловых морских ежах, кроме выше отмеченных работ, содержатся также в трудах по стратиграфии меловых отложений отдельных районов Кавказа и сопредельных регионов. Среди них следует отметить работы А. Л. Цагарели (1954), Н. А. Пославской и М. М. Москвина (1958), Р. Н. Мамедзаде (1967), О. Б. Алиева (1967), Г. С. Гонгадзе (1969), М. М. Москвина и Л. Г. Эндельмана (1972), Г. Н. Джабарова (1972), О. Г. Меликова и Р. Н. Мамедзаде (1976) и др.

Глава II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для исследований послужили панцири кампанских и маастрихтских морских ежей Малого Кавказа, собранных автором во время полевых работ в 1974—1978 г. г. Кроме того, обширный коллекционный материал по ископаемым остаткам морских ежей был передан автору доктором

геолого-минералогических наук Х. Алиуллы (50 экз.) кандидатами геолого-минералогических наук О. Г. Меликовым (60 экз.), Р. Н. Мамедзаде (40 экз.), Р. Б. Аскеровым (20 экз.). Для сравнения были использованы панцири ископаемых морских ежей из кампанских и маастрихтских отложений Магышлака и Копет-Дага, собранных автором в 1974 г. во время полевых работ. Большой сравнительный материал по современным морским ежам был передан автору доктором геолого-минералогических наук Е. В. Красновым (Сахалинский залив, Охотское и Японское море) (30 экз.) и кандидатом геолого-минералогических наук Р. Г. Бабаевым (Индийский и Тихий океан) (16 экз.). В общей сложности, было изучено и проанализировано более 450 экземпляров панцирей ископаемых морских ежей из кампанских и маастрихтских отложений и 45 экземпляров панцирей современных морских ежей. Всего изучены скелетные части 21 вида (17 ископаемых и 4 современных) морских ежей, относящихся к представителям 13 родов (9 ископаемых и 4 современных) из 5 отрядов (Holectypoida, Spatangoida, Echinoida, Clypeasteroida, Diadematoida).

Исследование фаунистического материала проводилось автором в лаборатории палеозоогеографии Института геологии Академии наук Азербайджанской ССР.

Для определения минерального состава панцирей современных и ископаемых морских ежей был проведен рентгенофазовый анализ 62 образцов на рентгеновских дифрактометрах ДРОН—1,0 и ДРОН—2,0. Дифрактограммы были сняты при следующих параметрах прибора: Си антикатод с Ni фильтром; напряжение на трубке 34 кв; ток 20 ма; щели 1:1:0,5; скорость вращения образцов $(1/4)^\circ$ в минуту. Дифрактограммы были получены в лаборатории Структурной химии Института неорганической и физической химии Академии наук Азербайджанской ССР.

Для установления характера сохранности внутренней структуры пластинок панцирей морских ежей были изготовлены петрографические шлифы (40 шт.). Шлифы были изготовлены в Институте геологии Академии наук Азербайджанской ССР. Были проведены также электронномикроскопические исследования с целью изучения постседиментационных изменений. С поверхности естественных сколов, ориентированных поперечных и продольных срезов пластинок панцирей было изготовлено 176 аншлифов с золотым опылением.

изученных и сфотографированных под сканирующим электронным микроскопом марки ISM—2 фирмы «Джеол» (Япония), при увеличениях от 100 до 3000 раз. Электронномикроскопические исследования проводились в Институте геологии и разработки горючих ископаемых Министерства нефтяной промышленности СССР и Академии наук СССР, (г. Москва).

Количественные определения Ca, Mg, Fe, Al в образцах грунтового материала проводились химическим, Sr, Mn, Ti, Si и Cu количественным спектральным методом. Количественные определения химических элементов в образцах раковинного материала проводились количественным спектральным методом. Химические анализы проводились в Институте геологии Академии наук Азербайджанской ССР. Спектральные анализы проводились в Азербайджанской комплексной лаборатории ЦНИГРИ (г. Баку). Спектральному анализу подвергнуто 394 экземпляров панцирей морских ежей, а также 25 образцов вмещающих пород. Для проведения спектрального анализа карбонатных образцов были приготовлены головной эталон, буферная смесь и серийные эталонные образцы. Основой для головного эталона служил карбонат кальция с маркой ч. д. а. Спектры каждого эталона и рабочих проб фотографировались на фотопластинки для научных целей спектрального типа I, чувствительностью 4 единицы ГОСТа. Для анализа использовался спектрограф СТЭ—1. Для возбуждения спектров использовался генератор дуги переменного тока ДГ—2. Почернение спектральных линий измерялось на микрофотометре МФ—2.

Для определения температуры кампанских и маастрихтских морских бассейнов были проведены измерения $0^{18}/0^{16}$ в рострах белемнитов на масс-спектрометре МИ—1305. Анализы были проведены в Институте геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР (г. Москва).

Глава III. ОБЗОР СТРАТИГРАФИИ КАМАНСКИХ И МААСТРИХТСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛОГО КАВКАЗА

В настоящей главе нами приводятся краткие сведения о распространении кампанских и маастрихтских отложений Малого Кавказа.

Изучение меловых отложений азербайджанской части Малого Кавказа было начато со второй половины прошлого

столетия. Стратиграфия верхнемеловых, в частности кампанских и маастрихтских отложений Малого Кавказа, освещена в работах В. П. Ренгартена (1959), М. М. Алиева и др. (1966), О. Г. Меликова (1966, 1976), Р. Н. Мамедзаде (1967, 1976), О. Б. Алиева (1967), Х. Алиуллы (1967, 1977), Р. А. Халафовой (1969), Ак. А. Али-Заде (1972) и др. К настоящему времени уже разработана детальная стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа, обоснованная по отдельным группам фауны. Указанное создало надежную основу для решения вопросов палеобиогеохимии, палеоэкологии и палеогеографии изученных групп морских ежей.

Отложения кампанского яруса широко распространены на Малом Кавказе. Они повсюду согласно залегают на сantonе и представлены, преимущественно, пелитоморфными известняками и мергелями с прослоями глин и глинистых песчаников. Кампанский ярус по морским ежам и моллюсковой фауне подразделяется на два подъяруса. Мощность — от 30 до 500 м.

Маастрихтские отложения на Малом Кавказе сравнительно менее распространены. Основное отличие в литологическом составе пород кампана и маастрихта заключается в большей песчанности последних. На основании морских ежей и белемнитов отложения маастрихта, в большинстве случаев, подразделяются на нижний и верхние подъярусы. Мощность — от 40 до 600 м.

Глава IV. МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА ПАНЦИРЕЙ МОРСКИХ ЕЖЕЙ

1. Минералогический состав панцирей морских ежей.

Результаты проведенных нами дифрактометрических исследований свидетельствуют о том, что вещества панцирей исследованных морских ежей сложено кальцитом. Магний входит в структуру как изоморфный элемент, замещая кальций в кальцитовой структуре. Увеличение его содержания приводит к уменьшению параметров элементарной ячейки. При этом отчетливо наблюдается смещение рефлексов кальцита — образцов относительно эталона-исландского шпата в сторону увеличения угла 2θ . На рентгенограммах некоторых исследованных образцов были обнаружены пики между рефлексами кальцита и доломита. Анализ первоисточников (J. Schroeder и др., 1969; R. W. Macqueen и др., 1974 и др.).

и учет результатов рентген-фазовых и спектральных анализов показали, что обнаруженные нами рефлексы соответствуют протоделомиту, состав которого колеблется в интервале от $\text{Ca}_{0,56} \text{Mg}_{0,44} \text{CO}_3$ до $\text{Ca}_{0,48} \text{Mg}_{0,52} \text{CO}_3$.

2. Внутренняя структура панцирей морских ежей.

Изучение шлифов, изготовленных из пластинок панцирей современных морских ежей показывают, что среди кальцитовых массы наблюдаются полосы органического вещества, которые, пересекаясь, образуют внутреннюю сетчатую структуру. Аналогичная внутренняя сетчатая структура для кристаллов кальцита в панцирях морских ежей установлена и при электронномикроскопическом наблюдении над аншлифами из пластинок. В результате сравнения удалось установить, что указанная сетчатость образует общую внутреннюю структуру пластинок панцирей морских ежей. В панцирях ископаемых морских ежей внутренняя структура выражена недостаточно четко. В отдельных образцах ископаемого материала внутренняя структура по сравнению с современными образцами почти полностью отсутствует. Анализ данных рентген-фазовых, оптико — и электронномикроскопических и спектральных исследований образцов пластинок панцирей современных и ископаемых морских ежей показывает на прямую связь химического элементарного состава скелетов с внутренней структурой.

Глава V. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ ПАНЦИРЕЙ СОВРЕМЕННЫХ И ИСКОПАЕМЫХ МОРСКИХ ЕЖЕЙ

В рассматриваемой главе приводятся результаты спектральных анализов вещества панцирей 21 вида современных, кампанских и маастрихтских морских ежей, относящихся к 13 родам 5 отрядов (Echinoida, Clypeasteroida, Diadematoida, Holoctypoida и Spatangoida). Для каждого химического элемента осуществлена статистическая обработка и построена гистограмма среднего содержания. Сопоставлены средние содержания химических элементов панцирей современных и ископаемых морских ежей с данными о кларках соответствующих элементов в карбонатных породах, живом веществе и морской воде.

1. Химический элементарный состав скелетов современных морских ежей

Достоверным критерием восстановления физико-географической и палеоэкологической обстановки морских бассейнов геологического прошлого является химический состав скелетных остатков ископаемых. Надежность использования данных по химическому элементарному составу ископаемых организмов может быть в значительной степени обоснована результатом их сравнительного анализа с таковым современных их представителей.

Сведения по элементарному химическому составу современных морских ежей имеются в работах А. П. Виноградова (1937), Я. В. Самойлова и К. Ф. Терентьевой (1932), К. Е. Chave (1954), О. Pilkey and J. Hover (1960), J. N. Weber (1969) и др.

Проведен количественный спектральный анализ 45 панцирей и других элементов скелета (амбулакральных и межамбулакральных пластинок, игл и аристотелевых фонарей) современных морских ежей. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Результаты проведенных анализов показали, что сравнительно высоким содержанием магния в целом характеризуются панцири, а низким — иглы и аристотелевый фонарь. Межамбулакральные пластинки содержат стронция больше, чем другие элементы панциря (амбулакральные пластинки, иглы, аристотелевый фонарь). Самым низким содержанием стронция характеризуется аристотелевый фонарь.

2. Химический элементарный состав панцирей кампанских и маастрихтских морских ежей.

Изучение химического элементарного состава ископаемых морских беспозвоночных предусматривает выяснение минералогических, геохимических и микроструктурных особенностей их раковин (панцирей), в результате которых оценивается характер сохранности прижизненного состава и решаются вопросы геохимической характеристики палеобассейнов и их палеогеография.

Литературные данные о химическом элементарном составе панцирей древних морских ежей весьма ограничены. Некоторые сведения имеются лишь в работах

Среднее содержание химических элементов в скелетах современных морских ежей.

№ п.п.	Название вида и элементы скелета	Местона- хождение	Глу- бина басс.	К-во обр.	Химические элементы (в %)							
					Mg	Sr	Mn	Ti	Fe	Al	Si	Cu
1	<i>Strongylocentrotus intermedius</i> Agass., панцирь.	Японское море.	12—14 м	14	1,8	0,25	0,0003	н/о	0,003	0,0028	0,004	н/о
2	<i>Echinagathinus parva</i> Lam., панцирь.	Сахалин- ский за- лив.	30—60 м	11	1,53	0,22	0,0005	0,0003	0,001	0,004	0,004	0,0003
3	— « — , панцирь.	Охотское море, по- бережье Сахалина.	200— 400 м	9	2,25	0,2	0,0006	0,0001	0,004	0,0035	0,004	0,0005
4	<i>Ureca decagonale</i> Less., панцирь	Тихий океан, Японское море.	65 м	5	1,3	0,13	0,0035	0,0005	0,001	0,002	0,006	0,0005
5	<i>Echinogathix diade- ma</i> L., игла крупн.	Тихий океан, Соломоново море.	0,5— 5 м	1	2,4	0,16	0,006	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001
6	— « — , игла мелк.	— » —	— « —	1	1,6	0,17	0,006	0,001	0,002	0,006	0,006	0,001
7	— « — , межамбулакаральн. пл.	Рифы Скотт, Индийский океан.	4 м	1	2,1	0,16	0,002	н/о	0,002	0,001	0,007	н/о
8	— « — , амбул. пл.	— « —	— « —	2	1,8	0,15	0,003	0,001	0,0015	0,003	0,004	0,001
9	— « — , игла крупн.	— » —	— « —	1	2,1	0,13	0,002	0,001	0,001	0,004	0,003	0,001
10	— « — , игл. мелк.	— » —	— « —	1	1,6	0,16	0,002	0,001	0,003	0,003	0,002	0,001
11	— « — , арист. фон.	— » —	— « —	1	1,6	0,13	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003	0,001

J. N. Weber and D. Raup (1968), R. W. Macqueen и др. (1974) H. Kamiya and I. Kobayashi (1975) и др.

Результаты количественных спектральных анализов показали, что в панцирях кампанских и маастрихтских морских ежей Малого Кавказа содержится Mg, Sr, Mn, Ti, Fe, Al, Si и Cu (табл. 2).

Проанализированные образцы минералогически неизмененных и измененных панцирей показали, что во всех случаях наблюдается пониженное содержание магния и стронция в образцах панцирей ископаемых морских ежей по сравнению с современными представителями. Содержание титана, железа, алюминия, кремния и меди в панцирях кампанских и маастрихтских морских ежей приближалось к содержанию его в современных морских ежах. Сравнение результатов спектральных, рентген-фазовых, оптико- и электронномикроскопических исследований показали, что наблюдаемое пониженное содержание Mg и Sr в образцах панцирей кампанских и маастрихтских морских ежей по сравнению с современными представителями, является частичная перекристаллизация первичного органогенного кальцита. Обнаруженная высокая концентрация Mn в панцирях ископаемых морских ежей, обусловлена привнесом его из вмещающих пород.

Полученные результаты, дают нам возможность судить о том, что проанализированные панцири кампанских и маастрихтских морских ежей по аналогии с современными представителями концентрировали Mg, Sr, Mn, Ti, Fe, Al, Si и Cu в процессе жизнедеятельности.

Глава VI. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПАНЦИРЯХ МОРСКИХ ЕЖЕЙ.

1. Распределение и концентрация химических элементов в панцирях различных видов и родов кампанских и маастрихтских морских ежей.

Для выявления степени концентрации ряда элементов (Ti, Fe, Al, Si, Cu) представителями отдельных видов и родов кампанских и маастрихтских морских ежей были сравнены средние содержания этих элементов в их панцирях.

Исследования показали, что виды рода *Copulus* характеризуются почти одинаковым количеством титана. Среди видов рода *Echinocorys* сравнительно большим содержанием

титана характеризуются *Echinocorys pyramidatus* Pörtl и *E. conoideus* Goldf. Такое же различие в содержании титана наблюдается в панцирях видов рода *Galeola*. Среди них высоким концентратором титана является *Galeola papillosa* Kl. сравнительно низким — *G. senonensis* d'Orb. Виды рода *Micraster* содержат титана в одинаковом количестве. При сравнении химических элементарных составов панцирей *Conulus*, *Echinocorys*, *Galeola*, *Micraster* и *Pseudoffaster* установлено, что род *Conulus* накапливает больше титана по отношению *Pseudoffaster*, *Micraster*, *Echinocorys* и *Galeola*.

Многочисленные анализы панцирей кампанских и маастрихтских *Conulus* показали, что содержание железа в *Conulus matesovi* Moskv. и *C. magnificus* d'Orb. очень близки. Среди видов рода *Galeola* сравнительно высоким содержанием характеризуется *Galeola senonensis* d'Orb., низким — *G. papillosa* Kl. Виды рода *Micraster* содержат железа почти в одинаковом количестве. Сравнивая среднее содержание железа в панцирях *Conulus*, *Galeola*, *Micraster* и *Pseudoffaster*, установлено, что роды *Conulus*, *Galeola* и *Pseudoffaster* накапливают железа приблизительно в одинаковом количестве. Сравнительно в меньшем количестве железа накапливают *Echinocorys* и *Micraster*.

Алюминий в панцирях *Conulus* содержится почти в одинаковом количестве. Сравнительно высоким содержанием алюминия обладают панцири *Echinocorys*. Одинаковым содержанием алюминия характеризуются виды рода *Micraster*. При сравнении среднего содержания алюминия в панцирях *Conulus*, *Echinocorys*, *Galeola*, *Micraster* и *Pseudoffaster* выявлено, что род *Echinocorys* по отношению *Galeola*, *Pseudoffaster* и *Micraster* накапливают алюминия сравнительно больше.

Характер распределения кремния в различных видах различен. Так, среди видов рода *Conulus* его высокая концентрация присуща *Conulus matesovi* Moskv., низкое содержание — *C. magnificus* d'Orb. Среди видов рода *Echinocorys* высокая концентрация характерна для *Echinocorys conoideus* Goldf., низкое содержание — *E. pyramidatus* Pörtl. Виды рода *Galeola* содержат кремний в почти одинаковом количестве. Такое же количество присуще роду *Micraster*. Сравнение химического элементарного состава панцирей родов *Conulus*, *Echinocorys*, *Galeola*, *Micraster* и *Pseudoffaster* показало, что *Conulus* по отношению других накапливает кремния больше.

Среднее содержание химических элементов в панцирях кампанских и маастрихтских морских ежей Малого Кавказа

№ п. п.	Название вида	Возраст	К-во обр.	Химические элементы (в %)							
				Mg	Sr	Mn	Ti	Fe	Al	Si	Cu
1	<i>Conulus matesovi</i> Moskv.	Cp1	8	0,2	0,03	0,03	0,003	0,002	0,001	0,006	0,001
2	<i>C. magnificus</i> d'Orb.	←←	5	0,12	0,02	0,025	0,003	0,0025	0,0015	0,0035	0,001
3	→→	Msta	10	0,09	0,025	0,01	0,0025	0,0035	0,002	0,0015	0,001
4	<i>Echinocorys pyramidalis</i> Portl.	Cp1	2	0,2	0,03	0,03	0,004	0,002	0,005	0,001	0,001
5	←←	Msta	18	0,13	0,053	0,013	0,0027	0,0033	0,0027	0,0037	0,0007
6	<i>E. marginatus</i> Goldf.	Cp1	13	0,12	0,02	0,02	0,002	0,001	0,0025	0,0015	0,0007
7	<i>E. ovatus</i> Leske	→→	28	0,13	0,029	0,017	0,0025	0,002	0,003	0,0024	0,001
8	←←	Msta	14	0,09	0,047	0,03	0,0027	0,002	0,0033	0,002	0,001
9	<i>E. conoideus</i> Goldf.	Cp1	4	0,4	0,02	0,01	0,004	0,002	0,002	0,004	0,0001
10	<i>Galeola senonensis</i> d'Orb.	→→	32	0,37	0,06	0,013	0,002	0,003	0,002	0,0027	0,001
11	<i>G. papillosa</i> Kl.	→→	76	0,15	0,04	0,02	0,0034	0,0016	0,0016	0,0022	0,0002
12	<i>Seunaster gilleroni</i> Lor.	→→	3	0,2	0,02	0,03	0,002	0,002	0,001	0,004	0,001
13	<i>S. subconicus</i> Renng.	→→	4	0,1	0,03	0,02	0,001	0,003	0,002	0,003	0,001
14	<i>Pseudofaster caucasicus</i> Dru	→→	13	0,2	0,022	0,009	0,0018	0,0023	0,0023	0,0025	0,001
15	<i>Homoeaster evaristei</i> Cott.	Msta	8	0,2	0,03	0,01	0,002	0,003	0,003	0,004	0,001
16	<i>Ornithaster evaristei</i> Cott.	Mst	6	0,3	0,02	0,014	0,0025	0,0015	0,002	0,004	0,0005
17	<i>Micraster coravium</i> Posl.	Cp1	78	0,15	0,031	0,018	0,002	0,0013	0,0028	0,0033	0,0005
18	<i>M. schroederi</i> Stoll.	→→	22	0,1	0,03	0,015	0,002	0,001	0,0023	0,003	0,001
19	<i>M. haasi</i> Stoll.	→→	5	0,21	0,02	0,01	0,002	0,001	0,002	0,004	0,001
20	<i>Isomicraster ciplyensis</i> Schl.	Mst	4	0,1	0,03	0,03	0,003	0,001	0,002	0,004	0,001

Среднее содержание меди в *Conulus* и *Pseudoffaster* одинаково. Его малая концентрация присуща *Echinocorys Galeola* и *Micraster*.

Таким образом устанавливается, что содержание титана, железа, алюминия, кремния и меди является неотъемлемой частью скелетов всех исследованных морских ежей.

Отмечено, что представители рода *Conulus* по сравнению с другими (*Echinocorys*, *Galeola*, *Micraster*, *Pseudoffaster*) наиболее чувствительны к таким элементам как титан, кремний и медь; представители же рода *Echinocorys* к элементу алюминий.

2. Сравнение химического элементарного состава панцирей ископаемых морских ежей и вмещающих их отложений; связь распределения малых элементов панцирей с фациальным типом отложений.

Литофации, как известно, играют важную роль в распределении экологических групп бентосных организмов в водоеме. Морские ежи в основном селились в литоральных и сублиторальных зонах на песчаных грунтах, в условиях активного гидродинамического режима. Для выяснения связи распределения малых элементов в панцирях и в окружающей среде, были исследованы все разновидности вмещающих отложений.

По результатам количественных спектральных и химических анализов образцов морских ежей и вмещающих отложений отмечено присутствие в их составе Mg, Sr, Mn, Ti, Fe, Al, Si, Cu. Проведен сравнительный анализ содержания химических элементов в панцирях и вмещающих их отложениях. Показано, что во всех случаях содержание магния, алюминия и кремния в панцирях исследованных видов меньше, чем во всех литологических разностях вмещающих отложений. Содержание стронция и меди в панцирях всегда превышает содержание его во вмещающих отложениях. Более того, медь не всегда обнаруживается в образцах вмещающих пород. Высокая концентрация его в панцирях, вероятно, связана с тем, что организмы избирательно концентрировали этот элемент из морской воды. Количественное содержание марганца в панцирях, в большинстве случаев находится в прямой коррелятивной связи с его содержанием в породах.

3. Вторичные изменения химического элементарного состава панцирей кампанских и маастрихтских морских ежей.

Изучение диагенетических изменений в составе и строении раковин беспозвоночных является одной из наиболее важных и трудных задач палеобиогеохимии. При диагенетических процессах, происходящих с момента осадконакопления, изменения происходят, как правило, в двух направлениях: 1) в составе самого осадка и 2) между составом осадков и окружающей его средой. В обоих случаях возникают различного характера изменения. Нередко наблюдается образование более устойчивых модификаций за счет менее устойчивых. При вторичном изменении состава раковин, а также пород, большое значение имеет вещественный состав последних. Вместе с тем, существенную роль при диагенезе играют воды, имеющие различный химический состав.

Известно, что панцири морских ежей сложены из кристаллов кальцита, содержащих высокое количество магния. Однако, высокомагнезиальный кальцит после гибели организмов становится метастабильным. Поэтому, сравнительно низкое содержание магния в панцирях кампанских и маастрихтских морских ежей по сравнению с таковыми их современных представителей, следует объяснить, на наш взгляд, последующей перекристаллизацией первичного органогенного высокомагнезиального кальцита, в результате чего происходит разрушение сложной смешанной структуры, состоящей из мелких кристаллов кальцита и органического вещества с высокой концентрацией магния. Вслед за этим образуется кальцит вторичного происхождения с одновременным выщелачиванием магния, который изоморфно замещал кальций в первичном кальците.

Электронномикроскопические исследования показали, что в панцирях различных видов по разному происходили вторичные изменения. При сопоставлении характера распределения ряда элементов (Mg, Sr, Mn, Ti, Fe, Al, Si, Cu) в панцирях ископаемых морских ежей по отношению к таковым в породах выяснилось, что в условиях относительно высокой концентрации малых элементов в породах, происходит некоторое увеличение их в отдельных панцирях. Сравнение результатов анализа по железу в панцирях современных и ископаемых морских ежей, показало большую разницу в его

содержании в единичных образцах ископаемых морских ежей. Сравнение содержания железа в панцирях и вмещающих породах показало, что в большинстве случаев породы обогащены этим элементом. Исходя из этого мы полагаем, что зафиксированное количество железа в отдельных образцах панцирей ископаемых морских ежей, связано с окислением. Аналогичная картина, связанная с привнесом в панцирь из вмещающих пород, наблюдается и в некоторых образцах панцирей морских ежей для алюминия. Повышенное содержание ($>0,009$) кремния в отдельных образцах панцирей связано, на наш взгляд, с окремнением. Результаты рентген-фазовых анализов показывают, что привнесенный в образец кремний, не входит в кристаллическую решетку органогенного кальцита, а находится в форме механической примеси в виде окисла. По нашим наблюдениям, окремнение такого типа очень широко развито в панцирях из песчанисто-карбонатных пород маастрихтских отложений. Развитие таких типов окремнения сопровождается разрушением скульптуры поверхности панциря.

Глава VII. РАСПРОСТРАНЕНИЕ МОРСКИХ ЕЖЕЙ И ИХ ЭКОЛОГИЯ

Сравнительное изучение характера распространения кампанских и маастрихтских морских ежей и их экологии, представляет собой один из существенных моментов в реконструкции эволюционного развития позднемеловых морских ежей Малого Кавказа.

В настоящей главе нами была предпринята попытка, на основе собственного материала из кампанских и маастрихтских отложений Малого Кавказа и сопредельных регионов, осветить некоторые вопросы их палеоэкологии и палеозоогеографии. В суждениях об экологии ископаемых морских ежей широко использован актуалистический метод, успешно применяемый многими современными исследователями.

1. Некоторые вопросы палеозоогеографии кампанского бассейна Альпийской зоны юга СССР.

Вопросам палеозоогеографического районирования различных геологических веков и методики палеозоогеографических исследований посвящены работы К. Аманниязова (1965),

В. П. Макридина и Ю. И. Кац (1966), В. П. Макридина (1973), М. Р. Джалилова (1977) и мн. др.

Для целей палеозоогеографического районирования акваторий кампанских морских бассейнов Малого Кавказа и сопредельных регионов Альпийской зоны юга СССР, нами был использован фактический материал по азербайджанской части Малого Кавказа, Мангышлаку и Копет-Дагу. Помимо этого обобщены многочисленные литературные данные по исследуемым регионам.

На основе географических ареалов видов *Conulus matesovi* Moskv., *C. azerbaijanensis* Mel., *C. subpyramidatus* Mel., *Pseudofaster schmidtii* Moskv., *Micraster coravium* Posl., *M. schroederi* Stoll., *Isomicraster campaniensis* Mel., *Cyclaster vergyschatica* Mel., представляется возможным выделить в пределах южной окраины Европейской палеозоогеографической области Кавказскую провинцию и Малокавказскую подпровинцию.

В позднем кампане, в пределах Малого Кавказа и сопредельных регионов, мы имеем существенно измененный комплекс морских ежей (*Coraster cubanicus* Posl., *Micraster brongniarti* Heb., *Turanglaster nazkii* Sol. et Mel., *Guetteria schamchorensis* Mel., *Conulus isopyramidatus* Mel.) причем таксономический состав этого комплекса отличается от раннекампанского, главным образом, присутствием новых эндемичных видов. Иными словами, выделенная для раннего кампана Кавказская провинция и Малокавказская подпровинция продолжает свое существование и в позднем кампане, но лишь с несколько измененным комплексом эндемичных видов морских ежей.

2. Экология кампанских и маастрихтских морских ежей.

С целью палеоэкологических наблюдений, автором были изучены более 15 разрезов кампанских и маастрихтских отложений Малого Кавказа с послойным отбором остатков ископаемых морских ежей. Наблюдения показали, что кампанские и маастрихтские представители морских ежей являлись обитателями литорали и сублиторали. Преобладающее большинство цельных панцирей принадлежат представителям отряда *Spatangoida*. В расселении их наблюдается приуроченность к различным фациям, биономическим областям и зонам,

Для выяснения закономерностей биогенного накопления осуществлен эколого-геохимический и сравнительно-геохимический анализ кампанских и маастрихтских морских ежей. На основе анализа литофаций и характера распространения в них морских ежей, впервые для кампанских бассейнов выделены палеобиоценозы с соответствующей характеристикой химического элементарного состава. Установлено, что палеобиоценозы *Galeola papillosa*-*Echinocorys ovatus*-*Micraster coravium* и *Micraster schroederi*-*Pseudoffaster caucasicus* *Echinocorys ovatus*, обитавшие на участках с. Аликулушаги и г. Еленсутапа характеризуются высоким содержанием меди (0,001%). Допускается, что это могло быть связано с обогащением на этих участках прибрежной акватории раннекампанского бассейна. Несколько иная картина присуща району г. Кара-Кузей, где наблюдается пониженное содержание меди (0,0001%) в панцирях палеобиоценоза *Galeola senonensis*-*Micraster coravium*-*Pseudoffaster caucasicus*.

На основании масс-спектрометрических определений по кальциту ростров белемнитов на Малом Кавказе определено, что в раннем кампане среднегодовая температура бассейна составляла 18,2—19,2° С, в позднем кампане — 13,4—13,9°С.

Сравнение химического элементарного состава панцирей одного или разных видов, населявших отдельные участки маастрихтского моря, показывает, примерно, равное содержание таких элементов, как титан, железо, алюминий и кремний. Содержание меди в панцирях составляет 0,001%. На этом основании предполагается, что воды маастрихтских бассейнов содержали несколько большее количество меди, чем кампанских. В маастрихтском веке среднегодовая температура Малокавказского морского бассейна составляла 14,5°С.

Как показывают полученные данные, наблюдается постепенное изменение климата в сторону похолодания в бассейнах Малого Кавказа от раннего кампана к позднему маастрихту. Это подтверждают результаты, полученные Р. В. Тейс и Д. П. Найдиным (1973), по которым на территории Евразии во второй половине раннемеловой эпохи происходило постепенное понижение температуры до датского века.

Таким образом, как показывает экологический анализ, морские ежи кампана и маастрихта являлись обитателями,

главным образом, областей активного гидродинамического режима бассейна, предпочитая переходную зону от литорали к сублиторали. Основные поселения морских ежей связаны с песчано-карбонатными грунтами. В целом, характер фауны, ее богатый состав (иглокожные, моллюски, фораминиферы и др.) с наибольшей вероятностью свидетельствует о нормальных морских условиях, существовавших в кампанском и маастрихтском бассейнах Малого Кавказа.

Эколого-палеогеографический подход позволил проследить смену отдельных комплексов морских ежей во времени, выделить экологическую зональность в расселении отдельных групп морских ежей как бентосных организмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований мы приходим к следующим выводам:

1. Установлено, что элемент Mg входит в кальцитовую структуру панцирей морских ежей как изоморфный элемент, замещая кальций в кальцитовой структуре. Увеличение его содержания приводит к уменьшению параметров элементарной ячейки.

2. Методом рентген-фазового анализа в панцирях морских ежей из кампанских и маастрихтских отложений Малого Кавказа и Копет-Дага впервые обнаружена самостоятельная фаза протодоломита. Это указывает на необходимость осуществления дальнейших исследований с целью выяснения механизма его образования.

3. В результате изучения пластинок панцирей морских ежей под оптическим и электронным микроскопом установлено, что внутренняя структура панцирей морских ежей состоит из пересекающихся друг с другом полосок органического вещества и сетки кристаллов кальцита. Показано, что совокупность подобных сеток образует общую структуру пластинок панцирей морских ежей.

Панцири морских ежей, имеющие хорошо выраженную сетчатую структуру содержат, главным образом, высокое количество магния и стронция, панцири же со следами сетчатой структуры сложены низким содержанием этих элементов. Указанное свидетельствует о прямой коррелятивной связи между внутренней структурой и химическим составом панцирей.

4. Выявлен комплекс элементов (Mg, Sr, Mn, Ti, Fe, Al, Si, Cu) характерных для вещества панцирей как современных, так и ископаемых морских ежей. Указанное свидетельствует об обязательном участии этих элементов при построении раковины и, по-видимому, тесно связано с физиологической функцией этих организмов.

5. Установлено, что представители рода *Conulus* в отличие от представителей других изученных родов (*Galeola*, *Echinocorys*, *Micraster* и *Pseudofaster*) морских ежей более чувствительны к таким элементам как Ti, Si, Cu. Представители рода *Echinocorys* избирательны к элементу Al. Указанное, при подтверждении на более обширном палеонтологическом материале, могло бы быть использовано в качестве одного из таксономических признаков родового уровня.

6. В панцирях ископаемых морских ежей отмечается низкое содержание магния и стронция, связанное с частичной перекристаллизацией первичного высокомагнезильного кальцита.

7. В кампанских и маастрихтских морских бассейнах Малого Кавказа, в пределах сублиторали, среди богатого бентоса обитали в основном, представители отряда *Spatangoida*. Мягкое илистое и песчанистое дно и нормальноморской бассейн способствовали широкому распространению и развитию представителей этого отряда.

Морские ежи, заселявшие песчанистые участки, обитали в среде с высокой концентрацией таких элементов как Ti, Fe, Al чем организмы, приуроченные к известнякам, что вероятно, отразилось на составе их панцирей. Повышенное содержание меди в панцирях маастрихтских морских ежей, вероятно, связано с тем, что организмы концентрировали его из морской воды.

8. На основе анализа географических ареалов морских ежей в кампанском веке в пределах южной окраины Европейской палеозоогеографической области выделена Кавказская провинция и Малокавказская подпровинция.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Мамедализаде А. М. — О минералогическом составе панцирей морских ежей из кампанских и маастрихтских отложений Малого Кавказа. «Материалы научн. конфер. аспирантов АН Азерб. ССР», изд-во «ЭЛМ», 1977.

2. Мамедализаде А. М. — Палеозоогеографическое районирование кампанского морского бассейна Альпийской зоны юга СССР по морским ежам. «Докл. АН Азерб. ССР», т. XXXIV, № 8, 1978.

4. Мамедализаде А. М. — Магний и стронций в панцирях эхиноидей из кампанских отложений азербайджанской части Малого Кавказа «Материалы научн. конфер. аспирантов АН Азерб. ССР», изд-во «ЭЛМ», 1978, кн. I.

4. Али-Заде Ак. А., Мамедализаде А. М., Халилов А. Д., Алиев С. А. — Минералогический состав панцирей морских ежей. «Докл. АН Азерб. ССР», т. XXXIV, № 12, 1978.