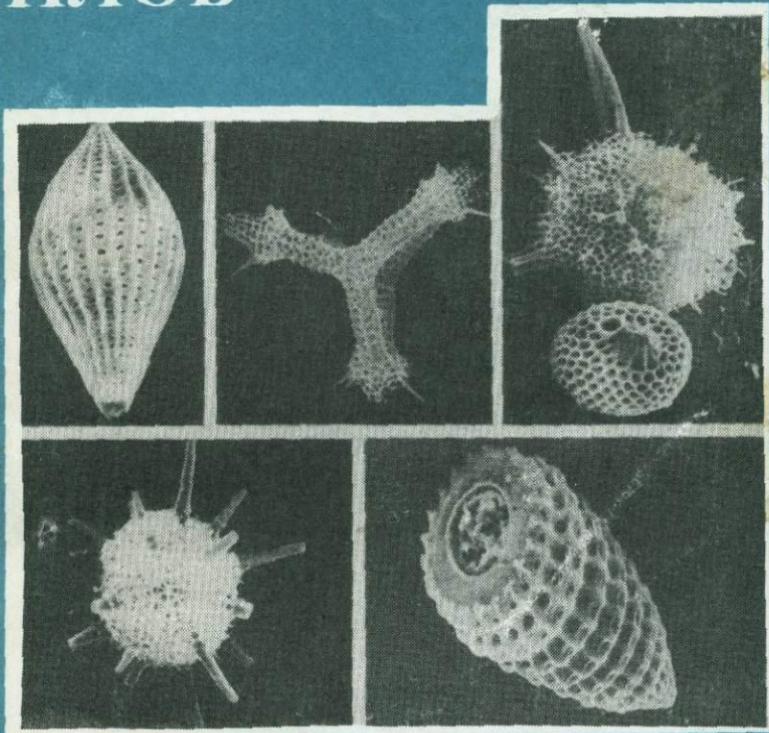


В.С. ВИШНЕВСКАЯ

РАДИОЛЯРИТЫ КАК АНАЛОГИ СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЛЯРИЕВЫХ ИЛОВ



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ЛИТОСФЕРЫ

В.С. ВИШНЕВСКАЯ

18665-

РАДИОЛЯРИТЫ КАК АНАЛОГИ СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЛЯРИЕВЫХ ИЛОВ

Ответственный редактор
доктор геолого-минералогических наук
Н.А. БОГДАНОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО "НАУКА"
Москва 1984



В и ш н е в с к а я В. С. Радиоляриты как аналоги современных радиоляриевых илов.
М.: Наука, 1984.

На примере всестороннего комплексного изучения радиоляритов из классической олиолитовой зоны Малого Кавказа с помощью современных методов дан анализ фациального профиля кремнистого осадконакопления, воссозданы обстановки кремненакопления, выявлены литологические и генетические типы кремневых отложений, позволившие по новому истолковать механизм и условия накопления толщ силицитов не только в данном регионе. Проведена аналогия радиоляритов с современными радиоляриевыми илами.

Табл. 8. Ил. 38 + 16 фототабл. Библиогр. 215 назв.

Рецензенты:

доктор геолого-минералогических наук
А.А. МОССАКОВСКИЙ,

кандидат геолого-минералогических наук
И.А. БАСОВ

Вишенская Валентина Сергеевна

РАДИОЛЯРИТЫ КАК АНАЛОГИ СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЛЯРИЕВЫХ ИЛОВ

Утверждено к печати Институтом литосферы АН СССР

Редактор издательства Л.С. Тапельzon. Художник Д.И. Бочаров

Художественный редактор И.Ю. Нестерова. Технический редактор Л.В. Русская
Корректор М.А. Марченко

Набор выполнен на электронной фотонаборной системе в издательстве "Наука"

ИБ № 27513

Подписано к печати 06.03.84. Т — 00281. Формат 60 × 90¹/₁₆

Бумага для глубокой печати. Гарнитура "Таймс". Печать офсетная

Усл. печ. л. 7,5 + 1,3 вкл. Усл. кр.-отт. 9,1. Уч. изд. л. 10,5. Тираж 600 экз. Тип. зак. 1102

Цена 1р. 60к.

Издательство "Наука", 117864 ГСП-7, Москва В-485, Профсоюзная ул., д. 90

Ордена Трудового Красного Знамени 1-я типография издательства "Наука"
199034, Ленинград, В-34, 9-я линия, 12

ПРЕДИСЛОВИЕ

Радиоляриты — характерная составляющая многих оphiолитовых поясов, широко распространенных в геосинклинальных областях. Но в связи со сложным строением поясов радиоляриты приобретают значение индикатора условий формирования этих поясов, поскольку они более других пород из ассоциации, характерной для оphiолитового комплекса, несут на себе отпечатки времени и условий осадконакопления. Изучение радиоляритов способствует решению проблемы "Условия образования и первоначальное положение оphiолитовых комплексов в структуре земной коры", поставленной в проекте "Офиолиты континентов и сопоставимые породы океанического дна, их сравнительное изучение и корреляция" по Международной программе геологической корреляции.

В то же время силициты — одна из наиболее изученных групп осадочных пород. Основы теории кремненакопления сформулированы в трудах А.Д. Архангельского, Н.М. Страхова, Г.И. Бушинского, И.В. Хворовой, Н.С. Шатского, А.П. Лисицына и др. Вопросы литологии, минералогии, геохимии и генезиса силицитов нашли отражение в ряде работ А.В. Хабакова, Г.А. Каледы, В.Т. Фролова, Н.Г. Бродской, Д.Г. Челидзе и др.

Тем не менее генезис кремневых пород, с которыми обычно связаны месторождения таких важных полезных ископаемых, как железо, марганец, фосфор и др., имеющий не только теоретическое, но и практическое значение, продолжает трактоваться неоднозначно. До настоящего времени не установлены современные аналоги радиоляритов, спонголитов и других литологических типов силицитов. Отсюда вытекает необходимость проведения дальнейших исследований в этой области, а именно: в каждом конкретном случае выделение литологических и генетических типов силицитов, восстановление палеогеографических обстановок кремненакопления, выяснение источников кремнезема, возможных способов его осаждения и т.д.

Цель данной работы — путем всестороннего изучения силицитов восточной части Малого Кавказа восстановить условия кремненакопления в районе Севано-Акеринской оphiолитовой зоны и тем самым пролить свет на условия формирования самой зоны. Она достигалась путем изучения разрезов, вмещающих кремневые породы, детального комплексного изучения вещественного состава (литологического, минерального палеонтологического и химического) кремневых пород восточной части Малого Кавказа, выделения литологических типов силицитов, выявления фациальной изменчивости кремневых отложений.

ний и на основе комплексного анализа восстановления палеогеографических условий накопления радиоляритов.

В процессе изучения кремневых пород восточной части Малого Кавказа применялся комплексный стратиграфо-литологический подход. Для изучения вещественного состава использовалось литологическое и палеонтологическое изучение в шлифах, электронная микроскопия, химический и спектральный анализ, инфракрасная спектроскопия. Для определения степени раскристаллизации, выявления микроструктурных особенностей и расшифровки генезиса силицитов применена электронная микроскопия.

Вопрос о возрасте радиоляритов решался двумя методами: во-первых, изучением ненарушенных разрезов обрамления оphiолитовой зоны с целью нахождения в них аналогов радиоляритов и парагенетически связанных с ними пород; во-вторых, изучением радиолярий, стратиграфическое значение которых в настоящее время уже не требует доказательств [60, 62, 65, 67, 111, 181]. В дополнение использовались все возможности составления разрезов силицита содержащих пачек в самой оphiолитовой зоне. Расшифровка условий образования кремневых пород велась комплексно, с применением фациальных и парагенетических исследований, палеоэкологии, корреляции содержания малых элементов, детального изучения структур, минерального и химического состава и привлечения данных по современному кремненакоплению. Микрофотографирование проводилось на микроскопах МИН-10 и ISI-60. Для выявления нечетко выраженных деталей применялось фотографирование с различными выдержками, различной глубиной резкости одного и того же объекта. При изучении неокрашенных кремневых пород наибольшая контрастность объектов достигалась с помощью светофильтров, диафрагмирования, включения анализатора, сменной конденсорной линзы и линзы Лазо.

Работа выполнена под руководством В.Т. Фролова и Н.А. Богданова, которые своими научными консультациями, советами и критическими замечаниями оказали огромную помощь, за что автор выражает им глубокую признательность. Работа была просмотрена С.Д. Соколовым, К.К. Зеленовым, И.О. Мурдмаа, которым автор весьма признательна за критические замечания. Важной явилась помощь Г.П. Леонова, Д.И. Панова, М.Г. Ламизе, специалистов по радиоляриям — С.В. Точилиной, Л.И. Казинцовой, Л.Б. Тихомировой, А.И. Жамойды, фораминиферам — Н.И. Мослаковой, Т.Н. Горбачик, И.А. Басова, аналитиков — М.М. Чеховских, Р.А. Конышевой, З.Н. Горбуновой, В.В. Бернарда, В.И. Сонюшкина.

Глава I

ПОЛОЖЕНИЕ РАДИОЛЯРИТОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЗРЕЗЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ КРЕМНЕВЫХ ПОРОД МАЛОГО КАВКАЗА

Уже в раннем палеолите каменного века кремневые породы обращали на себя внимание. Высокая твердость, способность раскалывать-ся на тонкие пластинки с острыми режущими краями и в то же время возможность обработки обусловили их широкое применение в период становления человеческого общества. Многочисленные кремневые поделки и наиболее архаичные типы кремневых орудий известны из шелльских и ашельских стадий палеолита. В настоящее время эти породы ценятся как поделочные камни, абразивный и строительный материал.

Кремневые породы юры и мела восточной части Малого Кавказа (Северо-Акеринская зона и ее обрамление) упоминаются в геологической литературе с 20-х годов нашего столетия.

Выходы радиоляритов на Малом Кавказе в пределах Севано-Акеринской офиолитовой зоны стали известны с 1934 г., когда К.Н. Пафенгольц [129] впервые отметил плотные кремнистые породы буро-красного цвета севернее горы Садана-Хач, по его мнению, мелководного бассейна нижнего сенона. В шлифах из этих пород Н.Б. Вассоевич констатировал многочисленные радиолярии и спикулы кремневых губок. В.П. Ренгартен [142] описал радиоляриты на северо-восточном побережье оз. Севан (сел. Гейсу) и на левом берегу р. Тертер. По заключению Р.Х. Липман, их возраст несомненно мезозойский, вероятно, верхнеюрско-нижнемеловой. Э.Ш. Шихалибейли [188] рассматривает радиоляриты как мелководные аргиллиты, инфильтрированные гидроокислами железа, а их возраст по макрофауне из темных сланцев считает нижнесенонским. По мнению А.Л. Книппера [90], радиоляриты Северо-Акеринской офиолитовой зоны — это доальбские океанические образования геосинклинального офиолитового комплекса.

Существенный вклад в изучение кремневых пород Малого Кавказа сделали М.А. Сатиан и другие геологи [148—150, 158], которые относят радиоляриты к кремнисто-вулканогенной формации грабеновидной троговой депрессии верхнего мела и, возможно, нижнего мела — верхней юры и придают им большое палеогеографическое значение. Некоторые геологи [42, 43] считают возраст радиоляритов верхнеюрско-нижнемеловым, основываясь на определениях радиолярий А.И. Жамойды, Л.И. Козинцовой, Х.Ш. Алиева, а М.А. Кашкай и Ш.И. Аллах-

вердиев [87] допускают лишь верхнеюрский возраст, поскольку подобные радиоляриты среди явно нижнемеловых отложений обрамления Севано-Акеринской зоны авторам неизвестны.

Таким образом, возраст, литологический тип, формационная принадлежность, происхождение и условия образования радиоляритов Малого Кавказа до настоящего времени разными геологами трактуются неоднозначно.

В настоящее время оформились три основные точки зрения на возраст и условия образования радиоляритов. А.Л. Книппер, С.Д. Соколов, Т.Аб. Гасанов и другие предполагают наличие только одной, доальб-сеноманской толщи радиоляритов, связанной с олиолитами, но переотложенной позднее в виде олистолитов и гравитационных покровов. Большинство геологов Армении и Азербайджана относят радиоляриты только к нижнесенонской олиолитовой формации. В.П. Ренгартен и Э.Ш. Шихалибейли наряду с верхнемеловыми признавали существование более древних радиоляритов и соответственно иной олиолитовой формации.

Основная трудность в определении положения радиоляритов в геологической структуре Малого Кавказа заключалась в том, что радиоляриты были найдены и изучались исключительно в пределах Севано-Акеринской зоны, где они находятся в нарушенном залегании. В то же время среди отложений верхней юры—нижнего мела обрамления Севано-Акеринской зоны отмечались кремни и кремнистые известняки [109, 155, 171—173]. Р.А. Мандалян [119, 158] описал в северном обрамлении зоны на территории Армянской ССР в верхнеюрско-нижнемеловых отложениях спонголиты и кремни с радиоляриями. К северу от рассматриваемого района в отложениях верхней юры Дашибасанского синклиниория М.Р. Абдулкасумзаде [1] описала кремнистые известняки, кремни и сургучно-красные яшмы. О.Б. Алиевым и Х.Алиюллою [6] отмечено в нижневаланжинских отложениях северного обрамления присутствие единичных радиолярий типа диктиомитра и ценосфера. А.Л. Книппер [91, 92] в северном обрамлении Севано-Акеринской зоны описал кремнистые известняки титон—валанжина, обогащенные остатками радиолярий и спикулами кремневых губок, и предположил, что они являются аналогами радиоляритов Севано-Акеринской олиолитовой зоны. Но радиоляритов и переходных к ним разностей как таковых в обрамлении олиолитовой зоны не было обнаружено. Специальные исследования в этом направлении не проводились.

Таким образом, в результате предшествующих исследований в пределах Севано-Акеринской зоны были установлены радиоляриты, возраст которых одними исследователями трактуется как юрский—нижнемеловой, другими — как верхнемеловой, а в обрамлении зоны среди отложений верхней юры—нижнего мела обнаружены кремни и кремнистые известняки. Оставался невыясненным вещественный состав, первичное положение в разрезе и условия образования силицитов.

Детальное исследование вещественного состава силицитов Севано-Акеринской зоны показало, что они представлены не только радиоляритами, как это считалось ранее, но и спонголитами и всеми переход-

ными разностями между ними. Установление радиоляритов, спонголитов и переходных между ними разностей среди юрско-неокомских отложений северного (Карабахская зона) и южного (Кафанская зона) обрамления Севано-Акеринской зоны позволяет установить геологическое положение радиоляритов и воссоздать условия их образования.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕКТОНИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

Исследуемая территория охватывает юго-западную часть Азербайджанской ССР от Зодского перевала до среднего течения р. Акеры (бассейн р. Тертер) и сопредельную северо-восточную часть Армянской ССР, прилегающую к оз. Севан (рис. 1, 2). В структурном отношении она включает Севано-Акеринскую офиолитовую зону Малого Кавказа и ее обрамление.

Севано-Акеринская офиолитовая зона является одной из северо-восточных составляющих офиолитовых поясов, трассирующихся из Ирана и Сирии через Турцию на Малый Кавказ, и протягивается с юго-востока на северо-запад. На севере эта зона по Мровдагскому надвигу обрамляется Сомхито-Агдамской зоной, на северо-востоке по Сусузлухскому и Карабахскому надвигам — Сусузлухской и Карабах-

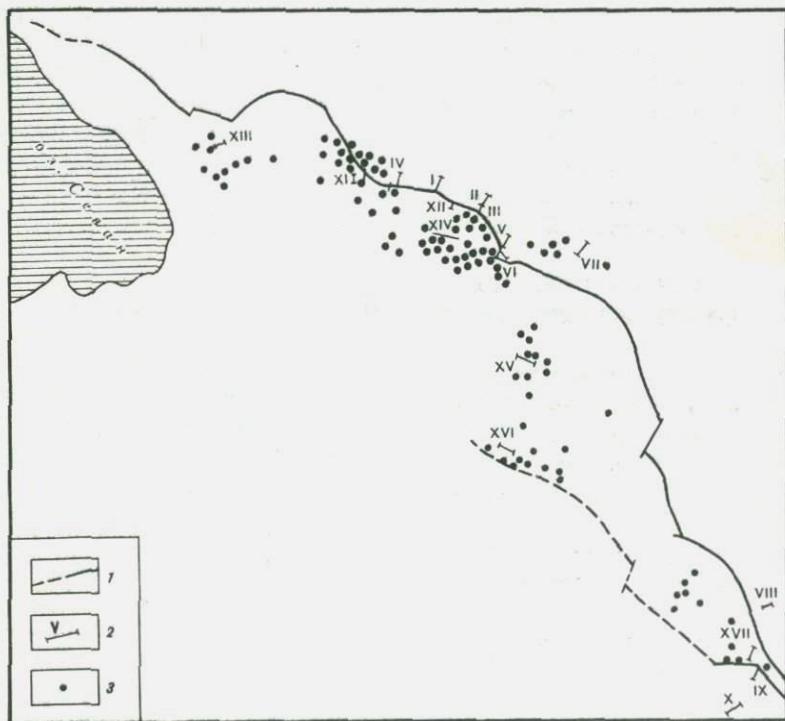


Рис. 1. Схема расположения находок фактического материала

1 — разрывные нарушения; 2 — опорный разрез и его номер (см. рис. 3, 9); 3 — обнажения кремневых пород

ской антиклиналями. На юге Севано-Акеринская зона по Лачинскому надвигу соприкасается с Лачинской антиклиналью, являющейся ее южным обрамлением. Ширина Севано-Акеринской зоны сильно варьирует: от 5 км на северо-западе до 30 км в средней части и до 2 км на юго-востоке; протяженность зоны в изученном районе 150 км. Первичная структура Севано-Акеринской зоны сильно затушевана сложной

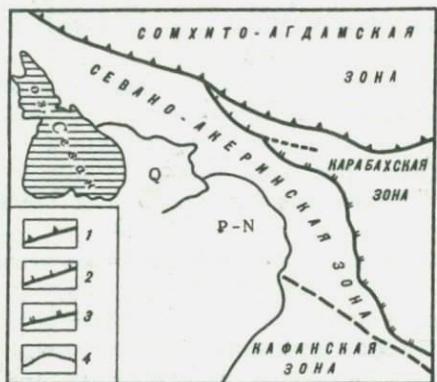


Рис. 2. Положение Севано-Акеринской оphiолитовой зоны в структуре восточной части Малого Кавказа

Надвиги: 1 — Мровдагский, 2 — Сусузлукский, 3 — Карабахский, 4 — Лачинский

тектоникой, а горизонтальные перекрытия скрывают фациальные переходы между обрамлениями и зоной. Зона от обрамления отличается распространением пород оphiолитового комплекса со сложным тектоническим строением. Общая стратификация оphiолитового комплекса отсутствует. Породы эфузивно-радиоляритовой толщи смяты в складки, разбиты многочисленными разрывными нарушениями и перемещены друг относительно друга в различных направлениях. Только в отдельных крупных блоках и покровах удается наблюдать фрагменты разреза эфузивно-радиоляритовой толщи.

КРЕМНЕВЫЕ ПОРОДЫ В СЕВАНО-АКЕРИНСКОЙ ОФИОЛИТОВОЙ ЗОНЕ

Выходы радиоляритов и других кремневых пород в пределах Севано-Акеринской оphiолитовой зоны известны в покровах, изолированных блоках, представляющих единичные фрагменты разреза, а также в виде галек и олистолитов в перекрывающих терригенных отложениях альб—сеномана. Наиболее крупные выходы наблюдаются в центральной части зоны (разрез горы Кызылкая — сел. Джомарт, горы Сарынар), где силициты представлены главным образом сургучно-красными, реже зелеными радиоляриевыми яшмами, в меньшей степени голубыми радиоляриевыми кремнями. По периферии зоны кремневые породы встречены в покровном залегании в виде небольших изолированных блоков (разрез над сел. Ипяк-2, у слияния рек Текякаячай и Агчай, сел. Башлыбель и др.) и представлены кремнями радиоляриевыми, спонгиевыми, переходными между ними разностями и яшмами. Разобщенность выходов эфузивно-радиоляритовой толщи, практически полная неохарактеризованность макрофаунистическими

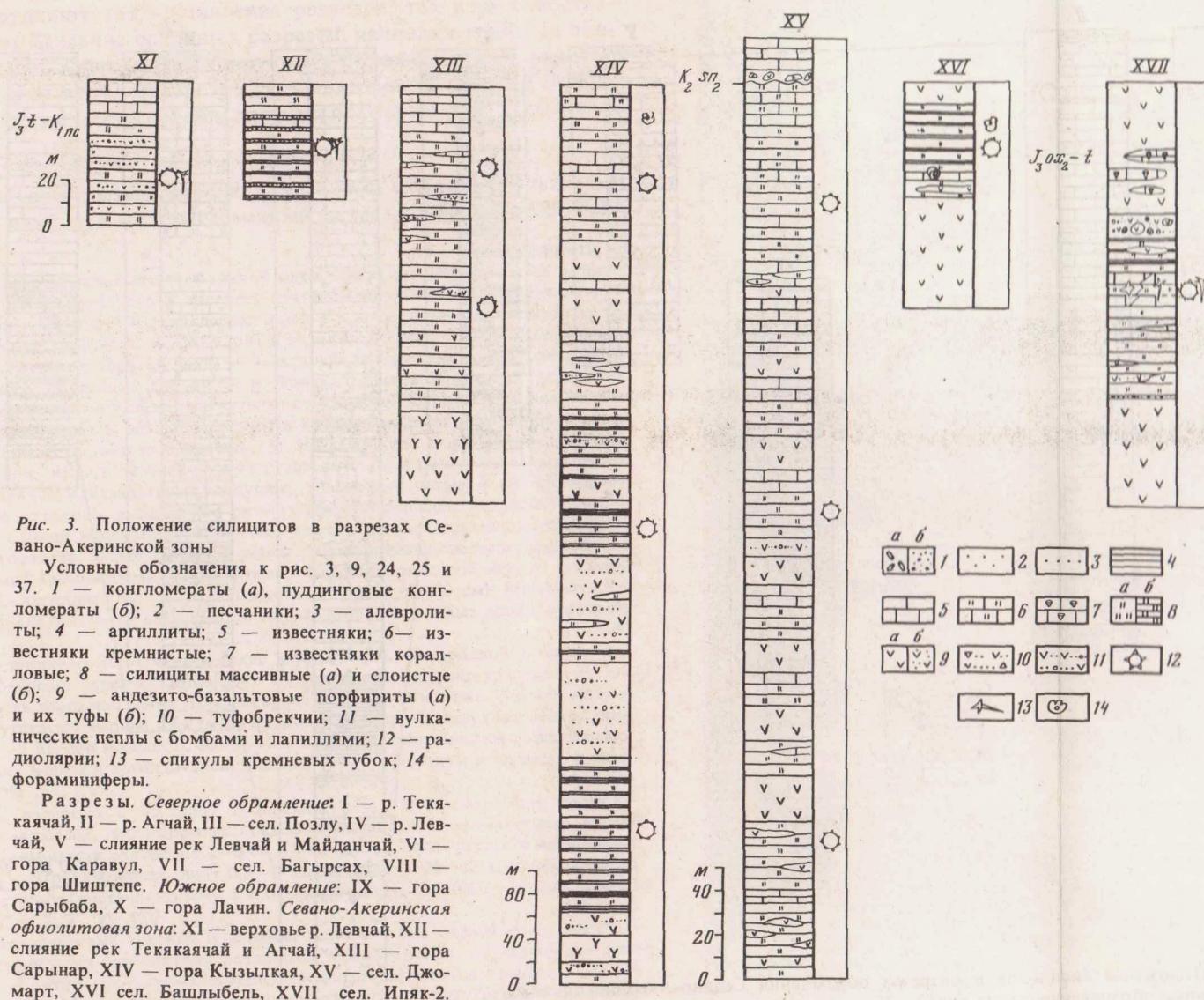


Рис. 3. Положение силицитов в разрезах Севано-Акеринской зоны

Условные обозначения к рис. 3, 9, 24, 25 и 37. 1 — конгломераты (a), пуддинговые конгломераты (b); 2 — песчаники; 3 — алевролиты; 4 — аргиллиты; 5 — известняки; 6 — известняки кремнистые; 7 — известняки коралловые; 8 — силициты массивные (a) и слоистые (b); 9 — андезито-базальтовые порфиры (a) и их туфы (b); 10 — туфобрекции; 11 — вулканические пеплы с бомбами и лапиллями; 12 — радиолярии; 13 — спикулы кремневых губок; 14 — фораминиферы.

Разрезы. Северное обрамление: I — р. Текячай, II — р. Агчай, III — сел. Позлу, IV — р. Левчай, V — слияние рек Левчай и Майданчай, VI — гора Каравул, VII — сел. Багырсах, VIII — гора Шиштепе. Южное обрамление: IX — гора Сарыбаба, X — гора Лачин. Севано-Акеринская оphiолитовая зона: XI — верховье р. Левчай, XII — слияние рек Текячай и Агчай, XIII — гора Сарынар, XIV — гора Кызылкая, XV — сел. Джамарт, XVI — сел. Башлыбель, XVII — сел. Ипяк-2. Разрезы составлены с использованием данных Кавказского отряда МГУ.

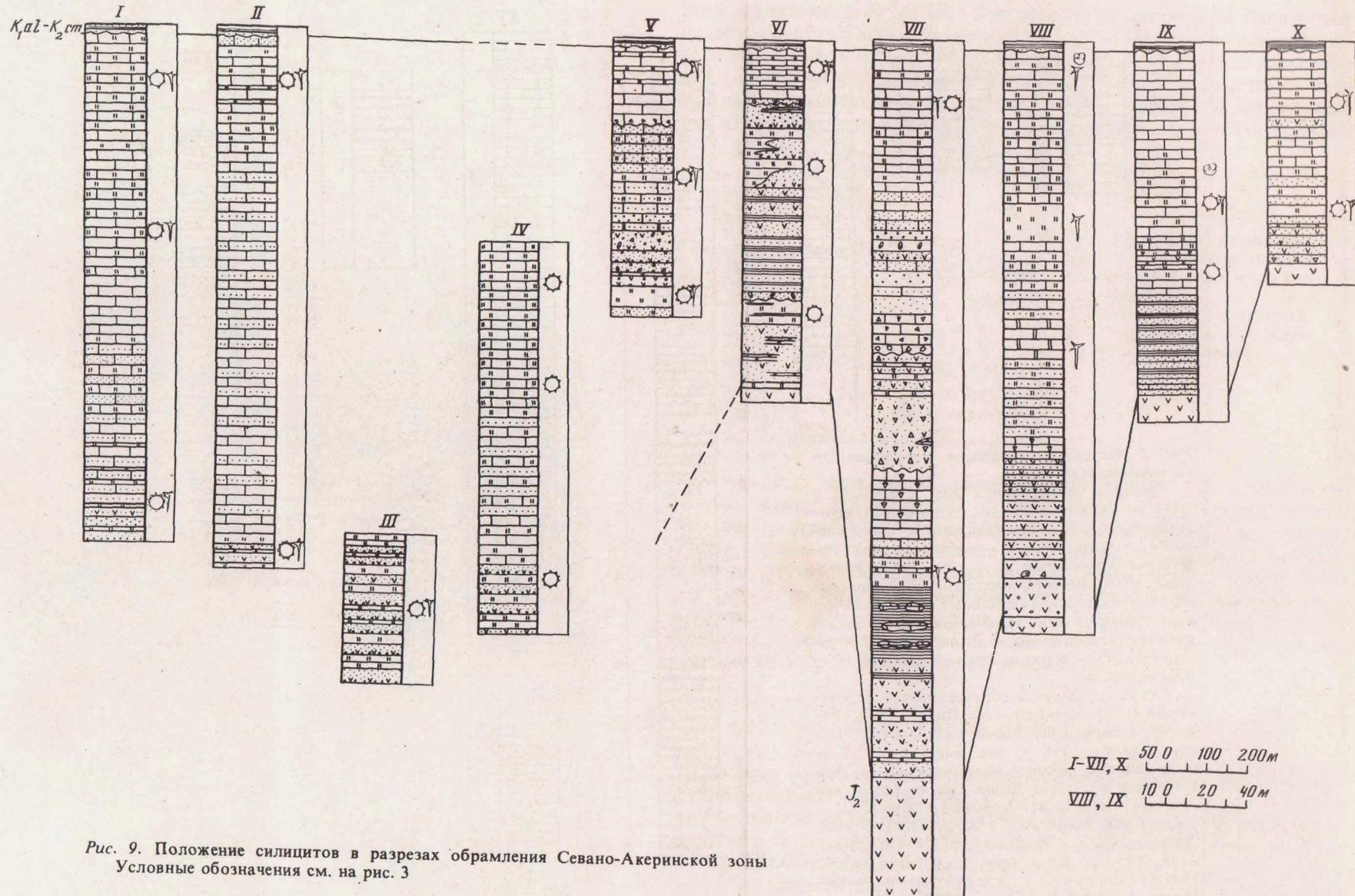


Рис. 9. Положение силицитов в разрезах обрамления Севано-Акеринской зоны
 Условные обозначения см. на рис. 3

остатками затрудняют как составление разрезов, так и их сопоставление. Приведем описание основных разрезов, начиная с наиболее полных и менее нарушенных, иллюстрирующих положение радиоляритов и других кремневых пород в разрезе эфузивно-радиоляритовой толщи, их взаимоотношение между собой и другими породами (рис. 3, см. вкл.).

Разрез горы Кызылкая

У подножия горы Кызылкая между селениями Сейдляр и Эльясалы-лар составлен наиболее мощный сводный разрез эфузивно-радиоля-ритовой толщи.

Мощность, м

1. Основание разреза вскрывается у южной окрестности сел. Эльясалылар и представлено базальтами темно-серого и лилового цвета, долеритами зеленовато-черными или серо-зелеными и их пиро- и экзокластолитами с подчиненными прослоями яшм. Эфузивы составляют 50% всех пород, пиро- и экзокластолиты — 30%. В основании преобладают долериты, а в верхней части — миндалекаменные базальты характерного подушечно-шарового сложения. Для пиро- и экзокластолитов намечается тенденция уменьшения зернистости и улучшение сплоистости снизу вверх. Сургучно-красные яшмы составляют 20% всех пород и обычно залегают в кровле миндалекаменных базальтов, долеритов или среди их пиро- и экзокластолитов. На контакте с шаровыми базальтами яшмы, как правило, имеют темный сургучно-красный до черного цвет, повторяют сферические поверхности базальтовых подушек, сильножелезистые и обнаруживают зонально-слоистое строение, выраженное ритмичным обогащением железом, которое концентрируется слоями мощностью 0,5—1 мм через 1—3 мм параллельно кровле и максимально у контакта. Выше залегают яшмы радиоляриевые, переслаивающиеся с сургучно-красными кремнистыми аргиллитами. Переслаивание ритмичное: нижний элемент ритма — аргиллиты (2—3 см), а верхней — яшмы (5—10 см). Мощность пачек 5—15 м. В кровле базальтов встречаются линзы безрадиоляриевых яшм с примесью радиолярий 150

2. Яшмы радиоляриевые, красные яркие и сургучные, однородной и пятнистой зелено-красной окраски, переслаивающиеся с кремнистыми сургучно-красными аргиллитами. Сплоистость горизонтальная: прослои аргиллитов 2—3 см, реже до 10 см, яшмы — 10—20 см. Присутствуют редкие пластины базальтов и их пиро- и экзокластолитов протяженностью 0,2—1 км при мощности 10—20 м. Яшмы, ассоциирующиеся с эфузивами, сильножелезистые. Яшмы и аргиллиты составляют 90%, а эфузивы и их пиро- и экзокластолиты — 10% 140—150

3. Базальты, долериты и их пиро- и экзокластолиты с линзами яшм радиоляриевых сургучно-красных, ярко-красных, переслаивающихся с кремнистыми аргиллитами. Переслаивание как тонкое, по 2—3 см, так и грубое, когда переслои яшм имеют мощность до 1 м. Протяженность линз 0,5—1 км, мощность 20—50 м. Эфузивы, их пиро- и экзокластолиты составляют 90%, а яшмы и аргиллиты до 10% от общего объема пород 180—200

4. Яшмы радиоляриевые красные и зеленые, неравномерно окрашенные, переслаивающиеся с кремнистыми аргиллитами розового и зеленого цвета. Переслаивание ритмичное (рис. 4). Соотношение кремнистого и глинистого элементов изменяется от 1:4 (при мощности ритма 25 см) до 1:2 (при мощности ритма 10—15 см). Толщина пластинок пластовой отдельности аргиллитов при этом менее 1 см. Местами это соотношение меняется на обратное и мощность кремневых прослоев составляет 20—30 см. В верхней части — линзовидные пластины базальтовых порфиритов и их пиро- и экзокластолиты протяженностью 0,5 км и более при мощности 10—30 м. Яшмы составляют 80%, а количество эфузивов и их пиро- и экзокластолитов не превышает 20% общего объема пород 200

5. Яшмы сургучно-красные, розовые кремни зеленые и серо-зеленые, базальты и их пиро- и экзокластолиты. Базальты составляют 25% общего объема пород и залегают в основании. Яшмы находятся в ассоциации с базальтами и сосредоточены преимущественно в средней части (рис. 5), тонко переслаиваются (по 3—5 см) с кремнистыми аргиллитами. Кремни тяготеют к кровле, переслаиваются (по 10—30 см) с вулканогенно-терригенными породами. Яшмы и кремни радиоляриевые, содержат примесь спикул



Рис. 4. Ритмичное переслаивание яшм с кремнистыми аргиллитами; горы Кызылкая



Рис. 5. Залегание сургучно-красных яшм на базальтовых порфиритах; горы Кызылкая

Мощность, м

кремневых губок и крупные кристаллокласты основного плагиоклаза, сильно альбитизированного. На яшмы и кремни приходится около 50% объема пород 50

6. Кремни зеленые, реже яшмы розовые и красные, радиоляриевые, переслаивающиеся с известняками розовыми, зелеными, бирюзовыми и светло-серыми микротовыми кремнистыми. Переслаивание ритмичное, тонкое. Соотношение кремневого и карбонатного элементов составляет 1:1, реже 1:4. Известняки образуют нижние элементы ритмов, содержат единичные обломки радиолярий 20

7. Базальты и их пиро- и экзокластолиты с линзовидным кремнисто-карбонатным прослоем (мощностью 20–30 м и протяженностью свыше 2 км) в средней части. Бальзы составляют 35–40%. Среди пиро- и экзокластолитов преобладают псевфиты, составляющие около 10–15%. Витрокластических туфов не более 5%. Экзокластолиты составляют более 40%. Известняки лиловые, микротовые, с линзовидными прослойками железистых яшм сургучно-красного цвета в основании, красных и розовых яшм в верхней части. В основании линзы соотношение кремневого и карбонатного элементов 1:1, мощность прослоев 20 см, в средней части — 1:3 при мощности ритма 40 см, а в верхней части — 1:5 при мощности 0,5 80

8. Венчает разрез кремнисто-карбонатная толща, обнаженная над сел. Сейдляр и залегающая на миндалекаменных базальтах. Кремни радиоляриевые, лилового и зеленого цвета, переслаиваются с известняками кремнистыми, розовыми и лиловыми, обогащенными радиоляриями. Переслаивание ритмичное; кремни образуют верхние элементы ритмов, а известняки нижние. В нижней части толщи мощность кремней значительно превосходит мощность известняков, а сверху, наоборот, постепенно возрастает роль известняков 150

Общая мощность разреза 1000 м. Из описанных яшм и кремней Л.Б. Тихомировой определен верхнеюрско-меловой комплекс радио-

лярий, который, как показано, хорошо сопоставим с верхнеюрско-нижнемеловым комплексом радиолярий северного обрамления Севано-Америнской офиолитовой зоны (табл. 1).

Разрез у сел. Джомарт (среднее течение р. Тутхун)

От устья р.Лезгинсую до урочища Сейлавинбashi снизу вверх по разрезу по трем пересечениям удалось составить следующий разрез:

	Мощность, м
1. Яшмы с линзами андезито-базальтовых порфиритов мощностью 2—5 м. В верхней части яшмы содержат линзовидный прослой (5—8 м) кремнистого известняка, проследженный на 1 км. Яшмы радиоляриевые сургучно-красные, сильножелезистые, тонко переслаиваются с аргиллитами. Соотношение глинистой и кремнистой частей 1:4 — 1:6. Мощность элементарного ритма 7—10 см, причем верхний элемент образуют яшмы. Порфириты составляют 10—15% общего объема пород. Известняки кофейные, микритовые, с единичными остатками бентосных фораминифер, переслаиваются с известняками лиловыми, кремнистыми, обогащенными радиоляриями. Переслаивание тонкое — по 2—3 см	70
2. Ритмичная толща: андезито-базальты и их пиро- и экзокластолиты, яшмы, известняки. Мощность слоев 5—30 м. К востоку андезито-базальты замещаются экзокластолитами. Некоторые из них содержат угловые обломки олистовых известняков, все зародышевые зерна которых представлены обломками спилитов. Андезито-базальты и их пиро- и экзокластолиты лиловые и серо-зеленые, составляют 30—40% общего объема пород. Яшмы сургучно-красные, радиоляриевые, тонко переслаиваются с кремнистыми аргиллитами. Мощность яшмовых прослоев 5—8 см, аргиллитовых 2—3 см. Яшмы и аргиллиты составляют 30—40% общего объема пород. Известняки розовые, лиловые, микритовые, кремнистые, с остатками радиолярий. Вверх по разрезу количество прослоев известняков и их мощность возрастает. Известняки составляют 20—40% всех пород.	200—250
3. Яшмы и кремни, переслаивающиеся с известняками. В основании преобладают яшмы сургучно-красные, а в верхах — розовые и зеленые кремни. Яшмы и кремни радиоляриевые, известняки кремнистые, лилово-розовые, микритовые, с радиоляриями. Мощность прослоев 10—30 м. Кремневые прослои, в свою очередь, представлены тонким чередованием (по 3—8 м) яшм или кремней с известняками. Кверху количество известняков возрастает. В кремнях и известняках развиты подводно-оползневые текстуры	50—80
По литологическим особенностям, характеру строения и комплексу радиолярий слой 3 можно сопоставить со слоем 8 разреза горы Кызылкая.	
4. Выше с угловым несогласием залегают известняки верхнего сенона в основании с валунами и угловатыми обломками пород эфузивно-радиоляритовой толщи (рис. 6). Видимая мощность больше 100 м.	

Общая мощность разреза 500 м. Из радиоляриевых яшм и кремней определен верхнеюрско-нижнемеловой комплекс радиолярий (см. табл. 1). Переотложенные обломки эфузивно-радиоляритовой толщи переполняют олистострому, нижняя часть которой имеет заведомо сеноманский возраст [93], а также присутствуют в виде гальки в песчано-глинистых отложениях альб-сеномана [88].

Разрез над сел. Ипяк-2

В нижней части офиолитовой зоны над сел. Ипяк-2 на серпентинизированных гипербазитах в виде тектонического покрова залегает эфузивно-радиоляритовая толща. Снизу вверх (низ разреза определя-

Таблица 1
Распространение радиолярий в силицитах Севано-Акеринской оphiолитовой зоны и ее обрамления

П р и м е ч а н и я: Разрезы и обнажения — 1 — верховье р. Левчай, 2 — р. Текякайчай, 3 — гора Сусулух, 4 — р. Агчай, 5 — гора Каравул, 6 — слияние рек Левчай и Майданчай, 7 — сел. Багырсах, 8 — гора Шиштепе, 9 — гора Сарыбаба, 10 — гора Лачин, 11 — сел. Ипяк-2, 12 — совхоз Лысогорский, 13 — сел. Лялибагырылы, 14 — сел. Башлыбель, 15 — сел. Ханланлы, 16 — сел. Карагалы, 17 — р. Ка-

лабоюнчай, 18 — сел. Асрык, 19 — сел. Джомарт, 20 — сел. Хачинчай, 21 — сел. Камышлы, 22 — сел. Гюнейпек, 23 — сел. Каплыкенд, 24 — гора Кызылкая, 25 — истоки р. Левчай, 26 — сел. Гейсу, 27 — гора Сарынар, 28 — сел. Гюнейпек-2, 29 — сел. Шишкая. 0 — присутствие радионяний; 0 — определения выполнены Л. Б. Тихомировой (ВСГЕИ).

Таблица 1 (продолжение)

Радиолярии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
D. singulare												0																	
Paronella ewingi																													
P. elegans																			0	0									
P. hayi																			0										
P. purisimaensis												0							0										
P. aff. exotica												0							0										
P. sp.												0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Euchitonya sp.												0						0											
Pseudoaulophacus ? galowayi																			0										
Hexastulus sp.												0							0										
Histiastrum amurense												0							0										
H. valanginica												0							0										
H. cf. tetricantum																			0										
H. sp.												0							0										
Staurolastrum sp.																			0?										
Hagiastrum plenum					0?	0?						0						0											
H. sp.					0	0												0											
Pentinastrum sp.					0																								
Sethostulus sp.																				0									
Phacostaurus cf. magnus																			0										
Spirema pellucidum												0																	
S. sp.												0																	
immersothorax? cyclops																				0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dicolocapsa sp.												0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0		
Tricolocapsa sp.												0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0		
Tetracapsa jucunda																		0											
T. sp.												0	0					0											
Theoconus? sp.													0?	0															
Theocirtis? sp.														0															
Theocapsa sp.													0						0										
Dictyomitra sp.												0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0		
Dictyomitra ex gr. multistriata												0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0		
D.? pseudomacrocephala																		0											
D.? carpatica												0																	
Archaeodictyomitria rigida													0																
Hsuum aff. maxwelli													0																
H. cf. stanleyensis													0																
Parvingula altissima													0																
P. boesii													0																
P. sp.													0																
Kassinia sp. indet												0						0											
Stichocorys? aff. korjakensis													0																
Eucyrtidium sp.																		0											
Eusyringium? anglici													0						0										
E. musulevi													0						0										
E. triviale													0																
E. affine													0																
E. macroporum													0					0											
E. sp.													0?					0											

Таблица I (окончание)

Радиолярии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Theosyringium proboscideum	0										
T. Amaliae											
Lithocampe terniseriata		0			0						
L. cretacea		0			0	0					
L. exaltata		0			0	0					
L. cf. sichotica		0									
L. cf. elegantissima	0	0	0								
Mirifusus mediolatata		0?	0			0					
Stichocapsa conosphaeroides	0	0									
S. ovatoidea						0					
S. plicatoderma						0					
S. ex gr. arca			0								
S. ex gr. boengani											
S. Petsholdti											
S. rotunda				0		0					
Obesacapsula cetia											
Sethocapsa trachyostraca	0	0		0							
Hemicryptocapsa sp.	0	0	0		0		0				

ется по подушечной отдельности базальтов и градационной слоистости) обнажаются:

1. Базальты лиловые и зелено-серые, миндалекаменные, с подушечной отдельностью 5

2. Пиро- и эзокластолиты андезито-базальтов зеленовато-серые до черных 1

3. Яшмы сургучно-красные, радиоляриевые, переслаивающиеся с аргиллитами красного цвета. Переслаивание ритмичное. Соотношение кремнистого и глинистого элементов составляет 2–3:1, мощность кремневых прослоев 3–5 м. 10

3. Яшмы сургучно-красные, радиоляриевые, переслаивающиеся с известняками кремнистыми розового цвета. Известняки микрослоистые, содержат единичные скелеты радиолярий, образуют нижний элемент ритма. Переслаивание тонкое: мощность карбонатных прослоев 2–3 см, а яшмовых 5–6 см. 25

5. Яшмы сургучно-красные, радиоляриевые, переслаивающиеся с известняками розовыми. Переслаивание ритмичное, мощность прослоев яшм и известняков 3–4 см. По простианию к югу яшмы замещаются кремнями, пятнисто-окрашенными в зеленые и красные цвета, радиоляриевыми со значительной примесью спикул кремневых губок, далее к югу кремни постепенно переходят в радиолярит-спонголиты и спонголиты (рис. 7). Розовые известняки замещаются известковистыми алевролитами и песчаниками 20

6. Яшмы сургучно-красные, тонко переслаивающиеся с кремнистыми аргиллитами. Переслаивание ритмично: прослои аргиллитов 1–2 см, а яшм 4–5 см. 15

7. Туфы бомбовые и лапиллиевые основного состава и продукты их перемыва с линзами миндалекаменных базальтов мощностью 0,5–1 м 10

8. Базальты миндалекаменные, подушечные в средней части, содержат линзовидный прослой органогенно-обломочного биогермного известняка с кораллами позднего оксфорда-титона [105]. Миндалины кальцита в базальтах достигают в диаметре 4–5 см. Известняки органогенно-обломочные, состоят из крупных обломков известковых водорослей, кораллов, кремневых губок, содержат угловатые коркообразные пористые обломки базальтовых порfirитов и спилитов. Основная масса сложена микрозернистым кальцитом, содержит остатки радиолярий и спикулы кремневых губок, многочисленные кристаллолакститы. Известняки местами горизонтально-слоистые.

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
															0		
							0						0?				
													0				
													0				
														0			
														0			
														0			
															0		
															0		
																0	
																	0

Мощность, м
тыс. Слоистость выражается в периодическом обогащении вулканокластическим материалом 60

18665
Общая мощность разреза 190 м. Из радиоляритов, радиолярит-спонголитов и радиоляриевых яшм определены радиолярии, свойственные верхнеюрско-неокомскому радиоляриевому комплексу обрамления (см. табл. 1). Геологами ВСЕГЕИ в данном районе выделен илякский комплекс радиолярий, возраст которого условно определен как юрский [69].

Разрез горы Сарынар

Выше серпентинизированных рассланцеванных ультрабазитов Джил-Саданахачского массива залегают:

1. Базальтовые порфиры, в основании рассланцеванные и осветленные, в верхней части миндалекаменные 40

2. Яшмы радиоляриевые, сургучно-красные, с линзовидными прослоями миндалекаменных базальтов и их пиро- и эзокластолитов мощностью до 1–2 м. В верхней части яшмы содержат линзы (мощность 0,5–3 м) розовых и кремовых известняков микротовых, кремнистых, с дегритом радиолярий. Яшмы, в свою очередь, переслаиваются с кремнистыми аргиллитами: прослои аргиллитов 1–5 см, яшм — 3–20 см 125

3. Кремни радиоляриевые, пятнисто окрашенные в красные и зеленые тона, переслаивающиеся с кремнистыми известняками. Прослои известняков 10–15 см, кремней 5–6 см 20

По литологическим типам и комплексу радиолярий (см. табл. 1) данный слой сходен со слоем 3 разреза у сел. Джомарт и слоем 8 разреза горы Кызылкая, с титон-неокомским кремневым горизонтом обрамления.

Общая мощность разреза 185 м.



Рис. 6. Залегание с угловым несогласием известняков верхнего сенона на породах эффузивно-радиоляритовой толщи; сел. Джомарт

Рис. 7. Кремень спонгийный. Шлиф 113—1а, $\times 30$, николи ||; сел. Ипяк



Разрез у сел. Башлыбель (верхнее течение р. Тутхун)

В поле распространения серпентизированных ультрабазитов в изолированном выходе эфузивно-радиоляритовой толщи снизу вверх обнажаются:

	Мощность, м
1. Андезито-базальты афировые, серого цвета подушечные, в кровле — слабоминдалекаменные спилиты с кварц-халцедоновыми миндалинами меньше 1 мм.....	50
2. Яшмы железистые, в основании безрадиоляриевые с линзами афировых андезито-базальтов и их пиро- и экзокластолитов. Протяженность линз 1—3 м при мощности 0,2—0,3 м.....	2
3. Яшмы радиоляриевые (см. рис. 26), ярко-красные, переслаивающиеся с известняками красными, дегритовыми, в дегрите которых планктонные фораминиферы. Известняки образуют нижний элемент ритма мощностью 4—5 см, яшмы — верхний, мощностью 6—8 см	15
4. Яшмы радиоляриевые, ярко-красные, переслаивающиеся с сургучно-красными аргиллитами, содержащими единичные остатки бентостных фораминифер рода лентикулина. Аргиллиты залегают на яшмах по резкой границе, а переход от аргиллитов к яшмам постепенный, что однозначно определяет их положение в ритме. Мощность ритма 8—15 см.....	26
5. Андезито-базальты афировые, темно-серые, лиловые	10

Общая мощность разреза 100—105 м. Из радиоляриевых яшм определен верхнеюрский—неокомский комплекс радиолярий (см. табл. 1).

Разрез у слияния рек Текякайчай и Агчай

В северной периферической части оливиновых габбро в виде тектонического клина захват фрагмент разреза эфузивно-радиоляритовой толщи, в котором снизу вверх залегают:

1. Яшмы туффитовые, лиловые, переслаивающиеся с вулканитовыми песчаниками. Переслаивание правильное — по 3—4 см. Песчаники зеленые, состоят из обломков андезито-базальтов, заключенных в кремнистом базальном цементе. Переход от песчаников к яшмам постепенный, от яшм к песчаникам резкий	5—7
2. Яшмы туффитовые, розовые, переслаивающиеся с алевролитами. Переслаивание ритмичное: прослои алевролитов 2—3 см, яшм 5—6 см. Алевролиты зеленые, градационно-слоистые, содержат скелеты радиолярий, на яшмы ложатся по резкой границе. Переход от алевролитов к яшмам постепенный	3
3. С постепенным переходом залегают яшмы туффитовые, в основании слоя розовые, а выше сургучно-красные, переслаивающиеся с аргиллитами, развившимися, вероятно, по тепловым туфам, неравномерно окрашенными в различные тона красного цвета (рис. 8). Соотношение кремнистого и глинистого элементов изменяется от 2:1 до 1:1. Мощность ритма 5—10 см, нижний элемент образуют аргиллиты	10—12
4. Яшмы туффитовые, сургучно-красные, переслаивающиеся с алевролитами зелеными. Алевролиты содержат скелеты радиолярий (количество которых вверх возрастает) и переходят в яшмы постепенно. На яшмах алевролиты залегают по резкой границе. Переслаивание правильное; прослои алевролитов 2—3 см, яшм 3—5 см	10
5. С постепенным переходом залегают известняки лиловые и серые с радиоляриями и значительной примесью спикул кремневых губок, переслаивающиеся в основании с вулканитовыми песчаниками, а в верхней части с алевролитами зелеными до черных. Мощность прослоев известняков кверху уменьшается от 10—12 до 3—4 см, а обломочных пород от 5—6 до 2—3 см	8
6. Кремни радиоляриевые, зеленые, переслаивающиеся с известняками кремнистыми, лиловыми. Переслаивание тонкое, по 2—3 см	10

Для описанных пород присущи подводно-оползневые текстуры. Общая мощность разреза 50 м. Фрагмент по строению отложений и

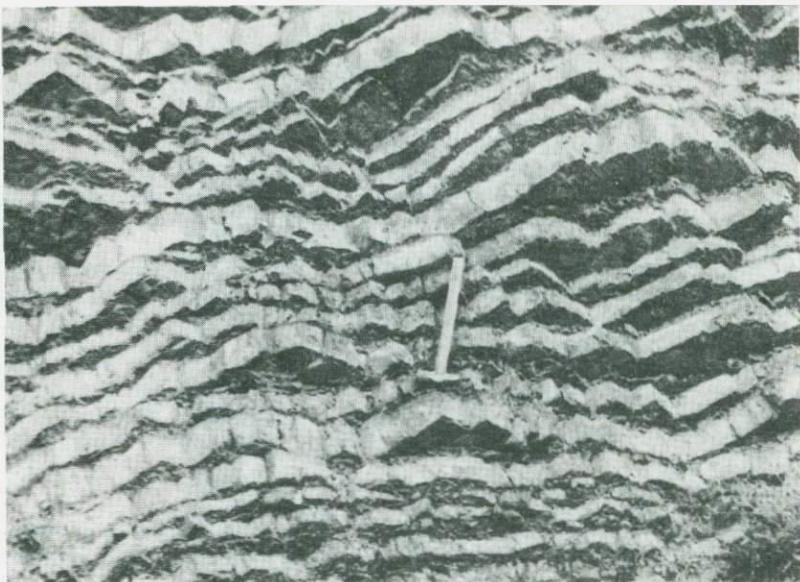


Рис. 8. Ритмичное чередование яшм и аргиллитов. Слияние рек Текякаячай и Агчай

литологическим типам пород сходен с верхнеюрско-неокомскими отложениями Сусузлухской антиклинали у сел. Позлу.

Определенный интерес как в литологическом аспекте, так и для установления возраста пород представляет ряд обнажений.

Район сел. Камышлы. В подножии южного склона горы Каравул встречены яшмы радиоляриевые, сургучно-красные. Выходы представлены огромными глыбами и утесами, сосредоточенными вдоль Карабахского надвига. Непосредственно в районе сел. Камышлы среди серпентинизированных ультрабазитов встречены глыбы микритовых известняков с линзовидными прослойями радиоляриевых сургучно-красных яшм. В подножии западного склона горы Каравул кремневые породы представлены изолированными выходами груд сургучно-красных яшм радиоляриевых, малорадиоляриевых (см. рис. 27) и железистых (см. рис. 30) в ассоциации с андезито-базальтовыми порфиритами и спилитами. Из описанных яшм Л.Б. Тихомировой и нами определен очень богатый верхнеюрско-нижнемеловой комплекс радиолярий, хорошо сопоставимый с верхнеюрско-неокомским комплексом радиолярий разрезов горы Каравул и сел. Багырсах (см. табл. 1).

Район верховья р. Калабоюнчай. В подножии горы Малая Калабойны в олистостромовой толще сеноман—сенона [92] в олистолитах встречены фрагменты разреза эфузивно-радиоляритовой толщи, где в кровле базальтов наблюдались лепешкообразные тела безрадиоляриевых яшм ярко-красного цвета с подводящими жилами, сложенными теми же яшмами, или отдельные секущие жилы. Мощность жил до 30 см, лепешкообразных тел до 0,5—1 м при длине 2—3 м. Яшмы

имеют типичные колломорфные структуры и, вероятно, маркируют каналы гидротерм.

Район сел. Гюнейпейя. На западном и северо-западном склоне горы Каравул и далее, в районе сел. Гюнейпейя и до сел. Каплыкенд, в бассейне р. Надирханлысу встречены выходы радиоляриевых яшм, обогащенных спикулами кремневых губок. В яшмах установлен весьма представительный по разнообразию форм верхнеюрско-нижненемеловой комплекс радиолярий (см. табл. 1). В олистолите радиоляриевых кремней, переслаивающихся с кремнистыми известняками, близ р. Караманлы встречен комплекс радиолярий, более молодой, по определению Л.Б. Тихомировой (меловой), и комплекс, близкий титон-неокомскому радиоляриевому комплексу Карабахской антиклинали (см. табл. 1).

Предварительное палеонтологическое определение возраста радиолярий из яшм сел. Каплыкенд, по заключению Л.Б. Тихомировой, — верхняя юра — нижний мел.

Верховые р. Майданчай. Здесь описаны радиоляриевые яшмы, обогащенные спикулами кремневых губок. Иногда в них встречаются остатки водорослей, кораллов. В верховьях р. Левчай найдены кремневые породы, нацело сложенные спикулами кремневых губок — спонголиты.

В последние годы геологами Азербайджана и Армении по периферии Севано-Акеринской зоны установлены выходы отложений неокомского возраста.

Верховые р. Тутхун. Разрез неокома описан по р. Далидагсу у сел. Човдар. Отложения представлены серыми известняками, в основании переслаивающимися с литокристаллокластическими туфами, а в верхней части — с кремнями. Мощность отложений 115 м. Неокомский возраст устанавливается на основании находок белемнитов [5].

В некоторых периферических частях зоны альб-сеноманские отложения подстилаются юрско-неокомскими толщами, представленными в фациях, характерных для обрамления Севано-Акеринской зоны [104].

Южный склон Севанского хребта. По рекам Ширнаюх и Джамышолиян А.С. Аванесяном описана пачка известняков с прослоями мергелистых и кремнистых известняков, буровато-зеленых яшмовидных пород с радиоляриями. Возраст печки на основании находок аптихов определен как титон-берриас. Выход известняков имеет ширину 100—150 м и прослеживается на 3 км [2].

Таким образом, анализ фрагментарных разрезов позволяет составить представление о строении части (мощностью около 1000 м) эфузивно-радиоляритовой толщи. В целом в ее строении наблюдается последовательность, отмеченная еще Э.Ш. Шихалибейли [188] в верхнем течении р. Тертер, согласно которой нижняя часть эфузивно-радиоляритовой толщи сложена основными вулканитами и их экзокластами, а верхняя — осадочными породами. Из приведенных разрезов видно, что основные эфузивы и их производные находятся в ассоциации с яшмами радиоляриевыми, малорадиоляриевыми, безрадиоляриевыми, железистыми и туффитовыми, а в верхней части

преобладают радиоляриевые кремни, ассоциирующиеся с карбонатными породами. Встречены кремни спонгиево-радиоляриевые, радиоляриево-спонгиевые, в меньшей мере — спонгиевые. Возраст эфузивно-радиоляритовой толщи описанных разрезов по комплексам радиолярий и единичным находкам других остатков — верхняя юра—нижний мел, что подтверждается наличием переотложенных продуктов эфузивно-радиоляритовой толщи в базальных горизонтах альб—сеномана [88, 90, 93].

КРЕМНЕВЫЕ ПОРОДЫ В ВЕРХНЕЮОРСКО-НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОБРАМЛЕНИЯ СЕВАНО-АКЕРИНСКОЙ ЗОНЫ

Наряду с изучением разрезов кремневых пород в пределах Севано-Акеринской офиолитовой зоны проводилось изучение ненарушенных разрезов ее обрамления с целью нахождения в них аналогов радиоляритов и других парагенетически связанных с ними пород (рис. 9, см. вклейку).

В Карабахской зоне с северо-запада на юго-восток выделяются Сусузлухская и Карабахская антиклинали.

Сводный разрез Сусузлухской антиклинали

Сводный разрез Сусузлухской антиклинали приведен А.А. Ворониной [41], где снизу вверх она выделяет три наиболее характерные толщи: терригенно-кремнистую мощностью 300 м; однообразно построенную терригенно-карбонатную толщу титон—неокома мощностью 1000 м; карбонатно-кремнистую мощностью 250—300 м. Проведенное нами детальное изучение кремневых пород Сусузлухской антиклинали позволило выделить два кремнистых горизонта: нижний, который соответствует терригенно-кремнистой толще, выделяемой А.А. Ворониной, и верхний, соответствующий карбонатно-кремнистой толще. Приведем детальное описание представительных разрезов Сусузлухской антиклинали: разрез верховья р. Левчай, у сел. Позлу, правобережья р. Агчай, правобережья т. Текякаячай. Основное внимание при описании разрезов уделяется кремневым породам.

Разрез верховья р. Левчай

Разрез верхнеюорско-неокомских отложений верховья р. Левчай описан по левым притокам р. Левчай у подножия горы Агчинлдаг. Здесь вскрывается нижний кремнистый горизонт Сусузлухской антиклинали [35]. Над абс. отм. 2619 м снизу вверх по склону и по разрезу обнажаются:

	Мощность, м
1. Нижний кремнистый горизонт. Яшмы радиоляриевые, обогащенные спикулами губок, пестроокрашенные, преобладают фиолетовые и малиновые оттенки сургучного цвета, обусловленные насыщенностью пород гематитом и пирокластическим материалом. Яшмы ритмично переслаиваются с мелкозернистыми алевролитами. Мощность кремневых прослоев 5—7 см, алевролитовых 3—5 см. Алевролиты образуют нижние элементы ритмов, яшмы — верхние. Переход от алевролитов к яшмам постепенный, от яшм к алевролитам резкий	150—180

Мощность, м

2. Известняки темно-серые до черных, кремнистые, обогащенные спикулами кремневых губок и радиоляриями, переслаивающиеся с алевролитами, вулканитовыми песчаниками, реже пуддинговыми конгломератами. Переслаивание правильное. Известняки образуют верхние элементы ритмов мощностью 5—10 см, алевролиты и песчаники градационно-слоистые и образуют нижние элементы ритмов мощностью 10—30 см..... 150

3. Известняки серо-зеленые и зеленые, кремнистые, обогащенные радиоляриями и спикулами кремневых губок, кристаллокластами, ритмично переслаивающиеся с алевролитами зеленого цвета. Мощность известняковых прослоев 5—10 см, алевролитовых 3—5 см..... 250

4. Известняки серые и серо-зеленые, окремнелые, с аптихами аммонитов титон—неокома, обогащенные скелетами радиолярий и спикулами кремневых губок 450

Общая мощность отложений 1000—1030 м.

В 4 км к западу на северо-восточном склоне горы (абс. отм. 3059 м) нижний кремневый горизонт (слой 1) также представлен пестроокрашенными (зелеными, фиолетовыми, сургучно-красными) яшмами радиоляриевыми, обогащенными спикулами кремневых губок (рис. 10), переслаивающимися с мелкозернистыми алевролитами. Переслаивание ритмичное: прослои алевролитов 2—3 см, яшм 5—7 см видимая 50

К северо-западу от абс. отм. 2619 м на протяжении 0,5 км пестроокрашенные радиоляриты нижнего кремнистого горизонта, переслаивающиеся с мелкозернистыми алевролитами, фациально замещаются спонголит-радиоляритами и далее радиолярит-спонголитами зелеными, переслаивающимися с алевролитами. Мощность кремневых прослоев 5—8 см, алевролитовых 3—4 см. Радиолярит-спонголиты на протяжении 0,3—0,5 км, в свою очередь, к северо-западу замещаются спонголитами (см. рис. 34) темно-синими до черных, переслаивающимися с алевролитами и песчаниками темно-серыми и черными. Переслаивание ритмичное: прослои кремней 5—8 см, песчаников и алевролитов 3—8 см видимая 50

В пределах Севано-Акеринской зоны в толще грубообломочных брекчий, гравелитов и песчаников альб-сеномана, приведенной в соприкосновение с нижним кремнистым горизонтом Сусузлухской антиклинали по тектоническому контакту, в виде окатанных галек, угловатых обломков, крупных олистолитов (шириной 30—40 м и протяженностью 50—60 м) находятся кремневые породы, образующие полное сходство с яшмами и кремнями, описанными в составе нижнего кремнистого горизонта.

В 2 км к востоку от абс. отм. 2120 м в пределах офилитовой зоны в изолированном тектоническом блоке встречен выход кремневых отложений, обнаруживающих полное сходство с породами нижнего кремнистого горизонта Сусузлухской антиклинали, представленной снизу вверх по разрезу:

1. Кремни радиоляриевые, обогащенные спикулами кремневых губок (см. рис. 31), черного цвета, переслаивающиеся с алевролитами. Переслаивание правильное: прослои кремней 3—4 см, алевролитов — 2—3 см видимая 40

2. Кремни радиоляриевые, обогащенные спикулами кремневых губок, зеленые, переслаивающиеся с известняками светло-серыми. Переслаивание ритмичное по 8—10 см 5—7

3. Кремни радиоляриевые, голубые, переслаивающиеся с кремовыми известняками, обогащенными скелетами радиолярий и спикулами кремневых губок. Известняки образуют нижние элементы ритмов мощностью до 10 см, кремни — верхние мощностью 5—8 см..... 10

Комплекс радиолярий, определенный из кремней описанного тектонического блока, полностью соответствует комплексу радиолярий

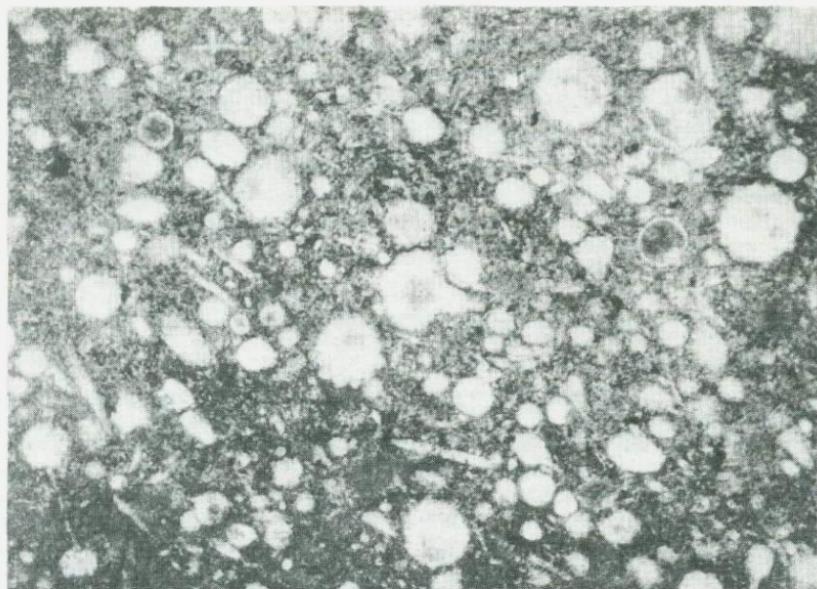


Рис. 10. Яшма радиоляриевая с примесью спикул. Шлиф 124-7, ×50, николи ||; верховье р. Левчай

нижнего кремнистого горизонта Сусузлухской антиклинали (см. табл. 1), что позволяет предположить их одновозрастность и принадлежность к одному и тому же кремнистому горизонту.

Разрез у сел. Позлу

Разрез описан у подножия горы Текякаясы вверх по юго-восточному склону от русла р. Агчай, в 0,5 км от ее слияния с р. Текякаячай.

Мощность, м

1. Яшмы туффитовые, пестроокрашенные, ритмично переслаивающиеся с песчаниками красновато- и зеленовато-серого цвета, средне-мелкозернистыми, вулканитовыми и с алевролитами розовыми, градационно-слоистыми. Переслаивание правильное: отношение терригенного и кремнистого элементов 2:1 — 1:1, песчаники и алевролиты образуют низы ритмов, а яшмы — верхи; мощность ритмов 15—20 см..... видимая 15

2. Яшмы туффитовые, зеленые, розовые и лиловые, переслаивающиеся с градационно-слоистыми песчаниками от конгломерато-брекчий пестрой окраски, сложенных обломками андезито-базальтов, до алевролитов розовых и зеленых. В алевролитах встречаются обломки нижележащих пород. Обломочные породы образуют слои мощностью 0,2—1 м, а кремневые 0,05—0,2 м 50

3. Яшмы туффитовые (см. рис. 29), розово-красные и зеленые, тонко переслаивающиеся с песчаниками серо-зелеными, от грубо- до мелкозернистых, и алевролитами. Переслаивание правильное: прослои яшм 5—8 см, алевролитов и песчаников — 8—15 см 200—225

4. Кремни радиоляриевые, зеленые, переслаивающиеся с алевролитами зелеными и лиловыми. Переслаивание ритмичное: алевролиты образуют нижние элементы ритмов мощностью 5—8 см, кремни — верхние, мощностью 3—5 см 85

Общая мощность разреза 350—375 м. В кремневых породах по всему разрезу обнаружены многочисленные скелеты радиолярий и

спикулы кремневых губок. Широко развиты подводно-оползневые текстуры. Как уже отмечалось, у слияния рек Текякаячай и Агчай в Севано-Акеринской зоне встречен фрагмент разреза со сходным строением отложений и теми же литологическими типами силикатов.

Нижний кремнистый горизонт перекрывается карбонатной толщей с аптихом титон—неокома в верхней части [41], мощностью 1000 м.

Далее по разрезу следует верхний кремнистый горизонт, который хорошо обнажен по рекам Агчай и Текякаячай (в районе высот 2200—2600 м).

Разрез правобережья р. Агчай

Разрез описан от сел. Позлу до впадения второго правого притока, где обнажается верхний кремнистый горизонт. Снизу вверх:

Мощность, м

1. Кремни радиоляриевые, спонгиевые, черные, ритмично переслаивающиеся с кремнистыми известняками серого цвета. В известняках встречены обломки белемнитов, аммонитов, пелепицопод, аптихи титон—неокома [41]. Кремнистые известняки содержат до 30% скелетов радиолярий и спикул кремневых губок. Известняки образуют нижние элементы ритмов, мощностью 5—8 см, а кремни — верхние, мощностью 3—5 см.....100

2. Кремни спонгиево-радиоляриевые и радиоляриево-спонгиевые, сливные черные, переслаивающиеся с известковистыми алевролитами и кремнистыми известняками. Переслаивание ритмичное: прослои кремней 3—5 см, алевролитов и известняков 6—10 см. Кремнистые известняки, обогащенные скелетами радиолярий и спикулами кремневых губок

150

3. Кремни спонгиево-радиоляриевые и радиоляриево-спонгиевые, черные, переслаивающиеся с известняками кремнистыми, слабобитуминозными, серыми и серо-зелеными. В кремнях обнаружена фауна планктонных фораминифер рода хедбергелла, которые известны с позднего баррема. Известняки сложены дегритом фораминифер, обогащены скелетами радиолярий и спикулами кремневых губок. Слои по 5—8 см50

Общая мощность верхнего кремнистого горизонта 300 м. Из кремней определен титон-неокомский комплекс радиолярий (см. табл. 1).

4. Известняки и алевролиты темно-серые, переходящие вверх в органогенно-обломочные грубозернистые песчаники и гравелиты.....20—70

5. Трансгрессивно и несогласно с базальными конгломератами в основании залегает песчано-глинистая толща альб—сеномана [92]

видимая более 100

Разрез правобережья р. Текякаячай

Разрез описан к северу от сел. Текякаячай. Детальное описание этого разреза приводят О.Б. Алиев, Х. Алиюлла [6], А.Л. Книппер [92]. Нами в данном разрезе установлены кремневые породы, сходные с таковыми Севано-Акеринской офиолитовой зоны [35, 37, 38]. Снизу вверх обнажаются:

1. Нижний кремнистый горизонт, представленный чередованием кремней и туфов, реже алевролитов и вулканитовых песчаников градационно-слоистых от грубозернистых (иногда гравелитов) до мелкозернистых. Кремни спонгиево-радиоляриевые, зеленые и лиловые, образуют верхние элементы ритмов мощностью 5—10 см.

Песчаники и алевролиты зеленые и лиловые, состоят из обломков вулканических пород основного—среднего состава, органогенно-обломочных известняков. Туфы витрокристаллитолитические, андезито-базальтовые. Мощность прослоев вулканогенно-терригенных пород 10—40 см.....300

2. Алевролиты светло-серые, с известковистым цементом, переслаивающиеся с известняками темно-серыми, обогащенными скелетами радиолярий и спикулами

Мощность, м

кремневых губок. Переслаивание правильное по 5—8 см; алевролиты образуют нижние элементы ритмов, известняки — верхние. В верхней части толщи известняки становятся кремнистыми и преобладают. О.Б. Алиевым и Х. Алиюлло [6] в известняках собраны аптихи и аммониты, указывающие на титон-нижневаланжинский возраст вмещающих отложений. Кавказским тематическим отрядом МГУ в известняках верхней части найдены аптихи, указывающие на титон-неокомский возраст отложений [41]. 700

3. Верхний кремнистый горизонт, сложенный чередованием кремней радиоляриевых (см. рис. 31) или спонгиево-радиоляриевых, черных и известняков кремнистых, светлых. Чередование правильное, по 5—15 см. Известняки фораминиферовые, дегритовые, образуют нижние элементы ритмов, кремни — верхние. Кремни на 10—30% обогащены скелетами планктонных фораминифер рода хедбергелла, типичные представители которых известны с позднего баррема. Спирулины кремневых губок сходные с описанными Д. Рюстом [213] из неокомских отложений Западной Европы. В кремнистых известняках О.Б. Алиевым и Х. Алиюлло [6] были обнаружены многочисленные радиолярии рода *Cenosphaera* и *Dictyomitria*. 300

Из кремней определен богатый верхнеюрско-неокомский комплекс радиолярий (см. табл. 1).

4. Известняки и алевролиты серые, с редкими прослойками туфов, андезитовых порфиритов, постепенно переходящие вверх в песчаники вулканитовые, лиловые и зеленые 700

5. Трансгрессивно и несогласно залегает терригенная толща альб—сеномана с базальным конгломератом в основании, содержащим гальки серпентинитов, габбро, сургучно-красных радиоляриитов [43, 88, 92].

Сводный разрез Карабахской антиклинали

Разрез северной части Карабахской антиклинали на ее периклинальном замыкании кратко описан А.А. Ворониной [41], а у слияния рек Левчай и Майданчай — Э.Ш. Шихалибейли [188]. Взяв за основу стратиграфическое расчленение, предложенное А.А. Ворониной и Э.Ш. Шихалибейли, автор составила сводный разрез [35, 38]. Приведем детальное описание разрезов горы Каравул, у сел. Багырсах, при слиянии рек Левчай и Майданчай для северного Карабаха и горы Шиштепе для южного Карабаха, уделяя основное внимание кремневым породам.

Разрез горы Каравул

Разрез верхней юры—неокома горы Каравул представляет наибольший интерес из разрезов обрамления, так как содержит типичные радиоляриевые яшмы. Разрез был изучен на западном склоне горы Каравул, где снизу вверх обнажаются:

1. Андезито-базальты миндалекаменные, лиловые видимая 200
2. Яшмы радиоляриевые, зеленовато-розовые, переслаивающиеся с алевролитами лиловой окраски. Переслаивание ритмичное, мощность яшмовых прослоев 5—7 см, алевролитовых — 3—4 см 15
3. Песчаники вулканитовые, с кремнисто-хлоритовым цементом, серо-зеленые, от грубо- до мелкозернистых, с характерной скролуповато-шаровой отдельностью, ритмично переслаивающиеся с андезито-базальтовыми туфами лилового цвета. В основании переслаивание трубное: прослои песчаника 1 м, туфов 5—10 см. Вверх по разрезу мощность песчаников убывает до 50 см, а мощность туфовых прослоев возрастает до 30 см. Местами в песчаниках встречаются валуны лиловых андезито-базальтовых миндалекаменных порфиритов 120

Мощность, м

4. Аргиллиты кремнистые, серые, ритмично переслаивающиеся с алевролитами. Прослои аргиллитов 5—10 см, алевролитов — 3—15 см. Вверх по разрезу толща приобретает характер тонкой ритмичности: аргиллиты и алевролиты переслаиваются по 3—5 см 30

5. По резкой границе залегают песчаники светло-зеленой, местами пестрой окраски, массивные, в основании грубозернистые с гравием и мелкими гальками кремней, крупно-среднезернистые до мелкозернистых, градационно-слоистые в верхней части. Песчаники вулканитовые, состоят из обломков андезито-базальтовых порфиритов, кремней. Сортировка плохая, форма зерен угловатая, цемент эпидот-хлоритовый и кремнистый. Песчаники постепенно переходят в мелкозернистые алевролиты. В алевролитах присутствуют единичные скелеты радиолярий плохой сохранности из-за механических повреждений — обламывания отростков, заполнения пустот цементирующей эпидот-хлоритовой массой, сглаживания скульптуровки и т.д. 4—5

6. Яшмы туффитовые, лиловые, оливковые и бирюзово-зеленые, в верхней части радиоляриевые, неравномерно окрашенные в розовые, лиловые и кремовые тона. Окраска характеризуется обилием цветовых переходов, обусловливая общую пятнистость кремневых пород (рис. 11). Яшмы горизонтально-слоистые, кварц-халцедоновые, сложенные скелетами радиолярий хорошей сохранности, но на общем светлом фоне породы радиолярии сливаются с основной массой и плохо различимы 20—25

7. С резкой границей залегают песчаники вулканитовые, светло-зеленые, с обломками кремневых пород в основании. Песчаники градационно-слоистые, вверх постепенно переходят в зеленые алевролиты, аналогичные описанным в слое 5 1,5—2

8. Яшмы туффитовые, окрашенные в зеленые, лиловые и розовые тона, массивные. В верхней части яшмы радиоляриевые, сургучно-красные, тонкослоистые, переслаивающиеся с кремнистыми аргиллитами. Прослои аргиллитов 3—4 см, яшм 5—8 см .. 15

Слои 2—8 соответствуют вулканогенно-осадочной толще келловей—оксфорда [41].

9. Алевролиты светло-серые, переслаивающиеся с аргиллитами темноокрашенными. В основании содержат обломки кремневых пород от гравийного до валунного размера. В верхней части появляются пачки (10—15 м) переслаивания вулканито-

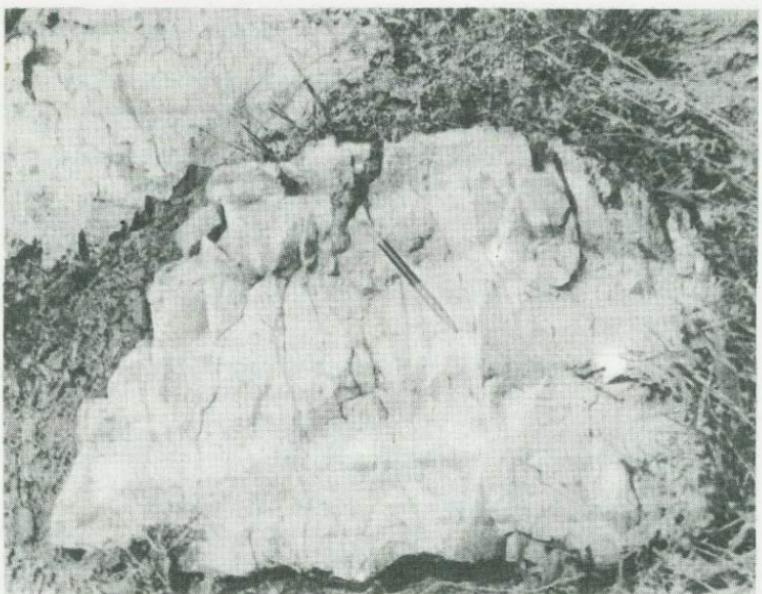


Рис. 11. Яшма радиоляриевая пятнистой окраски, горизонтально-слоистая; гора Каравул

Мощность, м

вых зеленых песчаников и кремнистых розовых алевролитов. Кремнистые алевролиты содержат примесь дегрита скелетов радиолярий	250
10. Терригенно-кремнистая груборитмичная (цикли 15—25 м) градационная толща песчаников вулканитовых, крупно-мелкозернистых, вверх переходящих в алевролиты, сменяющаяся к востоку алевролитами кремнистыми, розовыми, радиолярий содержащими, с характерными подводно-оползневыми текстурами	150
11. Известняки светло-серые, переслаивающиеся с алевролитами, в основании с горизонтом известняковой конгломерато-брекчии, содержащей также окатанные обломки порфиритов, известняков, кремней	90
12. Карбонатно-кремнистая толща титон—валанжина [92], представленная радиоляриевыми и спонгиево-радиоляриевыми черными кремнями, переслаивающимися с кремнистыми серыми известняками. Повсеместно характерны подводно-оползневые текстуры	100
13. Трансгрессивно и несогласно залегает терригенная толща альб—сеномана [92], в основании — с гальками, валунами и глыбами нижележащих яшм и кремней	более 150

Общая мощность разреза 950 м. Из яшм и кремней определен богатый верхнеюрско-нижнемеловой комплекс радиолярий, хорошо сопоставимый с таким же комплексом Сусузлухской антиклинали и Севано-Акеринской офиолитовой зоны (см. табл. 1).

Разрез у сел. Багырсах

Снизу вверх по разрезу на левом берегу р. Левчай от сел. Камышлы до сел. Багырсах обнажаются:

1. Андезито-базальты миндалекаменные, лиловые	300
2. Туфогенно-терригенная толща, аналогичная описанной в основании разреза горы Каравул (слой 3). В основании — переслаивание грубое, в верхней части тонкоритмичное	300
3. Аргиллиты и алевролиты, переслаивающиеся с кремнями спонгиево-радиоляриевыми. Породы несут следы подводного оползания слоев и многочисленные микросбросы	180
4. Яшмы туффитовые и радиоляриевые, пестрые, аналогичные описанным в разрезе горы Каравул (слои 6 и 8), постепенно к востоку замещающиеся радиоляриевыми оливково-зелеными и розовыми кремнями, которые, в свою очередь, к северо-востоку фациально замещаются темно-серыми радиоляриево-спонгиевыми и далее черными спонгиевыми кремнями. Кремни микрослоистые, переслаивающиеся с алевролитами. Переслаивание ритмичное: алевролиты образуют нижний элемент ритма (3—10 см), а кремни — верхний (5—30 см). Мощность элементарного ритма 10—40 см	0-60
5. Постепенный переход через кремнистые алевролиты лилово-серого цвета с редкими прослоями зеленых аргиллитов к известковистым песчаникам и известнякам темно-серым, битуминозным	0-60

Слои 2—5 отвечают вулканогенно-осадочной толще келловей-оксфорда [41].

6. Мраморидные органогенно-обломочные известняки с кораллами	300
7. Со следами перемыва залегает толща конгломерато-брекчий с обломками порфиритов андезито-базальтового состава с редкими линзами коралловых известняков киммериджского возраста [41]. В верхней части градационно-слоистые терригенно-кремнистые пачки, подробно описанные в разрезе горы Каравул в слое 10	300—600
8. Терригенно-карбонатная ритмичная толща грубозернистых вулканитовых песчаников, известняков, кремней. В известняках встречены аммониты (рис. 12)	400—450
9. Карбонатно-кремнистая толща. Кремни спонгиево-радиоляриевые, темно-серые до черных, переслаивающиеся с известняками серыми, кремнистыми. Прослои из-	



Рис. 12. Известняк с отпечатком аммонита; сел. Багырсах

	Мощность, м
вестняков 6—8 см, кремней 3—4 см. Известняки образуют нижние элементы ритмов, кремни — верхние	300—350
10. Трансгрессивно с угловым несогласием залегает терригенная толща альб—сеномана	видимая 30
Общая мощность разреза 1830—2530 м.	

Разрез у слияния рек Левчай и Майданчай

Более высокие горизонты разреза Карабахской антиклинали были изучены в оврагах от устья рек Левчай и Майданчай у северной окрестности сел. Камышлы до сел. Чапли (снизу вверх):

1. Алевролиты кремнистые, обогащенные скелетами радиолярий, кремово-розовые, переслаивающиеся с алевролитами известковистыми. Переслаивание правильное, мощность кремнистых прослоев 3—5 см, известковистых 5—8 см. Текстура пласта проявляется в мелкой дисгармоничной складчатости, обусловленной подводным оползанием видимая 35
2. Кремни радиоляриево-спонгиеевые, сизо-голубые, участками вишнево-красные с кремово-желтыми разводами, фарфоровидные, микрослоистые, переслаивающиеся с известковистыми алевролитами. Кремни образуют верхние элементы ритмов, мощностью 3—4 см, алевролиты — нижние, мощностью 5—10 см. Повсеместно обычны текстуры подводных оползаний..... 40
3. Ритмичная терригенно-карбонатно-кремнистая толща: чередование градационно-слоистых пачек от крупнозернистых вулканитовых песчаников, иногда гравелитов или даже конгломерато-брекчий, до известковистых алевролитов. Мощность пачек 15—20 м. 400
4. Известняки кремово-желтые, микрослоистые, переслаивающиеся с алевролитами; в основании — горизонт перемыча 80
5. Карбонатно-кремнистая толща титон—валанжина [92]: кремни радиоляриево-спонгиеевые и спонгиеевые от кремовых до черных, переслаивающиеся с из-

	Мощность, м
вестняками кремнистыми, кремово-серыми, обогащенными мелкими прямыми и фигурными спикулами кремневых губок. Прослои кремней 4—5 см, известняков 5—10 см	150—300
6. Трансгрессивно и несогласно залегает терригенная толща альб—сеномана [92], в основании — с гальками и глыбами нижележащих кремневых пород.	более 50

Общая мощность 750—900 м.

Разрез горы Шиштепе

Над сел. Чайкенд (малый) в районе горы Шиштепе (абс. отм. 2240,3 м) снизу вверх обнажаются:

1. Туфобрекции и андезито-базальтовые порфиры средней юры	видимая 50
2. Туфогенно-осадочная толща: в низах — мелкообломочные туфобрекции, в средней части — гравелиты, а в верхах — вулканитовые песчаники и алевролиты	80
3. Пелитоморфные известняки, переходящие вверх по разрезу в коралловые и водорослево-губковые кремнистые известняки	20
4. Кремни спонгиевые, черные, состоящие из крупных неразобщенных решетчатых фрагментов кремневых губок, и радиоляриево-спонгиевые, состоящие из крупных спикул и радиолярий	50
5. Кремни розовые и вишнево-розовые, спонгиевые, сложенные неразобщенными фрагментами кремневых губок и их спикулами, ритмично переслаивающиеся с известняками органогенно-обломочными от песчаной до гравийной размерности. Мощность элементарного ритма 20—30 см	40
6. Кремни радиоляриево-спонгиевые и спонгиевые, голубовато-серые, переслаивающиеся с известняками кремнистыми, фораминиферовыми, кремовыми. Пере- сливание ритмичное: прослои кремней 5—6 см, известняков — 6—8 см	20
7. Известняки светлые, слабоокремнелые, с аптихами аммонитов титон—неокома, постепенно переходящие в серые кремнистые известняки, переслаивающиеся с кремнями радиоляриево-спонгиевыми и спонгиевыми, темно-коричневыми до черных. Пере- сливание ритмичное, прослои кремней 3—5 см, известняков 5—8 см. Кремни образуют верхние элементы ритмов, известняки или кремнистые извест- няки — нижние. Прослои кремнистых серых и темно-серых известняков в верх- ней части слоя 8—12 см. В кремнистых известняках наряду с многочисленными остатками радиолярий и спикул кремневых губок присутствуют обломки приз- матических слоев раковин моллюсков, членники крионидей, планктонные форами- нифера рода хедбергелла	60—80

Общая мощность разреза 320-340 м. Из кремней определен комплекс радиолярий (см. табл. 1).

В районе горы Учтыг (по устному сообщению Д.И. Панова) известняки трансгрессивно перекрываются терригенными отложениями альба.

Таким образом, в разрезах структур Сусузлухской и Карабахской антиклиналей, обрамляющих Севано-Акеринскую офиолитовую зону с севера, установлены яшмы и кремни, развивающиеся по радиоляритам, спонголитам и переходным разностям между ними. Они залегают среди отложений верхней юры—неокома на двух стратиграфических уровнях, что дает возможность выделять нижний и верхний кремнистый горизонты. В разрезе Сусузлухской антиклинали радиоляриевые и туффитовые яшмы, радиоляриевые, спонгиево-радиоляриевые, радиоляриево-спонгиевые и спонгиевые кремни нижнего кремнистого горизонта залегают в

основании разреза и перекрываются мощной карбонатной толщой с аптихами титон—неокома [6, 41]. Кремни радиоляриевые, спонгиево-радиоляриевые и радиоляриево-спонгиевые верхнего кремнистого горизонта вверх постепенно сменяют карбонатную толщу титон—неокома и трансгрессивно перекрываются терригенной толщей альб-сеномана [92]. В разрезе Карабахской антиклинали радиоляриевые и туффитовые яшмы, радиоляриевые, спонгиевые кремни и переходные разности между ними образуют нижний кремнистый горизонт, который залегает в верхах вулканогенно-осадочной толщи келловей—оксфорда [44] и перекрывается известняками верхнего оксфорда—кимериджа [41]. Верхний кремнистый горизонт, представленный радиоляриевыми, спонгиевыми кремнями и переходными разностями между ними, соответствует карбонатно-кремнистой толще титон—валанжина [92] и трансгрессивно и несогласно перекрывается терригенной толщей альб—сеномана [92]. По мере продвижения от северного обрамления к офиолитовой зоне наблюдается фациальное замещение кремней спонгиевыми спонгиево-радиоляриевыми и далее — радиоляриевыми и туффитовыми яшмами, что намечает постепенный переход к силицитам офиолитовой зоны и связывает их друг с другом.

Сводный разрез Лачинской антиклинали

В южном обрамлении Севано-Акеринской офиолитовой зоны яшмы и кремни выходят на дневную поверхность как на северном, так и на южном крыльях Лачинской антиклинали. На северном крыле мощности минимальные (60—150 м), а кремневые породы представлены радиоляриевыми сургучно-красными яшмами и спонгиево-радиоляриевыми зелеными кремнями, а на южном крыле мощности максимальные (300—600 м) и кремневые породы представлены кремнями спонгиевыми, вишнево-красными, зелеными, голубыми, темно-серыми и черными. Приведем по одному наиболее представительному разрезу северного (гора Сарыбаба) и южного (гора Лачин) крыла.

Разрез горы Сарыбаба

На южном склоне горы снизу вверх обнажаются:

	Мощность, м
1. Андезито-базальтовые порфиры средней юры [172, 173].....	16
2. Вулканогенно-терригенная ритмичная толща: чередование вулканитовых песчаников градационно-слоистых, алевролитов и аргиллитов, содержащих остатки нацело хлоритизированных радиолярий. Возраст толщи бат—оксфорд [44]	50
3. Кремнистый горизонт. В основании горизонт сложен известняками кремнистыми, кремово-желтыми, переслаивающимися с кремнями спонгиево-радиоляриевыми, вишнево-красными. Известняки содержат значительную примесь витрокристаллолактического материала. Мощность 3 м. В средней части залегают яшмы радиоляриевые, обогащенные спикулами кремневых губок, сургучно-красные, переслаивающиеся с андезито-базальтовыми туфами. Переслаивание ритмичное. Соотношение кремневого и туфогенного элементов 3:1. Мощность элементарного ритма 4—5 см. Яшмы по литологическому типу и комплексу радиолярий сход-	

Мощность, м

ны с яшмами южной и северной периферии Севано-Акеринской зоны. Мощность 11 м. Выше залегают порфириты андезито-базальтовые, миндалекаменные, лиловые, сильнокарбонатизированные, подушечного сложения, сходные с порфириями Севано-Акеринской олиолитовой зоны. Миндалины выполнены хлоритом и кварц-халцедоном. Мощность 2—2,6 м. Далее следуют яшмы лиловые и лилово-розовые, радиоляриевые, обогащенные спикулами кремневых губок и витрокристалло-кластическим материалом. Мощность 1,5 м. На них залегают порфириты андезито-базальтовые, миндалекаменные, с ярко выраженной подушечной отдельностью, аналогичные описанным. Мощность 2 м. Завершают горизонт кремни радиоляриево-спонгиеевые, зеленые, сильнообрекчированные. Мощность 3—5 м.....25

4. В основании кремнистых известняков титон—неокома [155, 173] залегают кремни спонгиево-радиоляриевые, вишнево-красные, розовые, зеленые, темно-серые и черные, переслаивающиеся с известняками кремнистыми, светло-серыми, обогащенными радиоляриями, спикулами кремневых губок, планктонными фораминиферами рода хедбергелла (см. рис. 20), фораминиферами рода спирилина и редкими кристаллокластами плагиоклаза, пироксена, роговой обманки. Прослон кремней 5—10 см, известняков — 5—15 см.....40—50

5. С постепенным переходом залегают известняки светло-серые, микрозернистые, фораминиферовые и мергели.....40—50

В известняках слоя 4 и 5 А.Г. Халилов собрал фауну головоногих, указывающую на возрастной интервал титон—берриас, а в самых верхах карбонатной толщи (слой 5) аптихи, руководящие для валанжина, и белемниты неокома [173].

6. Трангрессивно и несогласно залегают терригенные отложения, которые В.И. Славин [155] отнес к альбу видимая 100

Общая мощность разреза 270—290 м. Из яшм и кремней определен верхнеюрско-неокомский комплекс радиолярий (см. табл. 1).

Разрез горы Лачин

Вдоль шоссе от сел. Херхан до горы Лачин снизу вверх по разрезу обнажаются:

1. Андезито-базальты и их туфы средней юры [172, 173].....50
2. Вулканогенно-терригенная толща: ритмичное чередование градационно-слоистых пачек, сложенных в низах туфобрекчий, вулканитовыми песчаниками, алевролитами, а в верхней части — кристаллокластическими андезито-базальтовыми туфами. Мощность пачек 0,5—1 м.....100

3. Терригенно-кремнистая толща: переслаивание вулканитовых песчаников, алевролитов, аргиллитов, кремнистых известняков и кремней. Переслаивание правильное, ритмичное. Нижние элементы ритмов слагают терригенные градационно-слоистые разности, а верхние — кремнистые известняки и кремни. Прослон терригенных пород 5—20 см, известняков и кремней 5—10 см. Мощность элементарных ритмов 10—30 см. Кремни спонгиеевые, вишнево-красные, темно-серые до черных, микрослоистые, сходны с кремнями разреза над сел. Ипяк-2 (Севано-Акеринская зона) (см. рис. 7). Микрослоистость обусловлена направленной ориентировкой крупных спикул кремневых губок и примесью тонкого вулканокластического материала. Кремнистые известняки серые и темно-серые, обогащены спикулами кремневых губок. В них А.Г. Халиловым [173] собраны аптихи и белемниты, позволившие установить титон-валанжинский возраст отложений.....150

4. Кремнисто-карбонатная толща; переслаивание известняков, алевролитов и кремней спонгиеевых, черных. Переслаивание правильное, ритмичное. Алевролиты и известняки образуют нижние элементы ритмов мощностью 5—12 см, а кремни — верхние мощностью 5—8 см. Мощность элементарных ритмов 10—20 см. В верхней части толщи кремни преобладают

5. Вулканогенно-кремнистая толща, сложенная чередованием андезито-базальтовых туфов и кремней. Кремни спонгиевые, голубые, зеленые, темно-серые и черные. Мощность прослоев туфов 2—5 см, кремней 8—10 см	60
6. Карбонатно-кремнистая толща, переслаивание известняков кремнистых, серых, обогащенных спикулами кремневых губок, планктонными и бентосными форами-ниферами, с кремнями спонгиевыми, зелеными, темно-серыми и черными, обогащенными витрокластическим материалом. В кремнистых известняках В.И. Славиным [155] собраны аптихи, а А.Г. Халиловым [173] — аптихи и белемниты, указывающие на возрастной интервал титон—готерив	150
7. Трансгрессивно и несогласно залегает песчано-глинистая толща альб—сеномана [155]	видимая 5

Общая мощность разреза 610—620 м.

Таким образом, как в разрезах северного, так и южного обрамления Севано-Акеринской офиолитовой зоны установлены яшмы и кремни, сходные с таковыми офиолитовой зоны. Они прослеживаются во всех разрезах обрамления на одном стратиграфическом уровне: верхняя юра—нижний мел. Имеет место фациальное замещение спонголитов радиоляритами по направлению от северного обрамления к офиолитовой зоне. Как в южном и северном обрамлении, так и в Севано-Акеринской зоне [88, 104] кремневые породы несогласно перекрываются терригенной толщей альб—сеномана, содержащей гальки, обломки и олистолиты нижележащих яшм и кремней. Для всех разрезов обрамления определен единый комплекс радиолярий (см. табл. 1).

ВОЗРАСТ РАДИОЛЯРИТОВ СЕВАНО-АКЕРИНСКОЙ ЗОНЫ

СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗУЧЕННОСТИ РАДИОЛЯРИЙ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА

При сложном геологическом строении офиолитовой зоны и почти полном отсутствии макрофаунистических остатков большое значение приобретают радиолярии, стратиграфическое значение которых в настоящее время не требует доказательств [56, 57, 59—62, 65, 67, 68, 110, 111, 113, 114, 181].

Радиолярии Севано-Акеринской офиолитовой зоны Малого Кавказа известны достаточно давно. Первое упоминание о присутствии радиолярий в силицитах Севано-Акеринской зоны мы находим у К.Н. Паффенгольца [129]. Они установлены Н.Б. Вассоевичем в яшмах горы Садана-Хач (Армения). Более детально фауна радиолярий из яшм Севано-Акеринской зоны была изучена Р.Х. Липман по коллекции В.П. Ренгартена из районов сел. Надирханлы (Азербайджан) и сел. Гейсу (Армения). По ее предварительному заключению родовой состав радиолярий верхнеюорский—нижнемеловой [142], общий с верхнеюорско-нижнемеловым Русской платформы и Дальнего Востока, а от Западно-Сибирского отличается присутствием закрытых башенкообразных диколокапс, триколокапс, сти-

хокапс и циртокапс [111]. Значительно позднее А.Л. Книппером [92] было собрано большое количество образцов радиоляритов как из яшм эфузивно-радиоляритовой толщи Севано-Акеринской олиолитовой зоны, так и из яшмовой гальки, глыб и олистолитов яшм из перекрывающей песчано-глинистой толщи альб—сеномана. Из тех и других М.Н. Шелехова определила один и тот же родовой состав радиолярий. Параллельно сборы радиолярий в пределах Севано-Акеринской зоны проводились геологами М.А. Кашкаем и Ш.М. Аллахвердиевым [87]. По заключению А.И. Жамойды, Л.И. Казинцовой, Х.Ш. Алиева, возраст комплекса радиолярий верхняя юра—нижний мел.

В настоящее время изучением радиолярий Севано-Акеринской олиолитовой зоны занимаются А.И. Жамойда, Л.И. Казинцова, Л.Б. Тихомирова, которые установили три комплекса радиолярий и на основе их сделали предварительный вывод о юрско-меловом возрасте эфузивно-радиоляритовой толщи Малого Кавказа [69, 81, 82]. Как уже отмечалось, среди верхнеюрско-нижнемеловых отложений северного и южного обрамления Севано-Акеринской олиолитовой зоны [33, 35, 38, 39] нами впервые найдены породы, изобилующие остатками радиолярий. Интерес к радиоляриям из обрамления усиливает и то обстоятельство, что они привязаны к аммонитовым, аптиховым, коралловым и фораминиферовым горизонтам верхней юры—нижнего мела.

РАДИОЛЯРИИ ИЗ ВЕРХНЕЮРСКО-НИЖНЕМЕЛОВЫХ СИЛИЦИТОВ ОБРАМЛЕНИЯ СЕВАНО-АКЕРИНСКОЙ ЗОНЫ

Остатки радиолярий, как видно из описаний разрезов, широко распространены в кремневых отложениях верхней юры—нижнего мела обрамления Севано-Акеринской олиолитовой зоны. Силициты, содержащие остатки радиолярий, представлены кремнями радиоляриевыми, спонгиево-радиоляриевыми, радиоляриево-спонгиявыми и спонгиевыми, яшмами радиоляриевыми, туфитовыми и залегают на двух стратиграфических уровнях: келловей-оксфордском (нижний кремнистый горизонт) и титон-неокомском (верхний кремнистый горизонт).

Из келловей-оксфордских кремневых отложений северного обрамления разрезов верховья рек Левчай, Текякаячай, гор Каравул и Шиштепе, сел. Багырсах собрана богатая коллекция радиолярий, изучение которых проводилось в препаратах и шлифах (см. табл. 1). Комплекс радиолярий, определенный из келловей-оксфордских отложений южного обрамления (разрезы гор Сарыбаба и Личин), близок одновозрастному радиоляриевому комплексу северного обрамления и имеет с ним 13 общих родовых и 7 видовых форм. Как здесь, так и там комплекс радиолярий характеризуется следующими особенностями: 1) существенную роль играют двух- и трехсферные формы (теко- и карпосферы), повсеместно присутствуют стилосфериды и ставросфериды; 2) разнообразно представлены дискоидии с радиальными отростками и иглами — под-

семейства эвхитониин, особенно рода *ропаластрум* и *диктиаструм*, отличающиеся наиболее крупными размерами скелета (до 1 мм); также в большом количестве присутствуют формы амфибрахинум, обычны представители породисцид (триподиктии, породискусы, оматодискусы); 3) повсеместно присутствуют разнообразные эвсурингиумы, широко представлены сето- и теоциртиды, встречена форма, сходная с кассинией А.В. Хабакова [169]; 4) особи отличаются относительно небольшими средними размерами (0,3—0,5 мм).

Из титон-неокомских кремневых отложений северного обрамления Севано-Акеринской зоны богатый комплекс радиолярий определен из радиоляритов и спонголит-радиоляритов, отобранных в верховьях рек Левчай, Текякаячай, Агчай, у слияния рек Левчай и Майданчай, в разрезе горы Шиштепе. Сходный радиоляриевый комплекс установлен в титон-неокомских радиолярит-спонголитах, спонголит-радиоляритах и радиоляритах южного обрамления из разрезов гор Сарыбаба и Лачин. Как здесь, так и там присутствуют 10 общих родов и 6 видов. В титон-неокомских комплексах радиолярий северного и южного обрамления повсеместно присутствуют коносферы с бугристой поверхностью; многочисленны сфероиды с радиальными иглами, стилосфериды; широко развиты дискоиды, из которых наиболее обильны разнообразные эвхитониины, обычны породисциды. Из литокампин характерны диктиомитры со струйчатой скульптурой на внешней поверхности и бугорчатые стихокапсы; средние размеры радиолярий 0,5—0,7 мм.

Келловей-оксфордский и титон-неокомский комплексы радиолярий имеют 10 общих родов и один вид. Для обоих комплексов характерно обилие дискоидей, циртоидей, что, очевидно, показывает преемственность развития и принадлежность этих комплексов к одному и тому же верхнеюрско-неокомскому этапу развития; это подтверждается присутствием единичных скелетов радиолярий по всему разрезу верхней юры—неокома как северного, так и южного обрамления Севано-Акеринской офиолитовой зоны.

Следовательно, для обрамления Севано-Акеринской зоны можно говорить о едином верхнеюрско-нижнемеловом радиоляриевом комплексе, который насчитывает 23 рода и 35 видов и по видовому составу хорошо сопоставим с комплексом радиолярий, описанным Д. Рюстом [211—213] из юрских отложений Альп Северной Италии и неокома о-ва Сицилия, Т. Муром [204], Е. Песанью [208], Х. Формен [200—202] из верхнеюрско-нижнемеловых пород штата Калифорния (США), а также Атлантического и Тихого океанов, А.И. Жамойдой [56—59, 61, 63—67] из юрских и меловых отложений Дальнего Востока, П.Ю. Лозыняком, В.П. Свириденко [118] из титон—неокома Карпат, Ж. Коломом [195] из титона Средиземноморья и Атлантического океана, Д. Пантанелли [207], Ф. Винаесса де Рены [214], А. Невьяни [205] из титон—неокома Италии, Х.Ш. Алиевым [7—12] из нижнемеловых отложений Большого Кавказа, А.И. Жамойдой, Л.И. Казинцовой, Л.Б. Тихомировой [69], Л.И. Казинцовой и Л.Б. Тихомировой [81, 82] из эфузивно-радиоляритовой толщи Малого Кавказа.

Таким образом, на Малом Кавказе в обрамлении Севано-Акеринской офиолитовой зоны установлен достаточно богатый позднеюрско-раннемеловой комплекс радиолярий, который точно привязан по возрасту к горизонтам верхней юры—неокома и может быть использован для стратиграфической корреляции сходных кремневых отложений обрамления и Севано-Акеринской офиолитовой зоны.

О ВОЗРАСТЕ РАДИОЛЯРИТОВ СЕВАНО-АКЕРИНСКОЙ ЗОНЫ

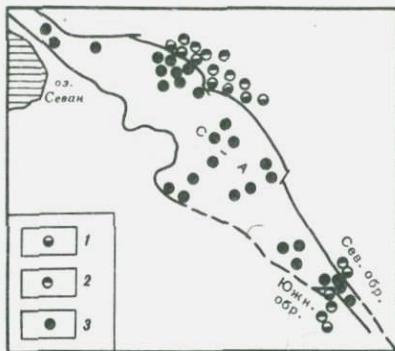
В яшмах и кремнях из разрезов и обнажений горы Кызылкая, селений Джомарт, Ипяк-2, горы Сарынар, сел. Башлыбель, слияния рек Текякаячай и Агчай, селений Камышлы, Каплыкенд, совхоза Лысогорского, р. Суват, селений Гюнейпейя, Лялябагырлы, Ханланлы, Калафалык, рек Калабоюнчай, Асрык, Хачинчай, верховья Майданчай, Левчай, селений Гейсу-1, Гейсу-2, Шишская Севано-Акеринской офиолитовой зоны (рис. 13) встречен радиоляриевый комплекс, близкий верхнеюрско-нижнемеловому комплексу радиолярий обрамления (табл. I—IV).

Как в доальб-сеноманском радиоляриевом комплексе обрамления Севано-Акеринской зоны, так и в самой зоне радиолярии представлены сфероидными, пруноидными, дискоидными и циртоидными формами, а наиболее характерными и преобладающими являются эвхитонины, астросфериды и цитриды с бугристой поверхностью. Присутствие 22 общих родовых и 29 видовых форм радиолярий в силициатах обрамления и зоны позволяет предположить одновозрастность комплексов радиолярий. При этом если для силицитов обрамления устанавливаются два самостоятельных комплекса радиолярий (келловей-оксфордский и титон-неокомский), то для силицитов Севано-Акеринской зоны намечается единый верхнеюрско-нижнемеловой радиоляриевый комплекс. По-видимому, этот комплекс относится к верхнеюрско-нижнемеловому или тертерскому и, возможно, меловому или шахдагскому комплексам радиолярий, выделенным А.И. Жамойдой, Л.И. Казинцовой, Л.Б. Тихомировой [69]. Верхнеюрско-нижнемеловой возраст радиоляритов Севано-Акеринской зоны Малого Кавказа подтверждается находкой кораллов позднего оксфорда—титона в эфузивно-радиоляритовой толще южной части Севано-Акеринской зоны над сел. Ипяк-2 [105, 156] и наличием обломков радиоляритов в отложениях альб—сеномана [49, 88, 92, 156].

Палеонтологическое определение возраста как комплекса радиолярий, так и остатков других беспозвоночных (фораминифер, кораллов, аммонитов и их аптихов) подтверждает полученные выводы. Находки в радиоляритах Севано-Акеринской зоны радиолярий, характерных для ранней и средней юры Дальнего Востока, возможно, указывают на больший возрастной интервал эфузивно-радиоляритовой толщи. Единичные представители радиолярий, известные в отложениях Западной Сибири как позднемеловые [94, 112], на Малом Кавказе существовали уже в раннем мелу [11]. В эфузивно-радиоляритовой толще Вединской офиолитовой зоны Малого Кавказа

Рис. 13. Схема местонахождения верхнеюрско-нижнемеловых радиолярий восточной части Малого Кавказа

Комплексы радиолярий: 1 — келловей-оксфордский, 2 — титон-неокомский, 3 — верхнеюрско-нижнемеловой. С-А — Севано-Акеринская офиолитовая зона; сев. обр. — северное обрамление; южн. обр. — южное обрамление



Л.А. Книппером и С.Д. Соколовым [93] найдены фораминиферы рода *кальпионелла*, известного из титона Крыма и титон—неокома Большого Кавказа [31]. Доальб-сеноманский (юрско-нижнемеловой) возраст также доказан для эфузивно-радиоляритовых толщ Северной Анатолии [192], Центрального Ирана, Загроса [23, 24], находящихся на продолжении офиолитовой зоны Малого Кавказа.

Таким образом, аналоги кремневых пород, в частности радиоляритов, впервые обнаруженные среди верхнеюрско-нижнемеловых отложений обрамления Севано-Акеринской офиолитовой зоны, позволяют определить стратиграфическое положение фрагментов изученных кремневых толщ Севано-Акеринской зоны. Установление возраста радиоляритов зоны позволило определить их пространственное положение. Подтвердилось высказанное А.Л. Книппером [92] предположение о том, что радиоляриты Севано-Акеринской зоны можно рассматривать как глубоководную фацию кремнистых известняков поздней юры—неокома. В пределах верхнеюрско-нижнемелового горизонта наблюдается фациальное замещение спонголитов радиоляритами по направлению от северного обрамления к офиолитовой зоне.

ОПИСАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РАДИОЛЯРИЙ

КЛАСС RADIOLARIA MÜLLER

ОТРЯД SPUMELLARIA EHRENBURG

СЕМЕЙСТВО ACTINOMMIDAE HAECKEL

Род *Conosphaera* Haeckel

Conosphaera sphaeroconus Rust

Таблица 1,1

Conosphaera sphaeroconus Rust, p. 13, pl. 4, f. 8 [212].

О писание. Раковина бугристая, шаровидная, полая. Бугры округлые или многогранные, равновеликие, пористые, расположенные в шахматном порядке.

О тличия. Поверхность раковины осложнена бугристыми или конусовидными выростами стенки, иногда переходящими в длинные пористые трубки, заканчивающиеся иглой.

Размеры. Диаметр раковины 130—400 мкм, диаметр бугров 40—70 мкм, пор 3—5 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: титон—неоком Сусзлужской антиклинали, поздняя юра—неоком офиолитовой зоны.

Время существования и географическое распространение. Поздняя юра—неоком Средиземноморья, Карпат, Кавказа, Атлантического океана.

ПОДОТРЯД DISCOIDEA HAECKEL

СЕМЕЙСТВО PORODISCIDAE HAECKEL

Род *Chitonastrum* Haeckel

Chitonastrum tricuspidatum Rust

Таблица 1, 2, 3

Chitonastrum tricuspidatum Rust, p. 29, pl. 9, f. 8 [213].

Описание. Трехлопастный диск. Все лопасти пористые и несут шипы.

О отличия. Количество игл не постоянно. Три пористых отростка, на концах разветвленные и армированные шипами от 3 до 8—9, реже до 12.

Размеры. Длина отростков 220—470 мкм, шипов 50—70 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: титон—неоком Сусзлужской антиклинали и северной периферии Севано-Акеринской зоны.

Время существования и географическое распространение. Неоком Сицилии, титон—неоком Малого Кавказа.

Род *Histiastrum* Ehrenberg
Histiastrum valanginica Aliev

Таблица I, 4—5

Histiastrum valanginica Aliev, с. 64, т. I, фиг. 4—6 [9].

Описание. Двояковыпуклый четырехлопастный равномерно пористый диск. Поры округлые. Лопасти отростков массивные, снабженные иглами.

Отличия. Длина игл варьирует от длинных у крупных форм до очень коротких редуцированных — у мелких. Концы отростков закругленные, а переходы более плавные.

Размеры. Диаметр диска 170—300 мкм, длина отростков 80—130 мкм, ширина 5—7 мкм, длина игл до 20 мкм, диаметр пор 1,5—3,5 мкм.

Местонахождение. Неоком Сусузлухской антиклинали. Поздняя юра — неоком Севано-Акеринской зоны.

Время существования и географическое распространение. Поздняя юра — неоком Кавказа.

Histiastrum amurense Zham.

Таблица I, 6

Histiastrum amurense Zhам., с. 112, т. 10 фиг. 4—6, т. 11, фиг. 1—3 [67].

Отличия. Иглы массивные, четырехгранные. Поры окружленно-многоугольные.

Размеры. Длина отростков 150 мкм, ширина 80 мкм, диаметр пор 10 мкм, длина игл 200 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: поздняя юра — ранний мел Севано-Акеринской зоны и ее обрамления.

Время существования и географическое распространение. Поздняя юра — ранний мел Приамурья, Малого Кавказа.

ОТРЯД NASSELLARIA EHRENBERG
СЕМЕЙСТВО PARVICINGULIDAE PESSAGNO
Род *Mirifusus* Pessagno

Mirifusus mediodilatata (Rust)

Таблица I, 7, 8

Lithocampe mediodilatata Rust, p. 316, pl. 40, f. 9 [211].

Mirifusus mediodilatata (Rust) Pessagno, p. 84, pl. 11, f. 1—2 [208].

Mirifusus mediodilatata (Rust) Foreman, p. 746, pl. 2, f. 3 [202].

Отличия. От вида, описанного Рюстом, отличается обломанным трубчатым устьем, от которого сохранилось только два ряда пятиугольных пор на месте присоединения устья к последней камере

и формой пор. От *Stichocapsa ovatoidea* Zham. отличается только наличием открытого устья.

Размеры. Высота раковины 500—700 мкм, ширина 325—430 мкм, диаметр устья 100—200 мкм, пор 6—8 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: титон—неоком Сусузлухской, Карабахской и Лачинской антиклиналей; титон—неоком Севано-Акеринской зоны.

Время существования и географическое распространение. Поздняя юра—неоком Альп, Карпат, Малого Кавказа, Тихого и Атлантического океанов, Корякского нагорья, Японии, Калифорнии.

Род *Parvingula* Pessagno

Parvingula altissima (Rust)

Таблица I, 9

Lithocampe altissima Rust, p. 315, pl. 40, f. 2 [211].

Parvingula altissima (Rust) Pessagno, p. 85, pl. 8, f. 9—10 [208].

Описание. Раковина коническая, состоит из 22—25 сегментов. Устье открытое.

Отличия. Вершинная игла отсутствует. Постабдоминальная часть расширенная, приустьевая сужена. Поры шестиугольные, трехрядные.

Размеры. Высота раковины 1140 мкм, ширина 270 мкм, диаметр пор 9 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ, титон—неоком Сусузлухской и Карабахской антиклиналей; поздняя юра—ранний мел Севано-Акеринской зоны.

Время существования и географическое распространение. Поздняя юра—ранний мел Альп, Малого Кавказа, Японии, Калифорнии, Тихого океана.

СЕМЕЙСТВО SPONGOCAPSULIDAE PESSAGNO

Род *Obesacapsula* Pessagno

Obesacapsula cetia (Foreman)

Таблица II, 1

Sethocapsa cetia Foreman, p. 267, pl. 42, f. 1, pl. 16, f. 19 [200].

Obesacapsula cetia Foreman, p. 617, pl. 6, f. 4 [201].

Obesacapsula cetia (Foreman) Pessagno, p. 87, pl. 11, f. 4 [208].

Описание. Раковина 4—5-камерная, крупная, но имеет сфероидную форму, что обусловлено вздутостью последнего сегмента. Поры мелкие. Устье не установлено.

Отличия. Последняя шаровидная камера осложнена конусовидными выростками стенки.

Размеры. Высота раковины 640 мкм, диаметр последней камеры 560 мкм, диаметр бугров 96 мкм, пор 8 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: титон—неоком Сусзулукской антиклинали и Севано-Акеринской зоны.

Время существования и географическое распространение. Поздняя юра—ранний мел Атлантического и Тихого океанов, Калифорния, Малого Кавказа.

СЕМЕЙСТВО SURINGOCAPSIDAE FOREMAN

Род *Suringocapsa* Neviani

Suringocapsa rotunda (Hinde)

Таблица II, 2

Stichocapsa rotunda Hinde, p. 41, pl. 3, f. 24.

Stichocapsa rotunda Hinde, Moore, p. 827, pl. 5, f. 1—3 [204].

Stichocapsa rotunda Hinde, Foreman, p. 616, pl. 2, f. 6 [200].

Suringocapsa rotunda (Hinde) Foreman, p. 748, pl. 2, f. 2 [202].

Описание. Раковина 4—6-сегментная, резко расширяющаяся к последней шаровидной камере, заканчивающейся суженным устьем.

Отличия. Очень крупные формы с округло-шестиугольными порами. Устье открытое в виде трубки (сохраняется у извлеченных форм).

Размеры. Высота раковины 700 мкм, ширина последней камеры 430 мкм, диаметр устья 160 мкм, диаметр пор 10 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: поздняя юра—ранний мел Севано-Акеринской зоны и ее северного обрамления (Карабахская антиклиналь).

Время существования и географическое распространение. Юра—ранний мел Тихого и Атлантического океанов, Малого Кавказа.

Род *Podobursa* Wisniewski

Podobursa polylophia Foreman

Таблица II, 3

Podobursa polylophia Foreman, p. 266, pl. 11, f. 8—9 [200].

Описание. Раковина трехсегментная. Цефалис несет массивную вершинную иглу, абдомен шаровидный, мелкопористый. Торакс переходит в длинную крупнопористую трубку — устье.

Отличия. Размеры вершинной иглы варьируют. Иглы на абдомене присутствуют у выделенных форм, в шлифах наблюдаются с трудом. Полярные отростки по длине в 2—3 раза превышают диаметр абдомена и несут крупные поры.

Размеры. Диаметр абдомена 280 мкм, длина полярных отростков 280—560 мкм, радиальных 150 мкм, диаметр пор 10—16 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: поздняя юра—неоком Севано-Акеринской зоны и ее обрамления.

Время существования и географическое распространение. Поздняя юра—неоком Тихого и Атлантического океанов, Малого Кавказа.

Род *Eusyringium* Haeckel

Eusyringium anglicum Neviani

Таблица II, 4

Eusyringium anglicum Neviani, p. 665, pl. 10, f. 34 [205].

Отличие. От вида, описанного из титона Гриццаны в Италии, отличается более крупными решетчатыми порами, которые хорошо сохраняются у форм, выделенных из туффитовых яшм и спонголитов посредством плавиковой кислоты:

Размеры. Диаметр абдомена 72 мкм, длина полярных отростков 25—50 мкм, диаметр пор 3 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: келловей—оксфорд северного обрамления Севано-Акеринской зоны.

Время существования и географическое распространение. Титон Италии, поздняя юра—ранний мел Малого Кавказа.

Eusyringium macroporum Rust

Таблица II, 5

Eusyringium macroporum Rust, p. 60, pl. 17, f. 5 [212].

Описание. Раковина очень крупная 3—4-сегментная. Поры крупные, равномерно распределенные по всей поверхности.

Отличия. Абдомен очень крупный, тонкостенный, с четкими многоугольными порами. Вершинная игла конусовидная, короткая. Устьевая трубка суженная.

Размеры. Диаметр абдомена 200 мкм, длина отростков 115—180 мкм, диаметр пор 3—27 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ. Поздний келловей—оксфорд Карабахской антиклинали, поздний оксфорд—титон северной периферии офиолитовой зоны (сел. Ипяк), поздняя юра—ранний мел офиолитовой зоны.

Время существования и географическое распространение. Поздняя юра—ранний мел Альп Малого Кавказа.

Eusyringium musulevi Zham.

Таблица II, 6

Eusyringium musulevi Zh., c. 170, фиг. 14 [63], c. 120, т. 4, фиг. 4, т. 5, фиг. 6, 7 [67].

Описание. Раковина 4—6-сегментная. Три начальных сегмента, несущих вершинную иглу, конусовидные, четвертый шаровидный, сменяется устьем, вытянутым в трубку.

Отличия. Размеры сегментов и центральной камеры не постоянны.

Размеры. Высота раковины 330 мкм, диаметр абдомена 190 мкм, пор 6 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: поздняя юра—ранний мел.
Время существования и географическое распространение. Юра Дальнего Востока СССР, поздняя юра—ранний мел Малого Кавказа.

Eusyringium triviale Zham.

Таблица II, 7

Eusyringium triviale Zham., c. 121, т. 4, фиг. 5, т. 5, фиг. 8 [67].

Описание. Раковина 5—6-камерная. Начальные камеры образуют высокий конус, последняя камера сферическая, сменяется трубчатым устьем.

Отличия. Стенки скелета не утолщены. Поры мелкие, округло-многоугольные.

Размеры. Высота раковины 370 мкм, диаметр последней камеры 150 мкм, диаметр пор 5—6 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: поздняя юра—ранний мел офиолитовой зоны и ее обрамления.

Время существования и географическое распространение. Юра—ранний мел Дальнего Востока СССР, Малого Кавказа.

Род Stichocapsa Haeckel

Stichocapsa conosphaeroides Rust

Таблица II, 8

Stichocapsa conosphaeroides Rust, p. 66, pl. 19, f. 3 [212].

Stichocapsa conosphaeroides Rust, Moore, p. 827, pl. 4, f. 5—6 [204].

Отличия. Размеры скелета варьируют от крупных в радиоляритовой фации до карликовых в спонголитовой фации. Начальная часть конусовидная. Переход к последней шарообразной камере плавный. Поры правильные, шестиугольные. Поверхность последней камеры осложнена крупными конусовидными выростами, стенки — буграми.

Размеры. Высота раковины 190—920 мкм, диаметр последней камеры 128—600 мкм, диаметр бугров 40—128 мкм, диаметр пор 2—16 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: титон—неоком Сусузлухской и Карабахской антиклиналей, Севано-Акеринской зоны.

Время существования и географическое распространение. Поздняя юра—ранний мел Средиземноморья, Тихого океана, Малого Кавказа.

Род Sethocapsa Haeckel

Sethocapsa trachyostraca Foreman

Таблица 11, 9

Sethocapsa trachyostraca Foreman, p. 268, pl. 12, f. 4 [200].

Описание. Раковина 4-сегментная. Три начальные камеры образуют низкий конус, последняя шаровидная, осложнена нечетко выраженным мелкопористыми буграми, часто несущими иглы. Устье отсутствует.

Отличия. Иглы на шарообразной камере и вершинная игла сохраняются не всегда.

Размеры. Высота раковины 180 мкм, диаметр последней камеры 164 мкм, длина игл 16 мкм, диаметр пор 6—7 мкм.

Местонахождение. Малый Кавказ: титон—неоком Сусузлухской антиклинали обрамления офиолитовой зоны, северная периферия этой зоны.

Время существования и географическое распространение. Поздняя юра—неоком Малого Кавказа, Тихого океана.

Глава II

ЛИТОЛОГИЯ КРЕМНЕВЫХ ПОРОД ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА

В последние годы многие геологи указывают на присутствие в Севано-Акеринской олиолитовой зоне кремневых пород океанического происхождения, а именно радиоляритов, однако детальные литологические доказательства не приводятся. Предварительное изучение вещественного состава кремневых пород Севано-Акеринской зоны показало, что они представлены не только радиоляритами, но и другими типами силицитов, тесно связанными с радиоляритами и широко развитыми как в Севано-Акеринской олиолитовой зоне, так и в сопредельном обрамлении. Отсюда вытекает задача тщательного литологического изучения радиоляритов и ассоциирующихся с ними кремневых и других пород для суждения об их генезисе в каждом конкретном случае. Более того, кремневые породы до настоящего времени — одна из наименее изученных групп пород, а происхождение силицитов продолжает оставаться одним из наиболее дискуссионных вопросов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КРЕМНЕВЫХ ПОРОД

Кремневые породы, или силициты, как известно, — это осадочные породы, в составе которых преобладает свободный или водный кремнезем, включая кремнезем остатков кремневых организмов, но исключая кремнезем, слагающий кластические зерна [134], т.е. состоящие более чем на 50% из минералов кремнезема.

Кремневые породы восточной части Малого Кавказа, как было показано при описании разрезов и обнажений, составляют около 30% в разрезе эффузивно-радиоляритовой толщи Севано-Акеринской зоны, 20—25% в разрезе верхнеюрско-нижнемеловых отложений обрамления зоны и представлены яшмами и кремнями, которые нами, вслед за В.Т. Фроловым [165], различаются по примесям, часто выражающимся в цвете.

ЦВЕТ

Кремневые породы обладают широкой гаммой расцветок: от серых, голубых, зеленых и черных, присущих кремням, до пестрых розовых, красных, реже зеленых и черных, характерных яшмам. Преобладают красные, зеленые и черные цвета. Красные цвета силицитов обусловлены окисными формами железа, марганца и, возможно, насыщенностью базальтовым пирокластическим материалом, зеленые — окисными формами железа и тонко рассеянным хлоритовым и эпи-

дот-цизитовым веществом, а черные связаны с повышенным содержанием марганца и органического вещества. Неравномерное распределение красящего вещества обуславливает пятнистость или полосчатость породы, а равномерное — монотонность.

Радиоляриевые яшмы в основном окрашены в сургучно-красные цвета, обусловленные окисными формами железа, марганца, что хорошо видно как на свежем сколе, так и на выветрелой поверхности. В туффитовых яшмах примесь пирокластического материала обуславливает различные оттенки сургучно-красного цвета, зеленые окраски. Для безрадиоляриевых яшм характерны ярко-красные цвета, а для железистых — ярко-красные и глубокие сургучно-красные, в марганцовистых разностях — до черных (см. табл. 3, обр. 029—3, 109—2).

Радиоляриевым кремням свойственна светлая окраска: голубая, светло-серая, светло-зеленая, розовая, светло-красная, встречаются и темноокрашенные — зеленые и темно-зеленые, серые. Светлоокрашенные радиоляриты на свежем сколе обычно выглядят темнее, а темноокрашенные с поверхности несколько отбелены. Голубовато-зеленые цвета радиоляритов, по-видимому, обусловлены резким преобладанием закисных форм железа (см. табл. 4, обр. 121—75, 155—16, 110—2), а розовые — повышенным содержанием марганца (см. табл. 4, обр. 086—3). Темная окраска радиоляритов, вероятно, в основном связана с несколько повышенным содержанием органического углерода (до 0,26%).

Спонголит-радиоляриты обычно зеленые, серо-зеленые, реже окрашенные окислами железа и марганца в светло-красные и зеленые цвета; радиолярит-спонголиты более гемные: темно-зеленые, густо-синие до черных. Последние присущи наиболее высококремнистым разностям с низким содержанием железа и с относительно повышенным содержанием органического углерода и фосфора. Спонгиевые кремни — преимущественно густо-синие до черного "смоляного" цвета, реже зеленые. Черные спонголиты после пребывания на свету в течение 6 ч переходят в темно-серые, а через неделю — в серые и участками в светло-серые. Обесцвечивание, вероятно, обусловлено окислением органического вещества.

ТЕКСТУРЫ

Кремням и яшмам Севано-Акеринской офиолитовой зоны и ее обрамления присущи слоистые и массивные текстуры. Слоистые текстуры подразделяются на макрослоистые и микрослоистые. Среди них преобладают горизонтально-слоистые (рис. 14), которые выражены по слойным обогащением органическими остатками, окислами железа, примесями или сменой окраски, градационно-слоистые, проявляющиеся в закономерном уменьшении размеров зерен к кровле, и линзовидно-слоистые, обусловленные неравномерным распределением кремнистого вещества. Обычны подводно-оползневые текстуры (рис. 15), наиболее широко распространенные по периферии Севано-Акеринской зоны и в примыкающем к ней обрамлении. Встречаются микростилолиты. На плоскостях напластования часты сингенетические трещины



Рис. 14. Яшмы, горизонтально переслаивающиеся с аргиллитами. Текстура яшм микрослоистая; гора Кызылкая

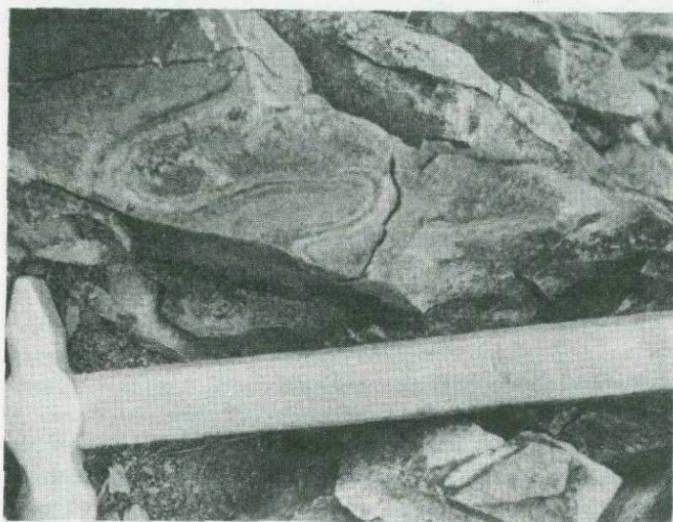


Рис. 15. Кремень. Текстура подводно-оползневая; сел. Багырсах

сокращения объема, которые формируют обычно неправильные фигуры дегидратации, иногда дают полигональные шестиугольники, приводят к сморщиванию и всучиванию, возникающему, вероятно, за счет неравномерной дегидратации.

СТРУКТУРЫ

По структуре кремневые породы делятся на биоморфные (радиоляриты, спонголиты) и абиоморфные.

Биоморфные структуры. Почти всем кремням и яшмам как Севано-Акеринской оphiолитовой зоны, так и обрамления свойствен-



Рис. 16. Кремень. Отдельные участки обнаруживают сетчатую радиоляриевую структуру. Шлиф 125-3, $\times 150$, николи||; верховье р. Левчай

ны биоморфные структуры: радиоляриевая, спикуловая и смешанная спикуло-радиоляриевая.

Радиоляриевая структура присуща кремням и яшмам, более чем на 50% сложенным хорошо различимыми скелетами радиолярий — радиоляритами, и обычно легко устанавливается под световым микроскопом. В одних шлифах она представлена в виде хорошо различимых радиолярий, в других — поциальному сетчатому строению почти всей породы (рис. 16). Радиолярии узнаются по геометрической форме (диск, шар, башенка), зубчатому краю, реликтовому ячеистому строению, которое иногда обнаруживается только при сильном диафрагмировании или в скрещенных николях. Основная масса на первый взгляд микрозернистая, вмещающая хорошо видимые радиолярии; она содержит многочисленные обломки распадающихся скелетных остатков радиолярий (элементарные "тройники" и "перекладины" от распадающихся ячей, обломки игл), как хорошо различимых, так и устанавливаемых с трудом, и, вероятно, также является первично-биогенной. Более тонкое и тщательное изучение основной массы радиоляритов возможно под сканирующим электронным микроскопом.

Спикуловая структура устанавливается в кремнях, сложенных более чем на 50% спикулами кремневых губок — спонголитами (рис. 17; см. рис. 34), также под обычным световым микроскопом, при сильном диафрагмировании, поскольку на общем светлом фоне основной массы неокрашенные кварц-халцедоновые спикулы отличаются с трудом.



Рис. 17. Биоморфная спикуловая структура. Кремень крупноспикуловый. Шлиф 124-6, $\times 50$, николи||; верховье р. Левчай

По размеру спикул выделяется структура крупноспикуловая (диаметр спикул 0,05—0,1, иногда до 0,2 мм) и мелкоспикуловая (диаметр спикул 0,05—0,01 мм и меньше). Стенки тонких спикул, а иногда и толстых в продольных сечениях обнаруживают губчатую пористую структуру, которая отличается правильным расположением пор в шахматном порядке. Часто пористость стенки видна и в поперечных сечениях спикул. В параллельных сечениях спикуловая структура имеет спутанно-волокнистый "войлочный" облик, характерный для современных кремнево-губковых осадков [115, 21]. В шлифах, нормальных к слоистости, спикулы представлены круглыми или эллипсоидальными сечениями. Основная масса также имеет спикуловую структуру, но сложена обломками спикул с их мельчайшим детритом. В редких случаях основная масса обладает микрозернистой или коллоидально-зернистой структурой, которая под обычным световым микроскопом расшифровывается с трудом, поэтому ее изучение проводилось в растровом электронном микроскопе. Смешанная спикулово-радиоляриевая структура присуща кремням спонгиево-радиоляриевым и радиоляриево-спонгиевым, сложенным более чем на 50% скелетными остатками радиолярий и спикулами кремневых губок (см. рис. 32, 33). Для силицитов, содержащих значительное (но меньше 50%) количество скелетных остатков радиолярий и кремневых губок, характерны реликтовые органогенные структуры.

Первично- или вторично-абиоморфные структуры. Все органогенные силициты халцедоновые или кварц-халцедоновые, что является следствием их раскристаллизации в процессе диагенеза, эпигенеза и метаморфизма (рис. 18). Халцедоновые биоморфные силициты обладают коллоидально-волокнистыми и микро-, реже мел-



Рис. 18. Мелко-среднезернистая структура кремня, местами гранобластовая. Шлиф 115-4, ×300; николи +; гора Шиштепе

козернистыми структурами. Кварц-халцедоновым и кварцевым силицитам свойственны гранобластовые структуры: микро-, мелко-, реже средне-, крупногранобластовая (см. рис. 18). Разделение структур силицитов по величине зерен принято по классификации В.Т. Фролова [165]. Органогенные остатки при перекристаллизации сохраняют свою первичную форму, частично или полностью теряют ее (рис. 19).

Часть яшм (малорадиоляриевые, туффитовые, иногда железистые) обнаруживает реликтовые органогенные структуры. В малорадиоляриевых яшмах наряду с микрозернистой и коллоидально-зернистой структурой обнаруживается реликтовая органогенная радиоляриевая структура. В туффитовых яшмах реликтовая органогенная структура (радиоляриевая, спикулово-радиоляриевая) устанавливается наряду с микрокристаллокластическими (см. рис. 29). Яшмы железистые обладают коллоидально-микрозернистой и псевдоколломорфной структурой с реликтами органогенной радиоляриевой. Коллоидально-микрозернистая структура присуща халцедоново-кварцевой и кварцевой основой массе. Псевдоколломорфные структуры свойственны железистому веществу. Встречаются участки, сложенные псевдоколломорфными агрегатами окислов железа, промежутки между которыми слагает коллоидально-волокнистый халцедон или коллоидально-микрозернистый халцедон и кварц. Часто железистые яшмы представлены ритмичным чередованием слойков мощностью 0,05—0,2 мм, сложенных коллоидально-зернистым кварц-халцедоном, и слойков мощностью до 1 мм, сложенных псевдоколломорфными агрегатами гематита (см.



Рис. 19. Яшма. Внутренняя полость радиолярии сложена халцедоном. Шлиф 127-Е, $\times 125$, николи +; гора Гейсу

рис. 30). Местами — это ритмичное чередование чистых халцедон-кварцевых или кварцевых прослоев с биоморфной радиоляриевой структурой и прослоев с реликтовой радиоляриевой структурой, обогащенных окислами железа (окрашенных).

Незначительная часть яшм, тесно связанных с основными — средними вулканитами, кремнезем которых не обнаруживает органогенной формы, обладает колломорфными глобулярными и коллоидально-зернистыми структурами. Колломорфная глобулярная структура свойственна безрадиоляриевым яшмам, сложенным глобулями (см. рис. 28). Глобулы халцедон-кварцевые, в скрещенных николях обнаруживается сферолитовое строение. В центральных частях глобулей сосредоточены гидроокислы железа, по характеру распределения которых устанавливаются три стадии роста сферолитов. Первая — образование сферолита вокруг зародышевого центра, представленного гидроокислами железа; размер сферолитов 1—10 мкм. Конец первой стадии роста отмечен образованием нового слоя гидроокислов железа. Вторая стадия — дальнейший рост волокон халцедона перпендикулярно зародышевому центру; размер сферолитов 20—40 мкм. Образование сферолитов второй генерации сопровождалось осаждением гидроокислов железа. Граница второй стадии роста сферолитов хорошо определяется по темной кайме, отделяющей сферолиты от основной массы. Третья стадия — распространение радиально-лучистых сферолитовых агрегатов кварц-халцедона на основную массу. Сферолиты второй генерации отвечают глобулям. Описанные глобулы, вероятно, образовались из коллоидных растворов; способ осаждения кремнезема химический. Коллоидально-зернистая структура (см. рис. 27) характерна для яшм, преобладающая

масса которых действует на поляризованный свет, но размер кристаллов меньше 0,0001 мм.

С целью выяснения генезиса abiогенной основной массы проведено изучение в сканирующем электронном микроскопе.

СПЕЦИАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОД СКАНИРУЮЩИМ ЭЛЕКТРОННЫМ МИКРОСКОПОМ

Изучение микроструктурных особенностей кремневых пород является одной из важнейших ступеней в расшифровке их генетической природы. В ряде случаев, работая с обычным световым микроскопом, выявить микроструктурные особенности силицитов невозможно, поскольку основная микрозернистая или коллоидально-зернистая масса, связующая органические остатки, находится за пределами разрешающей способности светового микроскопа. Более надежное решение этих вопросов возможно с помощью электронного микроскопа.

Впервые электронно-микроскопическое исследование кремневых пород провели Р. Фолки Ч. Уивер, которые, изучив образцы знаменитых чисто кварцевых арканзасских новакулитов и других кварц-халцедоновых и халцедоновых силицитов, выделили три структурных морфологических типа поверхности кремневых пород: новакулитовый, губчатый, и промежуточный [198].

В Советском Союзе электронно-микроскопическое изучение силицитов проведено А.Д. Петровским, В.А. Шитовым [132], А.Д. Петровским [133], В.А. Шитовым, В.Н. Яншовой [15], Н.А. Азербаевым [3], И.В. Хворовой, А.Л. Дмитрик [176, 178], О.И. Некрасовой, А.Д. Петровским [126]. В результате выделен дополнительный ряд структур.

Впервые под сканирующим электронным микроскопом (ISM-2, ISI-60) нами изучены яшмы и кремни Севано-Акеринской офиолитовой зоны и ее обрамления, яшмы Карпат, кремни зоны Камахуани Кубы и современные радиоляриевые илы Филиппинской впадины Тихого океана. Изучено 140 электронно-микроскопических снимков поверхностей скола, из которых 67 снимков кремней и 73 — яшм. Исследовались поверхности скола радиолярий, спикул кремневых губок в поперечном и продольном сечениях и основная вмещающая масса.

Последовательное изучение электронных снимков разного увеличения одного и того же участка радиолярии показало следующее. При увеличении в 100—300 раз на поверхности скола радиолярии наиболее отчетливо видны ячей 1-го порядка средним диаметром 10 мкм, отражающие общее строение скелета. При увеличении в 1000 раз в ячейх 1-го порядка или на их стенках устанавливаются густо расположенные ячей 2-го порядка средним диаметром 3 мкм, соответствующие элементарным порам, а поверхность скола приобретает характерный губчатый морфологический тип и шероховатую поверхность. При увеличении в 2000—3000 раз обнаруживается ячеистость 3-го

порядка со средним диаметром 0,5 мкм, отражающая пористое сложение межпоровых перегородок; поверхность скола шероховатая, микрогубчатая. При увеличении в 3000 видно микрогубчатое сложение стенки, ажурная сетка диаметром 0,5—0,05 мкм. При увеличении в 12000—25000 на поверхности скола радиолярий наблюдается только ажурная сетка с диаметром 0,5 мкм на сглаженном общем фоне.

Как известно, поры радиолярий имеют правильную многоугольную (в большинстве случаев шестиугольную) или круглую форму. На косых срезах внешних сфер радиолярий можно видеть объемное изображение пор. В сканирующем электронном микроскопе обнаруживается, что их стенки сложены ячейми 3-го порядка. Радиолярии отряда насекомлярия в отличие от спумеллярий снабжены продольными ребрами. Стенки ребер ячеистые и при больших увеличениях обнаруживают зубчатый край и ажурное сетчатое строение.

При исследовании электронных снимков разного увеличения одного и того же участка спикулы в поперечном и продольном сечениях выявлено: при увеличении в 300 раз на продольном сечении спикулы наблюдаются ячей 1-го порядка диаметром около 10 мкм, в которых видны ячей 2-го порядка диаметром 3 мкм, поверхность скола губчатая сглаженная; на поперечном сечении наблюдаются ячей 2-го порядка, поверхность скола губчатая сглаженная; при увеличении в 1000 на продольном поперечном сечениях в ячейх 2-го порядка устанавливаются ячей 3-го порядка диаметром 0,1—0,05 мкм, поверхность скола сглаженная губчатая; при увеличении в 3000 обнаруживается ажурная сетка диаметром 0,1—0,05 мкм, поверхность скола сглаженная; при увеличении в 10000 раз на сколе хорошо видна ажурная сетка.

Таким образом, изучение поверхности скола радиолярий и спикул кремневых губок показало, что те и другие обладают губчатым типом поверхности, который является отражением органогенной радиоляриевой и спонгиевой структуры. В радиоляриях ячей 1-го порядка отвечают крупным порам или отражают общее строение скелета (рис. 20). В спикулах кремневых губок ячей 1-го порядка отвечают крупным порам. Ячей 2-го порядка в радиоляриях отвечают элементарным порам, в спикулах — петелькам кружевного характера. Ячей 3-го порядка слагают стенки ячей 2-го порядка. Как в радиоляриях, так и в спикулах кремневых губок ячей 1-го, 2-го и 3-го порядков соизмеримы. Поверхность скола радиолярий шероховатая, а в спикулах сглаженная.

Губчатый тип поверхности скола (шероховатый и сглаженный) наблюдается и на поверхности скола вмещающей массы яшмы и кремней. В радиоляриевых яшмах на поверхности скола основной кремнистой массы, под обычным световым микроскопом часто микрозернистой, практически во всех участках наблюдается губчатая структура с ячеистым строением и шероховатой поверхностью, присущая поверхности скола радиолярий. В отдельных участках основная кремнистая масса обладает промежуточным типом поверхности скола, имеет субновакулитовую структуру с реликтами губчатой. Такие же участки встречаются на поверхности скола радиолярий. Радиоляриевые кремни

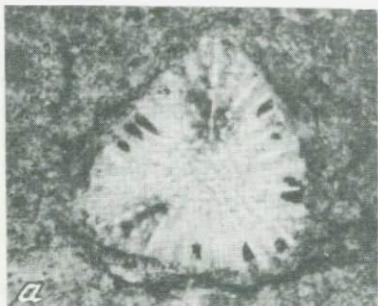
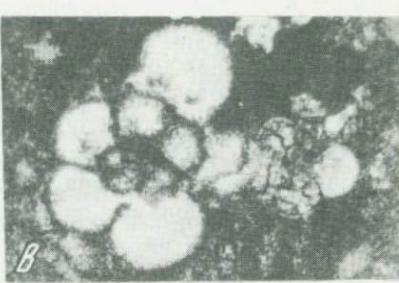
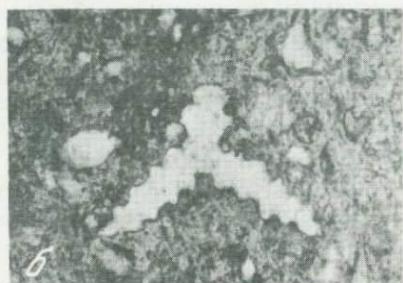


Рис. 20. Органические остатки кремневых пород

а — радиолярия, $\times 150$; б — спикула, $\times 100$; в — фораминифера, $\times 100$



также имеют губчатый тип поверхности скола и характеризуются губчатой структурой как на сколах самих радиолярий, так и на сколах основной массы, вмещающей радиолярии. Хорошо видно, что губчатость основной кремнистой массы является ячеистостью радиолярий — отражением первичной биогенной радиоляриевой структуры. Таким образом, основная кремнистая масса радиоляритов, которая расшифровывается с трудом или вообще не расшифровывается под обычным световым микроскопом, обнаруживает первично-биогенную радиоляриевую структуру, что подтверждает биогенное происхождение кремнезема основной массы радиоляритов.

Изучение под электронным микроскопом спонгиевых кремней показало, что основная масса спонголитов характеризуется биоморфной губчатой структурой — такой же, как и у спикул. В участках, представленных крупными цельными спикулами, она иногда переходит в субновакулитовую, которая отличается большей степенью раскристаллизации кремнезема. В спонгиево-радиоляриевых и радиоляриево-спонгиевых кремнях основная кремнистая масса имеет губчатую спикуловую структуру — как шероховатую, так и сглаженную, что свидетельствует о первичной биогенной спикулово-радиоляриевой природе основной массы.

Различие в структуре радиолярий, спикул и основной массы в яшмах и кремнях заключается лишь в том, что на сколе радиолярий или спикул существует система ячеек, жестко связанных в единую сферу, диск, шар, конус, отвечающих радиолярии или форме спикулы, а в основной массе — это система ячеек, связанных в отдельные фрагменты радиолярий или спикул, или нагромождение разобщенных ячеек. Вмещающая масса радиоляриевых яшм и кремней обладает

преимущественно губчатым шероховатым (радиоляриевым) типом поверхности скола, а спонгевых кремней — преимущественно губчатым сглаженным (спикуловым) типом.

Биоморфные губчатые структуры установлены для яшм и кремней с реликтовой органогенной структурой и для части яшм с abiогенной (при изучении под обычным световым микроскопом) структурой. Так, изучение электронно-микроскопических снимков поверхностей скола малорадиоляриевых яшм показало, что часть основной вмещающей массы, микрозернистой и коллоидально-зернистой, под обычным световым микроскопом имеет губчатую поверхность скола, представленную бессистемными нагромождениями ячеек 2-го и 3-го порядков. При сравнении поверхностей скола основной массы малорадиоляриевых и радиоляриевых яшм оказалось, что нагроможденные ячей 2-го и 3-го порядков действительно являются ячейми разрушенных и полуразрушенных радиолярий. Таким образом, описанные участки основной массы малорадиоляриевых яшм являются первично-биоморфными.

Некоторая часть кремнезема микрозернистой и коллоидально-зернистой основной массы, abiогенной под световым микроскопом, при изучении под сканирующим электронным микроскопом обнаруживает губчатый тип поверхности скола, характеризующийся угловато- и округло-петельчатой структурой, сходной с петельчатой структурой поверхности скола мелового халцедона района оз. Севан из коллекции Н.С. Забалуевой [15]. Округлые петельки имеют изометрическую форму, угловатые — шестиугольную. Как у тех, так и у других при больших увеличениях (12000) видны зубчатые края контуров. Зубчатость обусловлена ажурным сетчатым строением. Генетическая принадлежность петельчатой структуры, характеризующейся при больших увеличениях ажурным сетчатым строением, свойственным всем изученным биоморфным яшмам и кремням, остается неясной. Возможно, большая часть малорадиоляриевых яшм первоначально имела органогенную структуру, подобно радиоляриевым яшмам, но за счет ассимиляции, контаминации и последующих стадий диагенеза и метагенеза частично, а местами полностью потеряла ее.

Как уже отмечалось, часть яшм и кремней обладает промежуточным типом поверхности скола, отличающимся субновакулитовой структурой. Субновакулитовая поверхность скола часто сохраняет реликты биоморфной губчатой структуры. В отдельных, хорошо раскристаллизованных участках кварц-халцедоновых и кварцевых яшм установлен новакулитовый тип поверхности скола, которому отвечает полно-кристаллическая структура поверхности скола, представленная хорошо ограниченными кристаллами кварца с многочисленными вицинальными поверхностями на гранях. Размер кристаллов 5 мкм и меньше. Иногда сохраняются реликты биоморфной губчатой структуры.

Наиболее характерным для изученных яшм и кремней Севано-Акеринской офиолитовой зоны и ее обрамления является губчатый биоморфный морфологический тип поверхности скола, установленный на 95% от всех изученных образцов. Промежуточный морфологический

тип поверхности скола установлен на 3—4%, а новакулитовый — на 1% от всех изученных яшм и кремней.

Таким образом, большая часть изученных кремней и яшм Севано-Акеринской олиолитовой зоны и ее обрамления характеризуется одинаковыми морфологическими типами поверхностей скола, что отражает их близость по составу и генетическому происхождению.

Изученные кремни и большая часть яшм обладают губчатым типом поверхности скола, для которого характерна губчатая структура. Губчатый тип поверхностей скола определяется первичной биоморфной структурой, а значит, свидетельствует о биогенной природе породы.

Губчатая структура с ячеистым строением и шероховатой поверхностью является отражением первичной органогенной радиоляриевой структуры. Губчатая структура с ячеистым строением и со слаженной поверхностью унаследована от первичной биоморфной спонгиевой структуры. Ячей 1-го порядка отвечают крупным порам или основным элементам каркаса радиолярий и спикул кремневых губок, ячей 2-го порядка отвечают элементарным порам, а ячеистость 3-го порядка показывает детали строения элементарных пор.

По мере перехода от губчатого морфологического типа поверхности скола к новакулитовому биоморфная структура постепенно теряется.

Сравнение участков скола кремневых органических остатков (радиолярий и спикул) и большей части кремнистой массы, abiogenной под обычным микроскопом, показало их морфологическую и, следовательно, генетическую общность. Обнаружение скелетных остатков радиолярий (ячей 1-го, 2-го и 3-го порядков) в основной микрозерностой и коллоидально-зернистой массе яшм и кремней, где в световом микроскопе скелетные остатки не видны, поскольку их размеры находятся за пределами разрешающей силы оптического микроскопа, свидетельствует о том, что количество радиолярий и их фрагментов в первичном осадке было значительно большим. Установление скелетных остатков кремневых губок и их мельчайших обломков в основной кремнистой массе также свидетельствует о первичной биогенной структуре осадка.

Часть abiogenенных яшм при изучении под электронным микроскопом имеет биогенную природу.

Таким образом, с помощью электронно-микроскопических исследований выявлена значительно большая роль биогенной садки кремнезема в образовании яшм и кремней, чем это устанавливалось ранее при исследованиях обычными методами.

ОРГАНИЧЕСКИЕ ОСТАТКИ

Органические остатки с кремневыми скелетами (радиолярии и спикулы кремневых губок) являются породообразующими яшм и кремней. Их изучение необходимо не только для определения возраста вмещающих отложений, но и для решения вопросов о способах осаждения кремнезема, восстановления палеогеографических условий кремненакопления.

Радиолярии являются представителями подкласса одноклеточных саркодовых (лучевики). Это исключительно морские организмы, живущие в водах с нормальной соленостью и ведущие планктонный образ жизни [163]. В настоящее время известно пять отрядов радиолярий [170]. Радиолярии, распространенные в силициатах восточной части Малого Кавказа, принадлежат отрядам *Spongellaria* и *Nassellaria* и представлены сфероидной, дискоидной, пруноидной и цитроидной морфологическими группами.

В титон-неокомском радиоляриевом комплексе северного обрамления Севано-Акеринской зоны и в северной периферии олиолитовой зоны встречены формы, сходные с представителями отряда *Phaeodaria*, которые в ископаемом состоянии встречаются крайне редко [144, 146, 196]. Как было показано при описании структурных особенностей силицитов, сохранность радиолярий различная. Наряду с прекрасно сохранившимися скелетными формами (см. рис. 20) наблюдаются растворенные в различной степени скелеты радиолярий, вплоть до образования "теней" и полного рассасывания в цементе породы (см. рис. 29). Первично-опаловый скелет радиолярий и специфические черты биогенного состава в процессе диагенеза, эпигенеза и метаморфизма утрачиваются.

Размер радиолярий варьирует от 0,1 до 1—1,5 мм. Радиолярии с относительно небольшими размерами сосредоточены главным образом в кремнях, ассоциирующих с известняками и распространенных в обрамлении, удаленном от олиолитовой зоны. Крупные радиолярии переполняют яшмы, связанные с основными—средними вулканитами и сосредоточенные в Севано-Акеринской олиолитовой зоне.

Все радиолярии имеют правильное геометрическое строение [120, 121] и могут быть классифицированы в пространстве симметрии [157]. Скелет радиолярий отряда спумеллярий имеет простое строение — состоит из одной оболочки или сложное — состоит из нескольких оболочек, соединенных между собой радиальными перемычками или строго прилегающих к внутреннему каркасу. Оболочка скелета или стенка обычно очень тонкая и пронизана многочисленными порами правильной геометрической формы. Стенка скелета может быть губчатой с очень мелкими нечеткими отверстиями или пористой. Пористая стенка в зависимости от характера расположения пор может быть редкопористой, решетчатой, сетчатой или ячеистой. Радиолярии часто несут полярные и радиальные главные иглы, многочисленные второстепенные иглы, радиальные и полярные отростки, иногда снабженные шипами. Радиальные отростки или лопасти могут быть соединены потагием. Внешняя поверхность скелета часто осложнена бугорчатыми и конусовидными выростами.

Радиолярии отряда насселлярий конические, башенообразные и веретеновидные, состоят из камер, постепенно увеличивающихся в размере по направлению к низу (конические и башенообразные) или к середине (веретеновидные). Начальная камера, или цефалис, с которой начинается рост, обычно самая маленькая. Камеры отделены друг от друга пережимами или перегородками. Последняя камера, или устье, может быть снабжена приуставевыми отростками.

Внешняя поверхность скелета населлярий обычно осложнена межкамерными выступами, продольными ребрами, гранями, поперечными поясами или перекладинами. Стенка скелета населлярий, как и у спумеллярий, может быть губчатой или пористой. Соотношение спумеллярий и населлярий варьирует: в радиоляритовой фации, где комплекс радиолярий богатый, многочисленны населлярии, а в спонгиевой фации преобладают спумеллярии.

Стенки радиолярии сложены концентрически-слоистым кварцем халцедоновой природы или микрозернистым кварцем, а внутренние полости — радиально-лучистым халцедоном и его разновидностями — кварцином и лютецитом, реже микрозернистым кварцем или комбинацией кварца и халцедона, раскристаллизованных согласно закону геометрического отбора (см. рис. 19). Иногда внутренние полости радиолярий заполнены окисными или закисными формами железа, марганца, хлоритом, шамозитом или коллофаном, а скелеты замещены кальцитом.

Скелетные остатки радиолярий являются породообразующими как в яшмах, так и в кремнях, но преобладают в яшмах.

В радиоляриевых яшмах породообразующими являются скелеты радиолярий из отрядов спумеллярия и населлярия, средний размер которых 0,5—0,75, иногда 1,5 мм. Радиолярии составляют 2500—6000 экз. на 1 см² шлифа и в равной мере представлены всеми морфологическими группами. Радиолярии сфероидной группы отличаются тонкостенностью, сетчатым строением, снабжены длинными (до 0,5 мм) иглами. Часто скульптура внешней поверхности сфероидных радиолярий осложнена конусовидными выростами или бугорками — коносфера, стихокапсы. Радиолярии дискоидной группы представлены разнообразными эвхитонинами с длинными радиальными отростками — лопастями. Отростки — как длинные тонкие, так и короткие толстые. Внешняя поверхность часто бугристая. На концах отростки обычно несут толстые граненые иглы и шипы от одной до трех, иногда до шести или восьми. Большинству видов свойственно утолщение отростков к концам, но встречены формы с заостренными лопастями. Многочисленны радиолярии пруноидной группы — формы, снабженные полярными отростками. У некоторых видов длина отростков в 2—3 раза превышает размер сферы. Отростки представляют собой пористые трубки или иглы. Обильно присутствуют радиолярии циртоидной морфологической группы. Это башенковидные, каплевидные и конусовидные поперечно-ребристые и ракетовидные продольно-ребристые формы. Сохранность радиолярий преимущественно хорошая.

В радиоляриевых кремнях породообразующими являются скелеты радиолярий заметно меньшей величины; средний размер — 0,3—0,5 мм. Обычно они составляют 3000—5000 экз. на 1 см² шлифа. Радиолярии представлены всеми морфологическими группами из отрядов населлярия и спумеллярия и в целом отличаются хорошей сохранностью; возможно, присутствуют феодарии.

Породообразующими спонгиево-радиоляриевыми кремней являются скелеты радиолярий средним размером 0,25—0,5 мм (их количество

составляет 2500—3000 экз. на 1 см²) из отрядов спумеллярия и нас-
селлярия; встречены формы, сходные с представителями отряда
феодария. Среди радиолярий преобладают дискоидные и пруноидные
формы. Особенно широко распространены дискоидеи. Они отличаются
длинными и очень тонкими радиальными отростками (диктиаструмы,
хагиаструмы); часто на их концах сохраняются шаровидные утол-
щения.

Хорошей сохранностью отличаются и представители рода сатурна-
лис — тонкие дуги, армированные на периферических концах иглами.
Широко представлены пруноидные формы — крупные сферические ка-
меры, снабженные с начального конца коническим скелетом, часто
несущим тонкую апикальную иглу, а с другого конца — устьевую трубку
(табл. II). Заметно присутствие циртоидей.

В радиолярит-спонголитах насчитывается 1500—2500 экз. радио-
лярий на 1 см² шлифа; преобладают сфероидные и дискоидные
формы.

В малорадиоляриевых яшмах остатки скелетов радиолярий состав-
ляют от нескольких штук до 100—200 экз. на 1 см² шлифа. Средний
размер радиолярий 0,25 мм. Сохранность скелетов различная. Часто
в одних и тех же разностях встречаются хорошо сохранившиеся радио-
лярии и полурастворенные формы, едва выделяющиеся чистотой состава
и сетчатостью строения (см. рис. 27).

В туффитовых яшмах скелетные остатки радиолярий содержатся в
небольшом количестве — до 500—1500 экз. на 1 см² шлифа; их сред-
ний размер 0,1—0,3 мм. В разностях, обогащенных кристаллокластами,
сохранность радиолярий плохая (см. рис. 29). Многие радиолярии не-
сут следы механических повреждений — обламывание отростков, игл,
шипов и т.д. Радиолярии сфероидной группы представлены толстостен-
ными формами, несут массивные короткие иглы. Встречаются радио-
лярии с обломанными тонкими иглами. Представители дискоидной
группы практически не сохраняются — встречаются только разобщен-
ные массивные отростки. Радиолярии пруноидной и циртоидной групп
отличаются мелкими размерами, несут следы обламывания апикаль-
ных игл, полярных отростков. По-видимому, такой характер сохра-
нности объясняется избирательной способностью различных скелетных
элементов к захоронению. В яшмах с туфогенной примесью, представ-
ленной главным образом витрокластическим материалом, сохранность радиолярий хорошая. Необычайно разнообразно представлены радио-
лярии дискоидной группы (разрез горы Каравул). Многочисленны цир-
тоидные формы. Обращает на себя внимание многокамерность форм.
Заметны пруноидеи. Сфероидеи преимущественно многосферные. Все
радиолярии тонкостенные, пронизаны многочисленными мелкими
порами.

Изучение современных представителей морфологических групп
радиолярий, распространенные в силикатах Севано-Акеринской зоны
и ее обрамления, показало чрезвычайную хрупкость радиальных и
полярных отростков, игл, шипов, сфер. Преимущественно хорошая
сохранность скелетов радиолярий в изученных яшмах и кремнях сви-
детельствует о благоприятных условиях захоронения, об отложении в

спокойных гидродинамических условиях и отсутствии последующего перемыва.

Современными океанологическими исследованиями установлено, что главный ареал обитания радиолярий — тропическо-экваториальная зона, причем основная масса радиолярий встречается только в открытых районах океана, а комплекс радиолярий шельфовых отложений чрезвычайно беден как в количественном, так и в видовом отношении [101—103, 115, 116]. Важнейшими факторами существования радиолярий является наличие питательных веществ и элементов биогенного цикла — кремнезема, фосфатов, нитратов, железа и ряда микроэлементов, а также температура и соленость [101]. На современном материале выделяются тепловодные и холодноводные комплексы [138, 139, 103]. Установлено увеличение количества экземпляров населяций в области теплых океанических течений и максимум их в зоне экваториальной дивергенции, где имеет место слияние теплых и холодных течений, а также обилие питательных веществ, обеспечивающих развитие зоо- и фитопланктона [101, 137]. Скелеты радиолярий в различных зоографических областях океана обладают рядом специфических морфологических черт. В теплых водах (табл. I—XII) у радиолярий, как и у других планктонных организмов, сильнее всего развиты приспособления, увеличивающие их плавучесть. Так, ряд систематических групп радиолярий, в том числе и эвхитониины, обитают исключительно в тропических областях

Для них характерны тонкостенные скелеты, снабженные богато развитыми иглами, шипами, разветвленными радиальными отростками, обилие форм дискоидальной морфологической группы, низкий удельный вес. В холодных водах (табл. XIII—XVI) распространены более крупные и толстостенные формы, менее снабженные иглами, со слабым развитием радиальных отростков, часто встречаются почти гладкие формы [170]. Радиолярии в связи с циркуляцией главных океанических течений встречаются в различных горизонтах среди всей толщи вод океанов. В тропических районах они обитают на глубине от 0 до 5000 м, но основная масса развивается в слое воды 0—400 м [14]. В Курило-Камчатской впадине радиолярии встречены на глубинах от 0 до 8000 м и больше [143]. Кроме эврибатных, встречаются и стенобатные формы.

Специфическими глубоководными радиоляриями являются феодарии [144, 139]. Глубоководным радиоляриям свойственны толстостенные скелеты с мелкими порами и бугристой поверхностью, трубчатые иглы, межкамерные пережимы и выступы, продольные ребра, более тонкие перегородки. Обитание в различных физико-географических условиях океана — в холодных, умеренных и тропических водах, в поверхностных слоях и на больших глубинах — приводит к формированию характерных экологических комплексов радиолярий, которые могут служить индикаторами климатических и гидрологических условий [170]. Особенно интересен новый материал по экологии радиолярий, суммированный В. С. Горбуновым [47].

Спонгии, или спикулы, являются элементами минерального скелета кремневых губок. Кремневые губки — это единственная группа бентических организмов, которая концентрирует кремнезем для образования

крупных игл (или спикул) — макросклер, а также тонких, часто очень сложно построенных — микросклер [115, 116].

В силикатах восточной части Малого Кавказа встречены спикулы кремневых губок от одноосных до многоосных, представленные макро- и микросклерами моноктинелид, тетрактинелид, гексактинелид и ли-тистид, сходных с описанными Д. Рюстом из юрских отложений Сре-диземноморья.

Микросклеры однолучевые, иногда якоревидной или булавовидной формы, трех-, четырех- и шестилучевые, прямые или фигурные. Прямые спикулы имеют ровные и гладкие лучи, постепенно утоняющиеся к концам и с максимальной толщиной в узлах сочленения лучей.

Фигурные спикулы отличаются наличием выступов и пережимов. Узлы располагаются в местах совпадения последних пережимов. Благодаря постепенному уменьшению в размере выступов и пережимов спикулы к концам утоняются. Из-за усложнения такой скульптуры фигурные спикулы имеют массивные лучи в отличие от изящных тонких и острых лучей прямых спикул (см. рис. 20). Микросклеры представлены иглами, сигмами, дужками и т.д. Все спикулы отличаются высокой степенью симметрии и правильностью геометрической формы. Длина макросклер варьирует от 0,1 до 1,5 редко до 3 мм. Диаметр спикул соответственно изменяется от 0,01 до 0,1, иногда до 0,2 мм, а сечение осевого канала — от 0,001 до 0,01 мм; микросклеры размером 0,01—0,1 мм.

Спикулы сложены радиально-лучистым или волокнистым халцедо-ном и его разновидностями, реже концентрически-слоистым или микро-зернистым кварцем. Кристаллизация подчиняется принципу Гросса—Меллера [190]. Происходит геометрический отбор кристаллов, сохра-няются лишь те, в которых направление наибольшего удлинения перпендикулярно поверхности (рис. 21). Возникновение радиально-лу-чистых сферолитов, по-видимому, объясняется ортотропизмом [189]. Рост волокнистых кристаллов халцедона идет в направлении, перпенди-кулярном осевому каналу спикулы. Волокна халцедона продолжают расти дальше, распространяясь на основную кремнистую массу, маски-руя первичную биогенную природу. Конечная стадия роста сферолита ограничивается размерами спикулы и устанавливается по темному мутному ободку, отделяющему спикулу от основной массы. Осевой канал также сложен минералами кремнезема или заполнен кальцитом, хлоритом, гидроокислами железа. Сохранность спикул обычно хоро-шая. Иногда сохраняется первичная органогенная структура стенки спикул. Спикулы широко распространены и являются породообразую-щими в кремнях, парагенетически связанных с терригенными и карбо-натными породами и сосредоточенных в обрамлении или, что бывает значительно реже, по периферии Севано-Акеринской оливиновой зоны. В яшмах спикулы образуют только примесь.

В спонгивых кремнях породообразующими являются спикулы раз-мером от 0,1—0,5 до 1,5—3 мм. На 1 см² шлифа встречается 5000—8000 экз. Спикулы — как прямые гладкие, так и фигурные от одноосных до многоосных (см. рис. 7). Сохранность спикул — от хорошей до средней и плохой, как показал Ю.Н. Сеньковский [152] для спонголитов Подолии и Прикарпатья. По размеру спикул выделяются спонголиты, состоящие



Рис. 21. Радиально-лучистый сферолит халцедона, образовавшийся при перекристаллизации спикулы кремневой губки. Рост кристаллов происходит в направлении, перпендикулярном осевому каналу спикулы. Волокна халцедона постепенно распространяются на породу. Кристаллизация халцедона подчиняется правилу геометрического отбора. Шлиф Д, $\times 300$, николи +; сел. Багырсах



Рис. 22. Кремень. Фрагмент решетчатого скелета кремневой губки, сложенный волокнистым халцедоном. Шлиф 115-5, $\times 250$, николи +; гора Шиштепе

из спикул размером 0,1—1,5 мм с диаметром меньше 0,05 мм, и спонголиты, состоящие преимущественно из спикул размером до 1—3 мм с диаметром больше 0,05 мм. В последних встречаются фрагменты решетчатых скелетов (рис. 22), напоминающие современные обломки решетчатых скелетов кремневых губок, описанные из южной абиссали Индийского океана [99].

В радиоляриево-спонгивых кремнях породообразующими являются

спикулы размером 0,3—1 мм, реже до 1,5 мм. Насчитывается до 2500—400 спикул на 1 см² шлифа. Спикулы как прямые, так и фигурные хорошей сохранности. В келловей-оксфордских радиолярит-спонголитах спикулы преимущественно тонкие и длинные, обнаруживают сходство с тетрактинами абиссали южной части Индийского океана, а в титон-неокомских — толстые и короткие, сходные со спикулами моноктинелид (стронгила и др.) шельфа Южной Австралии и Южной Африки [99].

В спонголитово-радиоляриевых кремнях спикулы представлены как прямыми, так и фигурными разностями, но преобладают прямые. Средний размер спикул 0,1—0,3 мм. Целые экземпляры спикул встречаются в количестве 1000—2000 штук на 1 см² шлифа, из которых около 200—300 — фигурные. Присутствует также большое количество мелких обломков спикул. В яшмах спикулы отсутствуют или образуют примесь. Спикульный материал представлен обломками прямых одноосных, реже многоосных спикул (0,01—0,001 мм). На 1 см² встречается до 200 фрагментов спикул. В туффитовых яшмах спикулы часто замещены хлоритом.

Из работ В.М. Колтуна [96—99], А.П. Лисицына [115—117], В.П. Петелина [130], посвященных условиям обитания губок, спикульному анализу и характеру распределения современных кремнево-губковых осадков, известно, что кремневые губки являются колониальными или одиночными бентосными организмами и принадлежат к пассивным фильтратам, поэтому они могут существовать на участках дна с постоянным перемещением придонных высокопродуктивных слоев воды. Кроме того, все кремневые губки могут развиваться только в водах нормальной солености [46]. Спикулы губок из среды аномальной солености имеют неправильную геометрическую форму, изогнуты и искажены. Большинство кремневых губок холоднолюбивые, а кремнероговые — теплолюбивые. Все эти факторы (высокое содержание питательных веществ, наличие придонных течений, поставляющих новые порции взвеси, соленость, температура) предопределяют места поселения губок и глубины их распространения.

Чаще всего кремневые губки обитают близ бровки шельфа, а также на отдельных поднятиях переуглубленного шельфа, в верхней части материкового склона, на подводных цоколях островов. Для поселений кремневых губок характерно линейное или пятнистое островное размещение, они обычно не образуют больших непрерывных ареалов. Современные поселения кремневых губок известны на шельфе Антарктиды на участках дна с высокой подвижностью придонных вод, в юго-западной части Баренцевого моря, в Японском, Охотском, Беринговом морях, вдоль Тихоокеанского побережья Курильских островов, в районе островов Зеленого Мыса, у берегов Южной Австралии и Южной Африки. В местах поселения губок обычно встречаются кораллы, мшанки, иглокожие.

Основную часть скелета кремневых губок составляют макросклеры: моноктины, диактины, триактины, нексактины. Их средние размеры 0,1—1,5 мм. Микросклеры (хеллы, сигмы, астры и т.д.) размером 0,1—0,01 мм играют второстепенную роль.

Массовое количество кремневых губок и их спикул встречено на

глубинах 500—600 м. В.М. Колтуном [99] установлено, что у берегов Австралии и Африки содержание спикул выше 10 спикулоединиц на 1 см², а у самых берегов Антарктиды — до 100—300 спикулоединиц и больше в придонных слоях воды. Им же показано, что распределение спикул в осадке совершенно иное. В районе склона континентальной ступени ("свала") спикулы относительно мелководных губок, обитающих на шельфе, образуют собственные осадки на глубине 1000—3000 м и даже обогащают океанические осадки на глубине до 4000 м. Снос спикульного материала на склон и подножие континентальной ступени Антарктического материка находится в прямой зависимости от придонных течений. Спикулы в значительном количестве переносятся на расстояние свыше 700 км от места их продуцирования или первоначального нахождения. Интенсивность сноса столь велика, что в ряде случаев спикул в осадках на склоне и в прибрежной абиссали гораздо больше, чем на прилежащих участках шельфа. Отдельные обломки спикул обнаружены в поверхностных слоях воды (1—6 штук на 1 л воды). Таким образом, спикулы кремневых губок являются хорошими показателями солености, температуры, глубины бассейна и гидродинамических условий.

В кремнях встречены единичные диатомеи, принадлежащие к классу *Centrophicea*. Форма диатомей округлая, треугольная и четырехугольная. Размеры скелетов диатомовых водорослей 0,05—0,15 мм. Скелеты диатомей опаловые (?) или замещены халцедоном. Сохранность диатомовых водорослей плохая.

Органические остатки с кальцитовым скелетом в кремневых породах присутствуют в качестве примеси и представлены фораминиферами планктонными и бентосными. Планктонные фораминиферы тонкостенные, мелкие (со средними размерами 0,1—0,5 мм; см. рис. 20), преимущественно правозавитые. Бентосные фораминиферы толстостенные, размером 0,3—1 мм. Фораминиферы встречены главным образом в кремнях.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ

Породообразующими в силикатах являются халцедон и кварц, в меньшей степени — кварцин и лютецит, в небольшом количестве присутствует опал. Халцедон обычно выполняет стенки и внутренние полости радиолярий и спикул кремневых губок, образуя радиально-лучистые сферолиты, веерообразные пучки волокон, часто закрученных и генерированных новыми сферолитами (см. рис. 19, 21). Кварц образует микро- и мелкозернистые или концентрически-слоистые агрегаты, выполняет стенки и внутренние полоски радиолярий и фрагменты спикул кремневых губок, часто нарастает на сферолитах халцедона по закону геометрического отбора [108]. Кварцин и лютецит встречаются вместе с халцедоном в виде веерообразных или параллельных пучков волокон, выполняющих полости радиолярий и спикул кремневых губок. Опал качественно установлен с помощью инфракрасной спектроскопии [140]. Количество химическим анализом, проведенным методом содовой вытяжки для

Таблица 2

Содержание аморфного кремнезема в яшмах и кремнях (по методу содовой вытяжки)

Порода	$\text{SiO}_2_{\text{аморф}}$, %	Порода	$\text{SiO}_2_{\text{аморф}}$, %
Яшма радиоляриевая, обр. 094-4, сел. Башлыбель	0,54	Кремень радиоляриевый, обр. 121-7 ³ , гора Агчинлдаг	1,62
Яшмы радиоляриевая, обр. 111-6с, гора Сарыбаба	0,90	Кремень спонгиевый, обр. 116-За, гора Лачин	0,41

Аналитик Т.В. Якушева (МГУ).

двух образцов яшм и двух — кремний, установлено присутствие аморфного кремнезема (до 0,5—1,62%; табл. 2). Полученные значения несколько занижают истинное содержание, так как зафиксированы после четырех вытяжек. Каждое последующее опытное определение (вытяжка) могло бы показать наличие еще некоторого количества аморфного кремнезема (0,1, 0,05%, и т.д.). Яшмы по минеральному составу преимущественно халцедон-кварцевые, а кремни — кварц-халцедоновые.

Разбавляющие компоненты представлены: гидромусковитом (на диафрагмах 10 Å в области 2—15° θ) [34]; хлоритами магнезиальными, железисто-магнезиальными (с рефлексом 13,8 Å) и железистыми (7,15 Å) [34], которые обычно развиваются по вулканическому стеклу (пеннин, клинохлор) или встречаются в виде пеллет и образуют псевдоморфозы по органическим остаткам (шамозит); кальцитом — микритовым и органогенным; эпидот-циозитом, образующим неправильные скопления в яшмах; коллофаном, развивающимся по рыбным и другим костным органическим остаткам, и железисто-марганцевым веществом (пиролюзит, пирит, магнетит, ильменит). В крупноспонгииевых кремнях встречаются единичные зерна глауконита. В качестве примесей также присутствуют кристаллолисты андезитобазальтов.

Аксессорные минералы: эпидот, циозит, гранат, кианит, апатит, диопсид, рутил, сfen, ильменит, причем апатит встречен в кремнях, диопсид — в малорадиоляриевых яшмах, ильменит и сfen — в туффитовых яшмах, а рутил — в спонголитах. Вторичные: кальцит, доломит, хлорит.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СИЛИЦИТОВ

В целях сравнительного изучения и уточнения генезиса исследовались некоторые петрохимические особенности силицитов. Проведенный анализ различных типов яшм и кремней Севано-Акеринской зоны и ее обрамления позволил выявить ряд особенностей, которые в основном являются отражением разного состава примесей и могут быть использованы при расшифровке генезиса силицитов.

ОБЩАЯ ПЕТРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Для характеристики химического состава кремневых пород восточной части Малого Кавказа были использованы: 81 полный силикатный анализ, из них 45 анализов кремней (12 — радиоляриевых, 10 — спонгиево-радиоляриевых, 13 — радиоляриево-спонгиевых, 10 — спонгиевых) и 46 анализов яшм (17 — радиоляриевых, 8 — малорадиоляриевых, 2 — безрадиоляриевых, 13 — туфитовых, 6 — железистых), а также 112 полукаличественных спектральных анализов. По химическому составу изученные породы Севано-Акеринской офиолитовой зоны и ее обрамления очень близки и характеризуются высококремнистым составом (до 90—97%).

Силициты офиолитовой зоны и ее обрамления содержат незначительное количество остаточного аморфного кремнезема (до 1,5—2%), а также 0,5—9,3% $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$, 0—4,85% MnO , 0—0,63% TiO_2 , небольшую примесь Al_2O_3 (1—14,5%). Яшмы и кремни Севано-Акеринской офиолитовой зоны и ее обрамления отличаются очень низким содержанием органического углерода (0,04—0,35%) и фосфора (0—0,11—0,2%). Все изученные силициты восточной части Малого Кавказа обогащены элементами основных и ультраосновных магм [32]: Cr, Ni, Co, V, Fe, Ti, Sc, которые в высоких концентрациях содержатся в основных и ультраосновных породах офиолитовой ассоциации Севано-Акеринской зоны [86, 128, 42].

Яшмы, а частично и кремни отличаются повышенным содержанием элементов экскальтивного ряда: Mo, Mn, Ni, Co, Cu, Pb, Zn, Fe, V, Ba, Bi. Обогащенность силицитов этими элементами, вероятно, обусловлена выщелачиванием их из основных вулканитов (как установлено для лав вулкана Хельгахофель [206] и показано экспериментальными работами [30]), примесью пирокластического материала, способного сорбировать Ti, Fe, Mn и другие элементы [50, 73—75], и экскальтивными поступлениями. Железисто-марганцевый модуль [161, 162] кремневых пород Севано-Акеринской зоны и ее обрамления варьирует от 2,5 до 100 (в единичном случае до 1000). Железисто-магнезиальный модуль изменяется от 0,4 до 1. Наряду с чисто кремневыми разностями как среди силицитов обрамления, так и офиолитовой зоны встречаются разности, обогащенные карбонатным материалом, в которых содержание CaO достигает 15—22%.

В ряду силицит—глина кремневые породы офиолитовой зоны и обрамления попадают в одну область [37], что подтверждает сходство их компонентного состава. В то же время между типами силицитов как Севано-Акеринской зоны, так и ее обрамления существуют различия. Наиболее отчетливо они устанавливаются при сравнении силицитов группы кремней и яшм (табл. 3—6).

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯШМ И КРЕМНЕЙ

Анализ химического состава и геохимических особенностей яшм и кремней показал, что петрохимически они близки, но различаются по примесям. В яшмах преобладают окисные формы железа — отношение $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{FeO}$ изменяется от 65:1 до 1:1 (в туфитовых яшмах

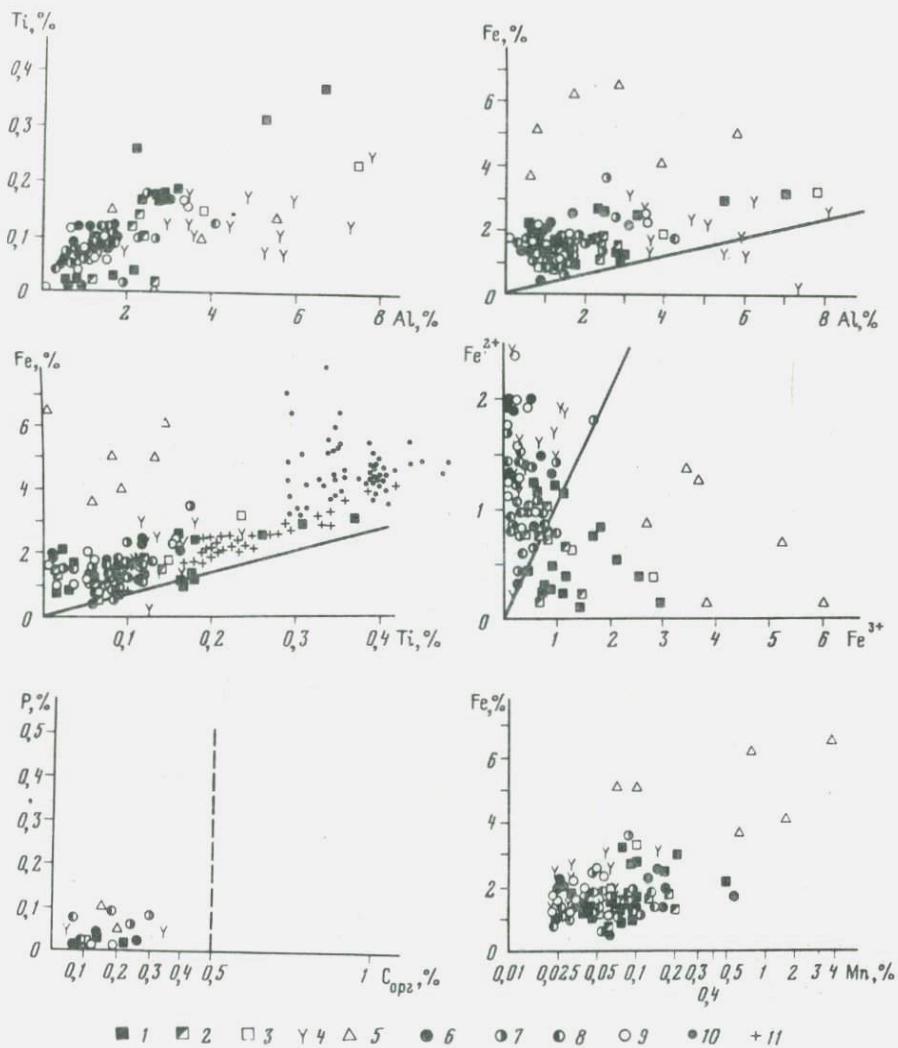


Рис. 23. Некоторые особенности химического состава силицидов Яшмы: 1 — радиоляриевые, 2 — малорадиоляриевые, 3 — безрадиоляриевые, 4 — туффитовые, 5 — железистые; кремни: 6 — радиоляриевые, 7 — спонгиевые-радиоляриевые, 8 — радиоляриево-спонгиевые, 9 — спонгиевые; верхний слой осадков Санторинской вулканической зоны [29]: 10 — в кальдере, 11 — за кальдерой. На графиках соотношения Fe с Al и Ti наклонная линия обозначает соотношение средних значений этих элементов в глинах [53], на графике соотношения Fe²⁺ и Fe³⁺ наклонная линия — Fe²⁺:Fe³⁺=1:1

иногда до 1:10), в кремнях железо преимущественно закисное — $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ — от 1:45 до 1:1 (рис. 23). Содержание окислов железа в яшмах (до 9,3%) выше, чем в кремнях (до 5%). Яшмы обогащены Mn (до 3,75%); в кремнях содержание Mn лишь местами повышенено (0,1—0,56%) или он присутствует в концентрациях ниже кларковых. Яшмы (0,4%) по

Таблица 3

Химический состав яшм, %

N обр.	SiO ₂	TiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	П.п.п.	H ₂ O	Сумма без H ₂ O и SO ₃	Al	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Fe	Ti	Mn	Fe + Mn / Ti
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Малорадиоляриевые																					
070	86,97	0,24	Следы	4,39	2,19	0,22	0,16	0,39	1,29	0,47	1,20	1,79	0,25	99,31	2,3	1,53	0,17	1,70	0,144	0,123	13
145—4	63,04	0,03	"	2,34	1,03	0,91	0,09	0,70	16,67	0,61	0,36	14,37	0,35	100,12	1,2	0,72	0,71	1,43	0,018	0,009	75
145—7	71,13	0,20	"	4,02	1,25	1,27	0,11	0,36	10,85	0,47	1,14	9,75	0,60	100,55	2,13	0,85	0,99	1,84	0,12	0,085	16
145—166	50,05	0,17	"	4,56	1,77	0,80	0,23	0,60	22,19	0,40	1,38	18,35	0,60	100,50	2,4	1,24	0,62	1,86	0,102	0,177	20
145—17в	92,49	0,11	"	2,46	0,67	0,94	0,07	0,24	1,34	Следы	0,54	1,50	0,46	100,36	1,3	0,47	0,73	1,20	0,066	0,054	19
109—5	53,46	0,17	0,09	2,33	1,26	0,86	0,26	0,46	22,23	0,34	0,48	18,49	0,30	100,43	1,23	0,88	0,67	1,55	0,102	0,200	17
022—1	92,97	0,11	0,06	2,18	0,99	0,14	0,08	Не обн.	1,11	0,14	0,30	1,48	0,08	99,56	1,15	0,69	0,11	0,80	0,066	0,062	13
084—15	41,73	0,03	Следы	5,10	1,26	0,97	0,10	2,42	25,58	0,81	1,14	21,69	0,24	100,83	2,7	0,88	0,76	1,64	0,018	0,077	100
Радиоляриевые																					
05—1	86,37	0,28	Следы	5,33	1,65	0,22	0,05	0,53	0,92	0,54	1,62	1,86	0,21	99,37	2,8	1,16	0,17	1,33	0,168	0,039	8
05—2	71,12	0,63	0,05	12,73	4,45	0,14	0,10	1,73	1,22	1,16	3,75	2,98	0,74	100,08	6,75	3,12	0,11	3,23	0,378	0,077	11
05—3	85,14	0,44	Не обн.	4,09	2,77	1,02	0,12	1,05	0,65	1,08	1,68	1,64	0,62	99,68	2,2	1,94	0,8	2,74	0,264	0,092	11
08—1	72,82	0,53	0,14	9,93	3,85	0,43	0,27	2,94	1,67	0,61	3,14	2,97	0,61	99,30	5,3	2,70	0,34	3,04	0,318	0,208	10
026	87,20	0,06	0,09	4,15	0,87	1,56	0,11	1,40	1,30	0,81	1,26	1,10	0,51	99,85	2,2	0,61	1,22	1,03	0,036	0,085	53
046—1	90,12	0,05	0,09	3,21	1,13	0,31	0,12	0,46	1,95	0,21	0,66	2,18	0,47	100,44	1,7	0,79	0,24	1,03	0,03	0,092	37
047—2	93,42	0,03	Следы	1,56	0,68	0,56	0,03	Следы	1,30	0,54	0,30	2,13	0,29	100,52	0,83	0,48	0,44	0,92	0,018	0,023	5
094—4	79,46	0,30	0,08	5,09	1,76	0,43	0,06	1,16	5,36	0,54	1,20	5,15	0,46	100,58	2,7	1,23	0,34	1,57	0,18	0,046	9
095—02	89,96	0,04	0,11	1,04	1,50	1,50	0,64	0,23	3,10	0,34	0,12	1,75	0,35	100,29	0,55	1,05	1,17	2,22	0,024	0,493	120
111—6с	91,37	0,15	Не обн.	2,41	1,14	0,25	0,1	0,38	1,42	0,41	0,66	1,65	0,14	99,94	1,3	0,80	0,2	1,0	0,09	0,077	11
114—3	90,38	0,17	0,05	2,34	0,97	1,46	0,04	0,47	1,30	0,34	0,84	1,07	0,26	99,43	1,24	0,68	1,13	1,81	0,102	0,031	18
124—7	83,67	0,30	0,09	5,52	1,75	1,43	0,11	0,94	1,30	0,94	1,62	2,19	1,21	99,86	2,9	1,22	1,12	2,34	0,18	0,085	13
124—91	79,08	0,28	0,12	4,44	3,19	0,64	0,13	0,23	5,05	0,27	0,96	5,84	0,75	100,23	2,35	2,23	0,5	2,73	0,168	0,1	17
129—55	90,78	0,14	Следы	1,55	1,37	0,57	0,13	0,70	2,23	0,21	0,48	2,20	0,22	100,41	0,82	0,96	0,44	1,40	0,084	0,1	18
Без радиоляриевые																					
109—11	81,65	0,25	Следы	7,10	1,94	0,77	0,08	2,36	0,65	2,30	0,30	1,59	0,53	99,14	3,85	1,36	0,6	1,96	0,15	0,062	13
146—11	70,71	0,40	"	14,24	4,26	0,44	0,13	0,24	2,33	0,20	2,04	5,84	1,09	100,83	7,55	2,98	0,34	3,32	0,24	0,1	14
Туфовые																					
139—24	77,04	0,19	0,12	10,84	0,49	2,05	0,08	0,60	1,85	4,76	0,66	0,19	0,53	99,90	5,7	0,34	1,6	1,144	0,114	0,062	19
139—24	82,56	0,20	Следы	5,72	1,70	2,47	0,07	сл	1,63	3,79	0,12	0,87	0,25	99,13	3,0	1,19	1,93	3,12	0,12	0,054	27
139—26	89,23	0,14	0,09	3,65	0,98	1,29	0,08	1,23	1,30	0,94	0,06	1,70	0,24	99,72	1,93	0,69	1,01	1,70	0,084	0,062	21
139—33	84,02	0,19	0,10	6,66	0,63	1,70	0,09	0,23	1,14	2,92	0,54	1,16	0,26	99,38	3,5	0,44	1,33	1,77	0,114	0,069	17
139—55а	80,26	0,14	0,10	9,93	0,44	1,45	0,04	0,12	0,65	5,41	0,06	1,06	0,25	99,66	5,3	0,31	1,13	1,44	0,084	0,031	18
07—1	63,14	0,21	Следы	13,90	0,18	0,22	Следы	Не обн.	1,11	7,16	0,06	12,24	0,04	100,22	7,4	0,13	0,17	0,30	0,226	—	2,4
146—17	76,20	0,14	"	10,89	0,14	1,58	0,03	0,24	1,39	5,66	0,36	2,45	0,29	99,13	5,8	0,10	1,23	1,33	0,084	0,023	20
111—1	71,37	0,31	0,20	11,36	1,79	2,40	0,19	3,16	2,93	2,63	0,30	2,68	0,08	99,32	6,0	1,25	1,87	3,12	0,186	0,146	17
143—106	83,08	0,28	0,12	6,63	0,29	1,62	0,07	1,92	1,34	2,42	0,84	1,50	0,27	100,11	3,5	0,20	1,26	1,46	0,168	0,054	11
143—10в	84,51	0,23	Следы	6,37	0,27	3,11	0,08	1,44	1,0	2,15	0,72	0,51	0,15	100,39	3,4	0,19	2,43	2,62	0,138	0,062	19
144—2	72,52	0,28	0,12	9,32	1,03	2,06	0,04	4,42	2,0	3,17	1,26	2,93	0,66	99,15	4,9	0,72	1,6	2,32	0,168	0,031	14
144—5	76,53	0,20	0,12	8,44	1,53	1,87	0,03	3,36	3,0	2,02	0,42	2,90	0,69	100,42	4,5	1,07	1,46	2,53	0,12	0,023	23
140—8	69,30	0,40	0,18	14,68	1,50	2,15	0,04	0,46	4,27	3,44	0,60	2,18	0,36	99,20	7,8	1,05	1,68	2,75	0,24	0,031	12
Железистые																					
029—3	72,10	0,25	0,25	3,12	7,88	0,86	1,0	1,06	6,46	0,21	0,60	6,32	0,18	100,11	1,65	5,52	0,67	6,19	0,15	0,77	46
145—6	86,42	0,14	0,12	1,39	5,53	1,60	0,09	1,20	1,33	0,20	0,36	1,88	0,41	100,26	0,74	3,87	1,25	5,12	0,084	0,069	62
146—7	69,71	0,23	Следы	10,58	5,33	1,70	0,13	2,0	1,34	1,28	3,18	3,75	1,53	100,76	5,6	3,73	1,33	5,06	0,198	0,1	37
109—2	89,67	0,10	0,22	1,09	4,08	1,08	0,81	0,70	0,49	0,54	0,36	1,24	0,47	100,38	0,6	2,86	0,84	3,70	0,06	0,624	70
9*	76,16	—	—	5,05	9,15	0,14	4,85	0,28	0,81	0,40	1,40	2,18	0,31	100,77	2,7	6,41	0,11	6,52	—	3,734	1000
10*	79,05	0,16	0,05	7,17	5,75	0,14	1,95	1,25	1,02	0,40	1,50	2,02	0,32	100,72	3,8	4,02	0,11	4,13	0,096	1,502	56

*По данным М.А. Сатиана [149].

Таблица 4
Химический состав кремней, %

№ обр.	SiO ₂	TiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	П.п.п.	H ₂ O	Сумма без H ₂ O и SO ₃	Al	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Fe	Ti	Mn	Fe + Mn / Ti
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Радиоляриевые																					
123—1a	87,43	0,10	Следы	1,04	0,26	1,61	0,11	Следы	4,90	0,34	0,24	3,75	0,18	99,77	0,55	0,18	1,25	1,43	0,06	0,085	25
155—16	93,59	0,20	"	1,56	0,18	1,68	0,04	0,23	1,30	0,34	0,48	1,14	0,23	100,74	0,82	0,13	1,31	1,44	0,12	0,031	12
110—2	91,86	0,09	"	0,78	0,18	1,67	0,05	0,70	1,63	0,21	0,42	1,72	0,32	99,31	0,41	0,13	1,30	1,43	0,054	0,039	27
111—60 ¹	90,87	0,02	"	1,22	0,20	2,54	0,03	0,59	1,16	0,41	0,24	1,78	0,37	99,04	0,65	0,14	1,99	2,13	0,012	0,023	180
111—60a	89,74	0,02	"	1,81	0,29	2,42	0,03	0,58	1,79	0,61	0,24	1,94	0,39	99,45	0,96	0,20	1,89	2,09	0,012	0,023	175
116—60	83,43	0,28	0,09	5,70	1,09	1,86	0,03	1,05	1,46	0,68	1,38	2,54	0,37	99,59	3,02	0,76	1,46	2,22	0,168	0,023	13
086—3	84,20	0,15	Не обн.	1,43	0,58	1,79	0,73	0,64	4,91	0,61	0,42	5,02	0,41	100,48	0,76	0,41	1,39	1,80	0,09	0,562	26
65 (59)	64,55	0,14	0,14	2,92	0,68	1,04	0,20	0,70	14,40	0,88	1,74	12,94	0,52	100,53	1,55	0,62	0,81	1,43	0,084	0,154	18
124—9	64,49	0,20	0,07	3,11	0,81	2,55	0,19	1,41	10,15	0,34	0,78	10,92	0,53	100,02	1,65	0,57	1,99	2,56	0,12	0,146	23
115—3	58,25	0,10	0,10	1,60	0,34	0,36	0,08	0,35	20,13	0,47	0,24	17,31	0,40	99,33	0,85	0,24	0,28	0,52	0,06	0,062	10
121—75	56,73	0,13	0,10	0,58	0,5	2,45	0,22	0,94	19,64	0,54	0,54	17,10	0,68	99,95	0,82	0,07	1,91	1,98	0,078	0,169	28
131—16	51,70	0,20	0,05	2,07	1,41	1,68	0,16	0,23	22,58	0,34	0,42	19,68	0,41	100,52	1,10	0,99	1,31	2,30	0,12	0,125	20
Спонгевые-радиоляриевые																					
121—9	92,24	0,10	Следы	1,04	0,1	2,17	0,05	0,94	1,63	0,27	0,36	1,46	0,40	100,36	0,55	0,07	1,69	1,76	0,06	0,039	30
120—5	88,88	0,17	0,16	4,47	0,36	1,51	0,03	0,59	0,98	0,54	0,60	1,27	0,30	99,56	2,37	0,25	1,18	1,43	0,102	0,023	14
120—3	85,59	0,17	0,13	5,10	1,53	1,80	0,06	0,69	1,30	1,08	0,72	1,43	0,26	99,60	2,7	1,07	1,4	2,47	0,102	0,046	25
111—60e	86,32	0,04	Следы	3,63	0,93	1,33	0,08	0,94	2,61	0,41	1,08	2,69	0,32	100,02	1,92	0,65	1,04	1,69	0,024	0,062	70
121—5 ¹	83,73	0,30	"	4,68	2,63	2,31	0,11	0,82	1,63	0,81	1,26	2,38	0,63	100,66	2,45	1,84	1,80	3,64	0,18	0,085	21
121—5	79,30	0,10	0,20	1,87	0,46	0,93	0,10	0,70	8,20	0,27	0,42	7,22	0,40	99,77	0,99	0,32	0,73	1,05	0,06	0,077	19
121—1	70,02	0,17	0,17	3,34	0,78	1,73	0,12	0,70	11,48	0,34	0,54	10,19	0,58	99,58	1,77	0,55	1,35	1,90	0,102	0,092	20
142—3	79,87	0,14	Следы	2,63	0,23	1,08	0,03	0,24	8,68	0,47	0,36	7,10	0,23	100,83	1,39	0,16	0,84	1,0	0,084	0,023	12
113—2a	60,37	0,09	"	1,30	0,83	0,76	0,14	1,42	18,97	0,27	0,30	15,97	0,36	100,42	0,69	0,58	0,60	1,18	0,054	0,108	24
119—43	53,14	0,14	0,18	2,68	0,37	0,50	0,07	0,47	22,07	0,54	0,36	18,65	0,26	99,17	1,42	0,26	0,39	0,65	0,084	0,054	8
Радиоляриевые-спонгевые																					
121—3 ¹	92,69	0,10	0,15	2,09	0,04	1,80	0,07	0,35	1,30	0,34	0,36	0,80	0,08	100,09	1,11	0,03	1,40	1,43	0,06	0,054	25
121—3	89,70	0,15	0,15	3,27	0,60	1,80	0,06	0,94	0,98	0,34	0,36	1,34	0,08	99,69	1,73	0,42	1,40	1,82	0,09	0,046	20
121—7	89,25	0,15	Следы	2,28	0,24	1,15	0,04	0,77	2,85	0,41	0,54	2,98	0,29	100,66	1,21	0,17	0,90	1,07	0,09	0,031	12
119—5 ¹	85,95	0,10	0,20	2,37	0,27	1,01	0,03	0,47	4,57	0,41	0,24	3,92	0,26	99,54	1,26	0,19	0,79	0,98	0,06	0,023	17
121—7 ¹	85,80	0,20	Следы	3,11	0,53	1,20	0,06	Следы	4,71	0,47	0,72	3,92	0,42	100,72	1,65	0,37	0,94	1,31	0,12	0,046	11
141—7	85,02	0,06	"	0,54	1,20	1,09	0,02	0,70	7,17	0,21	0,18	5,11	0,12	100,58	0,29	0,84	0,84	1,68	0,036	0,015	47
121—7 ³	83,96	0,20	"	2,59	0,40	1,31	0,12	0,70	3,93	0,61	0,96	4,95	0,66	99,73	1,37	0,28	1,03	1,31	0,12	0,092	12
121—7 ⁶	83,35	0,13	"	2,59	0,72	1,28	0,09	0,70	5,56	0,41	0,60	5,38	0,54	100,81	1,37	0,50	1,0	1,50	0,078	0,069	20
121—7 ²	81,68	0,13	"	2,59	1,51	0,97	0,12	0,23	6,19	0,41	0,66	6,23	0,46	100,72	1,37	1,06	0,76	1,82	0,078	0,092	25
111—9	73,56	0,22	0,17	7,87	0,53	1,94	0,07	0,82	5,72	3,05	0,42	5,19	0,24	99,53	4,16	0,37	1,51	1,88	0,132	0,054	15
111—9 ¹	73,24	0,11	0,16	1,87	0,50	0,72	0,03	0,23	12,11	0,47	0,24	9,84	0,40	99,52	0,99	0,35	0,56	0,91	0,066	0,023	14
124—4	70,07	0,14	0,13	2,93	0,68	1,22	0,18	0,92	11,16	0,54	0,68	10,79	0,61	99,42	1,55	0,48	0,95	1,43	0,084	0,139	19
124—1	68,92	0,20	Следы	2,85	1,09	1,19	0,16	1,40	11,54	0,68	0,78	10,58	1,04	99,39	1,51	0,76	0,93	1,69	0,12	0,123	15
Спонгевые																					
124—5	96,53	0,01	сл	0	0,07	2,10	0,03	0,23	1,30	0,06	0,14	0,03	0,05	100,49	0	0,05	1,71	1,76	0,006	0,023	297
60—4 "Д"	94,62	0,96	0,1	1,64	0,07	1,38	0,03	0,12	1,0	0,13	0,42	0,77	0,29	100,85	0,87	0,05	1,08	1,13	0,036	0,023	32
146—16a	94,57	0,09	Следы	1,98	0,08	1,59	0,04	0,12	0,86	0,06	0,42	1,16	0,21	100,29	0,73	0,04	1,24	1,28	0,054	0,031	24
146—16b	93,38	0,14	"	1,90	0,48	1,62	0,03	0,48	0,66	0,20	0,42	0,81	0,29	100,12	1,01	0,34	1,26	1,60	0,084	0,023	19
131—1	92,19	0,09	"	1,30	0,32	2,55	0,04	0,47	1,96	0,21	0,30	1,01	0,22	100,44	0,69	0,22	1,99	2,21	0,054	0,031	42
116—3a	77,65	0,27	0,13	6,48	0,32	3,06	0,06	1,05	4,25	0,68	0,72	4,71	0,24	99,38	3,43	0,22	2,39	2,61	0,162	0,046	16
116—3a ¹	73,45	0,26	0,15	6,47	0,73	2,45	0,07	1,15	7,48	0,81	1,08	6,37	0,21	100,47	3,43	0,51	1,91	2,42	0,156	0,054	32
116—26	72,78	0,1	0,13	2,88	0,53	1,95	0,05	0,47	10,51	0,41	0,24	9,59	0,72	99,64	1,53	0,37	1,52	1,89	0,06	0,039	14
113—1a	72,43	0,20	Следы	1,30	1,05	1,22	0,04	Следы	13,06	0,41	0,30	10,24	0,20	100,25	0,69	0,74	0,95	1,69	0,12	0,031	14
111—8	67,58	0,03	"	2,47	0,56	1,0	0,08	0,94	14,76	0,61	0,33	12,34	0,40	100,67	1,31	0,39	0,78	1,17	0,018	0,062	68

Таблица 5

Химические особенности кремневых пород

Геохимические параметры	Литологические типы силицитов								
	Кремни				Яшмы				
	спонгевые	радиоляриево-спонгевые	спонгевые-радиоляриевые	радиоляриевые	радиоляриевые	малорадиоляриевые	безрадиоляриевые	туффитовые	железистые
SiO ₂ , %	58—97	69—93	53—92	52—94	71—93	50—93	71—82	65—89	70—90
Al ₂ O ₃ , %	0—6,5	0,5—8,0	1—5	1—6	1—13	2,5—5,0	7—14	3,5—14,5	1—10,5
(Fe ₂ O ₃ + FeO), %	1—3	1,0—2,5	1—5	0,5—3,35	1,5—5,0	1,0—2,5	2,7—4,7	0,5—4,25	5—9,3
Fe ₂ O ₃ /FeO	1:1—1:30 (ед. до 1:45)	1:1—1:5 (ед. до 1:20)	1:1—1:4 (ед. до 1:25)	1:1—1:5 (ед. до 1:25)	32:1—1:2	10:1—1:1	10:1—2:1	1:1—1:10	65—3,5:1
(Fe + Mn)/Ti	14—42 (ед. до 297)	11—25 (ед. до 47)	8—25 (ед. до 70)	10—28 (ед. до 180)	8—20 (ед. до 120)	13—20 (ед. до 100)	13—14	2,5—27	37—70 (ед. до 1000)
Fe ₂ O ₃ + FeO									
Fe ₂ O ₃ + FeO + MgO	0,6—1	0,65—1	0,5—1	0,6—1	0,65—1	0,5—0,9	0,5	0,4—1	0,8—0,98
Fe ₂ O ₃ /(Fe ₂ O ₃ + FeO)	0,03—0,78	0,02—0,6	0,05—0,5	0,05—0,5	0,3—0,97	0,4—0,9	0,7	0,025—0,75	0,8—0,98
TiO ₂ , %	0,01—0,27	0,06—0,22	0,04—0,30	0,02—0,28	0,03—0,63	0,03—0,24	0,25—0,40	0,14—0,40	0—0,25
MnO, %	0,03—0,08	0,02—0,18	0,03—0,14	0,03—0,73	0,03—0,64	0,07—0,26	0,08—0,13	0—0,19	0,09—4,85
Na ₂ O, %	0,06—0,81 (до 3,05)	0,21—0,7	0,27—1,08	0,21—0,88	0,21—1,16	0—0,81	0,2—2,3	0,94—7,16	0,2—1,28
K ₂ O, %	0,14—1,08	0,18—0,96	0,30—1,26	1,24—1,74	0,12—3,75	0,3—1,38	0,3—2,04	0,06—1,26	0,36—3,18
CaO, %	0,66—14,76	0,98—12,11	0,98—22,07	1,30—22,58	0,65—5,36	1,11—22,23	0,65—2,33	0,65—4,27	0,49—6,46
MgO, %	0—1,15	0—1,9	0,24—1,42	0—1,41	0—2,94	0—2,42	0,24—2,36	0—4,42	0,28—2,0
C _{opr.} , %	0,11—0,18	0,06—0,18	0,06—0,30	0,07—0,26	0,13—0,22	Не опр.	0,09	0,04—0,35	0,15—0,20
P, %	0—0,066	0—0,088	0—0,088	0—0,61	0—0,61	0,026—0,040	Следы	0—0,08	0—0,11
Повышенные содержания в элементах	Cr, Cu, Zn, Ni, Ba, Cr, Ba, V	Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, Ba, V	Zr, Ba, V, Mo	Zr, Ba, V, Mo	Zr, Cu, Cr, Zr, Zn, Cu, Pb, Cr, Ni, V, Ni, V	Zr, Ba, Pb, Pb, Cr, Ni, V, Ni, V	Zr, Ba, Pb, Pb, Cr, Ni, V, Ni, V	Zr, Zn, Cu, Ba, Mo, Cr, Ni, V, Mo, P, Ba, Ni	Zn, Cu, Pb, Fe, Mn, Bi
Mo(?)	Mo?	V?							

Таблица 6

Содержание Сорг в яшмах и кремнях, %

Породы		N обр.	Сорг
Яшмы	радиоляриевые	095—02 440	0,22 0,13
	безрадиоляриевые	109—11 145—6 109—2	0,09 0,20 0,15
	туффитовые	139—35а 146—17	0,35 0,09
Кремни	радиоляриевые		0,07 0,07 0,13 0,26
	спонгиево-радиоляриевые		0,24 0,06 0,30
	радиоляриево-спонгиеевые		0,18 0,09 0,06
	спонгиеевые		0,11 0,18

сравнению с кремнями (0,2%) обогащены титаном. Сумма щелочей в яшмах выше (до 8%), чем в кремнях (до 4%). По сравнению с кремнями яшмы обогащены как натрием (5,3 против 2,2%), так и калием (3,1 против 1,4%). Яшмы обычно обогащены глиноземом. Кремни в отличие от яшм характеризуются более низким содержанием малых элементов. Яшмы имеют повышенный железисто-марганцевый модуль.

Отличия между типами кремней и яшм менее значительны. В ряду спонголит—радиолярит возрастает примесь глинозема, увеличивается содержание марганца, титана, окислов железа при смене соотношения окисного железа к закисному от 1:1÷30 в спонгивых кремнях до 1:25÷10÷1 в радиоляриевых кремнях и до 1:2÷32:1 в радиоляриевых яшмах, повышается железисто-марганцевый модуль, происходит обогащение малыми элементами. В радиоляриевых яшмах в отличие от радиоляриевых кремней преобладают окисные формы железа, повышенено содержание титана, марганца, щелочей и малых элементов. Радиоляриевые кремни обычно содержат примесь карбонатного материала. Туффитовые яшмы выделяются повышенным содержанием глинозема, натрия, что связано с обогащенностью их

пирокластическим материалом основных вулканитов, богатых этими компонентами.

Изучение распределения микроэлементов в яшмах и кремнях Севано-Акеринской зоны и ее обрамления показало обогащенность туффитовых яшм цирконием (до 0,03—0,1%) и цинком (до 0,06%), что также известно для туффитов и туфов Урала и, по-видимому, свидетельствует о поступлении данных микроэлементов в бассейн седиментации в сортированном виде на пирокластических частицах [53]. Обогащенность цирконием ощущима в безрадиоляриевых и малорадиоляриевых яшмах, что, вероятно, также связано с обогащением тонким пирокластическим материалом. Железистые яшмы среди остальных силицитов выделяются наиболее высоким содержанием экскальтивно-гидротермальных элементов: Fe (до 6,5%), Mn (до 3,75%), Cu (до 0,006%), Zn (до 0,03%), Pb (до 0,02%) Mo (до 0,004%), Ni (до 0,03%), V (до 0,06%), Ba (до 0,05%), P (до 0,2%), Bi (до 0,003%), Co (до 0,003%). Многие из отмеченных элементов (Cu, Zn, Pb, Ni, V, Ba, реже Mo, Bi) обогащают также яшмы радиоляриевые. Но как яшмы, так и кремни отличаются низким содержанием Ca_{opt} и фосфора. Из графика соотношения Ca_{opt} и фосфора (см. рис. 23) видно, что содержание Ca_{opt} не превышает 0,4%, а фосфора 0,2%. С увеличением количества Ca_{opt} содержание фосфора также возрастает, но очень постепенно. В среднем соотношение Ca_{opt} и фосфора составляет 3:1.

Исследованные силициты (ящмы и кремни) Севано-Акеринской олиолитовой зоны и ее обрамления по химическому составу сходны с яшмами и кремнями мезозойских отложений Средиземноморско-Гималайского пояса и Тихоокеанского кольца [174] и существенно отличаются от кремневых пород — фтанитов и опок — ананурского горизонта Большого Кавказа [26, 182].

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАДИОЛЯРИТОВ

Из табл. 3—5 видно, что собственно радиоляриты, по которым впоследствии развились яшмы и кремни, содержат 52—94% кремнезема, т.е. его количество близко содержанию кремнезема в третичных радиоляритах о-ва Калимантан и в современных радиоляриевых илах (табл. 7). Содержание глинозема в радиоляритах изменяется от 1 до 13%, что также не отличает их от радиоляритов о-ва Калимантан и от современных радиоляриевых илов. Сумма окислов железа составляет 0,5—3,5% у радиоляриевых кремней и 1,5—5% у радиоляриевых яшм. По содержанию железа исследованные радиоляриты сходны с радиоляритами о-ва Калимантан, а с типичными глубоко-водными радиоляриевыми илами сходны только радиоляриевые яшмы. Как и у кремнистых пелагических илов, у радиоляритов преобладают окисные формы железа. Содержание TiO_2 изменяется от 0,02% у бедных глиноземом разностей до 0,63% у высокоглиноzemистых. Такая же зависимость наблюдается и у современных радиоляриевых илов. Содержание MnO составляет 0,03—0,20%, в единичных случаях — до 0,73%. Содержание MgO изменяется от

Таблица 7

Химический состав радиоляритов %

Компонент	Радиоляриты		Радиоляриевые илы [191]	
	восточной части Малого Кавказа	о-ва Калимантан [187]		
SiO ₂	52—94	94,90	67,36	58,27
Al ₂ O ₃	1—13	2,31	11,33	15,10
TiO ₂	0,02—0,63	0,10	0,59	0,73
Fe ₂ O ₃	0,1—4,45	1,19	3,40	6,44
FeO	0,08—2,25	—	1,42	0,88
MnO	0,03—0,20 (0,73)	—	0,19	0,08
MgO	0—2,94	0,30	1,71	3,20
CaO	0,65—22,58	0,30	0,89	0,88
Na ₂ O	0,21—1,16	—	1,64	1,40
K ₂ O	0,12—3,75	0,5	2,15	3,25
P ₂ O ₅	0—0,14	Следы	0,10	0,22
C _{opt}	0,07—0,26	—	0,26	0,26

Таблица 8

Содержание малых элементов (в γ/г) в радиоляритах Малого Кавказа и в современных радиоляриевых илах

Элемент	Радиоляриты	Радиоляриевые илы [191]	Элемент	Радиоляриты	Радиоляриевые илы [191]
Sr	200—300 (ед. до 600)	120—390	Sn	0—10 (ед. до 400)	10—15
Ba	300—2000	300—2100	Zr	100—300 (ед. до 1000)	140—200
Cu	80—600 (ед. до 1000)	180—340	V	10—400 (ед. до 600)	180—450
Pb	40—200	120—220	Sc	10—100	Не опр.
Co	10—30	56—320	Cr	30—300	30—200
Ni	60—200	290—400	Mo	20—40	12—80
Ga	0—20	15—20	La	30—100	55—120
Zn	100—3000	Не опр.	Ce	50—300	0—144

Примечание. Ед. — единично.

0 до 2,94%, а сумма щелочей близка такой в современных радиоляриевых илах. Радиоляриевые кремни обычно обогащены карбонатом кальция, что часто связано с примесью раковин фораминифер и сближает их с радиоляриевыми илами. Радиоляриты характеризуются низким содержанием Р и C_{opt} и обогащены Sr, Ba, Cu, Pb, Sn, Zr, V, Cr, Mo, La, Ce, Ca в концентрациях, сходных с содержаниями в современных радиоляриевых илах (табл. 8). Несколько отличаются только содержания Co и Ni.

Таким образом, изученные радиоляриты восточной части Малого Кавказа по химическому составу существенно не отличаются от радиоляритов о-ва Калимантан и радиоляриевых илов.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ ЭЛЕМЕНТОВ И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГЕНЕЗИСА СИЛИЦИТОВ

До настоящего времени в литературе по кремневым породам дискутируется вопрос о происхождении источников кремнезема в силициатах. Одни исследователи [13, 79, 159, 160] основную роль в поступлении кремнезема отводят экзогенному источнику, другие [26, 27, 51—53, 131, 175, 184—186] отдают предпочтение эндогенному. Правильность решения данного вопроса в каждом конкретном случае имеет большое не только теоретическое, но и практическое значение, поскольку определяет характер поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, связанных с осадочными и вулканогенно-осадочными кремнистыми толщами [159]. В большинстве случаев заключения об источниках делаются не на основе изучения состава и облика самих силицитов, а по косвенным признакам, главным образом по ассоциациям кремневых пород с другими типами осадков.

Для решения этого вопроса попытаемся использовать некоторые геохимические данные. Известно, что в современных морских и океанических отложениях титан является терригенным компонентом [162]. Локальный вынос титана в виде экскалаций установлен в небольших количествах только в областях островного активного вулканализма [122, 77]. Если утверждать, что титан в древних осадках был преимущественно терригенного происхождения, то по характеру корреляционной связи тех или иных компонентов с титаном можно получить некоторые предварительные суждения о генезисе исследуемых компонентов. Так, для тихоокеанских отложений установлена геохимическая асимметрия в распределении Ti, Al, с одной стороны, и Fe, Mn, Ba, Pb — с другой, что объясняется различными источниками этих элементов [161]. Для всех изученных силицитов восточной части Малого Кавказа, за исключением туффитовых яшм, наблюдается прямая корреляция Ti с Al (см. рис. 23.). По-видимому, эти элементы во всех исследованных яшмах и кремнях, исключая туффитовые яшмы, отражают количество терригенного вещества.

Для определения происхождения железа в силициатах проанализируем соотношение Fe с Al и Ti. Из рис. 23 видно, что соотношение средних значений этих элементов отлично от таких соотношений в глинах [53]. Тем не менее для большинства силицитов Севано-Акеринской зоны и ее обрамления наблюдается соотношение Fe с Al, близкое таковому в глинах. В железистых, туффитовых и безрадиоляриевых яшмах корреляционная связь Fe с Al обратно пропорциональная.

График (см. рис. 23) показывает, что для всех кремней и яшм, за исключением железистых, наблюдается прямая корреляция Fe с Ti, сходная с корреляцией этих элементов в глинах [53], но более близкая соотношению Fe и Ti в верхнем слое осадков Санторинской вулканической зоны в закальдерной области [29]. В железистых и безрадиоляриевых яшмах корреляционная связь Fe с Ti отсутствует, их соот-

ношение незакономерное, отличное от соотношения средних значений этих элементов в глинах. В то же время это соотношение сходно с соотношением Fe и Ti в уральских яшмах, установленным И.В. Хворовой [174, 179], и очень близко соотношению Fe и Ti в верхнем слое современных осадков в кальдере вулкана Санторин в Эгейском море, установленному Г.Ю. Бутузовой [29]. На примере Санторинской вулканической зоны она показала, что в настоящее время железо выносится поствулканическими гидротермами и обогащает осадки кальдерного бассейна. Г.Ю. Бутузова также установила, что титан в составе гидротерм не выносится и, таким образом, отражает количество терригенного вещества. Вынос растворенного железа гидротермами в областях активного вулканизма отмечен и К.К. Зеленовым [72, 73], З.В. Пушкиной [141] и др. Очевидно, в силицатах Севано-Акеринской зоны и ее обрамления основная масса железа имела экзогенный характер, а в железистых и безрадиоляриевых яшмах, возможно частично и в остальных, значительная часть железа является вулканогенной.

В целом для силицитов восточной части Малого Кавказа устанавливается линейная корреляция Mn с Fe. Из графика соотношения Mn и Fe, построенного в логарифмическом масштабе (см. рис. 23), видно, что наиболее бедны Mn и Fe спонгиевые кремни; радиоляриево-спонгиевые, спонгиево-радиоляриевые кремни и туффитовые яшмы имеют средние содержания этих компонентов. Радиоляриевые кремни, а также радиоляриевые, малорадиоляриевые и безрадиоляриевые яшмы обогащены Mn и Fe, а железистые яшмы наиболее богаты этими элементами и замыкают ряд. Корреляционная связь Mn с Al отсутствует (см. табл. 3—6), что, по-видимому, указывает на одинаковое происхождение Mn и Fe.

В железистых яшмах с Fe хорошо коррелируют Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Mo, V, Ba, P; с Al и Ti, отражающими количество терригенного материала, у данных элементов корреляционной связи нет. По-видимому, большая их часть также имеет вулканогенное происхождение. Такое предположение находит подтверждение в работах по современным вулканическим зонам. Так, Л.А. Башарина [18, 19] отметила присутствие в газах и конденсатах Ключевского и Безымянного вулканов Fe, Pb, Cu, Zn, Co, Ni, V, SiO₂. Местами Л.А. Бashiриной [19] установлено содержание SiO₂ до 300 мг/л. Э.В. Пушкина [141] отметила повышение содержания Fe, Mn, Si, P, B, Al в придонной морской воде вулкана Санторин в несколько раз. Г.Ю. Бутузова [29] установила вынос поствулканическими термами Fe, Mn, SiO₂, частично Pb и Zn, обогащение илов близ высасывающихся гидротерм фосфором. Наряду с вулканогенным выносом Fe, Mn и других эксклюзивных элементов отмечается вынос SiO₂. Обогащение природных слоев воды кремнеземом при вулканических извержениях в десятки раз отмечалось П.М. Лавровым [106], К.К. Зеленовым [74—76]. На дне источников и ручьев, питающихся за счет горячих ключей, Л.М. Лебедевым [107] обнаружены обильные осадки опалового и опалово-халцедонового состава. С.И. Набоко [123] в современных областях активного вулканизма установила кремнистые осадки — гейзериты из

опала и кристобалита, осаждающиеся из перегретых хлорит-натриевых вод, и гели кремнезема, образующиеся из кислых—ультракислых хлоридных и хлоридно-сульфатных горячих вод. Как отмечает С.И. Набоко [123], гели кремнезема заражены гидратами железа, алюминия и другими металлами за счет соосаждения и сорбции, обогащены титаном. В.С. Балицким и Е.Н. Зубковой [16] показано, что кремнезем является одним из важнейших компонентов гидротермальных растворов. Подводные термальные источники вне вулканических аппаратов пока не известны. Возможно, с ними связаны термальные воды с наиболее высоким содержанием SiO_2 , Fe, Mn, Cu, Zn и других экскальпивных элементов, открытых на глубинах до 2000 м во впадинах Красного моря [203], рудные осадки, обогащенные окислами и гидроокислами Fe, Mn, Ni, Co, Au восточной части Тихого океана [193, 197], и подводные горячие растворы активных подводных хребтов [25].

В свете данных по современным геохимическим процессам активных тектонических областей можно предположить, что часть кремнезема железистых и безрадиоляриевых яшм, имеющих колломорфные структуры, является гидротермальной.

Некоторое представление об источниках Fe, Mn и генетически связанного с ними SiO_2 может дать железисто-марганцевый модуль — индикатор экскальпивного вулканизма [161, 162]. Н.М. Страховым [161, 162] установлено, что железисто-марганцевый модуль в современных осадках варьирует от 8 до 1000, причем пониженные значения приурочены к водоемам, изолированным от вулканической деятельности (моря Черное, Каспийское, Аральское, оз. Балхаш — железисто-марганцевый модуль 10—12), бассейнам с вулканализмом эксплозивного типа андезитового состава (моря Японское, Охотское, Берингово — от 10—13 до 17), областям спокойного излияния океанических базальтов с очень малой пирокластикой (ложе Атлантического, Индийского, Тихого океана — 10—20). Повышенные значения железисто-марганцевого модуля приурочены к срединно-оceanическим хребтам (Атлантический океан — 20—50, 50—100; юго-восточная часть Тихого океана: периферия — 20—50, центральная часть от 50—300 до 1000—1300), активным тектоническим зонам (рифтовая впадина Красного моря — больше 1000). В участках с повышенным железисто-марганцевым модулем генезис железа и марганца, а также генетически с ним связанного кремнезема, экскальационно-гидротермальный [161, 162], что подтверждается исследованиями в этих участках [25, 193, 197, 203].

В кремнях и яшмах Севано-Акеринской оphiолитовой зоны и ее обрамления железисто-марганцевый модуль изменяется от 2,5 до 180, в единичном случае до 1000 (см. табл. 5). Железисто-марганцевый модуль основной массы кремней и яшм составляет 10—25, в то же время часть кремней и яшм имеет его повышенные значения — до 50—100, реже до 200. Все железистые яшмы отличаются повышенным модулем (37—70), а модуль наиболее богатой железом и марганцем разности из северного побережья оз. Севан достигает больше 1000.

Таким образом, изложенные данные подтверждают эндогенный источник значительной части Fe, Mn, SiO_2 и других экскальпивных элементов в железистых яшмах. Возможно, повышенные

значения модуля в остальных силицитах также обусловлены экскавативно-гидротермальной деятельностью. Наличие экскавативной деятельности во время формирования спилит-диабазовой формации с радиоляритами и яшмами Севано-Карабахской зоны Малого Кавказа подтверждается дальнейшими исследованиями В.И. Алиева [4], который выявил перспективность зоны для нахождения крупных колчеданных месторождений осадочно-экскавативного типа.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ КРЕМНЕВЫХ ПОРОД

Выделение литологических типов — исходный пункт и основа литогенетических исследований [166]. Литологический тип в отличие от петрографического является более естественной и конкретной, а не формальной единицей, поскольку выделяется по комплексу устойчивых признаков. По определению В.Т. Фролова [164, 166], литологический тип — это естественный тип пород, характеризующихся устойчивыми (типичными) сочетаниями литологических признаков — состава, структуры, текстуры, органических остатков, характера границ, выдержанности на площади и т.д., или группа пород, характеризующихся одним и тем же комплексом литологических признаков. Литологические типы выделяются не только для более конкретного описания пород, но и для установления генетических типов отложений, к которым они должны быть отнесены.

Изученные силициты восточной части Малого Кавказа, как было показано выше, минералогически однообразны, поэтому дальнейшее подразделение их на литологические типы основывалось преимущественно на структурных особенностях и примесях.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ ЯШМ

Яшмы, в отличие от большинства кремней, как уже отмечалось, пестро окрашены окислами железа, марганцем в красные, сургучно-красные, реже зеленые и черные цвета, со стеклянным блеском или матовые, слоистые и массивные, как биоморфные, так и абиоморфные. Породообразующими органическими остатками в яшмах в отличие от кремней являются только скелеты радиолярий. По минеральному составу яшмы преимущественно халцедон-кварцевые, обогащены окислами железа и марганца, глиноземом, хлоритом и эпидот-циозитом, развивающимися нередко по тонкому витрокластическому материалу, экскавативными элементами. В яшмах обычно преобладают окисные формы железа. В отличие от кремней яшмы находятся в тесной парагенетической связи с основными вулканитами и распространены главным образом в пределах офиолитовой зоны (рис. 24, 25).

Яшмы составляют 60% всех изученных кремневых пород восточной части Малого Кавказа. По структуре они подразделяются на биоморфные, или радиоляритовые, и абиоморфные. Биоморфные представлены одним литологическим типом — радиоляритами. Абиоморфные, в свою очередь, по структуре и частично примесям делятся на четыре

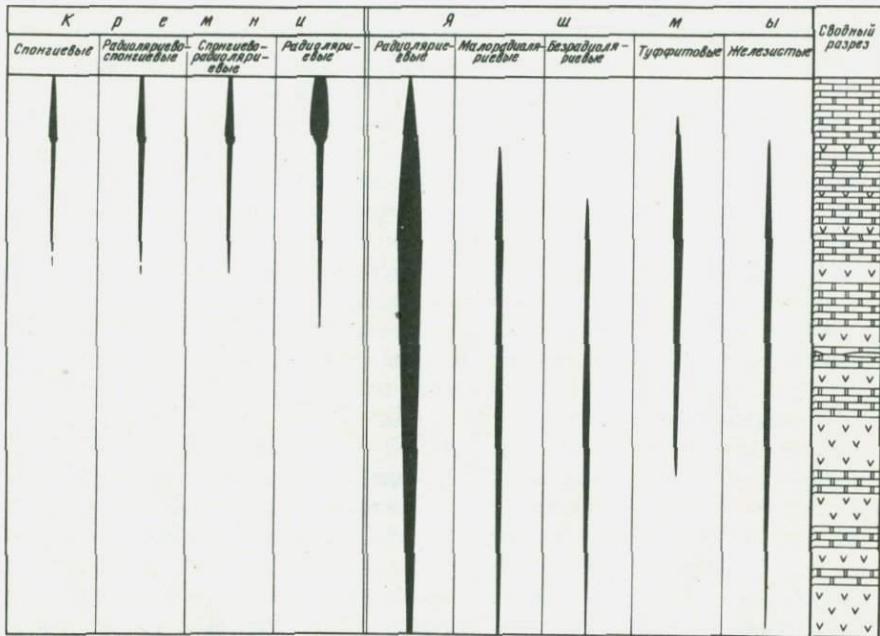


Рис. 24. Распространение литологических типов кремневых пород в разрезе Севано-Акеринской оphiолитовой зоны (J-K₁)

Условные обозначения см. на рис. 3

литологических типа — малорадиоляриевые, туффитовые, железистые и безрадиоляриевые.

Радиоляриты, или радиоляриевые яшмы, — сцепментированные кремнистые органогенные породы, содержащие большое (не менее 50%) количество скелетов радиолярий [15]. Радиоляриевые яшмы более чем на 50% состоят из скелетов радиолярий и, следовательно, представляют собой первично радиоляриты, по которым развивались халцедон-кварцевые яшмы. Радиолярии крупные (средний размер 0,5—0,75, иногда 1,5 мм), преимущественно хорошей сохранности, многочисленные (на 1 см² шлифа насчитывается до 2500—6000 экз.), разнообразно представлены всеми морфологическими группами (рис. 26). Характерны сургучно-красные цвета, иногда встречаются разности, пятнисто окрашенные в красные и зеленые цвета. Радиоляриевые яшмы обычно сливные, со стеклянным блеском, тонкослоистые. По сравнению с радиоляриевыми кремнями они обогащены глином, окислами железа, марганцем, титаном, щелочами, малыми элементами, но бедны карбонатом кальция. Наиболее типичные радиоляриевые яшмы развиты в Севано-Акеринской офиолитовой зоне, где их суммарная мощность достигает 200 м. Эти яшмы образуют слои и линзы мощностью 0,05—0,3 м, находятся в парагенезе с основными вулканическими и их производными — кремнистыми аргиллитами, реже микротектическими известняками, залегают обычно в кровле ритмов и составляют более 50% всех изученных кремневых пород.

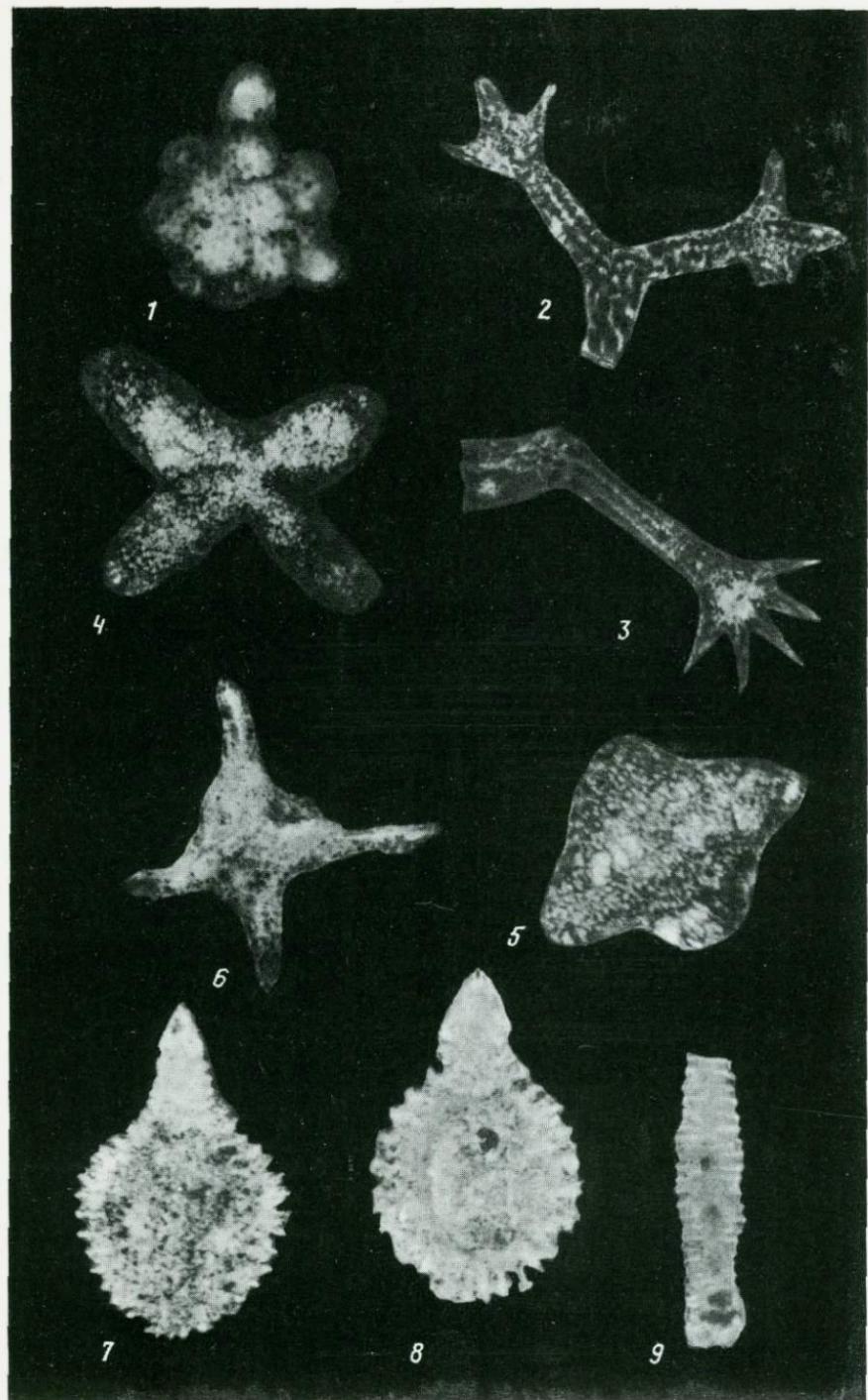


Таблица II

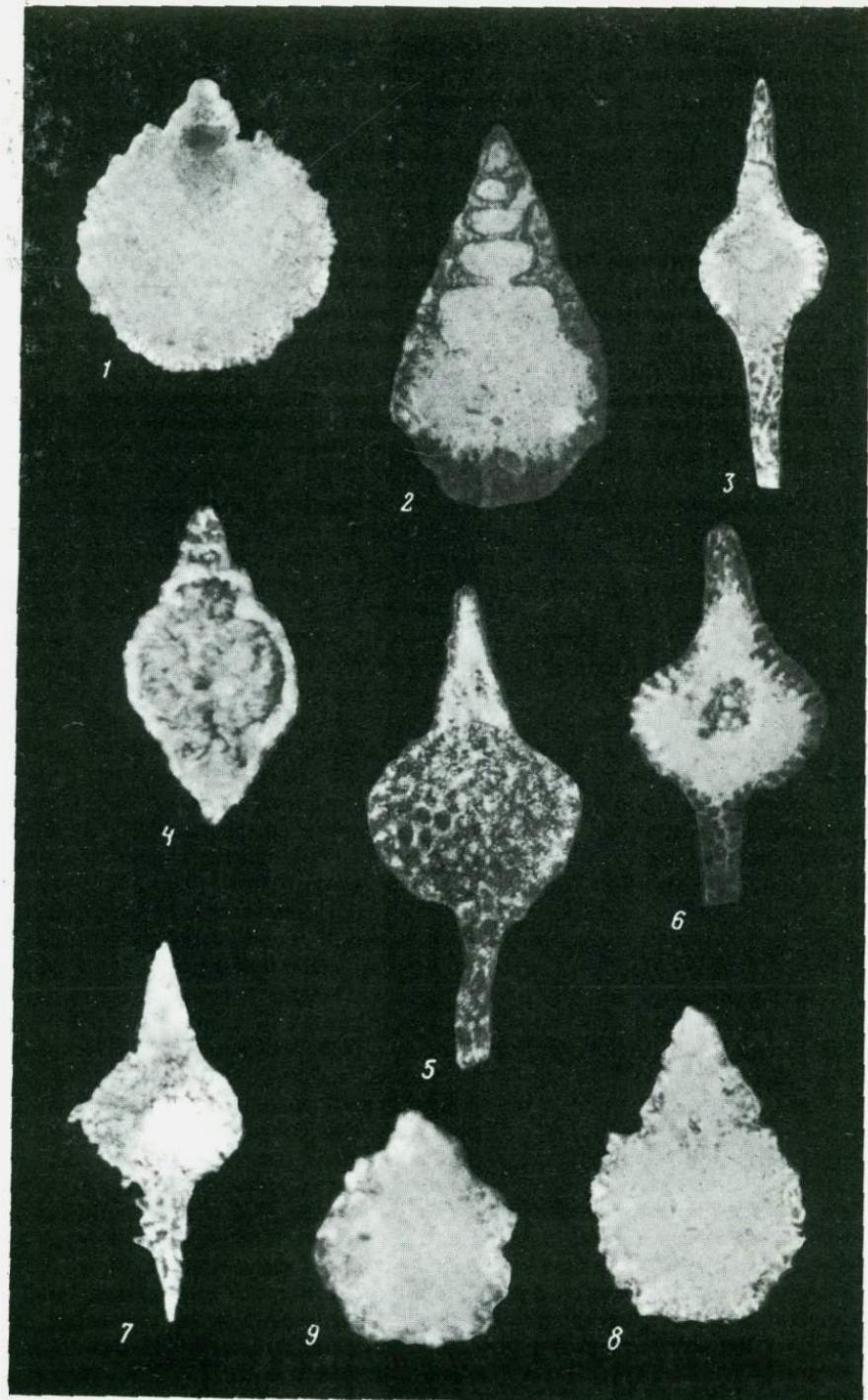
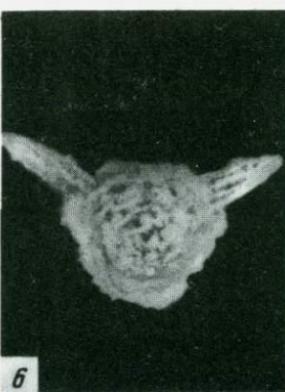
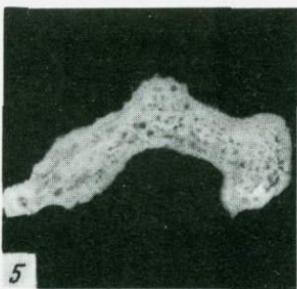
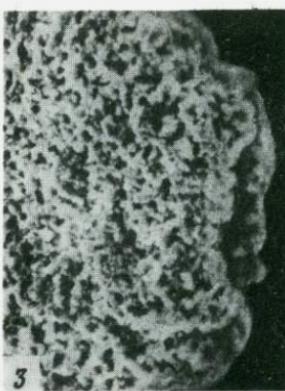
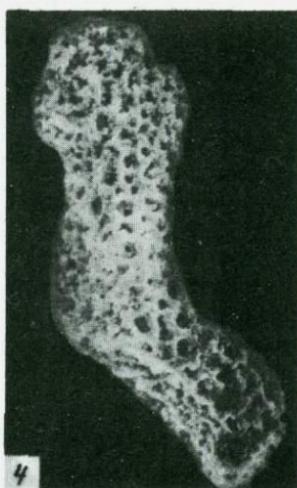
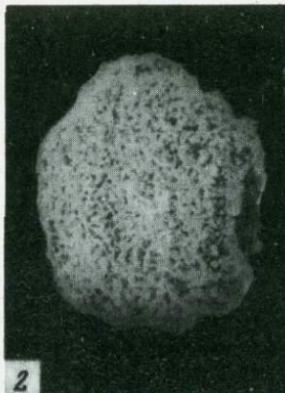
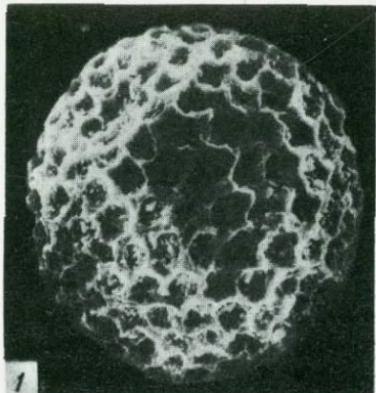


Таблица III



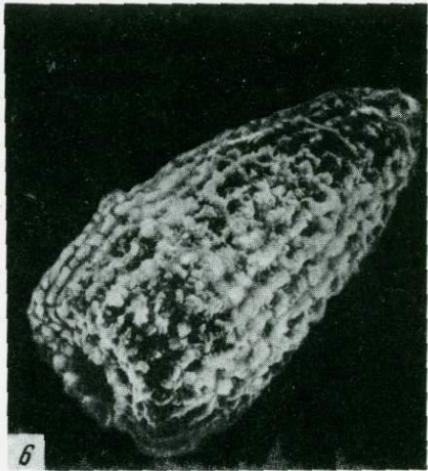
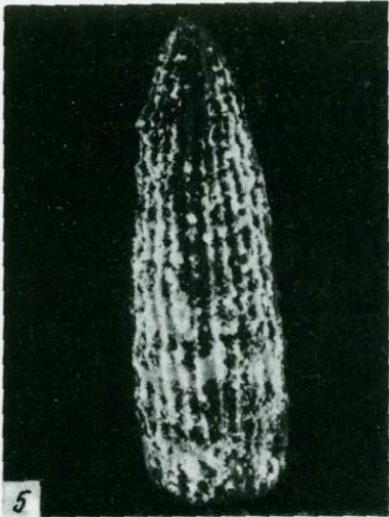
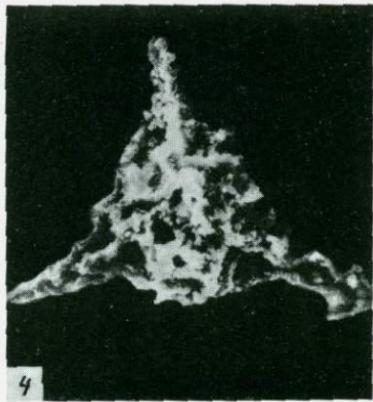
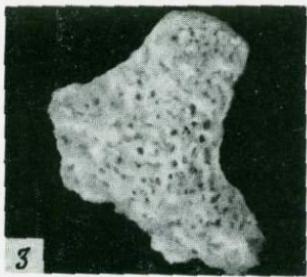
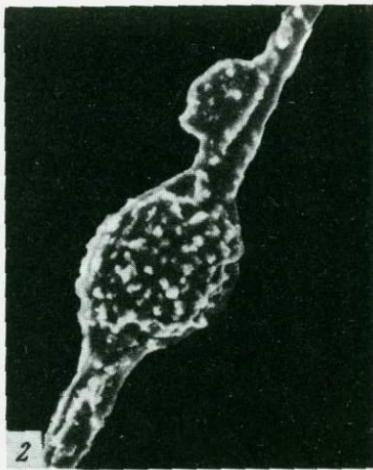
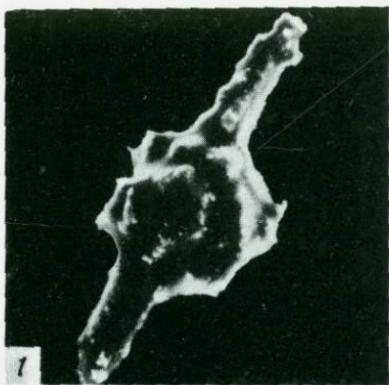


Таблица V

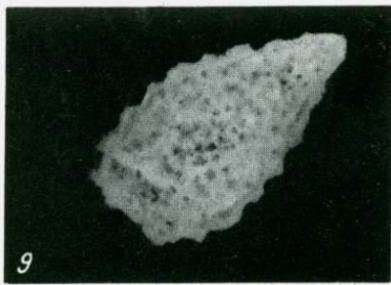
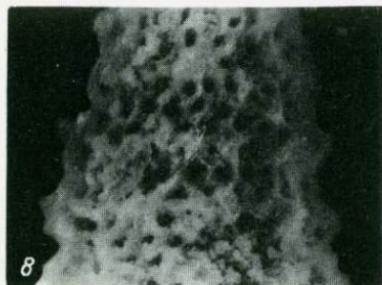
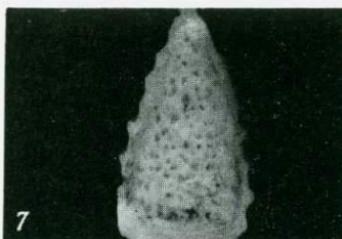
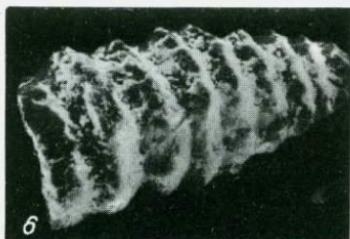
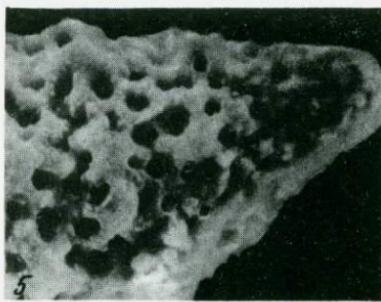
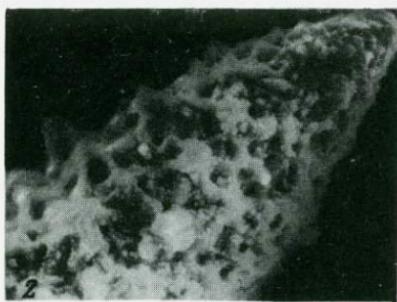
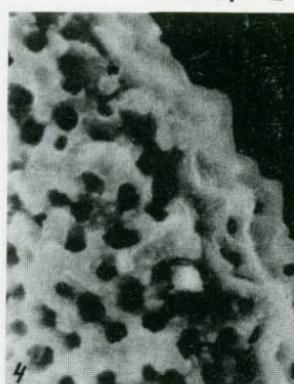
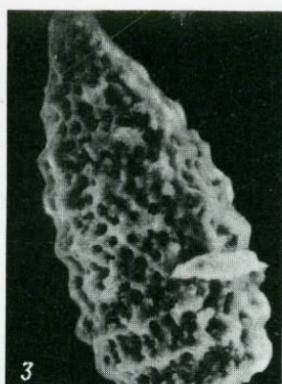
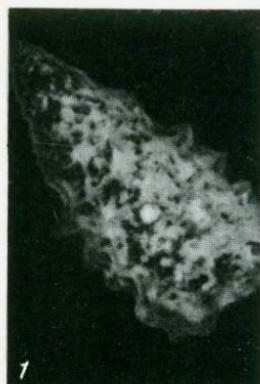


Таблица VI

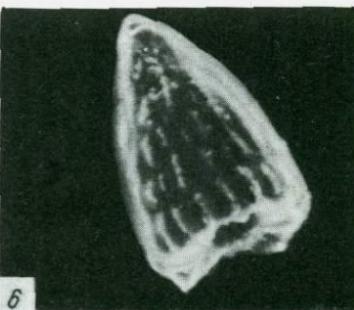
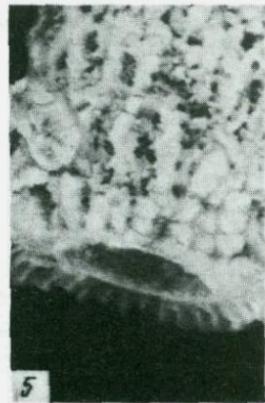
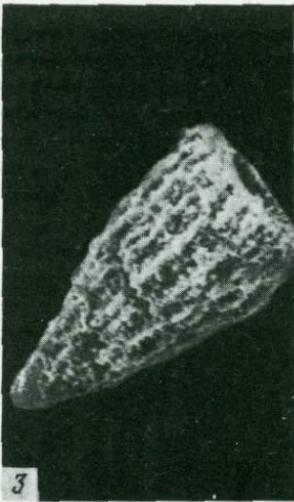
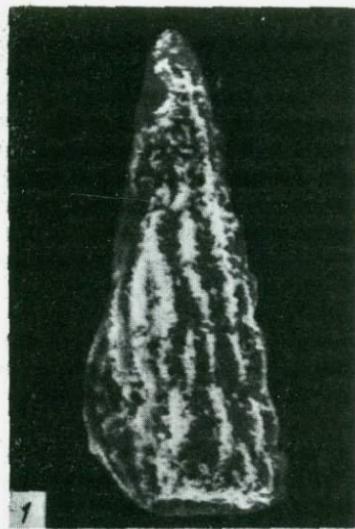


Таблица VII

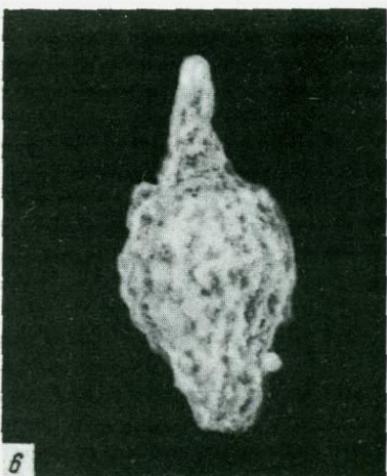
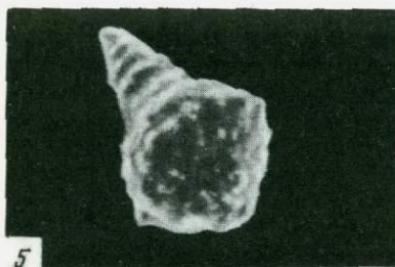
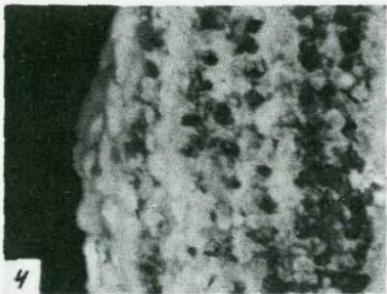
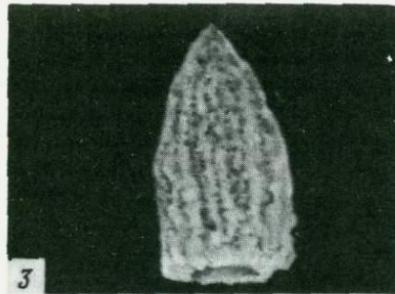
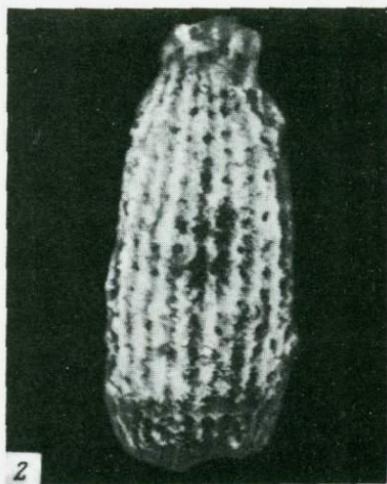
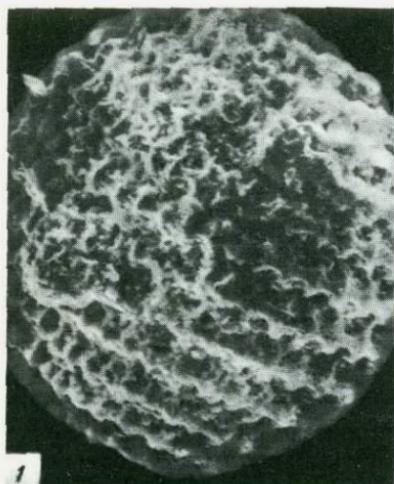


Таблица VIII

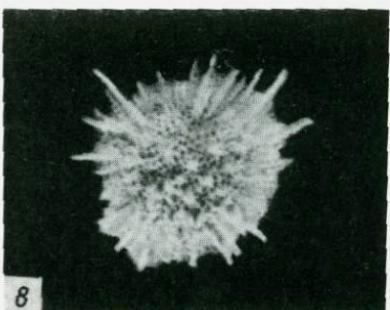
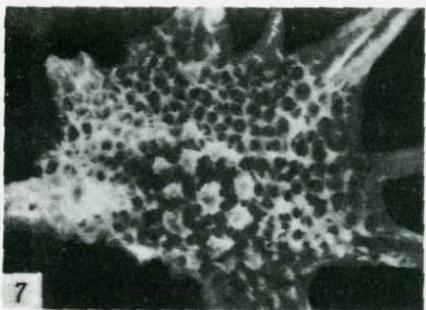
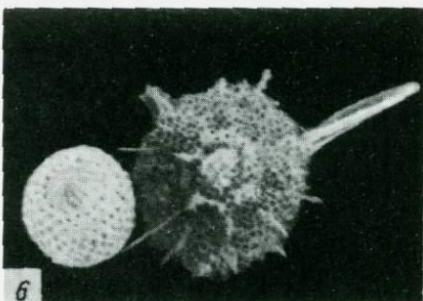
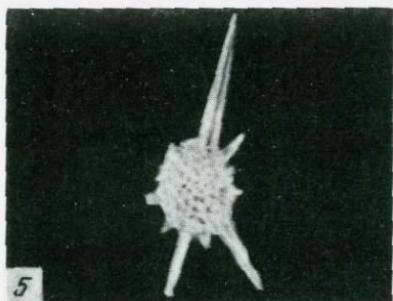
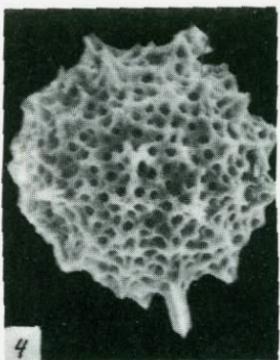
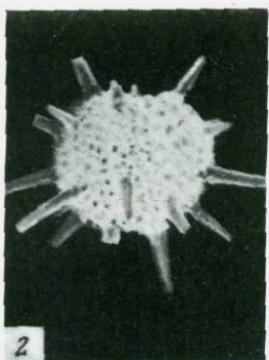
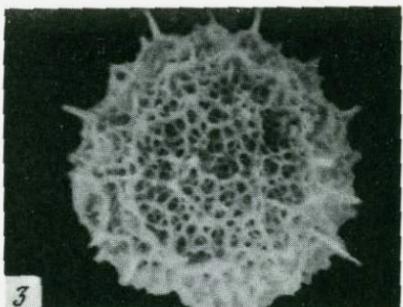
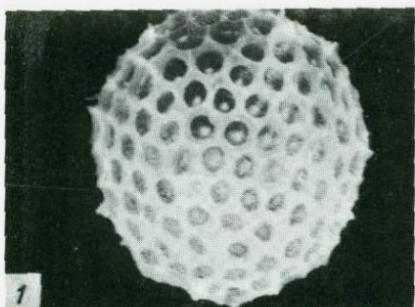


Таблица IX

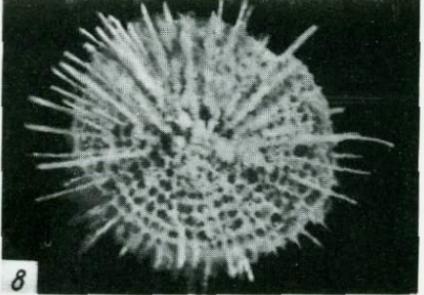
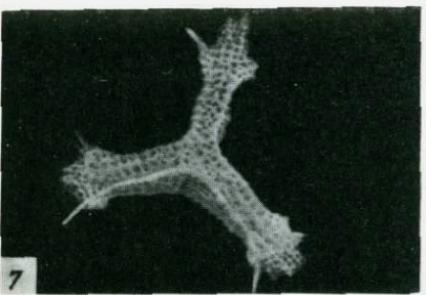
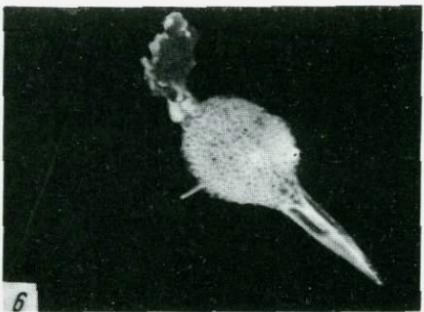
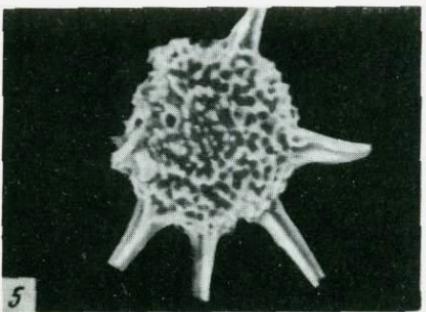
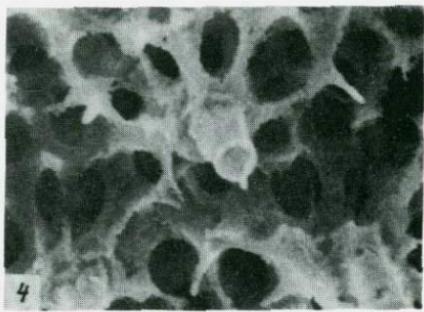
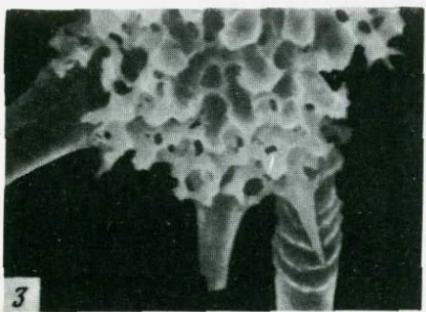
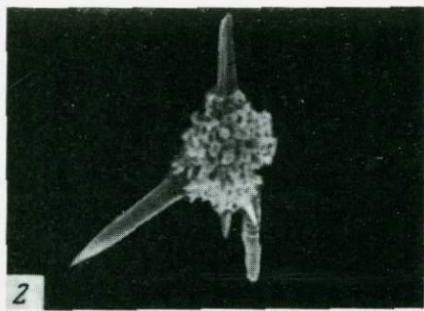
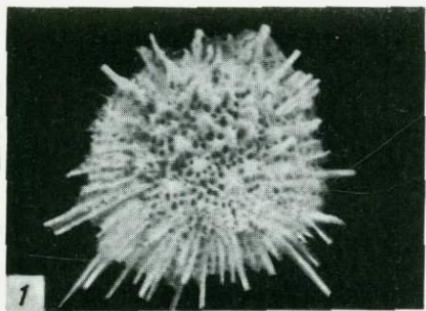


Таблица X

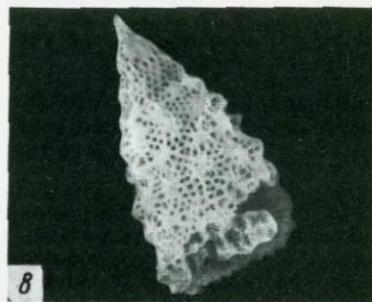
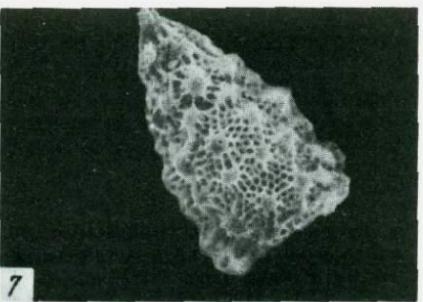
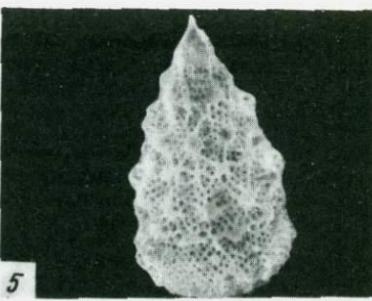
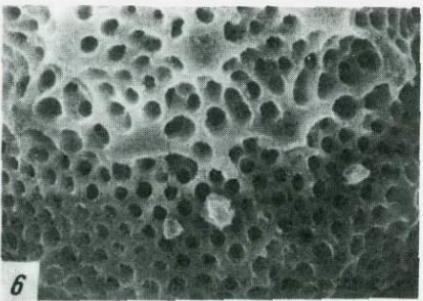
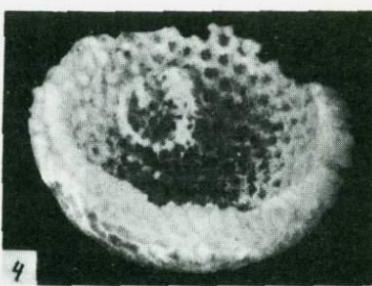
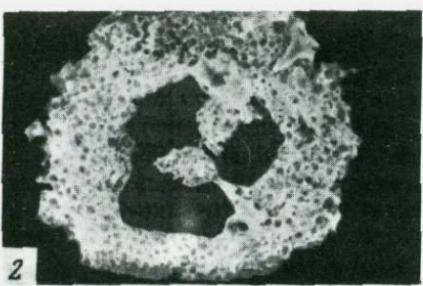
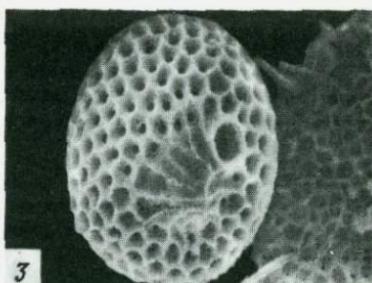
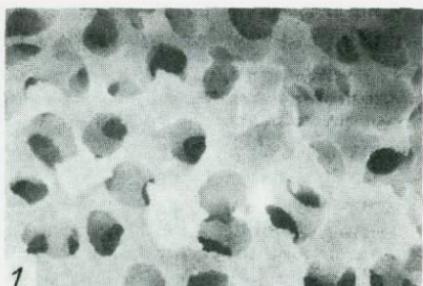


Таблица XI

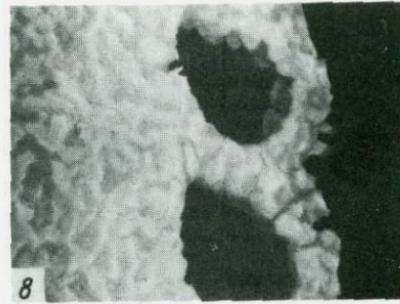
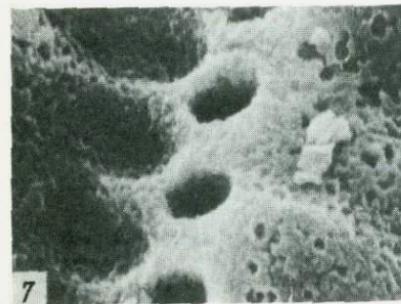
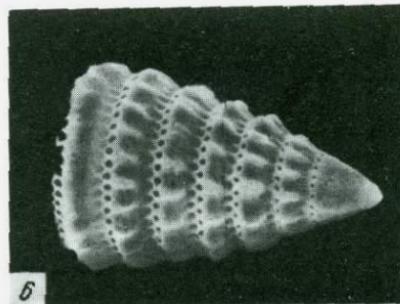
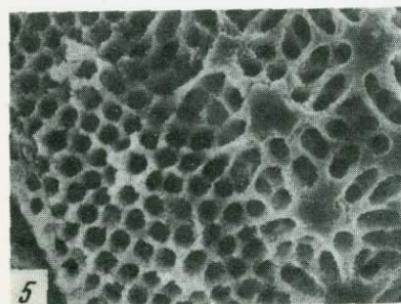
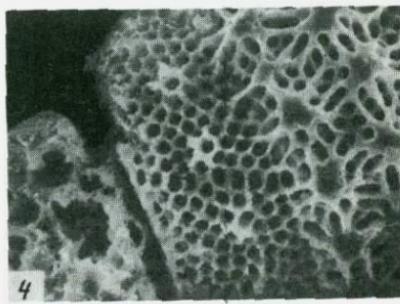
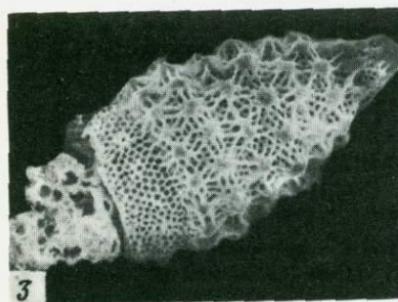
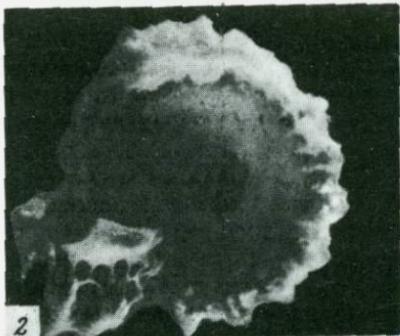
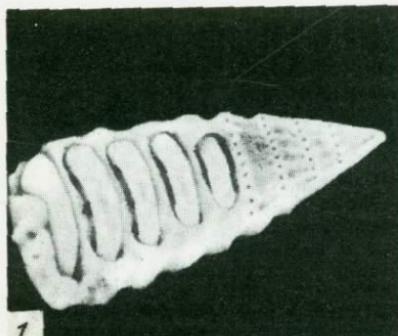


Таблица XII

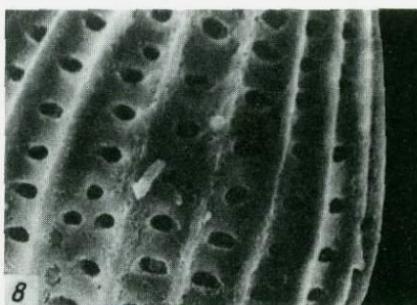
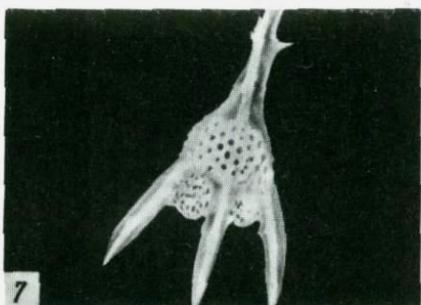
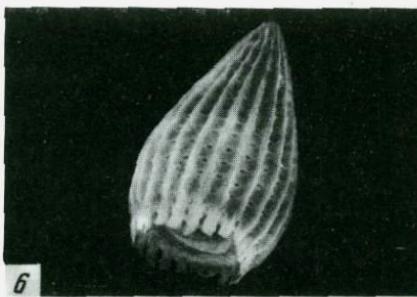
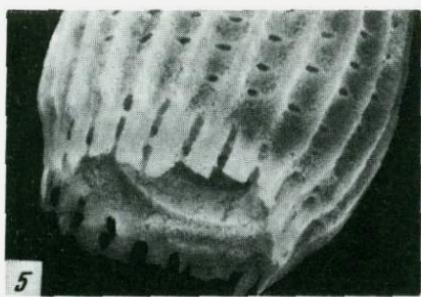
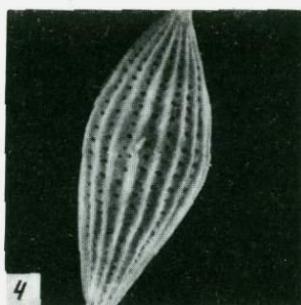
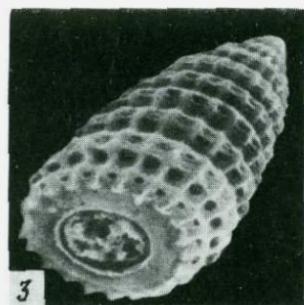
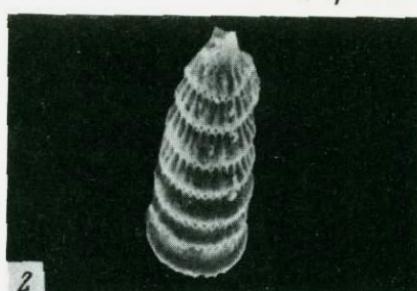
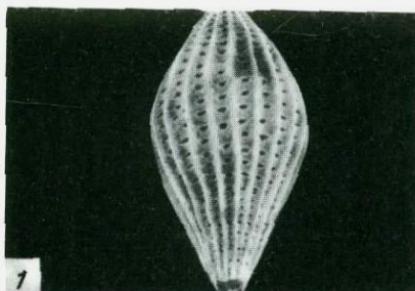
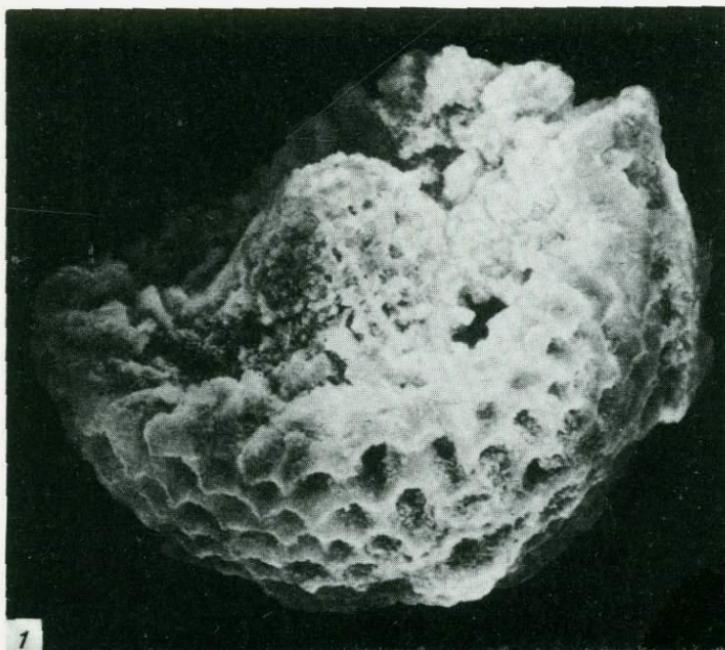
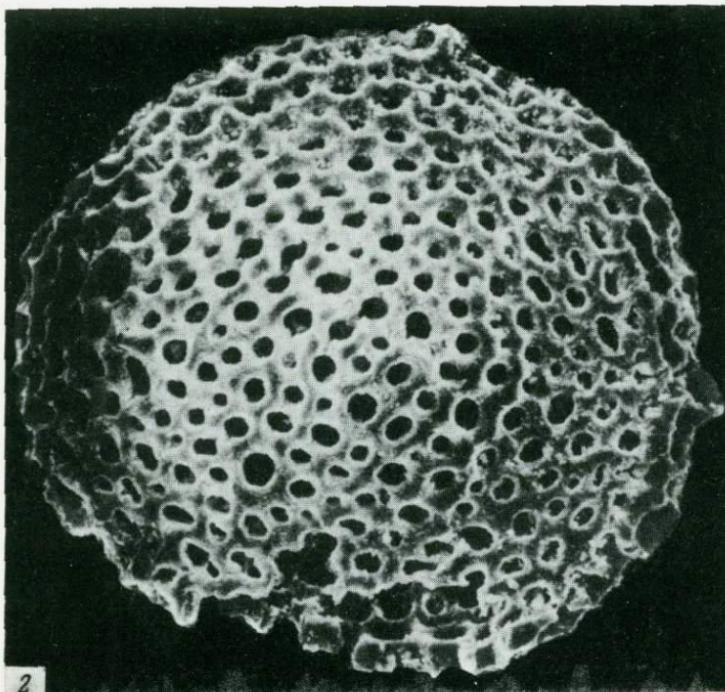


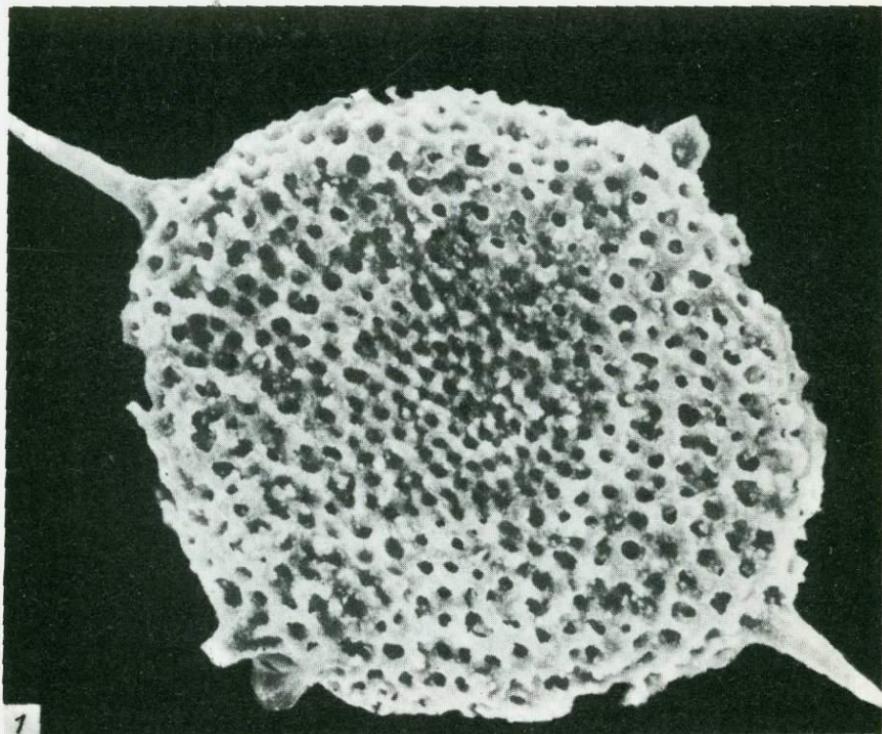
Таблица XIII



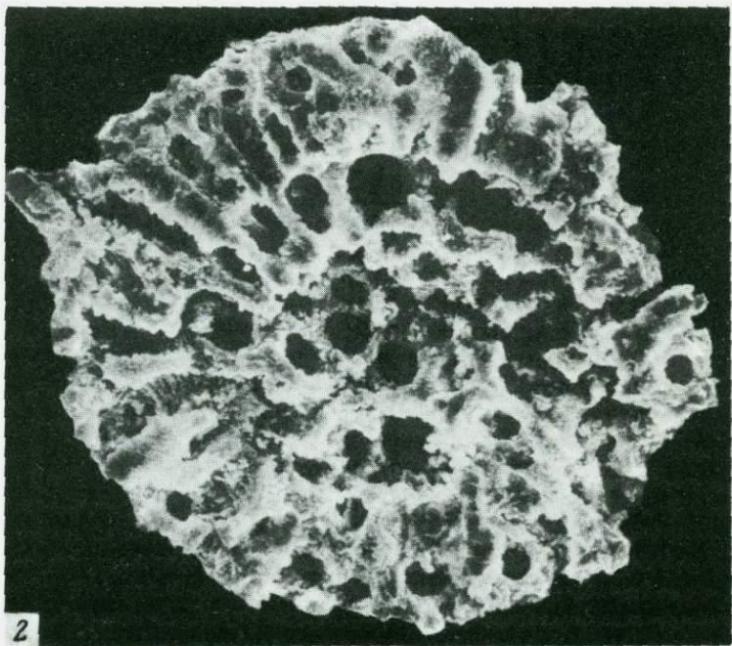
1



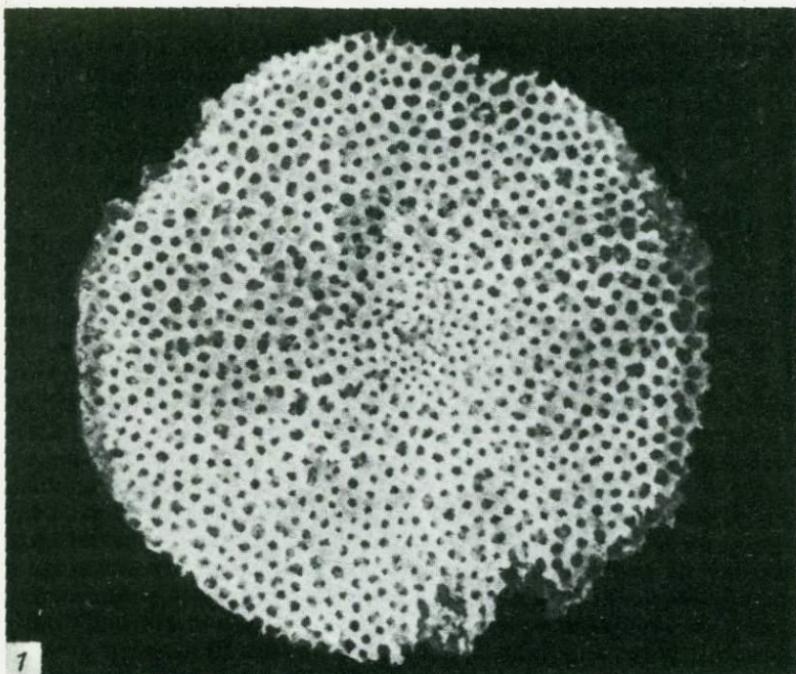
2



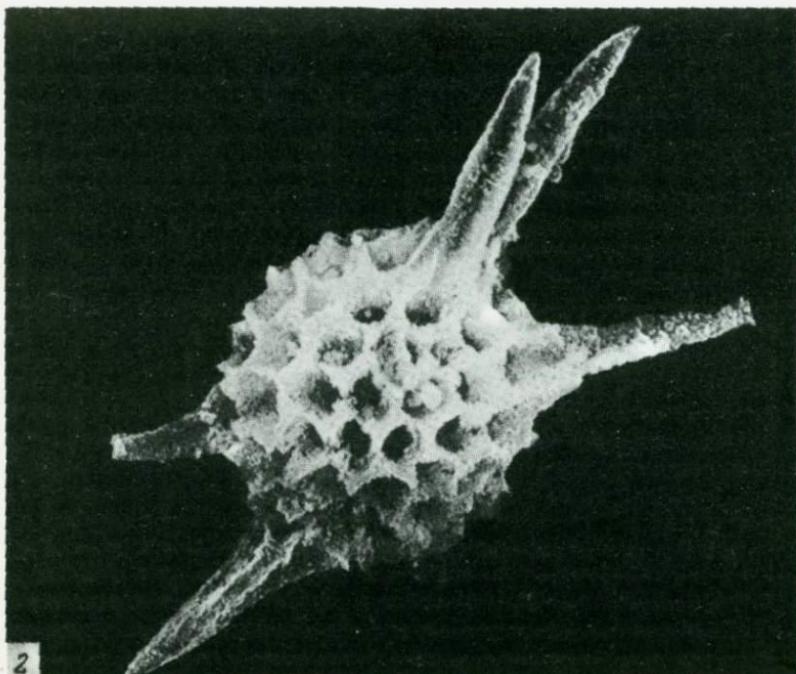
1



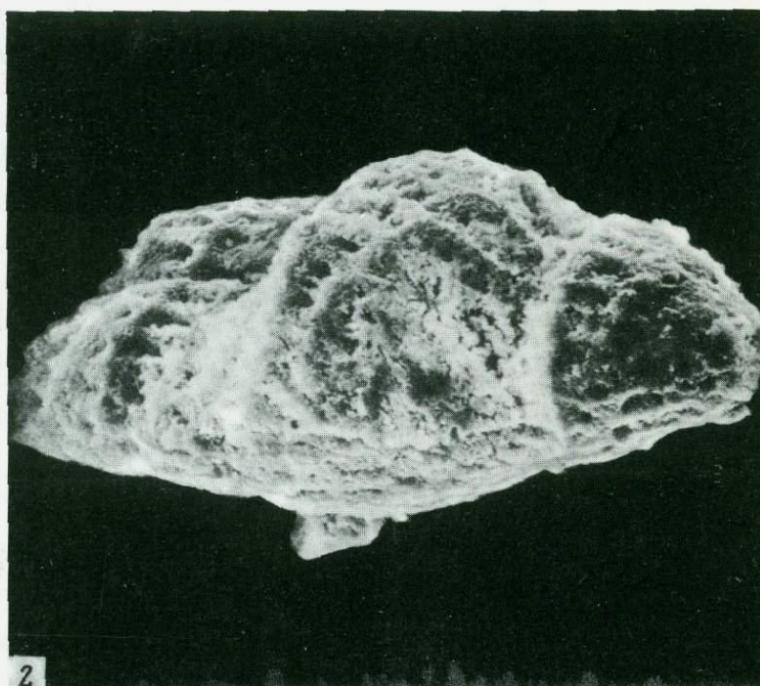
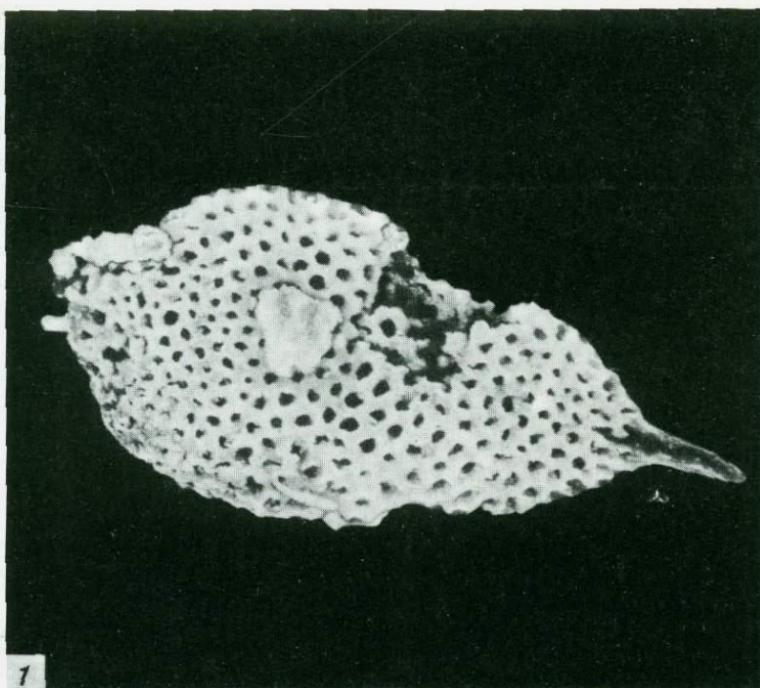
2



1



2



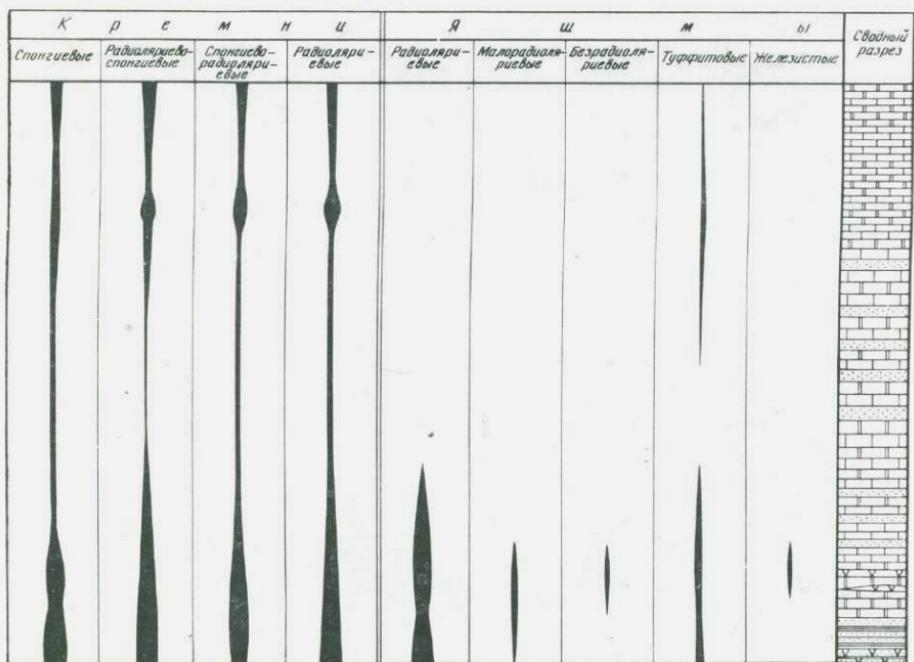


Рис. 25. Распространение литологических типов кремневых пород в разрезе обрамления оphiолитовой зоны (J_3 — K_1)

Условные обозначения см. на рис. 3

Малорадиоляриевые яшмы — мелкозернистые с реликтами органической радиоляриевой структуры. Радиолярии составляют менее 50%, обычно их количество не превышает 100—1000 экз. на 1 см² шлифа (рис. 27). Радиолярии мелкие: средний размер около 0,25 мм. Сохранность радиолярий различная: наряду с хорошо сохранившимися формами часто встречаются в разной мере растворенные, вплоть до полного рассасывания в основной микрозернистой массе. Как и радиоляриевые яшмы, малорадиоляриевые обычно сургучно-красные, но преимущественно матовые. Залегают в виде линз и прослоев, мощностью от первых сантиметров до 0,5 м, обычно на основных вулканитах и их производных, безрадиоляриевых яшмах. Малорадиоляриевые яшмы часто вверх постепенно переходят в радиоляриевые и, таким образом, являются промежуточными между радиоляриевыми и безрадиоляриевыми (рис. 28). Несмотря на промежуточный характер типа, их выделение важно для реконструкции цельной картины кремненакопления. Распространены как в центральной части Севано-Акеринской зоны, так и по периферии. Эти яшмы редки, составляют менее 5% всех изученных кремневых пород.

Туфлитовые яшмы содержат примесь пирокластического материала (10—50%), обнаруживают реликтовые органогенные радиоляриевые структуры (рис. 29). Пирокластический материал представлен витро- и кристаллолакстами. Викрокласты размером до 0,01 мм рогу-

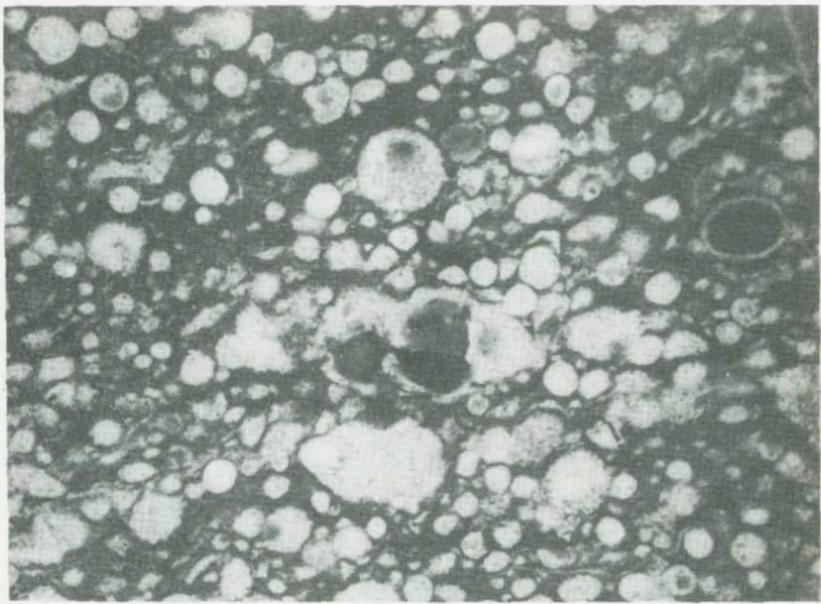


Рис. 26. Яшма радиоляриевая с крупными радиоляриями. Шлиф 093-1а, $\times 50$, николи ||; сел. Башлыбель

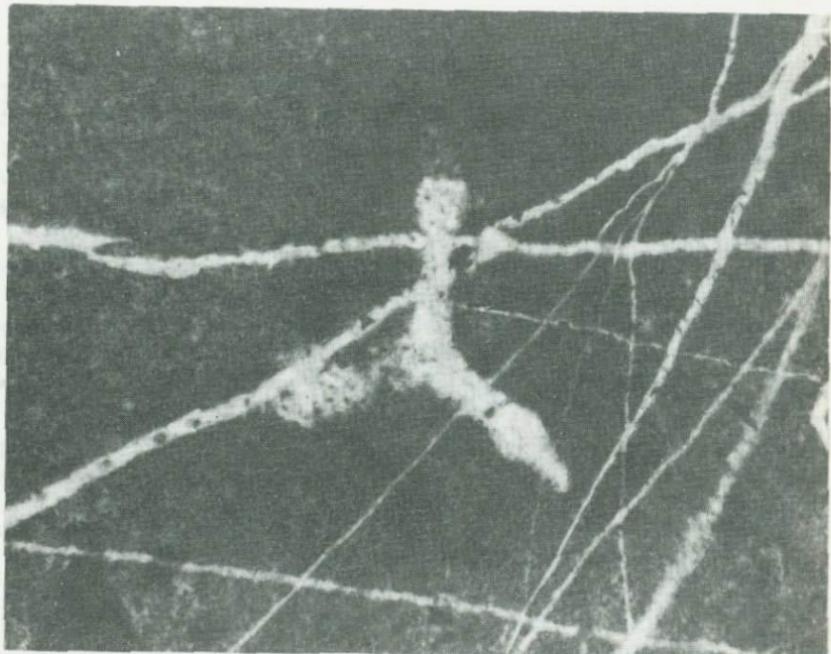


Рис. 27. Яшма малорадиоляриевая. Шлиф 022-16, $\times 150$; сел. Камышлы

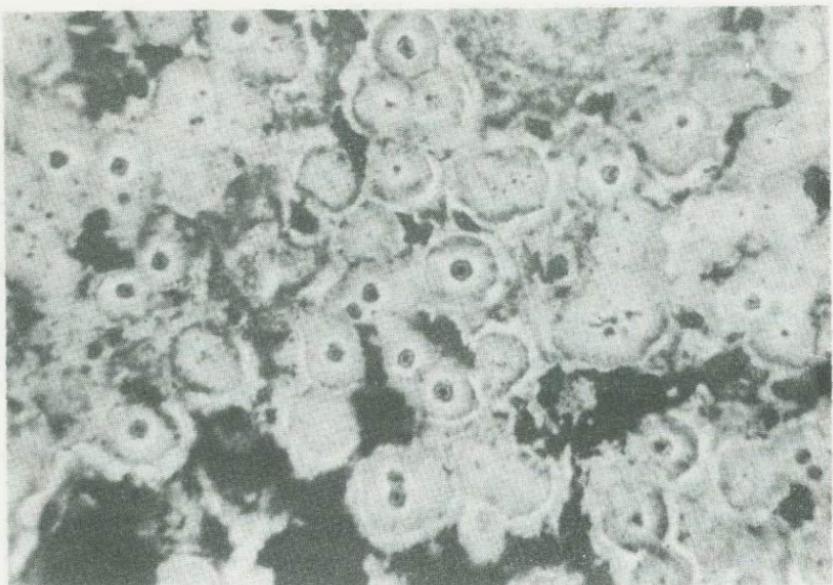


Рис. 28. Яшма без радиоляриевая с колломорфной глобулярной структурой. Шлиф 072-8, $\times 300$, николи ||; гора Малая Колобойны.

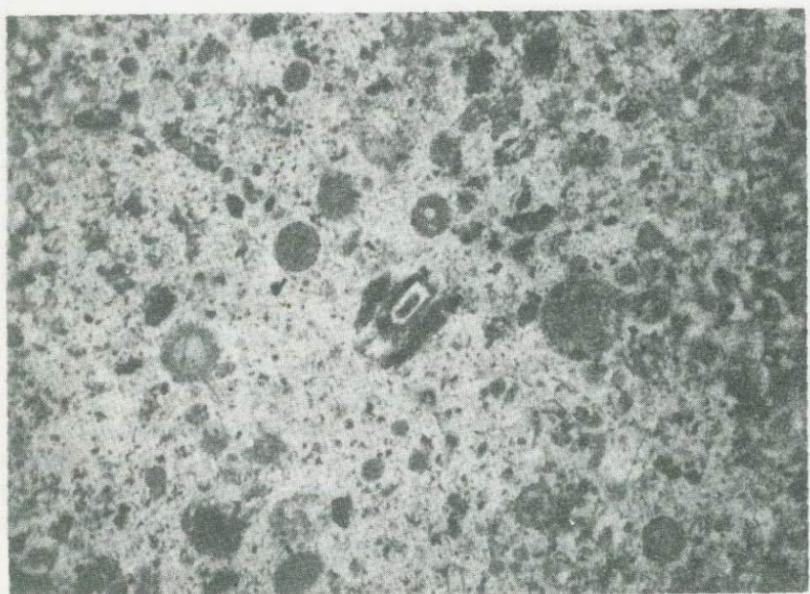


Рис. 29. Яшма туффитовая. Шлиф 144-5, $\times 50$; сел. Позлу.

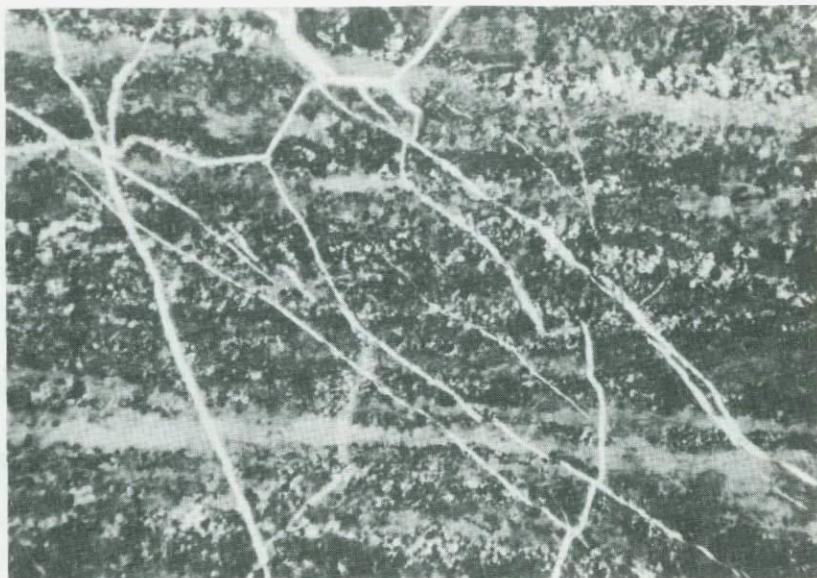


Рис. 30. Яшма железистая. Шлиф 025-9, $\times 50$, николи || сел. Гюнейпей

льчатые, остроугольные, сильно хлоритизированные. Встречаются полу-сферические частицы витрических пеплов. Средний размер кристалло-кластов 0,01—0,2 мм. Радиолярии средним размером 0,1—0,3 мм составляет до 500—1500 экз. на 1 см² шлифа, часто несут следы механических повреждений. Встречается примесь спикульного детрита. Туфогенная примесь обуславливает различные оттенки красного и зеленого цвета, микрослоистость; обычно матовые. Образуют прослои мощностью 0,03—0,2 м, ассоциируются с вулканогенными и вулканогенно-терригенными породами в основном по периферии Севано-Акединской офиолитовой зоны и в сопредельном с ней обрамлении. Эти яшмы также редки — составляют до 3% всех изученных силицитов. Они сходны с туффитовыми яшмами, описанными А.И. Жамойдой [68] из верхнеюрско-нижнемеловых отложений Сахалина.

Железистые яшмы выделяются обогащенностью окислами железа (более чем на 5%) (рис. 30); их окраска ярко- и сургучно-красная, темно-синяя до черной; доминирует глубокая темно-сургучная окраска. Ярко-красные цвета обусловлены высоким содержанием окисных форм железа, а темно-синие до черных — марганца. По текстуре они массивные или тонкослоистые. Слоистость обычно обусловлена ритмичным обогащением окислами железа. Имеются колломорфные структуры с реликтами органогенной радиоляриевой. Железистые яшмы богаты экскавативными элементами и характеризуются повышенным железисто-марганцевым модулем. Они образуют прослои мощностью 0,05—0,3 м или конкреционные обособления в яшмах, залегающих непосредственно на средних—основных эфузивах, или оторочки (мощностью 0,05—0,1 м, иногда до 0,5—1 м) на поверхности подушечных

базальтов. Последние обычно имеют зонально-слоистое строение, выраженное ритмичным распределением железа параллельно сферическим поверхностям подушек. Эти яшмы иногда приурочены к разрывам и сосредоточены главным образом в офиолитовой зоне. Они составляют менее 1% всех силицитов.

Вероятно, к этому типу относятся железисто-кремнистые и марганцовистые разности яшмовых радиоляритов, описанных М.А. Сатианом и Ж.О. Степанян [149].

Безрадиоляриевые яшмы — абиоморфные, обычно ярко-красные, матовые, массивные или тонкослоистые, обладают колломорфными микроструктурами (см. рис. 28). По текстуре делятся на два подтипа, возможно представляющих собой самостоятельные типы.

Первые — массивные, фельзитоподобные, сложены микроколломорфными сферолитами кварц-халцедона, в центральных частях которых сосредоточены гидроокислы железа. Обычно залегают в кровле эфузивов в виде неправильных лепешкообразных тел мощностью 0,5—1 м, протяженностью 2—3 м или имеют жилообразную форму при мощности жил до 0,05—0,1 м и, по-видимому, маркируют каналы подводных гидротерм.

Вторые — тонкослоистые, сложенные микро- и средне-, реже крупнозернистыми колломорфными агрегатами кварц-халцедона. Образуют слои и линзы мощностью 0,05—0,1 м, часто постепенно вверх переходят в малорадиоляриевые и радиоляриевые яшмы.

Безрадиоляриевые яшмы крайне редки и составляют менее 1% всех изученных силицитов.

Первый подтип сходен с гидротермальными колломорфными яшмами Казахстана, второй — с безрадиоляриевой разновидностью яшм, выделенной И.В. Хворовой и А.А. Гавrilовым [177] в яшмово-туфогенном комплексе ордовика Ишимской Луки Урала, в меньшей мере — с кварц-гематитовыми яшмами Урала, для которых И.В. Хворовой [175] допускается образование, как в подводных "кремнистых травертинах", возникающих в месте выхода термальных источников, выносящих кремнезем и железо.

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ КРЕМНЕЙ

Кремни — светлые, голубые и зеленые, темно-серые до черных пластовые породы со стеклянным блеском, в отличие от яшм только биоморфные. Породообразующими органическими остатками являются радиолярии и спикулы кремневых губок. Кремни преимущественно кварц-халцедоновые, часто содержат примесь карбонатного материала. В кремнях, в отличие от яшм, обычно преобладают закисные формы железа. Ассоциируются преимущественно с карбонатными и терригенными породами, распространены как в Севано-Акеринской офиолитовой зоне, так и в ее обрамлении, но преобладают в обрамлении (см. рис. 24, 25). Кремни составляют 40% всех исследованных силицитов восточной части Малого Кавказа.

По содержанию органических остатков выделено четыре литологических типа кремней: радиоляриевые, спонгиевые и переходные

разности — спонгиево-радиоляриевые и радиоляриево-спонгиеевые, которым соответственно отвечают первично-органогенные породы: радиоляриты, спонголиты, спонголит-радиоляриты и радиолярит-спонголиты.

Радиоляриты, или радиоляриевые кремни, как и радиоляриевые яшмы, сложены более чем на 50% скелетами радиолярий (рис. 31), но окрашены закисным железом и, возможно, отчасти марганцем в светлые зеленые, голубые, розовые тона. Радиолярии, составляющие до 3000—5000 экз. на 1 см² шлифа, как и в радиоляриевых яшмах, представлены всеми морфологическими группами, но средние их размеры меньше 0,3—0,5 мм. По сравнению с остальными кремнями радиоляриевые обогащены марганцем, железом, титаном, малыми элементами, но в меньших концентрациях, чем радиоляриевые яшмы. Радиоляриевые кремни часто содержат примесь карбоната кальция, но в отличие от радиоляриевых яшм находятся в ассоциации с микривыми, планктоногенными фораминиферовыми дегритовыми известняками. Обычно они залегают в кровле ритмов, образуют прослои и линзы мощностью от 0,03—0,05 до 0,3 м. В отличие от радиоляриевых яшм кремни широко распространены как в Севано-Акеринской офиолитовой зоне, так и в сопредельном обрамлении, составляют до 15% всех изученных силикатов.

Спонголит-радиоляриты сложены более чем на 50% спикулами кремневых губок и скелетами радиолярий с преобладанием последних (рис. 32). Обычно зеленые или пятнисто-окрашенные в зеленые и розовые цвета. Радиолярии со средним размером 0,25—0,5 мм составляют до 2500—3000 экз. на 1 см² шлифа; в отличие от остальных кремней в спонголит-радиоляритах преобладают дискоидные и пруноидные формы радиолярий. Спикулы мелкие — средний размер 0,1—0,3 мм, составляют до 1000, реже до 2000 экз. на 1 см² шлифа, образуют слои мощностью 0,05—0,15 м. Спонголит-радиоляриты находятся в ассоциации преимущественно с карбонатными породами, реже с вулканогенно-терригенными. Формируют верхние элементы ритмов. Развиты главным образом по периферии Севано-Акеринской зоны и в сопредельном с ней обрамлении. Составляют 10% всех изученных кремневых пород.

Радиолярит-спонголиты состоят более чем на 50% из скелетов радиолярий и спикул кремневых губок с преобладанием последних (рис. 33). Обычно окрашены в темные серые и зеленые цвета, микрослоистые. Слоистость часто выражена направленной ориентированной длинных осей спикул. Спикулы средним размером 0,3—1 мм составляют до 2500—4000 экз. на 1 см² шлифа, их форма как прямая, так и фигурная. Радиолярии средним размером 0,2—0,5 м составляют до 1500—2500 экз. на 1 см² шлифа; среди них преобладают дискоидные и сфероидные формы. Радиолярит-спонголиты образуют прослои мощностью 0,03—0,1 м, распространены преимущественно в обрамлении, реже — по периферии Севано-Акеринской офиолитовой зоны. Ассоциируются с карбонатными и вулканогенно-терригенными породами. Составляют 10% всех изученных силикатов.

Спонголиты сложены более чем на 50% спикулами кремневых

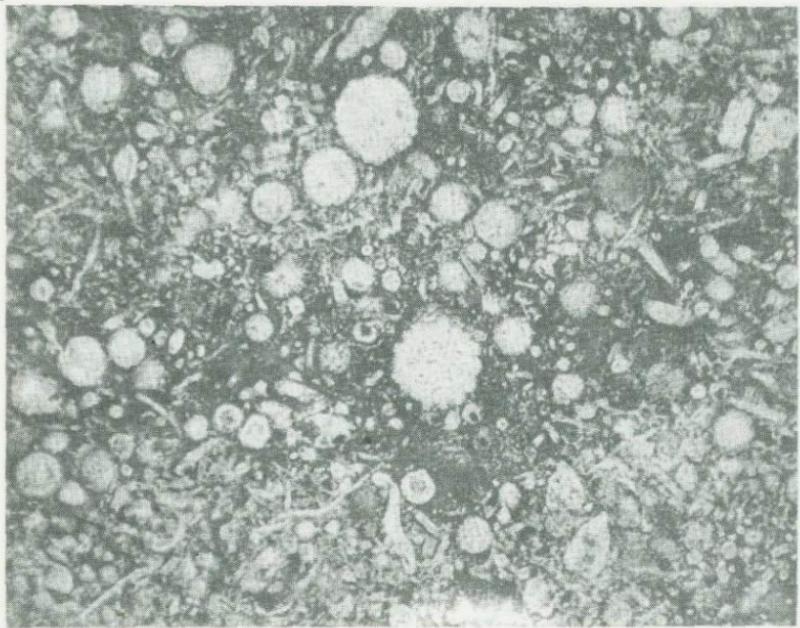


Рис. 31. Кремень радиоляриевый. Шлиф 123-1а, ×50, николи ||; верховье р. Левчай

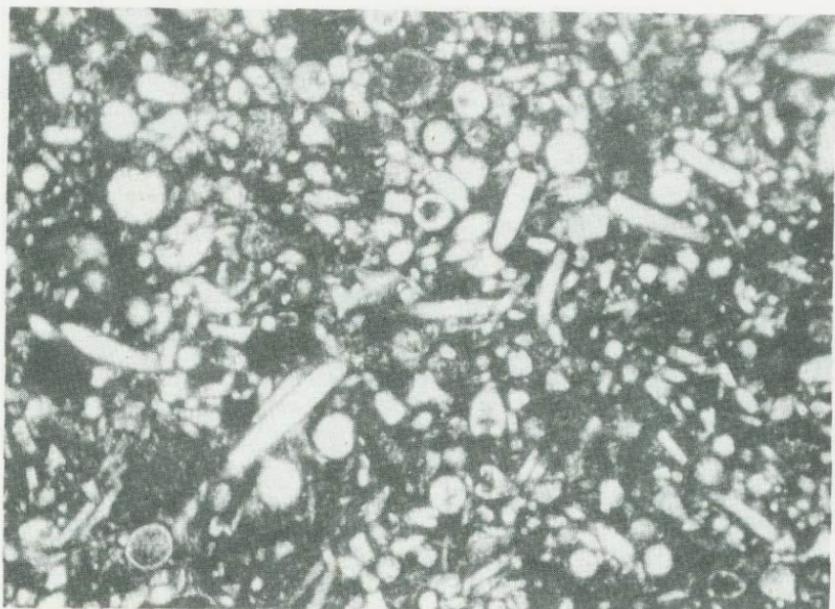


Рис. 32. Кремень спикулово-радиоляриевый. Шлиф 052-2Б, ×50, николи ||; р. Агчай



Рис. 33. Кремень радиоляриево-спонгиевый. Шлиф 121-74, ×50, николи ||; верховье р. Левчай

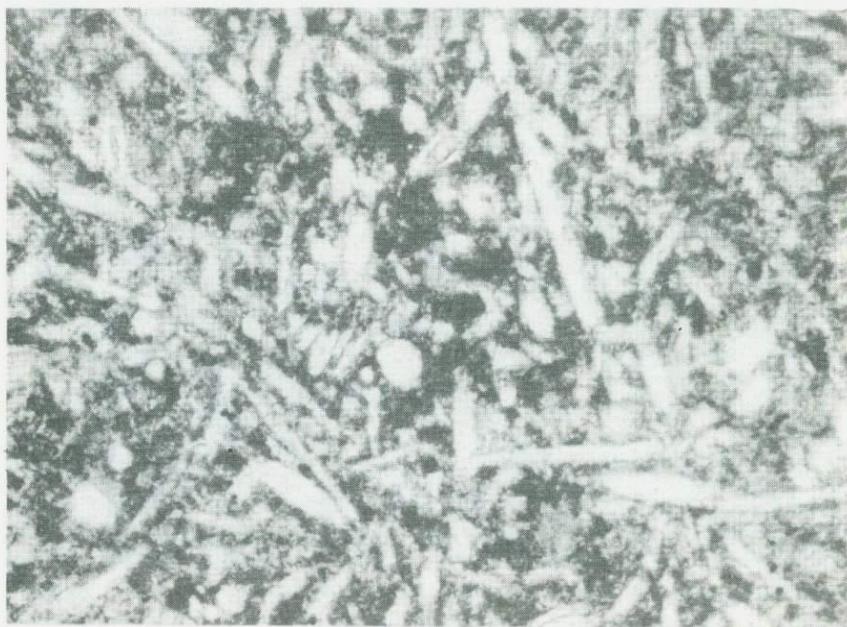


Рис. 34. Кремень спонгиевый. Шлиф 124-3, ×65, николи ||; верховье р. Левчай

губок (рис. 34). Обычно темно-серые до густо-синих и черных, "смоляных", со стеклянным блеском, микрослоистые. Спikuлы средним размером 0,1—1,5 мм, реже до 3 мм, как прямые, так и фигурные, составляют до 5000—8000 экз. на 1 см² шлифа. От остальных кремней и яшм спонголиты отличаются наиболее высоким содержанием SiO₂ и самым низким средним содержанием Fe, Mn, Ti, малых элементов, резким преобладанием закисных форм железа. Выделяются два подтипа спонголитов, возможно заслуживающих впоследствии выделения в самостоятельные типы.

Первый подтип — спикуловые кремни, сложенные мелкими спикулами кремневых губок. Диаметр спикул 0,05—0,01 мм и меньше. Имеют спутанно-волокнистый "войлокный" облик (см. рис. 7, 34). Часто спикулы длинными осями ориентированы в одном направлении. В качестве примеси в них встречены радиолярии дискоидной и сфероидной групп, фораминиферы планктонные, правозавитые. Спикуловые кремни образуют прослои мощностью 0,05—0,1 м, ассоциируются с вулканогенно-терригенными породами, распространены в обрамлении зоны, реже по периферии.

Второй подтип — спонголитовые кремни, сложенные крупными макросклерами (диаметр спикул от 0,05—0,1 до 0,2 мм) и неразобщенными решетчатыми фрагментами кремневых губок (см. рис. 17, 22). Содержат примесь органогенного дегрита кораллов, иглокожих, моллюсков, иногда глауконит. Образуют слои и линзы мощностью до 5—20 м или прослои мощностью 0,05—0,3 м. Ассоциируются с органогенно-обломочными известняками, редко с терригенными породами. Распространены в обрамлении, наиболее удаленном от Севано-Акепринской офиолитовой зоны. Составляют 5—10% всех изученных кремневых пород.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД, АССОЦИИРУЮЩИХ С СИЛИЦИТАМИ

Как уже отмечалось, силициты находятся в тесной парагенетической связи с карбонатными, терригенными и вулканогенными породами. Карбонатные породы представлены известняками. Микритовые кремнистые известняки сложены зернами кальцита размером меньше 0,01 мм и содержат примесь дегрита радиолярий. Фораминиферовые известняки состоят из остатков скелетов планктонных фораминифер, иногда содержат примесь донных фораминифер, реже дегрита иглокожих, мшанок, водорослей, редких мелких обломков радиолярий, спикул кремневых губок. Дегритовые известняки сложены дегритом фораминифер. Органогенно-обломочные известняки состоят из органогенного дегрита мшанок, кораллов, бентосных фораминифер, иглокожих, водорослей, иногда содержат редкие кристалло- и литокласты основных—средних вулканитов. Ассоциируют преимущественно со спонгивыми кремнями. Биогермные известняки коралловые. Ассоциируют с вулканитами, связанными с яшмами.

Терригенные породы представлены аргиллитами, алевролитами,

песчаниками. Аргиллиты состоят из тонкодисперсного глинистого вещества (гидрослюдя, хлорит, монтмориллонит). Содержат примесь скелетов радиолярий. Алевролиты и песчаники вулканитовые, градационно-слоистые, сложены обломками андезито-базальтов и их кристаллокластов. Цемент кремнисто-глинистый (хлоритовый). Вулканогенные породы представлены основными—средними вулканитами и туфами. Это базальтовые и андезито-базальтовые порфиры с фенокристаллами плагиоклаза от андезина до основного лабрадора (10—20%) и пироксена (до 5%), долериты с офитовой структурой, спилиты, сложенные альбитом (лейсты), моноклинным пироксеном (идиоморфные зерна и гребенчатые агрегаты), хлоритом (миндалины), сфером и титаномагнетитом. Между разностями вулканитов существуют постепенные переходы. По диаграмме А.Н. Заварицкого [71] вулканиты Севано-Акеринской зоны и ее обрамления образуют единый ряд. Все разности щелочные, высоконатровые, обогащены Р, Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Mo, Cr, V, V. Туфы состоят из хлоритизированного стекла, кристаллокластов и обломков андезито-базальтов.

ПАРАГЕНЕТИЧЕСКИЕ АССОЦИАЦИИ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ТИПОВ СИЛИЦИТОВ И ДРУГИХ ПОРОД

Силициты в сочетании между собой и с другими породами образуют закономерные ассоциации, представляющие собой многократно повторяющиеся элементарные части разреза, в которых устанавливается постепенный переход от одной породы к другой снизу вверх по разрезу, но друг от друга части отделены резкой границей. Эти парагенетические ассоциации чаще всего — циклы седиментации [36]. Выделено два типа циклов: осадочный и вулканогенно-осадочный.

В осадочном цикле кремневые породы находятся в ассоциации с терригенными и карбонатными породами. Элементарный ритм состоит из трех элементов. Нижние (или первые) элементы образуют терригенные породы, средние (вторые) — карбонатные, а верхние (третьи) — кремневые породы. Переход от первого элемента ко второму медленный, постепенный (растянутый), а от второго к третьему быстрый, сокращенный; и третий элемент цикла отделяется от второго довольно четко. Элементарный цикл может быть сокращенным, если выпадает первый или второй элемент. Новый цикл отделяется от предыдущего по резкой границе. Образованиям первого и второго элементов цикла присущи градационно-слоистые текстуры. По мере перехода от первого элемента цикла ко второму размер зерен постепенно уменьшается и степень сортированности материала повышается. В основании первого элемента цикла сортировка обломочного материала отсутствует, зерна не окатаны или плохо окатаны. Иногда в нижней части цикла содержатся угловатые уплощенные обломки не затвердевших пород верхнего элемента цикла. Представляется, что образования первого и второго элементов цикла являются генетически однородными, отложились в результате одноактного процесса и отве-

чают турбидитам [45,167] — отложениям мутевых потоков. Верхние элементы циклов представлены биоморфными силицитами, состоящими из хорошо сохранившихся радиоляций (первично-радиоляриевые илы), радиолярий и спикул кремневых губок (первично-спикулово-радиоляриевые илы) или только спикул кремневых губок (первично-спикуловые осадки).

Осадочный цикл, в котором верхние элементы сложены первично-радиоляриевыми осадками, развит главным образом в центральной части олиолитовой зоны, значительно реже — по периферии или в предельном обрамлении. Нижние элементы в таком цикле образованы терригенными породами, представленными аргиллитами (по периферии зоны и в обрамлении иногда алевролитами) или карбонатными породами, сложенными микротовыми известняками (по периферии зоны и в обрамлении — дегритовыми фораминиферовыми известняками). Верхние элементы отделяются по довольно четкой границе и сложены биоморфными радиоляриевыми кремнями или яшмами (рис. 35).

У радиолярий хорошо сохраняются длинные иглы и отростки, внешняя скульптура поверхности, тончайшие детали строения скелета (сетчатость, ребра, перемычки и т.д.). Следы взмучивания или переотложения осадка отсутствуют, нет дифференциации скелетов по размеру — крупные и мелкие скелеты захоронялись совместно. Признаков механической обработки радиолярий не несут. В ряде случаев, при изучении радиоляриевых кремней и яшм в шлифах можно наблюдать, что часть скелетов в осадке распалась на составные части (ячей), которые захоронились здесь же на месте распада. Раковины с уцелевшими очень длинными и тонкими иглами — это свидетели спокойных условий седиментации.

Таким образом, верхние элементы описанных циклов представляют собой пелагические планктоногенные накопления и являются первично отложенными. В северной периферии Севано-Акеринской зоны встречен верхний элемент цикла, представленный радиоляриевыми кремнями, сложенными исключительно иглами и обломками радиолярий. Текстура градационно-слоистая. По-видимому, данный кремневый элемент цикла генетически сходен с турбидитами и представляет собой пелагические накопления, вторично переотложенные суспензионными потоками. Такой цикл оказался единичным; в ниже- и вышерасположенных циклах кремневые элементы планктоногенные.

Осадочный цикл, в котором верхние элементы сложены спонгиево-радиоляриевыми и радиоляриево-спонгиевыми кремнями, развит по периферии Севано-Акеринской зоны и ее обрамления. Нижние элементы представлены терригенными породами (песчаниками, алевролитами) и (или) карбонатными породами (фораминиферовыми известняками). Радиолярии верхнего элемента отличаются хорошей сохранностью скелета: радиальных и приуставьеских отростков, потагия, игл. Осаждение радиолярий происходило в спокойной обстановке, перенос практически отсутствовал.

Как и в первично-радиоляритах, мелкие и крупные скелеты захоронялись вместе. Встречены полураспавшиеся формы радиолярий семейств-

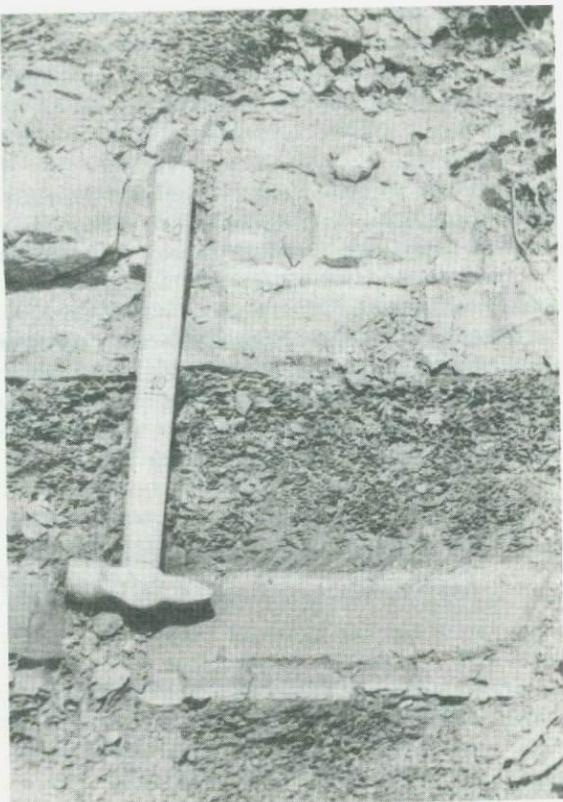


Рис. 35. Элементарный ритм переслаивания радиоляриевых яшм и кремнистых аргиллитов. Верхний элемент ритма образуют радиоляриты. Переход от нижнего элемента к верхнему постепенный, сокращенный, залегание перевернутое; гора Кызылкая

ва эвхитонии, разъединенные остатки которых захоронились на месте распада. Часто отростки одной и той же особи смешены друг относительно друга и развернуты, но находятся рядом. Спикалы по размеру обычно мелкие. Их положение в пространстве произвольное или направленное длинными осями по слоистости. По сравнению с радиоляриями спикалы отличаются худшей сохранностью — тонкие длинные концы лучей иногда обломаны, у многоосных форм часть лучей отсутствует. Однолучевые спикалы обычно хорошей сохранности. По-видимому, спикалы выносились в область накопления пелагических радиоляриевых илов стационарными придонными или глубоководными течениями и разбавляли радиоляриевые илы или приводили к формированию радиоляриево-спикаловых осадков. Таким образом, верхние элементы данного цикла представляют собой сочетание пелагических накоплений и отложений донных течений.

Элементарный осадочный цикл, верхние элементы которого сложены первично-спикаловыми осадками, развит преимущественно в об-

рамлении Севано-Акеринской зоны, реже по периферии зоны. Нижние элементы обычно образуют песчаники градационно-слоистые до алевролитов или известняки органогенно-обломочные, сложенные дегритом фораминифер, мшанок, иглокожих, кораллов, водорослей. В спонголитах спикулы длинные и тонкие, преимущественно однолучевые; у многолучевых спикул обычно сохраняется один луч, а остальные обломаны или все лучи обломаны и сохраняется только узел. Спикулы образуют неправильные сплетения или ориентированы по слоистости длинными осями в одну сторону. По направлению от обрамления к офилитовой зоне наблюдается уменьшение размерности спонгивого материала — от неразобщенных решетчатых фрагментов кремневых губок и крупных макросклер до мелких макросклер и микросклер. Таким образом, верхние элементы описанного цикла являются отложениями донных течений. Многократная повторяемость спонголитовых элементов в вертикальном разрезе свидетельствует об устойчивом стационарном характере донных течений. Образование густого скопления спикул кремневых губок под влиянием устойчивых струй морских течений допускает Е.В. Дмитриева [55].

Верхние элементы цикла обычно прослеживаются по простиранию на десятки и сотни метров. Мощность элементарных осадочных циклов от первых сантиметров до 1 м. Осадочный тип цикла развит как в обрамлении, так и в самой зоне.

В вулканогенно-осадочном цикле на осадочный процесс накладывается совершенно иной процесс — вулканогенный, и кремневые породы, а именно яшмы, находятся в тесной ассоциации со средними — основными вулканитами и их производными. В тесной парагенетической связи с вулканитами находятся яшмы железистые и базрадиоляриевые. Железистые яшмы часто ложатся непосредственно на базальты, наследуя форму подушек; кверху они постепенно переходят в яшмы радиоляриевые. Яшмы безрадиоляриевые также обычно приурочены к кровле эфузивов — залегают в виде слоев, линз, лепешкообразных или жилообразных тел. Вверх они постепенно сменяются яшмами малорадиоляриевыми, которые залегают как на железистых и безрадиоляриевых яшмах, подобно тому как это описано в Лигурской зоне Италии [199], так и на вулканитах и их пирокластах. Туффитовые яшмы ассоциируются с пиро- и экзокластолитами основных — средних вулканитов. Вулканогенно-осадочный тип цикла развит главным образом в пределах Севано-Акеринской офилитовой зоны.

* * *

Таким образом, детальные исследования показывают, что кремневые породы — это характерная составляющая эфузивно-радиоляритовой толщи. В пределах Севано-Акеринской офилитовой зоны они представлены не только радиоляритами, как считалось ранее, но и спонголитами, переходными разностями между ними и в небольшом количестве абиоморфными силицитами. Сходные кремневые породы в обрамлении Севано-Акеринской офилитовой зоны из-за неполноты их литологического изучения называли просто кремнями или кремнистыми

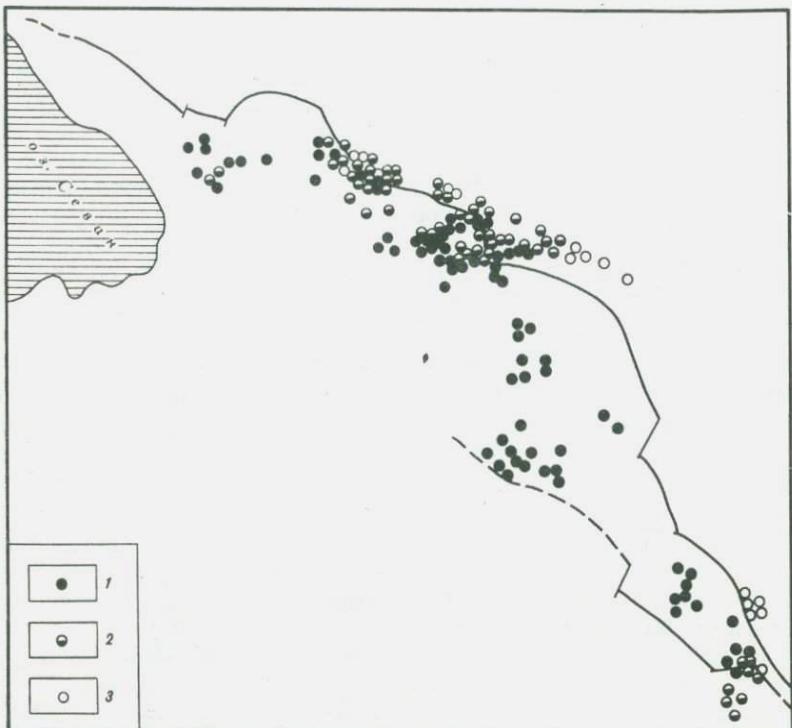


Рис. 3б. Схема распространения кремневых пород

1 — радиоляриты; 2 — спонголит-радиоляриты и радиолярит-спонголиты; 3 — спонголиты

известняками, а иногда даже мергелями и аргиллитами, так как последние не взаимодействуют с HCl.

Изученные кремневые породы восточной части Малого Кавказа по примесям разделены нами на яшмы и кремни. Яшмы, в свою очередь, по структуре делятся на биоморфные и абиоморфные. Биоморфные представлены одним литологическим типом — радиоляриевыми яшмами. Абиоморфные представлены четырьмя литологическими типами: малорадиоляриевыми, железистыми, туффитовыми и безрадиоляриевыми яшмами. Все кремни биоморфные. По содержанию органических остатков выделено четыре литологических типа кремней: радиоляриевые, спонгиевые и переходные разности — спонгиево-радиоляриевые и радиоляриево-спонгиевые.

Комплексное изучение вещественного состава, микро- и электронно-микроскопических структур, органических остатков силицитов Севано-Акеринской офиолитовой зоны и ее обрамления показало, что они сходны по структуре, морфологическому типу поверхности скола, минеральному и химическому составу, комплексам радиолярий и спикул кремневых губок, парагенетическим ассоциациям и генетическому происхождению, представлены одними и теми же литологическими группами. Различие заключается лишь в преобладании литологи-

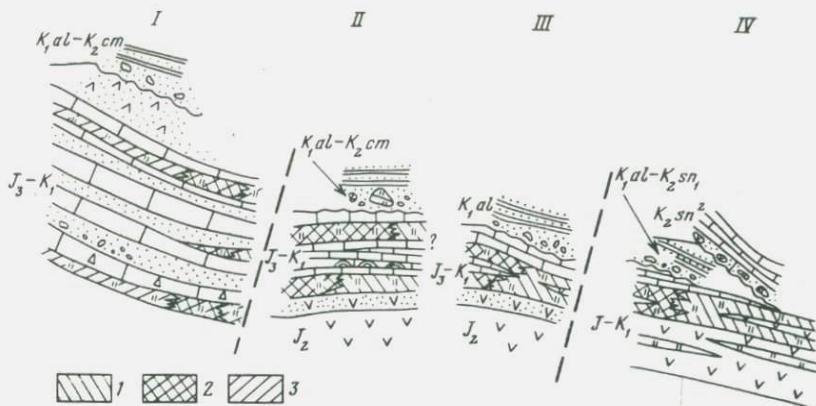


Рис. 37. Схематический фациальный профиль

Антиклинали: I — Сусузлухская, II — Карабахская, III — Лачинская; IV — Севано-Акеринская оphiолитовая зона.

1 — радиоляриты; 2 — спонголит-радиоляриты и радиолярит-спонголиты; 3 — спонголиты. Остальные условные обозначения см. на рис. 3

ческих типов групп яшм в оphiолитовой зоне, а кремней — в обрамлении, что намечает закономерное изменение от обрамления к оphiолитовой зоне и хорошо укладывается на фациальный профиль вкрест простирации Севано-Акеринской оphiолитовой зоны (рис. 36, 37).

В результате исследования силицитов в обычном световом микроскопе, а также с применением новейших современных методов (в растровом электронном микроскопе, методом инфракрасной спектрографии, корреляции малых элементов) установлено, что все кремни и преобладающая часть яшм имеют биогенную природу; лишь в образовании весьма незначительной части яшм, обнаруживающих колломорфные структуры, определенную и, возможно решающую роль могла играть хемогенная садка кремнезема, локально поставляемого подводными гидротермами и поступающими экскавациями, как это наблюдается в современных областях активного вулканизма.

Глава III

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РАДИОЛЯРИТОВ

Структурные и текстурные особенности, минеральный, литологический и химический состав силицитов восточной части Малого Кавказа, их парагенетические ассоциации в свете имеющихся данных по современному кремненакоплению позволяют восстановить как общие черты палеогеографии и условий осадконакопления силицитов, так и конкретные обстановки кремненакопления и отнести большинство литологических типов к определенным генетическим.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ И УСЛОВИЯ КРЕМНЕНАКОПЛЕНИЯ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Из работ, посвященных вопросам современного кремненакопления [115, 116, 117], известно, что накопление современных радиоляриевых илов происходит только в экваториальной зоне океана, причем они приурочены к определенным районам тропического пояса, в водах которых отмечены очень высокие биомассы радиоляриевого planktona — зона экваториальной дивергенции. Подобные продуктивные области формируются там, где имеется постоянный приток биогенных веществ за счет интенсивной вертикальной циркуляции водных масс. Радиоляриевые илы накапливаются на дне котловин, на глубинах ниже критических, где происходит растворение карбонатного материала, а приток терригенного материала минимален. На сверхкритических глубинах, где накапливаются типичные красные океанические глины, радиолярии почти отсутствуют [115].

Наиболее высокое содержание радиолярий устанавливается в осадках экваториальной зоны — до 500 000 экз/г сухого осадка и более. В осадках областей с наиболее высокой биологической продуктивностью вод установлено самое высокое содержание циртоидей [102].

Для радиоляриевых илов экваториальной зоны типично большое количество раздробленных панцирей: их в два-три раза больше, чем целых. В холодноводном поясе резко преобладают целые панцири [115].

Современное кремненакопление в морях в больших масштабах вне связи с динамическим резервуаром Мирового океана невозможно, не было оно возможно и в прошлом. Радиоляриевые отложения четвертичного возраста, как и современные, представляют собой типичные

осадки открытых океанов, сосредоточенные только в экваториальной зоне на глубинах больше критических [117].

Используя сведения о характере распределения радиолярий в водах (см. раздел "Органические остатки") и осадках Мирового океана, можно сделать некоторые выводы об условиях накопления первично-радиоляриевых илов восточной части Малого Кавказа. Общее обилие таксономических групп радиолярий по количеству экземпляров, родовое и видовое разнообразие, высокое содержание насекомых, а именно циртоидей, обилие дискоидей, специфические морфологические черты радиолярий: тонкие и очень длинные иглы, часто длинные полистые трубы, разветвленные радиальные отростки, бугристость поверхности, межкамерные выступы и пережимы, продольные ребра, присутствие форм, сходных с современными феодариями в верхне-юрско-нижнемеловом радиоляриевом комплексе восточной части Малого Кавказа, — все это позволяет предположить, что осадкообразование происходило в открытых участках морского бассейна с нормальной соленостью, в области с высокой биологической продуктивностью радиоляриевого planktona, в теплом, возможно, тропическо-экваториальном бассейне с интенсивным динамическим и гидродинамическим режимом, обеспечивающим массовое развитие радиоляриевого planktona. Условия седиментации были спокойные. Накопление радиоляриевых илов, вероятно, происходило на значительных глубинах, характеризующихся высокой растворимостью кальцита раковин фораминифер.

С максимумом развития planktonогенного радиоляриевого кремненакопления совпадает расцвет бентосных кремневых организмов — губок, составные элементы которых образуют самостоятельные накопления. Но зоны образования planktonных и бентосных кремневых осадков, формируя единый пояс кремненакопления, пространственно разобщены, поскольку накопление чистых planktonогенных радиоляриевых осадков не могло происходить на круtyх участках склона, в зоне волнового действия или особо интенсивных придонных течений, и, вероятно, контролировалось зоной дивергенции, а накопление бентосных кремневых осадков — массовое скопление спикул, наоборот, находится в прямой зависимости от крутизны склонов, от устойчивости и силы придонных течений.

Таким образом, как было показано выше, в отложениях верхней юры—нижнего мела спонголиты распространены достаточно широко. В современных осадках спонголиты, как считалось до последнего времени, крайне редки или почти не встречаются. Материалы, полученные океанологами за последние годы, заставляют нас пересмотреть эту точку зрения и более критически отнестись к данным по экологии и захоронению скелетов кремневых губок.

Новейшие океанологические исследования А.П. Лисицына [117] и В.М. Колтуна [99] показали, что современные спонголиты также распространены достаточно широко и являются отложениями не прибрежных участков, как это считалось ранее, а внешней части шельфа (места перехода в материковый склон) — верхней части материкового склона. Качественное содержание спикул в осадках зависит от

богатства обитающей фауны кремневых губок, наличия устойчивых придонных течений и их силы, интенсивности сноса спикул, особенностей рельефа дна, крутизны склонов, глубины бассейна.

Анализ таксономического состава спикул и фрагментов решетчатых скелетов кремневых губок, их форм, характера распространения и захоронения в свете новейших данных по современным условиям обитания (см. в разделе "Органические остатки") и осадконакоплению спикуловых илов свидетельствует, что в позднеюрско-раннемеловое время на Малом Кавказе к северу от изученной территории в неглубоком теплом бассейне с пологим уклоном дна, высокой подвижностью придонных вод и нормальной соленостью шло массовое продуцирование спикул кремневых губок. Лишь незначительная часть крупных, часто изогнутых спикул (гора Шиштепе, восточная часть сел. Багырсах), вероятно, поступила из области бассейна аномальной солености. Накопление спикул или формирование чистых спонголитов происходило в относительно мелководных участках и отчасти в переходных к глубоководным участкам бассейна и обязано устойчивым, достаточно сильным придонным течениям. Значительная часть спикул выносилась в переходные к глубоководным участки бассейна и приводила к формированию смешанных спикуло-радиоляриевых илов. Небольшое количество спикул и их дегрита, как известно [99], временами достигало глубоководных участков бассейна, где формировались чистые радиоляриевые илы, и захоронялось в виде единичных спикул или примеси мельчайшего спикульного материала.

ОБЩИЕ ЧЕРТЫ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ И УСЛОВИЙ КРЕМНЕНАКОПЛЕНИЯ

В позднеюрско-неокомское время, как об этом свидетельствуют генетический анализ и палеоэкологические исследования, на рассматриваемой территории располагался морской бассейн. Рельеф дна был расчлененным с резкой контрастностью глубин, на что указывают широкое развитие оползневых текстур, обычно проявляющихся на крутых склонах, накопление радиолярий совместно со спикулами кремневых губок, турбидитное поступление значительных масс обломочного материала, образующих градационно-слоистые циклы, сочетание с этими глубоководными осадками биогенных коралловых и оолитовых известняков и, наконец, ассоциации силицитов с вулканическими, создающими рельефные образования. Дно бассейна имело наклон к юго-западу, о чем свидетельствует смена в этом направлении фаций относительно мелководных глубоководными, характер распространения и смены состава турбидитов, особенности распределения спонгиевого материала и радиоляриевых илов, подводно-оползневые текстуры.

Накопление чистых радиоляриевых илов, сохраняющихся от взмучивания, по-видимому, происходило в спокойных условиях седиментации в открытых участках бассейна, на значительных глубинах. Таким образом, глубина бассейна в разных его участках не была одинаковой. По глубине можно выделить три области: относительно мелко-

водную, где на капливались спонголиты; глубоководную, где осаждались радиоляриевые илы; и переходную, где формировались смешанные спикулово-радиоляриевые илы. На относительно небольшие глубины первой области указывает накопление крупных макросклер совместно с остатками мелководной фауны (кораллов, иглокожих, моллюсков и др.). Глубоководность области накопления радиоляриевых илов подтверждается отсутствием в ориктоценозе с радиоляриями любых мелководных органических остатков, ассоциаций с тонкими глинистыми илами, а также массовым развитием радиоляриевого планктона в этой области бассейна, отсутствием карбонатов.

В целом бассейн отличался активной гидродинамикой. Общий расцвет фауны радиолярий, высокое содержание радиолярий в первично-радиоляриевых илах, особенно циртоидей, позволяет предполагать, что существовали постоянные восходящие перемещения водных масс, которые способствовали непрекращающемуся поступлению биогенных элементов, обеспечивающих массовое развитие радиоляриевого планктона. Накопление спонголитов значительной мощности, в свою очередь, показывает, что существовали устойчивые стационарные горизонтальные течения. Наличие турбидитов предполагает существование периодически возникающих суспензионных течений или мутьевых потоков.

Соленость вод в пределах рассматриваемой области бассейна была нормальной. Об этом свидетельствует массовое развитие радиолярий, высокая степень симметрии спикул кремневых губок, наличие в ориктоценозе кустистых колониальных и одиночных кораллов, аммонитов, белемнитов, фораминифер.

Температура вод была достаточной высокой. На теплые поверхностные воды указывает массовое развитие морфологических групп радиолярий, характерных для современной тропическо-экваториальной зоны, в особенности дискоидей, наличие в ориктоценозе разнообразных кораллов, правозавитых планктонных фораминифер. Теплый характер вод и близость бассейна к экватору подтверждается образованием аутигенного шамозита [209]. Отмеченный ориктоценоз организмов также свидетельствует, что воды были чистыми, интенсивно освещенными, богатыми биогенными элементами.

Широкоразвитая ассоциация силицитов с вулканитами свидетельствует о наличии синхронной подводной вулканической деятельности, которая проявлялась периодически и многократно и, следовательно, указывает на активный тектонический режим этой области бассейна.

СПОСОБЫ ОСАЖДЕНИЯ КРЕМНЕЗЕМА И ЕГО ИСТОЧНИКИ

До настоящего времени в геологической литературе дискутируется вопрос относительно способов осаждения кремнезема.

Я.Ф. Самойлов [147], Л.А. Зенкевич [78], С.В. Бруевич [28], Д.С. Белянкин [22], П.Л. Безруков [20], А.П. Жузе [70], М.В. Клевнова [89], К.Б. Краускопф [100], Г. Окамото [127], Ю.Н. Сеньковс-

кий [151, 153], Н.М. Страхов [159], О.Г. Козлова, В.В. Мухина [95], А.П. Лисицын [117], В.Т. Фролов [168], У.Г. Дистанов [54], Н.М. Баранова, Н.Н. Цихоцкая [17], В.Н. Силантьев [154] и другие считают основным по крайней мере с начала палеозоя биогенный способ осаждения кремнезема, не отрицая возможности химической садки из перенасыщенных растворов в локальных участках районов с активной вулканической деятельностью. Наоборот, А.Д. Архангельский [13], Д.В. Наливкин [124], Р.А. Мандалян [119], В.П. Казаринов [79], Ю.П. Казанский [80] и другие высказываются за преимущественно хемогенный способ осаждения кремнезема. Третья группа исследователей — Л. Кайе [194], И.В. Хворова [175, 179], Г.С. Дзоценидзе [52, 53], Г.А. Каледа [83, 84, 85], Н.Г. Бродская [26], К.К. Зеленов [74], Д.Г. Челидзе, Н.И. Хамхадзе [183] и другие наряду с биогенным способом допускают химическое осаждение кремнезема в больших масштабах как в областях активного вулканизма, так и вне их.

Установление способов осаждения кремнезема имеет большое значение, поскольку может служить поисковым признаком [145, 187]. Для выяснения возможных способов осаждения кремнезема силицитов восточной части Малого Кавказа использовались детальное литологическое изучение вещественного состава кремневых пород, микроскопическое и электронно-микроскопическое изучение структур, геохимические и текстурные особенности, характер залегания кремневых отложений, их взаимоотношение с другими породами.

Детальное литологическое изучение вещественного состава и структурных особенностей силицитов показало, что для всех кремней и большей части яшм породообразующими являются скелетные остатки кремневых организмов — радиолярий, губок, отчасти диатомей. Кремнезем основной вмещающей массы биоморфных кремней и яшм, как установлено при обычном микроскопическом изучении для мелко- и микрозернистых разностей основной массы и под сканирующим электронным микроскопом для микрозернистых и коллоидально-зернистых разностей, также обнаруживает первично-биоморфную структуру. Кремни и яшмы, сложенные скелетными остатками кремневых организмов, составляют больше 90% всех изученных силицитов верхней юры—нижнего мела Севано-Акеринской офиолитовой зоны и ее обрамления. В ассоциации с другими породами они формируют мощные толщи. В Севано-Акеринской офиолитовой зоне суммарная мощность биогенных яшм и кремней достигает 200—300 м, а в обрамлении от 50 до 250—300 м.

Таким образом, решающая роль в осаждении кремнезема в позднеюрско-раннемеловое время в морском бассейне восточной части Малого Кавказа принадлежала биогенному способу, на что указывают органогенные структуры, обнаруженные в той или иной степени сохранности почти у всех силицитов, а также значительная мощность толщ, в которых скелеты кремневых организмов являются породообразующими.

Наряду с чисто биогенными разностями силицитов в Севано-Акеринской офиолитовой зоне встречены абиоморфные силициты — яшмы безрадиоляриевые, малорадиоляриевые, туффитовые и железистые.

Они залегают в виде жилообразных, грибообразных и лепешкообразных тел неправильной формы или формируют слои и линзы в кровле эфузивов. Кремнезем таких яшм обладает колломорфными и псевдо-колломорфными структурами и, по-видимому, осаждался химическим путем из коллоидальных растворов, что известно для современных зон выхода термальных вод [80]. Описанные безрадиоляриевые яшмы развиты локально, формировались из перенасыщенных растворов вблизи высачивающихся гидротерм, что подтверждается их формой залегания и ограниченным распространением, составляют менее 1% от всех изученных силицитов восточной части Малого Кавказа.

Хемогенный способ осаждения кремнезема в качестве второстепенного допускается для незначительной части кремневых абиоморфных пород — железистых, малорадиоляриевых и туффитовых яшм, часть кремнезема которых не обнаруживает органогенной структуры. Такое допущение правомерно для железистых яшм, которые обладают колломорфными структурами, имеют преимущественно гидротермальный характер железа, марганца, обогащены экскальятивными элементами, отличаются повышенными и высокими значениями железисто-марганцевого модуля (см. табл. 6). В этих яшмах кремнезем мог осаждаться химически за счет поствулканических выносов газами и термами. Железистые яшмы, как и безрадиоляриевые, имеют ограниченное распространение и составляют менее 1% всех изученных кремневых пород. Допущение о хемогенном способе осаждения кремнезема, сделанное для части основной кремнистой массы малорадиоляриевых яшм, основано на том, что эти яшмы тесно связаны с вулканитами, имеют повышенные содержания экскальятивных элементов, часто вмещают радиолярии хорошей сохранности в коллоидально-зернистой основной массе, составляют менее 5% от всех кремневых природ исследованного района.

Возможно, небольшая часть хемогенного кремнезема могла мобилизоваться за счет туфогенного материала, главным образом в туффитовых яшмах, но если она и возникла, то была крайне незначительной.

Таким образом, основным способом осаждения кремнезема в позднеюрско-раннемеловом бассейне восточной части Малого Кавказа, где формировались мощные кремнистые толщи, был биогенный. На ограниченных площадях — вблизи высачивающихся гидротерм и в областях с активным проявлением поствулканической деятельности — в небольших масштабах происходило химическое осаждение кремнезема из перенасыщенных растворов.

Не менее дискуссионен в геологической литературе вопрос относительно источников кремнезема. Наиболее обстоятельно и полно основные точки зрения по этому вопросу (эндогенная и экзогенная) изложены И.В. Хворовой [174, 179], О.И. Некрасовой и А.Д. Петровским [125].

Анализ фактического материала по силицитам восточной части Малого Кавказа, результаты интерпретации химических особенностей яшм, часть кремнезема которых осадилась химическим путем, широкое развитие синхронного вулканизма, наличие экскальятивной деятельности позволяет предположить, что основным источником кремнезема являются гидротермальные процессы.

зема был эндогенный. Для абиоморфных яшм с колломорфными структурами и соотношением железа и титана, близким их отношению в верхнем слое современных осадков кальдеры вулкана Санторин, возможным первоисточником были гидротермные и поствулканические выносы. Более сложным представляется выяснение первоисточников кремнезема биогенных силицитов, кремнезем которых обезличен. Тесная ассоциация биогенных яшм с вулканитами и яшмами, для которых вулканогенный источник кремнезема не вызывает сомнения, допускает возможность вулканогенного выноса кремнезема в значительно больших масштабах. Наряду с вулканогенным выносом, вероятно, имело место разложение и выщелачивание кремнезема морской водой из вулканических продуктов основного—среднего состава, что экспериментально установлено И.М. Варенцовым и М.И. Степанец [30] для базальтов и их туфов, а также высвобождение кремнезема при взаимодействии горячей лавы с морской водой [206]. Растворенная кремнекислота пополняла запасы морского резервуара и, вероятно, способствовала развитию кремневых организмов — радиолярий и губок, накопление которых впоследствии привело к формированию яшм и кремней. Распределение кремнекислоты, по-видимому, регулировалось существующими течениями. Часть кремнезема, возможно, поступала с суши, но количественно учесть ее не удается.

Таким образом, предполагается, что основным первичным источником поступления кремнезема в позднеюрско-раннемеловой бассейн восточной части Малого Кавказа была вулканическая деятельность; допускается также вынос кремнезема с суши.

ФАЦИАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

В целом в пределах верхнеюрско-нижнемелового кремневого горизонта выявлена закономерная смена литологических типов силицитов и их парагенетических ассоциаций от обрамления к центральной части оphiолитовой зоны [40], которая отражает фациальную изменчивость. Выделяются три фации, последовательно сменяющие друг друга с северо-востока на юго-запад: спонголитовая, спонголит-радиоляритовая и радиоляритовая (см. рис. 36, 37).

Спонголитовая фация — относительно мелководная, распространена в обрамлении Севано-Акеринской зоны, местами заходит в периферию оphiолитовой зоны. Фация сложена спонголитами, ассоциирующимися с вулканитовыми песчаниками, алевролитами, органогенно-обломочными известняками, реже фораминиферовыми, в единичных случаях — с основными шаровыми лавами и их пирокластами.

Фация спонголит-радиоляритовая — переходная к глубоководной, постепенно сменяет спонголитовую к юго-западу. Она развита в обрамлении, непосредственно примыкающем к Севано-Акеринской зоне, и по периферии оphiолитовой зоны. Фация представлена радиолярит-спонголитами в парагенезе с туффитовыми алевролитами, туфами, планктоногенными и дегритовыми фораминиферовыми известняками, спонголит-радиоляритами, тесно связанными с туффитовыми алевролитами, мик-

ритовыми, дегритовыми, реже органогенно-обломочными и форманиферовыми известняками, а также андезито-базальтовыми шаровыми лавами.

Радиоляритовая фация — глубоководная, выделена в пределах Севано-Акеринской офиолитовой зоны согласно ее пространственному положению, так как непосредственный переход от спонголит-радиоляритовой и радиоляритовой фаций обрамления к радиоляритовой в пределах офиолитовой зоны не наблюдается из-за сильного тектонического перекрытия фаций. Однако в обрамлении и в пределах самой офиолитовой зоны фациальное замещение спонголит-радиоляритов радиоляритами имеет место. Фация отличается почти полным отсутствием песчаников, алевролитов, падением роли туфов, резким убыванием карбонатной составляющей. Радиоляриты находятся в ассоциации с кремнистыми аргиллитами, железистыми малорадиоляриевыми и безрадиоляриевыми яшмами, андезито-базальтовыми и базальтовыми порфиритами, долеритами и особенно часто спилитами. На всем протяжении от келловея до неокома границы фации, испытывая неоднократные незначительные перемещения, в общем оставались на месте.

ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ КРЕМНЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Весь комплекс стратиграфо-литологических данных, выявленные парагенетические ассоциации, план фациальной изменчивости кремневых и сопутствующих им отложений, палеоэкологический анализ, основные физико-географические особенности бассейна (рельеф дна, глубина, гидродинамика, соленость и температура вод, тектонический режим) позволяют выделить последовательно сменяющие друг друга на площади обстановки осадкоакопления: спонголитовой фации — относительно мелководную, радиоляритовой — глубоководную и спонголит-радиоляритовой — переходную к глубоководной (рис. 38).

Накопление спонголитовой фации. Как уже отмечалось, спонголитовая фация представлена крупноспонгиеевыми и спикуловыми кремнями. Накопление крупноспонгиеевых кремней, развитых в крайней северо-восточной области распространения данной фации, происходило в относительно мелководных условиях, на что указывает накопление крупных и неразобщенных решетчатых фрагментов кремневых губок совместно с дегритом кораллов, мшанок, иглокожих, ассоциация с органогенно-обломочными известняками. Значительные мощности крупноспонгиеевых кремней (до 2—5 и даже 20 м), часто наблюдаемая направленная ориентировка спонгевого материала, его относительно крупные размеры, наличие дегрита мелководной фауны свидетельствуют об отложении спонгевого материала на незначительном удалении от поселений кремневых губок и существовании устойчивых направлений придонных течений.

Как известно, кремневые губки живут в областях высокой подвижности придонных вод вблизи бровки шельфа на отдельных поднятиях переуглубленного шельфа или в верхней части материкового склона, где обычно встречаются также кораллы, иглокожие, мшанки [98, 99, 115,

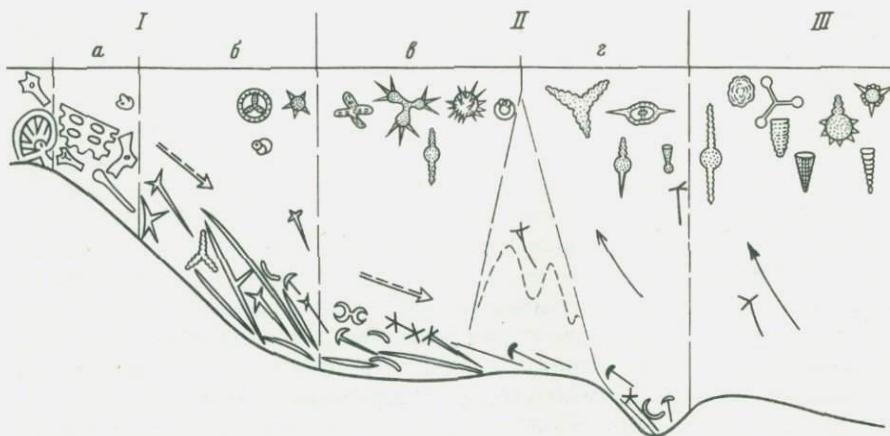


Рис. 38. Схема обстановок кремненакопления

I — относительно мелководная или умеренно глубоководная обстановка накопления спонголитовой фации: спонголиты: а — крупноспикуловые, б — мелко-спикуловые; II — переходная к глубоководной обстановке накопления спонголит-радиоляритовой фации: в — радиолярит-спонголиты, г — спонголит-радиоляриты; III — глубоководная обстановка накопления радиоляритовой фации — радиоляриты

[117, 130], а распределение спонгиевого материала в осадках определяется придонными течениями, их интенсивностью, особенностями рельефа дна [99]. Предполагается, что обстановка и механизм накопления спонгиевых кремней сходны современным. Наличие подводно-оползневых текстур, ассоциация с градационно-слоистыми песчаниками, практически полное отсутствие разбавляющего терригенного материала в крупноспонгиевых кремнях указывают на достаточно большие глубины, а направленная ориентировка спонгиевого материала и постепенный переход крупноспонгиевых кремней в спикуловые свидетельствуют о возрастании глубин бассейна в юго-западном направлении.

Захоронение мелких спикул, которые впоследствии привели к формированию мелкоспикуловых кремней, что установлено А.П. Лисицыным [115, 117] и В.М. Колтуном [99] для современных кремнево-губковых осадков, происходило в умеренно глубоководной области данной обстановки. Об этом свидетельствует небольшая мощность прослоев спикуловых кремней (3—8, реже до 20—30 см), переслаивание с плохо отсортированными градационно-слоистыми алевролитами, фораминиферовыми известняками, спутанно-волокнистое "войлочное" сложение, преобладание закисных форм железа, более высокое содержание органического углерода. Установленное распределение спонгиевого материала в спонголитах восточной части Малого Кавказа обусловлено придонными течениями. Массовое скопление спикул, значительная суммарная мощность спикуловых кремней также указывает на устойчивость придонных течений, что в значительной степени могло определяться уклоном дна. Существование уклона подтверждается широким развитием текстур подводно-оползневого происхождения.

Наличие в ориктоценозе правозавитых планктонных фораминифер и радиолярий сфероидной и дискоидной морфологических групп гово-

рит о существовании связи с открытым бассейном и является индикатором теплых морских течений. Вероятно, радиолярии заносились течениями, но в небольшом количестве, поскольку в этой части бассейна, относительно мелководной, условия для их развития, а также для захоронения были неблагоприятными: бедность поверхностных вод кремнеземом и другими биогенными элементами, обеспечивающими развитие радиоляриевого планктона, сильные придонные течения, волнение, крутизна склонов [115, 116].

Таким образом, один из литологических типов кремней — спонголиты — с определенной долей вероятности можно отнести к отложениям донных течений [45, 167].

В целом обстановка накопления спонголитовой фации относительно мелководная и включает в себя сравнительно мелководные северо-восточные участки, где накапливались крупноспонгиеевые кремни, и умеренно глубоководную юго-западную область, где накапливались чистые мелкоспиральные осадки.

Накопление спонголит-радиоляритовой фации. Постепенный переход спонгииевых, а именно спиральных кремней в радиоляриево-спиральные и далее в спирально-радиоляриевые позволяет предположить, что обстановка накопления спонголит-радиоляритовой фации охватывала часть бассейна, прилегающую с юго-запада к относительному мелководью.

Наличие еще достаточно большого количества спиралей указывает на существование придонных течений и в этой части бассейна. Присутствие всех морфологических групп радиолярий в значительном количестве (до 2000—3000 экз. на 1 см² шлифа) указывает на то, что в отдельных участках могли возникать или существовали восходящие течения, поставлявшие необходимые питательные вещества, поскольку фактом, диктующим появление зон высокой продуктивности радиоляриевого планктона, является непрекращающееся поступление элементов биогенного цикла, что возможно только в зонах дивергенции, возникающих в условиях больших глубин [115—117].

Основная роль в формировании радиоляриево-спонгииевых кремней принадлежала придонным течениям, привносящим значительные количества мелких спиралей кремневых губок, которые в сочетании с пелагическими радиоляриевыми илами формировали радиоляриево-спиральные осадки. Широкое развитие в радиоляритах спонголитах подводно-оползневых текстур и их переслаивание с градационно-слоистыми песчаниками и алевролитами (обычно в основании ритмов не отсортированными), а также с фораминиферовыми известняками подтверждает наличие уклона дна и возрастание глубин.

В формировании спонголит-радиоляритов основную роль играло планктоногенное пелагическое осаждение радиолярий, а разбавление спиралями было менее значительным. Спиралели в спонголит-радиоляритах представлены более мелкими разностями, которые заносились придонными и, возможно, глубинными течениями в меньших количествах (как установил В.М. Колтун [99] для современных осадков), и поэтому не могли формировать самостоя-

тельные накопления или преобладать в осадках. Высокое содержание радиолярий, их переслаивание с микритовыми фораминиферовыми известняками, реже с алевролитовыми, значительно меньшее развитие подводно-оползневых текстур, а также преобладание радиолярий дискоидной и пруноидной морфологических групп при заметном содержании циртоидных форм указывает на большие глубины формирования спонгиево-радиоляриевых кремней.

Эпизодически в область накопления спонголит-радиоляритовой фации проникали пирокластические продукты вулканических извержений, что способствовало образованию туффитовых яшм.

Накопление радиоляритовой фации. Пространственное положение этой фации — к юго-западу от распространения спонголит-радиоляритовой — и постепенные переходы между ними косвенно свидетельствуют о том, что обстановка накопления радиоляритовой фации представляла собой наиболее удаленную и, вероятно, наиболее глубоководную часть бассейна.

Обилие всех морфологических групп радиолярий, высокое содержание циртоидей показывает, что в этой области бассейна имел место максимальный расцвет радиолярий, поскольку их массовое осаждение возможно только под участками с высоким содержанием биомассы радиоляриевого planktona, причем на открытых участках морских бассейнов с вертикальной циркуляцией водных масс [101, 102, 135, 136]. Но для образования чистых радиоляриевых илов под зонами массового скопления радиолярий необходима соответствующая гидродинамика и отсутствие или минимум разбавляющих компонентов [115]. Следовательно, осаждение пелагических радиоляриевых илов, чистых и сохраняющихся от взмучивания, происходило ниже базиса действия волн, на площадях, изолированных от поступления терригенного и спикулового материала, который, по-видимому, улавливается более прибрежными впадинами. Сонахождение радиоляритов, развитых по периферии Севано-Акеринской зоны или в сопредельном обрамлении, в патагенезе с детритовыми фораминиферовыми известняками, а в более удаленных частях Севано-Акеринской зоны — с кремнистыми микритовыми известняками и только с кремнистыми аргиллитами свидетельствует, что поступление карбонатного и терригенного материала было отчасти турбидитным, а глинистый, возможно частично, приносился во взвешенном состоянии или поступал из продуктов перемыва вулканизма (пеплов и т.д.), что известно для накопления современных глин [48].

Изредка в крайнюю северо-восточную область накопления радиоляритов проникали пирокластические продукты, что приводило к обогащению радиоляриевых илов туфогенным материалом, а местами, где поступление туфогенного материала было значительным, оно способствовало формированию туффитовых яшм.

Формирование радиоляритов, ассоциирующихся с вулканитами, происходило в условиях вулканической, скорее всего тектонической активности, причем вулканическая деятельность проявлялась многократно и была синхронна накоплению радиоляриевых

илов. Вблизи высачивающихся гидротерм формировались безрадиоляриевые и отчасти железистые гидротермные осадки, о чем свидетельствует характер залегания (жилы, грибообразные и лепешкообразные тела, корки), колломорфные структуры, линейные связи железа с экскальтивными элементами и обратно пропорциональные или незакономерные с титаном и алюминием, повышенные значения железисто-марганцевого модуля. В областях развития поствулканической деятельности происходило обогащение абиогенных и биогенных кремнистых илов железом, марганцем и другими экскальтивными элементами.

Таким образом, обстановка накопления радиоляритовой фации была глубоководной. Первично радиоляриты — пелагические планктоногенные накопления, безрадиоляриевые и частично железистые яшмы, очевидно, — гидротермные накопления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Силициты Севано-Акеринской зоны представлены не только радиоляритами, как считалось ранее, но и спонголитами и всеми переходными разностями между ними. В обрамлении Севано-Акеринской оphiолитовой зоны также установлены радиоляриты, спонголиты и переходные разности между ними. По вещественному составу это кварц-халцедоновые яшмы и кремни, которые в системе глина—силицит попадают в одну область, обладают главным образом биоморфным губчатым морфологическим типом поверхности скола, близки по комплексам радиолярий и спикул кремневых губок, сходны по парагенетическим ассоциациям и генетическому происхождению, представлены одними и теми же литологическими типами с их различным соотношением в зоне и в ее обрамлении.

На основе комплексного стратиграфо-литогенетического изучения радиоляритов и других силицитов восточной части Малого Кавказа впервые выявлена фациальная изменчивость кремневых отложений. Показано, что радиоляриты Севано-Акеринской оphiолитовой зоны, как и радиоляриты обрамления, являются глубоководной фацией спонголит-радиоляритов и спонголитов. Установлена решающая роль биогенного способа осаждения кремнезема для всех кремней и большей части яшм.

Полученные результаты имеют методическое значение при изучении подобных кремневых толщ в других районах СССР (Дальний Восток, Казахстан, Урал и др.). Исследование классических мезозойских радиоляритов Карпат Румынии, Дальнего Востока СССР (Эконайская и Олюторская зоны Корякского нагорья, о-в Сахалин), Кубы, штата Калифорния (США) показывает, что они, как и радиоляриты Малого Кавказа, первоначально представляли собой глубоководные радиоляриевые илы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулкасумзаде М.Р. Стратиграфия и фауна верхнеюрских отложений северо-восточной части Малого Кавказа. Баку: Изд-во АН АзССР, 1963. 53 с.
2. Аванесян А.С. К вопросу о присутствии неоком-альбских отложений на южном склоне Севанского хребта. — Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология, 1975, N 6, с. 92—94.
3. Азербаев Н.А. Изучение микроструктурных особенностей кремнистых пород ордовика Байконурского синклиниория на электронном микроскопе. — Вестн. АН КазССР, 1969, N 6, с. 41—43.
4. Алиев В.И. Колчеданная рудная формация Малого Кавказа: Автореф. дис....д-ра геол.-минерал. наук. Баку, 1976. 47 с.
5. Алиев М.М., Алиев О.Б., Алиюлла Х. К стратиграфии меловых отложений верховьев р. Тутхун. — Докл. АН АзССР, 1966, т. 22, N 12, с. 37—41.
6. Алиев О.Б., Алиюлла Х. Материалы к установлению нижневаланжинских отложений на горе Сузлух. — Докл. АН АзССР, 1963, т. 19, N 11, с. 41—44.
7. Алиев Х.Ш. Новые виды радиолярий нижнемеловых отложений северо-восточного Азербайджана. — Изв. АН АзССР. Сер. геол., 1961, N 1, с. 51—65.
8. Алиев Х.Ш. Новые виды радиолярий нижнемеловых отложений северо-восточного Азербайджана. — Учен. зап. Азерб. ун-та. Сер. геол., 1961, N 2, с. 25—38.
9. Алиев Х.Ш. Новые виды радиолярий нижнего мела северо-восточного Азербайджана. — Изв. АН АзССР. Сер. геол., 1961, N 5, с. 63—72.
10. Алиев Х.Ш. Новые виды сем. Cyrtidea из отложений валанжина северо-восточного Азербайджана. — Докл. АН АзССР, 1961, N 7, с. 43—49.
11. Алиев Х.Ш. Радиолярии нижнемеловых отложений северо-восточного Азербайджана. Баку: Изд-во АН АзССР, 1965. 156 с.
12. Алиев Х.Ш. Новые виды радиолярий валанжинского и альбского яруса северо-восточного Азербайджана. — В кн.: Меловые отложения Восточного Кавказа и прилегающих областей. М.: Наука, 1967, с. 23—30.
13. Архангельский А.Д. К вопросу о происхождении некоторых осадочных кремнистых пород СССР. — В кн.: К 50-летию акад. В.И. Вернадского. М.: Изд-во АН СССР, 1936, с. 25—72.
14. Атлас породообразующих организмов. М.: Наука, 1973. 267 с.
15. Атлас текстур и структур осадочных пород. М.: Недра, 1973. Ч. 3. 339 с.
16. Балицкий В.С., Зубова Е.И. Аккумуляция кремнезема в гидротермальных растворах. — В кн.: Гидротермальные минералообразующие растворы областей активного вулканизма. Новосибирск: Наука, 1974, с. 114—119.
17. Баранова Н.М., Цихоцкая Н.Н. Кремнистые породы палеогена Украины и их генезис. — В кн.: Сырьевая база кремнистых пород СССР. М.: Наука, 1974, с. 47—48.
18. Башарина Л.А. Фумарольная деятельность вулкана Безымянного в 1955—1957 гг. — Бюл. Вулканол. ст., 1960, N 29, с. 15—27.
19. Башарина Л.А. Эксгалияция побочных кратеров Ключевского вулкана на различных стадиях остыния магмы. — В кн.: Вулканизм Камчатки и некоторых других районов СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 169—228.
20. Безруков П.Л. О распределении и скорости накопления в Охотском море кремнистых осадков. — Докл. АН СССР, 1955, т. 103, N 3, с. 473—476.
21. Безруков П.Л., Петелин В.П., Алексина И.А. Типы осадков, их распределение и состав. — В кн.: Тихий океан. М.: Наука, 1970, ч. 1, с. 170—236.
22. Белянкин Д.С. Образование осадков в современных водоемах. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 787 с.
23. Богданов Н.А., Марков М.С., Са-

- ве́льев А.А. Заседание рабочей группы проекта "Офиолиты". — Геотектоника, 1975, N 2, с. 132—134.
24. Богданов Н.А., Добрецов Н.Л., Книппер А.Л. и др. Совещание по проекту "Офиолиты". — Геотектоника, 1976, N 4, с. 124—126.
25. Бостром К., Фаркуорсон Б., Эйл У. Подводные горячие растворы как один из источников вещества осадков активных подводных хребтов. — В кн.: Междунар. геохим. конгр. М.: Изд-во АН СССР, 1973, т. 4, кн. 1, с. 437—459.
26. Бродская Н.Г. О трех генетических типах кремнистых пород в геосинклинальных формациях. — В кн.: Геохимия кремнезема. М.: Наука, 1966, с. 394—401.
27. Бродская Н.Г. Морские вулканогенно-осадочные формации и их геохимические особенности. — В кн.: Физические и химические процессы и фации. М.: Наука, 1968, с. 172—175.
28. Бруевич С.В. К геохимии кремния в море. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1953, N 4, с. 67—79.
29. Бутузова Г.Ю. Современный вулканогенно-осадочный железорудный процесс в кальдере вулкана Санторин (Эгейское море) и его влияние на геохимию осадков. М.: Наука, 1969, 181 с. (Труды/ГИН АН СССР; Вып. 194).
30. Варенцов И.М., Степанец М.И. Эксперименты по моделированию процессов выщелачивания марганца морской водой из вулканических материалов основного состава. — Докл. АН СССР, 1970, т. 190, N 3, с. 679—682.
31. Вассоевич Н.Б. О распространении *Calpionella Lorenz* в Азербайджане. — Бюл. МОИП. Отд. геол. Н.С., 1950, т. 55, вып. 6, с. 68—84.
32. Виноградов А.П. Закономерности распределения химических элементов в земной коре. — Геохимия, 1962, N 7, с. 555—571.
33. Вишневская В.С. О радиоляриях Севано-Акеринской зоны Малого Кавказа. — В кн.: Сборник НСО. Секция геологии, Апрель 1973. М.: Изд-во МГУ, 1974, N 10, с. 15—21.
34. Вишневская В.С., Левитан М.А. О радиоляриях северо-западной части Севано-Акеринской зоны. — Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология, 1975, N 1, с. 102—105.
35. Вишневская В.С. О возрасте радиоляриев Севано-Акеринской зоны Малого Кавказа. — Докл. АН СССР, 1975, т. 224, N 6, с. 1381—1383.
36. Вишневская В.С. Парагенезы радиоляриев юрско-неокомского разреза Малого Кавказа. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1976, N 1, с. 148—149.
37. Вишневская В.С. Сравнение радиоляриев Севано-Акеринской офиолитовой зоны и ее обрамления. — В кн.: Материалы II науч. конф. асп. и молодых ученых Геол. фак. МГУ. Сер. геол. М., 1975, с. 30—33. Рукопись деп. в ВИНИТИ, 1.03.76, N 642—76 Деп.
38. Вишневская В.С. Положение в разрезе, вещественный состав и генезис кремневых пород поздней юры—раннего мела Малого Кавказа. — Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология, 1976, N 2, с. 109—113.
39. Вишневская В.С. Радиоляриты верхнеюрско-нижнемеловых отложений Малого Кавказа и условия их обитания. — В кн.: Исследование и современные радиолярии. (Сб. науч. работ). Л.: ЗИН АН СССР, 1979, с. 79—83.
40. Вишневская В.С. Палеогеографические условия образования кремневых пород верхней юры—нижнего мела восточной части Малого Кавказа. — В кн.: Материалы III науч. конф. асп. и молодых ученых Геол. фак. МГУ. Сер. геол. М., 1977, с. 30—33. Рукопись деп. в ВИНИТИ, 12.01.77, N 145—77 Деп.
41. Воронина А.А. Стратиграфия юрско-неокомских отложений левобережья р. Тертер. — В кн.: Сборник НСО. Секция геологии, Апрель 1973. М.: Изд-во МГУ, 1974, N 10, с. 22—27.
42. Гасанов Т.Аб. Новые выходы гипербазитов в Сомхето-Карабахской зоне и их тектоническое значение. — Докл. АН СССР, 1975, т. 224, N 6, с. 1387—1390.
43. Гасанов Т.Аб. Тиллоидные фации Малого Кавказа. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1976, N 8, с. 131—136.
44. Геология СССР. Т. 47, Азербайджанская ССР. Ч. 1. М.: Недра, 1972. 520 с.
45. Геологический словарь. М.: Недра, 1973. Т. 1. 486 с.
46. Геккел Ф. Распознавание мелководной морской палеостановки осадконакопления. — В кн.: Условия древнего осадконакопления и их распознавание. М.: Мир, 1974, с. 253—317.
47. Горбунов В.С. Радиолярии среднего и верхнего эоценов Днепровско-Днепропетровской впадины. Киев: Наук. думка, 1979. 164 с.
48. Горбунова З.Н. История накопления глинистых минералов в Тихом океане в кайнозое по данным глубоководного бурения. — Океанология, 1975, N 5, с. 850—856.

49. Григорьев В.Н. Эффузивно-кремнистая формация офиолитового пояса Малого Кавказа. — В кн.: Осадкообразование и вулканализм в геосинклинальных бассейнах. М.: Наука, 1979, с. 60—80. (Труды ГИН АН СССР; Вып. 337.)
50. Гущенко И.И. Пеплы Северной Камчатки и условия их образования. М.: Наука, 1965. 144 с.
51. Дзоценидзе Г.С. Роль вулканализма в образовании осадочных пород и руд. М.: Недра, 1969. 344 с.
52. Дзоценидзе Г.С. Влияние вулканализма на образование осадков. М.: Недра, 1965. 155 с.
53. Дзоценидзе Г.С., Хворова И.В. Хемогенное вулканогенно-осадочное поро-дообразование. — В кн.: Проблемы вулканогенно-осадочного литогенеза. М.: Наука, 1974, с. 13—20.
54. Дистанов У.Г. Особенности кремниакопления в морских платформенных бассейнах. — В кн.: Сыревая база кремнистых пород СССР. М.: Наука, 1974, с. 13—17.
55. Дмитриева Е.В. Спонголиты. — В кн.: Атлас текстур и структур осадочных пород. М.: Недра, 1978, ч. 3, с. 34—36.
56. Дундо О.П., Жамойда А.И. Стратиграфия мезозойских отложений бассейна р. Великой и характерный комплекс валаинжинских радиолярий. — В кн.: Геология Корякского нагорья. М.: Госгортехиздат, 1963, с. 64—86.
57. Жамойда А.И. Радиолярии как руководящие ископаемые кремнистых формаций верхнего палеозоя и нижнего мезозоя Дальнего Востока. — В кн.: Тез. докл. Совещ. по разраб. унифицир. стратигр. схем Дальнего Востока. Хабаровск, 1956. 94 с.
58. Жамойда А.И. Руководящие комплексы и некоторые особенности фауны радиолярий верхнего палеозоя и нижнего мезозоя Ольга-Тетюхинского района. — Информ. сб. ВСЕГЕИ, 1958, N 5, с. 8—19.
59. Жамойда А.И. Мезозойские комплексы радиолярий Сихотэ-Алиня и Нижнего Приамурья и их стратиграфическое значение. — Докл. АН СССР, 1960, т. 135, N 1, с. 148—151.
60. Жамойда А.И. О стратиграфическом значении фрагментов скелетов некоторых мезозойских радиолярий при изучении их в шлифах. — Информ. сб. ВСЕГЕИ, 1961, N 47, с. 23—36.
61. Жамойда А.И. О возрасте кремнисто-вулканогенных толщ Корякского нагорья по данным изучения радиоля-рий. — Тр. ВСЕГЕИ. Н.С., 1963, т. 81, с. 75—98.
62. Жамойда А.И. Этапы развития радиолярий палеозойских и мезозойских морей западной части Тихоокеанского кольца. — В кн.: Стратиграфия верхнего палеозоя и мезозоя южных биогеографических провинций. М.: Недра, 1964, с. 212—223.
63. Жамойда А.И. Новые виды мезозойских радиолярий Сихотэ-Алиня и Нижнего Приамурья. — В кн.: Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР. М.: Недра, 1968, с. 162—178.
64. Жамойда А.И., Ковтунович Ю.М., Савицкий В.С. Мезозойские комплексы радиолярий Сахалина. — В кн.: Ежегодник ВПО. Л., 1968, т. 18, с. 24—47.
65. Жамойда А.И. Первые результаты изучения мезозойских радиолярий Сахалина. — В кн.: Труды II семинара по радиоляриям. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1969, с. 17—25.
66. Жамойда А.И. Особенности развития радиолярий *Sputellaria* и *Nassellaria* палеозойских и мезозойских морей Тихоокеанского кольца и их использование в стратиграфии. — Вопр. микропалеонтологии, 1969, вып. 12, с. 180—194.
67. Жамойда А.И. Биостратиграфия мезозойских кремнистых толщ востока СССР. Л.: Недра, 1972. 243 с.
68. Жамойда А.И. Радиолярии. — В кн.: Стратиграфия СССР: Юрская система. М.: Недра, 1972, с. 417—418.
69. Жамойда А.И., Казинцова Л.И., Тихомирова Л.Б. Комплексы мезозойских радиолярий Малого Кавказа. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1976, N 2, с. 156—160.
70. Жузе А.П. Диатомовые водоросли и их роль в выяснении истории океанов. — Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1961, N 2, с. 13—21.
71. Заваринский А.Н. Пересчет химических анализов изверженных горных пород. М.: Госгеолтехиздат, 1960. 156 с.
72. Зеленов К.К. О выносе растворенного железа в Охотском море гидротермами вулкана Эбеко (о-в Парамушир). — Докл. АН СССР, 1958, т. 120, N 5, с. 1089—1092.
73. Зеленов К.К. Образование взвесей гидроокислов железа и алюминия в морских бассейнах в результате вулканической деятельности. — В кн.: Современные осадки морей и океанов. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 65—72.
74. Зеленов К.К. Подводный вулканализм и его роль в формировании осад-

дочных пород. М.: Наука, 1963, с. 30—86. (Труды ГИН АН СССР; Вып. 81).

75. Зеленов К.К. Геохимия алюминия и титана в областях вулканической деятельности островных дуг. — Сов. геология, 1963, N 3, с. 61—81.

76. Зеленов К.К. Некоторые особенности подводного вулканизма на примере вулкана Бану Вуху (Индонезия). — В кн.: Вулканогенно-осадочные формации и полезные ископаемые. М.: Наука, 1965, с. 70—79.

77. Зеленов К.К. Вулканогенный титан в зоне гипергенеза. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1965, N 10, с. 63—74.

78. Зенкевич Л.А. Фауна и биологическая продуктивность моря. — В кн.: Мировой океан. М.: Изд-во АН СССР, 1951, т. 2, с. 170—196.

79. Казанский Ю.П., Казаринов В.П., Резанова Н.М. Развитие идей А.Д. Архангельского о происхождении кремнистых пород. — Геология и геофизика, 1965, N 9, с. 84—92.

80. Казанский Ю.П. О роли термальных вод в формировании осадочных кремнистых пород. — В кн.: Сыревая база кремнистых пород СССР. М.: Наука, 1974, с. 20—21.

81. Казинцова Л.И., Тихомирова Л.Б. Новые представители семейства Conosphaeridae. — В кн.: Древние радиолярии Средней Азии. Душанбе, 1975, вып. 4, с. 30—46.

82. Казинцова Л.И., Тихомирова Л.Б. Мезозойские радиолярии Малого Кавказа и этапы их развития. — В кн.: Планктон и органический мир пелагиалий в истории Земли. Л.: Наука, 1979, с. 86—95.

83. Каледа Г.А. Периодизация геологической истории кремнезема. — В кн.: Вопросы минералогии осадочных образований. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1956, кн. 3/4, с. 289—291.

84. Каледа Г.А. Яшмовая и синхронные ей формации восточной части Алтайского хребта. — В кн.: Геохимия кремнезема. М.: Наука, 1966, с. 402—421.

85. Каледа Г.А. Основные черты эволюции кремнистого осадкоакапления. — В кн.: Геохимия кремнезема. М.: Наука, 1966, с. 371—393.

86. Кашкай М.А. Основные иультраточные основные породы Азербайджана. Баку: Изд-во АН АзССР, 1947, 242 с.

87. Кашкай М.А., Алахвердиев Ш.И. Аджарская брахиантклиналь в структуре Малого Кавказа. Баку: Элм, 1973, 100 с.

88. Керимов И.Г., Гасанов Т.АБ. Геологическое развитие и магматизм

Шахдагского синклиниория (Малый Кавказ). — Сов. геология, 1972, N 6, с. 70—78.

89. Кленова М.В. Современное осадкообразование в Баренцевом море. — В кн.: Современные осадки морей и океанов. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 419—436.

90. Кнеппер А.Л. История развития серпентинитового меланжа Малого Кавказа. — Геотектоника, 1971, N 6, с. 87—100.

91. Кнеппер А.Л. Океаническая кора в структуре Альпийской складчатой области юга Европы, западной части Азии и Кубы: Автограф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. М.: ГИН АН СССР, 1973, 50 с.

92. Кнеппер А.Л. Океаническая кора в структуре Альпийской складчатой области. М.: Наука, 1975. 208 с. (Труды ГИН АН СССР; Вып. 267.)

93. Кнеппер А.Л., Соколов С.Д. Офиолиты Веди (Армения): автохтон или аллохтон? — Геотектоника, 1976, N 4, с. 54—66.

94. Козлова Г.Э., Горбовец А.Н. Радиолярии верхнемеловых и эоценовых отложений Западно-Сибирской низменности. Л., 1966. 158 с. (Тр. ВНИГРИ; Вып. 248.).

95. Козлова О.Г., Мухина В.В. Диатомовые силикофлагелляты во взвеси и в донных осадках Тихого океана. — В кн.: Геохимия кремнезема. М.: Наука, 1966, с. 192—218.

96. Колтун В.М. Спикульный анализ как микропалеонтологический метод исследования. — Палеонтол. журн., 1959, N 3, с. 148—150.

97. Колтун В.М. Спикульный анализ и его применение в геологии. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1960, N 4, с. 96—102.

98. Колтун В.М. Губки Антарктиды. Исследование фауны морей. Л.: Наука, 1964, с. 6—132.

99. Колтун В.М. Спикулы губок в поверхностном слое осадков морей южной части Индийского океана. — В кн.: Геохимия кремнезема. М.: Наука, 1966, с. 262—283.

100. Краускопф К.Б. Геохимия кремнезема в среде осадкообразования. — В кн.: Геохимия литогенеза. М.: Изд-во Иностр. лит., 1963, с. 210—233.

101. Кругликова С.Б. Количество распределение радиолярий в поверхностном слое донных осадков северной половины Тихого океана. — В кн.: Геохимия кремнезема. М.: Наука, 1966, с. 246—261.

102. Кругликова С.Б. Радиолярии в

- поверхностном слое осадков северной половины Тихого океана. — В кн.: Тихий океан: Микрофлора и микрофауна в современных осадках Тихого океана. М.: Наука, 1969, с. 175—179.
103. Кругликова С.Б. Радиолярии (нас-селярии и спумеллярии) в донных отложениях boreальной зоны Тихого океана. — В кн.: Образ жизни и закономерности распределения современной ископаемой микрофауны. М.: Наука, 1975, с. 283—287.
104. Кузьмичев А.Б. Структура юго-восточной части Севано-Акеринской зоны Малого Кавказа. — В кн.: Региональная геология некоторых районов СССР. М.: Изд-во МГУ, 1976, с. 15—21.
105. Кузьмичева К.И., Соколов С.Д. Возраст офиолитового вулканизма Севано-Акеринской зоны Малого Кавказа. — Докл. АН СССР, 1975, т. 221, № 2, с. 417—419.
106. Лавров П.В. Подводный вулканализм Азорского горного узла в Северной Атлантике. — В кн.: Современный вулканализм. М.: Наука, 1966, с. 24—32.
107. Лебедев Л.М. О природном силикателе из второго теплого ручья на Паужете (Камчатка). — В кн.: Вулканализм Камчатки и некоторых других районов СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1963, с. 155—165.
108. Леммлейн Г.Г. О нарастании кварца на халцедон. — В кн.: Академику Д.С. Белянкину к 70-летию со дня рождения и 45-летию научной и педагогической деятельности. М.: Изд-во АН СССР, 1946, с. 130—139.
109. Леонтьев Л.Н., Хайн В.Е. Геотектонические условия на Кавказе в верхней юре. — Докл. АН СССР, 1946, т. 2, № 3, с. 98—103.
110. Липман Р.Х., Романова В.И. Stratigraphicheskoe raschlenenie verkhneyurskikh, melovykh i paleogenovykh otlozhennykh po Tyumen'skoy opornoy skvazhine I-p na osnovanii izuchenija mikrofauny. — Tr. VSEGEI. N.C., 1955, вып. 9, с. 88—112.
111. Липман Р.Х. Znachenie radiolyarij dlya stratigraficheskogo raschleneniya osadochnykh porod. — Biul. MOIP. Otd. geol., 1959, т. 34, вып. 6, с. 67—88.
112. Липман Р.Х. Pозднемеловые радиолярии Западно-Сибирской низменности и Тургайского прогиба. — Tr. VSEGEI. N.C., 1962, т. 77, с. 234—323.
113. Липман Р.Х. Mезозойские радиолярии Альпийской области Европы. — В кн.: Ископаемые и современные радиолярии. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1969, с. 3—17.
114. Липман Р.Х. Znachenie radiolyarij dlya mezhkontinental'noy korrelatsii otlozhennykh paleogenika. — Sov. geologiya, 1975, N 6, с. 29—36.
115. Лисицын А.П. Oсновные закономерности распределения современных кремнистых осадков и их связь с климатической зональностью. — В кн.: Geohimia kremnezema. M.: Nauka, 1966, с. 90—191.
116. Лисицын А.П. Распределение кремнезема в четвертичных осадках в связи с климатической зональностью геологического прошлого. — В кн.: Geohimia kremnezema. M.: Nauka, 1966, с. 321—370.
117. Лисицын А.П. Osadkoobrazovaniye v okeanakh. M.: Nauka, 1974. 438 s.
118. Лозыняк П.Ю., Свириденко В.Г. Konkretsii kremnzej v izvestniyakh svallyavskoy svity (Ukrainiske Karpaty). — В кн.: Voprosy litologii i petrografii. L'vov: Izd-vo L'vov. un-ta, 1972, kn. 2, s. 185—188.
119. Мандалян Р.А. O силикатах из верхнеюрских отложений северо-восточной части Армянской ССР. — Izv. AН АрмССР. Litologiya, 1964, с. 11—20.
120. Мордухай-Болтовский Д.Д. O парашютах и планерах в растительном и животном царствах. — Учен. зап. Рост. ун-та, 1934, вып. 1, с. 1—15.
121. Мордухай-Болтовский Д.Д. Geometrija radiolyarij. — Учен. зап. Рост. ун-та, 1936, вып. 8, с. 3—92.
122. Набоко С.И. Вулканические экз-галиации и продукты их реакций. M.: Изд-во АН СССР, 1959. 303 c. (Tr. Lab. vulkanologii; Вып. 16).
123. Набоко С.И. Химические типы вулканических вод. — В кн.: Гидротермальные минералообразующие растворы областей активного вулканизма. Новосибирск: Наука, 1974, с. 8—14.
124. Наливкин Д.В. Учение о фациях. M.: Изд-во АН СССР, 1955. T. 1, 534 c.
125. Некрасова О.И., Петровский А.Д. Основные вопросы образования осадочных кремнистых пород. — В кн.: Atlas tekstur i struktur osadochnykh porod. M.: Nedra, 1973, ч. 3, с. 9—16.
126. Некрасова О.И., Петровский А.Д. Характерные морфологические типы поверхностей кремнистых пород под электронным микроскопом. — В кн.: Atlas tekstur i struktur osadochnykh porod. M.: Nedra, 1973, ч. 3, с. 49—53.
127. Окамото Г., Окура Т., Гото К. Свойства кремнезема в воде. — В кн.: Geohimia litogeniza. M.: Изд-во иностр. лит., 1963, с. 196—209.

128. Паланджян С.А. Петрология гипербазитов и габброидов Севанского хребта. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1971. 201 с.
129. Паффенгольц К.Н. Бассейн озера Гокка (Севан). Геологический очерк. — Тр. Всесоюз. геол.-развед. об-ния, 1934, вып. 219, с. 9—26.
130. Петелин В.П. О современных кремнево-губковых морских осадках. — Бюл.МОИП. Отд. геол., 1954, т. 29, N1, с. 67—70.
131. Петрова М.А. Об источниках свободного кремнезема в вулканических областях. — Тр. МГРИ, 1958, т. 32, с. 47—56.
132. Петровский А.Д., Шитов В.А. Опыт изучения некоторых кремнистых пород палеозоя Южного Урала методом реплик под электронным микроскопом. — Литология и полез. ископаемые, 1966, N2, с. 116—118.
133. Петровский А.Д. Минералогические особенности яшм. — Сов. геология, 1969, N7, с. 71—78.
134. Петрографический словарь. М.; Л.: Госгеолтехиздат, 1963. 447 с.
135. Петрушевская М.Г. Радиолярии в планктоне и донных осадках Тихого океана. — В кн.: Геохимия кремнезема. М.: Наука, 1966, с. 219—245.
136. Петрушевская М.Г. Радиолярии *Sputellaria* и *Nassellaria* в донных осадках как индикаторы гидрологических условий. — В кн.: Основные проблемы микропалеонтологии и органогенного осадконакопления в океанах и морях. М.: Наука, 1969, с. 127—152.
137. Петрушевская М.Г. Радиолярии *Nassellaria* в планктоне Мирового океана. — В кн.: Радиолярии Мирового океана. М.; Л.: Наука, 1971, с. 5—294.
138. Петрушевская М.Г. Некоторые вопросы палеогеографии по материалам радиоляриевого анализа глубоководных донных отложений. — Океанология, 1972, т. 12, вып. 4, с. 71—86.
139. Петрушевская М.Г. Радиолярии *Nassellaria* в донных осадках Индийского океана как индикаторы гидрологических условий. — В кн.: Основные проблемы органогенного осадконакопления в океанах. М.: Наука, 1969, с. 27—28.
140. Плюсина И.И., Малеев М.Н., Ефимова Г.А. Исследование скрытокристаллических разновидностей кремнезема методом ИКС. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1970, N9, с. 78—83.
141. Пушкина З.В. Железо, марганец, кремний, фосфор, бор, алюминий в морской воде района вулкана Санторин (Эгейское море). — Литология и полез. ископаемые, 1967, N2, с. 87—96.
142. Ренгартен В.П. Стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа. Региональная стратиграфия СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1959, т. 6, 540 с.
143. Решетняк В.В. Вертикальное распределение радиолярий Курило-Камчатской владины. — Тр. ЗИН АН СССР, 1955, т. 21, с. 94—101.
144. Решетняк В.В. Радиолярии отряда *Phaeodaria* в современных донных осадках и древних отложениях. — В кн.: Ископаемые и современные радиолярии. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1969, с. 133—141.
145. Руководство по геологической практике. М.: Изд-во МГУ, 1974. 509 с.
146. Рунева Н.П. Ископаемые *Phaeodaria* миоцена Камчатки. — Докл. АН СССР, 1974, т. 215, N4, с. 969—971.
147. Самойлов Я.Ф. Отложения кремнезема органического происхождения (кремнистые биолиты и силикатобиолиты). — Тр. Ин-та прикл. минералогии, 1925, вып. 18. 76 с.
148. Сатиан М.А. О морфологии и стадиях развития верхнемеловых прогибов и процессах осадконакопления. — Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1973, N1, с. 42—51.
149. Сатиан М.А., Степанян Ж.О. Радиоляриты оphiолитовых серий Армянской ССР и их палеогеографическое значение. — Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1976, N1, с. 66—76.
150. Сатиан М.А. Позднемеловой литогенез оphiолитовых зон Армянской ССР (Малый Кавказ). Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1979, 167 с.
151. Сеньковский Ю.Н. К генезису трепелов верхнего мела юго-западной окраины Русской платформы. — Докл. АН СССР, 1963, т. 151, N1, с. 193—195.
152. Сеньковский Ю.Н. Некоторые вопросы фоссилизации скелетных остатков кремнистых губок мела Подолии и Предкарпатья. — Палеонтол. сб., 1967, вып. 2, N4, с. 23—26.
153. Сеньковский Ю.Н. Палеоокеанография альб-сенонанского кремненакопления. — Докл. АН УССР. Сер. 5, 1979, N 3, с. 177—180.
154. Силантьев В.Н. Закономерности размещения и формирования вулканогенно-осадочных месторождений доломитов, опок и трепелов. — В кн.: Сыревая база кремнистых пород СССР. М.: Наука, 1974, с. 17—19.
155. Славин В.И. Стратиграфия и тектоника центральной части Карабахс-

- кого хребта (Малый Кавказ). — Сов. геология, 1945, N 6, с. 45—56.
156. Соколов С.Д. Олистостромовые толщи и позднемеловые тектонические покровы оливинитовых зон Малого Кавказа: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М.: ГИН АН СССР, 1975. 20 с.
157. Сорокина Р.И. Классификация радиолярий отряда Spongellaria в пространстве симметрии. — В кн.: Древние радиолярии Средней Азии. Душанбе, 1975, вып. 4, с. 3—20.
158. Стратиграфия и литология Армянской ССР. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1979. 300 с.
159. Страхов Н.М. Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М.: Госгеотехиздат, 1963. 535 с.
160. Страхов Н.М. О некоторых вопросах геохимии кремнезема. — В кн.: Геохимия кремнезема. М.: Наука, 1966, с. 5—8.
161. Страхов Н.М. Геохимическая асимметрия Тихоокеанских отложений, ее причины и возраст. — Литология и полез. ископаемые, 1974, N1, с. 11—26.
162. Страхов Н.М. Об экстракции на срединно-океанских хребтах как источнике рудных элементов в океанских осадках. — Литология и полез. ископаемые, 1974, N3, с. 20—37.
163. Стрелков А.А. Экология современных радиолярий и их географическое распространение. — В кн.: Основы палеонтологии. М.: Изд-во АН СССР, 1959, т. 1, с. 19—32.
164. Фролов В.Т. Выделение литологических типов пород как метод выяснения генезиса терригенных отложений. — Бюл. МОИП. Отд. геол., 1960, т. 35, вып. 6, с. 130—140.
165. Фролов В.Т. Руководство к лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород. М.: Изд-во МГУ, 1964. 310 с.
166. Фролов В.Т. Опыт и методика комплексных стратиграфо-литологических и палеогеографических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1965. 180 с.
167. Фролов В.Т. Опыт выделения и систематики генетических типов морских отложений. — Вестн. МГУ. Сер. 4, Геология, 1968, N6, с. 29—41.
168. Фролов В.Т. О происхождении палеозойских кремнистых пород геосинклиналии Южного Урала. — В кн.: Генезис и классификация осадочных пород. М.: Наука, 1968, с. 55—60.
169. Хабаков А.В. Фауна радиолярий нижнемеловых и верхнеюрских фосфоритов бассейна Верхней Вятки и Камы. — В кн.: Ежегодник ВПО. Л.: ВСЕГЕИ, 1937, т. 11, с. 90—120.
170. Хабаков А.В., Стрелков А.А., Липман Р.Х. Радиолярии как лучевики. — В кн.: Основы палеонтологии. М.: Изд-во АН СССР, 1959, т. 1, с. 369—467.
171. Хайн В.Е., Тихомиров В.В. Юрские и нижнемеловые отложения северо-восточных склонов Мровдагского хребта. — Изв. АН АзССР, 1948, N8, с. 23—34.
172. Халилов А.Г. Нижнемеловые отложения Азербайджанской части Малого Кавказа. Баку: Изд-во АН АзССР, 1959. 295 с.
173. Халилов А.Г., Алиев Г.А., Аскеров Р.Б. Нижний мел юго-восточного окончания Малого Кавказа. Баку: Элм, 1974. 183 с.
174. Хворова И.В. Кремненакопление в геосинклинальных областях прошлого. — В кн.: Осадкообразование и полезные ископаемые вулканических областей прошлого. М.: Наука, 1968, с. 9—136. (Труды ГИН АН СССР; Вып. 195).
175. Хворова И.В. Геосинклинальные кремнистые породы и вопросы их происхождения. — В кн.: Генезис и классификация осадочных пород. М.: Наука, 1968, с. 48—54.
176. Хворова И.В., Дмитрик А.Л. Электронно-микроскопическое изучение кремнистых пород и вопросы их постседиментационного формирования. — Литология и полез. ископаемые, 1969, N1, с. 3—15.
177. Хворова И.В., Гаврилов А.А. Яшмово-туфогенный комплекс ордовика Ишимской Луки и условия образования кремнистых осадков. — Литология и полез. ископаемые, 1969, N 4, с. 53—70.
178. Хворова И.В., Дмитрик А.Л. Микроструктуры кремнистых пород. М.: Наука, 1972. 50 с.
179. Хворова И.В. Главные структурно-фаунистические условия кремненакопления в фанерозое. — В кн.: Сыревая база кремнистых пород СССР. М.: Наука, 1974, с. 7—13.
180. Хотин М.Ю. Вероятный источник кремнезема геосинклинальных кремнистых формаций. — Литология и полез. ископаемые, 1979, N3, с. 100—122.
181. Чедия Д.М. Палеогеновые радиолярии Средней Азии и их значение в биостратиграфии: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Л.: ЛГУ, 1973. 34 с.
182. Челидзе Д.Г. Силициты Запад-

- ной Грузии: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Тбилиси, 1967. 19 с.
183. Челадзе Д.Г., Хамхадзе Н.И. Кремнистые породы Грузии. — В кн.: Сырьевая база кремнистых пород СССР. М.: Наука, 1974, с. 64—65.
 184. Шатский Н.С. О марганценосных формациях и металлогенении марганца. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1954, N 4, с. 3—37.
 185. Шатский Н.С. Фосфоритоносные формации и классификация фосфоритовых залежей. — В кн.: Совещание по осадочным породам. М.: Изд-во АН СССР, 1955, вып. 2, с. 7—100.
 186. Шатский Н.С. Парагенез осадочных и вулканогенных пород и формаций. — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1960, N 5, с. 3—23.
 187. Швецов М.С. Петрография осадочных пород. М.; Л.: Госгеолиздат, 1958. 416 с.
 188. Шахалибейли Э.Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа. Баку: Изд-во АН АзССР, 1964. Т. 1. 307 с.
 189. Шубников А.В., Леммлейн Г.Г. Об ортотропизме роста кристаллов. — Докл. АН СССР, 1927, с. 61—64.
 190. О принципе отбора Гросса — Мёллера. — Тр. Лаб. кристаллографии АН СССР, 1940, вып. 2, с. 119—121.
 191. Эл-Векил С.К., Райли Дж. П. Химические и минералогические исследования глубоководных осадков. — В кн.: Вопросы геохимии и геохронологии океанов. М.: Мир, 1965, с. 64—106.
 192. Bortolotti V., Sagri M. Osservazioni sull'età e la giacitura della ophioliti tra Smirne e Erzurum (Turchia). — Boll. Soc. geol. ital., 1968, vol. 87, p. 661—667.
 193. Bostrom K., Peterson M.N. The origin of aluminium poor ferromanganese sediments in areas of high heat flow on the Pacific rise. — Mar. Geol., 1969, vol. 7, N 5, p. 427—447.
 194. Cauex L. Les roches sédimentaires de France. — In: Roches Siliceuses. P., 1929, p. 774.
 195. Colom G. Jurassic — Cretaceous pelagic sediments of the western Mediterranean zone and the Atlantic area. — Micropaleontology, 1955, vol. 1, N 2, p. 109—124.
 196. Dumitrica P. Phaeodarian Radiolaria in Southwest Pacific sediments cores during leg 21 of the Deep Sea Drilling Project. — Initial Reports of the DSDP, 1973, vol. 21, p. 751—785.
 197. Dymont J., Corliss J.B., Heath G.R. et al. Origin of metalliferous sediments from the Pacific ocean. — Bull. Geol. Soc. Amer., 1973, vol. 84, N 10, p. 3355—3372.
 198. Folk R.L., Weaver Ch.E. A study of the texture and composition of Chert. — Amer. J. Sci., 1952, vol. 250, N 7, p. 498—510.
 199. Folk R.L., McBride E.F. Radiolarites and their relation to subjacent oceanic crust in Liguria, Italy. — J. Sediment. Petrol., 1978, vol. 48, N 4, p. 1069—1102.
 200. Foreman H.P. Radiolaria from DSDP Leg 20. — Initial Reports of the DSDP, 1973, vol. 20, p. 249—305.
 201. Foreman H.P. Radiolaria from the North Pacific. DSDP Leg 32. — Initial Reports of the DSDP, 1975, vol. 32, p. 579—676.
 202. Foreman H.P. Mesozoic Radiolaria in the Atlantic ocean of the Northwest Coast of Africa. DSDP Leg 41. — Initial Reports of DSDP, 1979, vol. 41, p. 739—761.
 203. Miller A.R., Densmore C.D., Degens E.T. et al. Hot brines and recent deposits in deeps of the Red Sea. — Geochim. et cosmochim. acta, 1966, vol. 30, N 3, p. 341—359.
 204. Moore T. Radiolaria from leg 17 of the DSDP. — Initial Reports of the DSDP, 1973, vol. 17, p. 797—869.
 205. Neviani A. Supplemento alla fauna a Radiolari della rocce mesozoiche del Bolognese. — Boll. Soc. geol. ital., 1900, vol. 19, p. 645—670.
 206. Olafsson I. Volcanic influence on sea water at Heimaey. — Nature, 1975, vol. 255, N 5504, p. 138—141.
 207. Pantanelli D. I diaspri della Toscana e loro fossili. — Atti Acad. naz. Lincei mem. Ser. 3, 1880, vol. 8, p. 35.
 208. Pessagno E.A. Upper Jurassic Radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the California Coast Ranges. — Micropaleontology, 1977, vol. 23, N 1, p. 56—113.
 209. Porreng D.H. Glauconite and chamosite as depth indicators environment. — Mar. Geol., 1967, vol. 5, N 5 6, p. 495—501.
 210. Riedel W., Sanfilippo A. Stratigraphy and evolution of Tropical cenozoic Radiolarians. — In: Symp. Marine plankton and sediments and Third Planctonic conference: Abstracts of papers. Kiel, 1974, p. 60.

211. *Rust D.* Beitrage zur Kenntnise der fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Jura. — *Palaentographica*, 1885, Bd. 31, S. 269–321.
212. *Rust D.* Beitrage zur Kenntnise der fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Kreide. — *Paleontographica*, 1889, Bd. 34, S. 181–213.
213. *Rust D.* Neue Beitrage zur Kenntnise der Fossilien Radiolarien aus Gestei-
nen der Jura und Kreide. — *Paleontographica*, 1889, Bd. 45, p. 1–67.
214. *Vinassa de Regny F.E.* I Radiari della stanite di Carpina (Spezia). — *Paleontogr. ital.*, 1898, vol. 4, p. 217.
215. *Vishnevaskaya V.S., Chejovich V.P., Albear L.F.* Edad y condiciones de formaciones de las silicitas de la zona de Camajuani (Cuba). — *Cienc. Tierra Espacio*, 1982, N 6, p. 113–117.

ОБЪЯСНЕНИЯ К ФОТОТАБЛИЦАМ

РАДИОЛЯРИИ ПОЗДНЕЙ ЮРЫ—РАННЕГО МЕЛА МАЛОГО КАВКАЗА

Таблица I

1 — *Conosphaera sphaeroconus*, ×150; р. Тутхун; *Chitonastrum tricuspidatum*, ×100; гора Сусузлух; 3 — *C. tricuspidatum*, ×60; р. Агчай; 4 — *Histiastrum valanginica*, ×115; там же; 5 — *H. valanginica*, ×115; гора Агчинлдаг; 6 — *H. amurense*, ×75; гора Каравул; 7 — *Mirifusus mediolatata*, ×60; сел. Гюнейлея; 8 — *M. mediolatata*, ×80; р. Тутхун; 9 — *Parvingula altissima*, ×35; сел. Камышлы

Таблица II

1 — *Obesacapsula cetia*, ×50; р. Тутхун; 2 — *Suringocapsa rotunda*, ×50; там же; 3 — *Podobursa polylophia*, ×50; там же; 4 — *Eusyringium anglii*, ×200; гора Каравул; 5 — *E. macroporum*, ×125; сел. Ипяк; 6 — *E. musulevi*, ×125; гора Агчинлдаг; 7 — *E. triviale*, ×125; сел. Гюнейлея; 8 — *Stichocapsa conosphaeroides*, ×50; гора Сусузлух; 9 — *Sethocapsa trachyostraca*, ×150; гора Агчинлдаг

Таблица III

1 — *Cenosphaera* ? sp., ×100; сел. Камышлы, поздняя юра—неоком; 2, 3 — *Orbiculiforma* sp., ×150, ×300; г. Каравул, келловей—оксфорд; 4, 5 — *Rhopalastum* sp., ×180, ×100; там же; 6 — *Tripodictya* ? sp., ×100; там же

Таблица IV

1 — *Sphaerostylus lanceola* gr., ×200; г. Багырлы, титон — неоком; 2 — *Archaeospongoprunum imlai*, ×100; гора Каравул, келловей—оксфорд; 3 — *Cyclastrum paenorbis*, ×150; там же; 4 — *Trilonche* ? *ordinaria*, ×150; там же; 5, 6 — *Archaeodictyonitria rigida*, ×200; там же

Таблица V

1, 2 — *Dictyonitria alievi*, ×150, ×360; гора Каравул, титон—неоком; 3—5 — *Parvingula boesii*, ×200, ×450, ×450; там же; 6 — *P. sp.*, ×100; сел. Камышлы, поздняя юра—неоком; 7—9 — *P. ? boesii*, ×100, ×300, ×100; гора Каравул, титон—неоком

Таблица VI

1, 3—5 — *Huum aff. maxwelli*, ×200, ×150, ×400, ×150; гора Каравул, келловей — оксфорд; 2 — *H. aff. maxwelli*, ×200; сел. Камышлы, поздняя юра—неоком; 6 — *H. sp.*, ×100; там же

Таблица VII

1 — *Mirifusus mediolatata*, ×300; сел. Камышлы, поздняя юра—неоком; 2 — *Archaeodictyonitria* ? sp., ×150; там же; 3, 4 — *Huum cf. stanleyensis*, ×100, ×350; гора Каравул, келловей—оксфорд; 5 — *Eusyringium musulevi*, ×100; там же; 6 — *E. macroporum*, ×150; сел. Камышлы, поздняя юра—неоком

ТЕПЛОВОДНЫЙ КОМПЛЕКС РАДИОЛЯРИЙ СРЕДНИЙ МЕЛ [ПОЗДНИЙ АЛЬБ—ТУРОН] ЗОНЫ КАМАХУАНИ КУБЫ [215]

Таблица VIII

1 — *Cenosphaera* sp., ×200; 2 — *Acanthosphaera parvipora*, ×195; 3 — *Praeconocaryomma lipmanae*, ×200; 4 — *P. universa*, ×200; 5 — *Alievum helena* gr., ×125; 6 — *Pseudoau-
lophacus* aff. *putahensis*, ×100; 7 — *P. putahensis* gr., ×100; 8 — *Alievum?* sp., ×150

Таблица IX

1, 4 — *Alievum?* sp., ×200, ×1500; 2, 3 — *A.?* *helena* gr., ×180, ×650; 5 — *Pseudo-
auolphacus*, sp., ×210; 6 — *Archaeospongoprunum cortinaensis* gr., ×145; 7 — *Hale-
siump sexangulum*, ×100; 8 — *Spongodiscidae?* ×100

Таблица X

1, 2 — *Spongodiscidae?*, ×1500, ×135; 3 — *Cryptamphorella sphaerica*, ×350; 4 — *C.?* sp.,
×400; 5—8 — *Xitus spicularia*, ×150, ×800, ×150, ×150

Таблица XI

1, 2, 6—8 — *Dictyomitria carpatica*, ×150, ×300, ×200, ×2500, ×5000; 3—5 — *Xitus aff. plenum*,
×200, ×400, ×800

Таблица XII

1, 4, 8 — *Thanarla lacrimula* gr., ×215; 2, 3 — *Dictyomitria multicostata* gr., ×150, ×200; 5, 6 —
Thanarla elegantissima gr., ×150, ×350; 7 — *Ultranapora praespinifera*, ×165

ХОЛОДНОВОДНЫЙ КОМПЛЕКС РАДИОЛЯРИЙ

Поздний мел—палеоген Олюторской зоны Дальнего Востока СССР

Таблица XIII

1 — *Cromyosphaera? vivenkensis*, ×360; палеоцен—эоцен; 2 — *C.?* sp., ×230; поздний мел

Таблица XIV

1 — *Staurodictya cf. fresnoensis*, ×310; поздний кампан—маастрихт; 2 — *Dryppotractus* sp.,
×252; палеоцен—эоцен

Таблица XV

1 — *Spongodiscus americanus*, ×253; палеоцен—эоцен; 2 — *Lithomespilus* sp., ×360;
поздний маастрихт—даний

Таблица XVI

1 — *Stichomitria livermorensis*, ×280; поздний кампан—маастрихт; 2 — *Theocampe van-
derhoofi*, ×510, там же

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Глава I. ПОЛОЖЕНИЕ РАДИОЛЯРИТОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЗРЕЗЕ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА	5
Краткая история изучения кремневых пород Малого Кавказа	5
Некоторые вопросы тектонического строения	7
Кремневые породы в Севано-Акеринской оphiолитовой зоне	8
Кремневые породы в верхнеюрско-нижнемеловых отложениях обрамления Севано-Акеринской зоны	22
Возраст радиолярий Севано-Акеринской зоны	33
Сведения об изученности радиолярий восточной части Малого Кавказа	33
Радиолярии из верхнеюрско-нижнемеловых силицитов обрамления Севано- Акеринской зоны	34
О возрасте радиолярий Севано-Акеринской зоны	36
Описание некоторых видов радиолярий	38
Глава II. ЛИТОЛОГИЯ КРЕМНЕВЫХ ПОРОД ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАЛОГО КАВКАЗА	45
Общая характеристика кремневых пород	45
Цвет	45
Текстуры	46
Структуры	47
Специальное изучение структурных особенностей под сканирующим электрон- ным микроскопом	52
Органические остатки	56
Минеральный состав	64
Химический состав и геохимические особенности силицитов	65
Общая петрохимическая характеристика	66
Сравнительная характеристика яшм и кремней	66
Химический состав радиолярий	74
Корреляционные связи элементов и некоторые вопросы генезиса сили- цитов	76
Литологические типы кремневых пород	79
Литологические типы яшм	79
Литологические типы кремней	85
Краткая характеристика пород, ассоциирующих с силицитами	89
Парагенетические ассоциации литологических типов силицитов и других пород	90
Глава III. УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РАДИОЛЯРИТОВ	96
Палеогеография и условия кремненакопления	96
Палеэкологический анализ	96
Общие черты палеогеографии и условий кремненакопления	98
Способы осаждения кремнезема и его источники	99
Фациальная изменчивость	102
Обстановки осадконакопления и генетические типы кремневых отложений	103
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	108
ЛИТЕРАТУРА	109
ОБЪЯСНЕНИЯ К ФОТОТАБЛИЦАМ	118

1р. 60 к.

18665

