

УДК 551.7:551.763(571.661)

ТЕКТОНОСТРАТИГРАФИЯ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОЛЮТОРСКОЙ ЗОНЫ (КОРЯКСКОЕ НАГОРЬЕ, РАЙОН БУХТЫ АНАСТАСИИ)

© 1998 г. А. В. Соловьев, Т. Н. Палечек, Р. М. Палечек

Институт литосферы РАН, 109180, Старомонетный пер., 22, Россия

Поступила в редакцию 29.05.96 г.

В районе бухты Анастасии на западном побережье Алеутской впадины (Корякское нагорье) на основе анализа литологических и петрографических характеристик пород выделены вулканогенно-кремнистый и осадочно-вулканогенный комплексы. Возраст кремнистых отложений этих комплексов определялся по радиоляриям. Вулканогенно-кремнистый комплекс содержит горизонты кампан-маастрихтского возраста. По вещественному составу он сопоставляется с "ватынской серией". Ранее считалось, что "ватынская серия" сформировалась в альб-кампане. По нашим данным этот диапазон может быть расширен до Маастрихта. Осадочно-вулканогенный комплекс подразделен на три подкомплекса: собственно вулканогенный (нижний), вулканогенно-терригенный (средний или переходный) и кремнисто-терригенный (верхний). Кремнисто-терригенный подкомплекс содержит радиолярии, позволяющие датировать вмещающие отложения кампаном-маастрихтом. Осадочно-вулканогенный комплекс сопоставляется с мачевнинским комплексом или с "ачайваямской свитой".

Вулканогенно-кремнистый комплекс, по-видимому, формировался в пределах окраинноморского бассейна, а осадочно-вулканогенный - в пределах островной дуги и ее склона. Полученные данные позволяют реконструировать для кампан-маастрихтского времени возможный палеолатеральный ряд: континентальный склон - впадина окраинного моря - поднятие островной дуги - впадина океанического бассейна.

Ключевые слова. Тектоностратиграфия, радиолярии, поздний мел, палеотектонические реконструкции, Олюторская зона, Корякское нагорье.

ВВЕДЕНИЕ

Стратиграфическое расчленение и корреляция отложений, входящих в состав покровно-складчатых комплексов аккреционных систем обрамления Берингова моря, до сих пор наталкивается на ряд объективных трудностей. Во-первых, широко развитые здесь вулканогенно-кремнисто-терригенные образования фактически не содержат определяемой макрофауны, поэтому стратиграфическое расчленение основано на микрофауне, выделение и определение которой более трудоемко и не всегда приносит желаемые результаты. Во-вторых, эти отложения характеризуются весьма значительной фауциальной изменчивостью. В-третьих, крайне высокая степень разобщенности первичных разрезов часто затрудняет восстановление первоначальной картины. Изучая отложения в сложнопостроенных зонах аккреции, исследователи должны помнить, что часто они имеют дело не со стратиграфическими разрезами, а с тектоностратиграфическими последовательностями пород, сформированными при тектоническом скупивании отложений (Тектоническая расслоенность..., 1990). Тектоностратиграфические разрезы характеризуются чешуйчатым строением, чешуи ограничены поверхностями сместителей и могут иметь протяженность от первых десятков метров до нескольких километров.

В методическом отношении изучение тектоностратиграфических последовательностей пород требует детального отбора проб на микрофауну из каждой структурной единицы, тщательно описания характера взаимоотношений между слоями и точного описания литологических особенностей отложений. В статье рассматриваются результаты исследования тектоностратиграфических разрезов верхнемеловых вулканогенно-кремнисто-терригенных отложений, обнажающихся на западном побережье Алеутской впадины в районе бухты Анастасии.

Материал был собран летом 1994 г. Проведено петрографическое и литологическое изучение пород выделенных тектоностратиграфических единиц. Из кремнистых пород выделялись объемные формы радиолярий. Экстрагирование радиолярий проводилось путем травления плавиковой (2-10%) или уксусной (10-30%) кислотами. Концентрации и время травления подбирались опытным путем. Съёмка радиолярий проводилась с помощью сканирующего электронного микроскопа В.В. Бернардом в Институте литосферы РАН.

Результатом изучения тектоностратиграфических разрезов является реконструкция первичных взаимоотношений отложений, ныне входящих в состав тектонических пластин. В статье показана принципиальная возможность таких реконструкций на примере некоторых покровно-складчатых комплексов Корякского нагорья.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

В географическом отношении район исследований расположен в районе бухты Анастасии на западном побережье Алеутской впадины Берингова моря (рис. 1) Тектоническая позиция района исследований определяется областью сочленения Олюторской и Укэляятской зон. Сложное покровно-складчатое строение Олюторской зоны изучалось сотрудниками различных организаций: Александров А.А. и др. (СВКНИИ), Алексеев Э.С. ("Аэрогеология"), Митрофанов Н.П. (ВИМС), Казимиров А.Д., Астраханцев О.В. и др. (ГИН РАН), а также сотрудниками Института литосферы РАН (Богданов, 1970; Богданов и др., 1982; Геология юга..., 1987). Фронтальная часть Олюторской зоны представлена преимущественно толщами меловых океанических и островодужных комплексов, слагающих крупные аллохтонные пластины (Астраханцев и др., 1987; Чехович, 1993), которые обдуцированы на отложения Укэляятского прогиба по Ватыно-Вывенскому надвигу (Митрофанов, 1977). Астраханцев и др. (1987) выделили на севере Олюторской зоны следующие структурные элементы: 1) относительный автохтон, представленный туфотерригенными отложениями корякской серии позднего мела - раннего палеогена (Укэляятская зона); 2) параавтохтон, сложенный олистостромовой толщей Маастрихта. Матрикс олистостромы представлен укэляятскими флишевыми фациями, олистолиты сложены, в основном, породами ватынского облика. 3) аллохтон, представленный вулканогенно-кремнистыми отложениями ватынской серии альбакампа и осадочно-вулканогенными породами ачайваямской свиты Маастрихта - раннего палеогена; 4) неавтохтон, сложенный лавами и туфами андезит-дацитового и дацит-липаритового состава и платобазальтами неоген-четвертичного возраста. В данной статье рассматривается тектоностратиграфия аллохтонных образований.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Было проведено изучение геологического строения полуострова, расположенного между бухтой Анастасии и лагуной Нерпичье Озеро (рис. 1). В результате исследований на основании различий литологических характеристик и вещественного состава были выделены два комплекса: вулканогенно-кремнистый и осадочно-вулканогенный. Нижней структурной границей вулканогенно-кремнистого комплекса является Ватыно-Вывенский надвиг, по которому данные образования обдуцированы на флишеидные отложения Укэляятской зоны. Гипсометрически выше вулканогенно-кремнистого комплекса залегают породы осадочно-вулканогенного комплекса. На территории изученного района контакт между этими комплексами тектонический, в одних местах это надвиги с пологим субгоризонтальным сместителем, в других разрывы взбросового типа с крутопадающим сместителем.

ВУЛКАНОГЕННО-КРЕМНИСТЫЙ КОМПЛЕКС

На полуострове наиболее низкое гипсометрическое положение занимают отложения вулканогенно-кремнистого комплекса, встреченные только в береговых разрезах (рис. 2). В данном случае мы имеем дело не со стратиграфическим, а с тектоностратиграфическим разрезом, имеющим чешуйчатое строение. Вулканогенно-кремнистый комплекс представлен пиллоу-базальтами, гиалокластитами и долеритами, а также кремнистыми породами и алевропелитами. Для разных тектонических пластин характерны различные парагенетические ассоциации пород: 1) пиллоу-базальты, гиалокластиты и сургучные яшмы; б) черные алевропелиты, зеленые и серые силициты.

Характерной чертой первой ассоциации являются слои сургучных яшм с битой ракушкой иноцеромов, которые являются хорошим реперным горизонтом. Сургучные яшмы часто обожжены базальтовыми потоками и слагают единые тектонические чешуи. Для сургучных яшм характерны турбидные структуры, в некоторых местах отмечается дисгармоничная складчатость, являющаяся результатом конседиментационных деформаций, скорее всего вследствие оползневых процессов.

Вторая ассоциация слагает чешуи, ограниченные поверхностями сместителей как сверху, так и снизу. В черных алевропелитах заключены линзы и прослои зеленых и серых кремнистых пород. Эти фрагменты наиболее деформированы. Черные алевропелиты характеризуются тонкоплитчатой отдельностью.

Изучение радиолярий из кремнистых пород комплекса

Пробы на микрофауну отбирались из кремнистых и терригенных пород различных тектоностратиграфических единиц (рис. 2). Из пород вулканогенно-кремнистого комплекса изучено около 100 образцов и только из 9, представленных сургучными яшмами (обр. 4, 12, 29, 43/а, 44/в, А10, А12, А14, Т28), удалось экстрагировать и определить радиолярии. Комплексы радиолярий характеризуются невысоким таксономическим разнообразием и небольшой численностью (табл. 1). Количество видов радиолярий составляет 10-13 в наиболее представительных пробах, а максимальное число экземпляров оценивается первыми десятками. Наиболее типичными являются *Praestylosphaera pusilla* (Campbell & Clark), *Amphipyndax stocki* (Campbell & Clark), *Stichomitra livermorensis* (Campbell & Clark), *Dictyomitra densicosata* Pessagno, *D. multicostata* Zittel, *Clathrocyclas tintinnaeformis* Campbell & Clark, различные виды *Phaseliforma* (*P. ex gr. carinata*, *P. cf. subcarinata*). Кроме этого встречены единичные экземпляры: *Cornutella californica* Campbell & Clark, *Stichomitra cf. shirshovica* Vishnevskaya, *Xitus cf. asymbatos* (Foreman), *Phaseliforma cf. meganosensis* Pessagno. На основании выделенных сообществ радиолярий (табл. 1 и I-II)

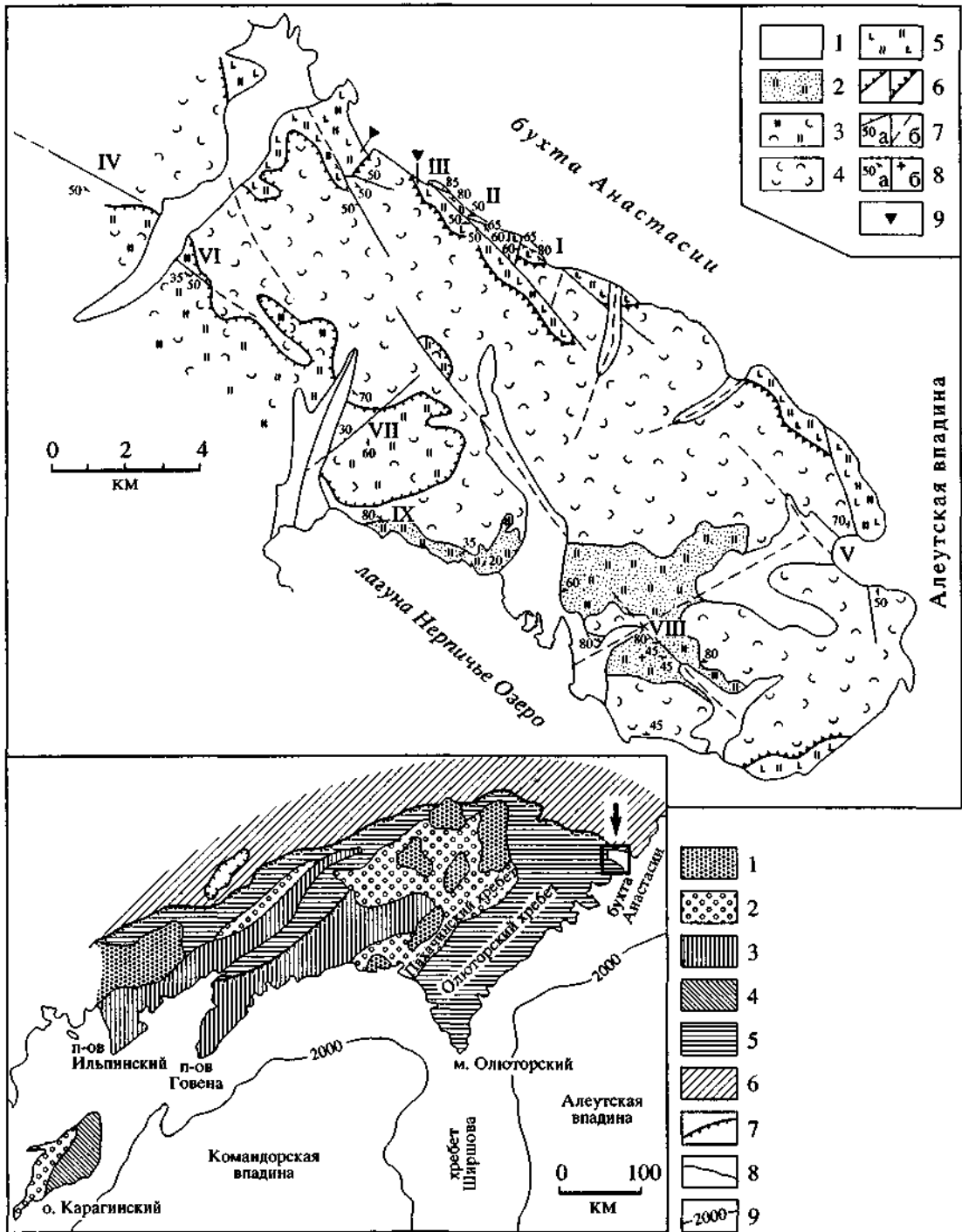


Рис. 1. Схема геологического строения района бухты Анастасии. (С использованием материалов приложения к "Тектоническая расчлененность...", 1990.) На врезке показан район исследований.

1 - четвертичные рыхлые отложения; 2 - 4 - осадочно-вулканогенный комплекс: 2 - кремнисто-терригенный подкомплекс (кампан-маастрихт); 3 - вулканогенно-терригенный подкомплекс; 4 - собственно вулканогенный подкомплекс; 5 - вулканогенно-кремнистый комплекс (поздний турон-маастрихт); 6 - взбросы (а - субгоризонтальные надвижки; б - взбросы с крутопадающим сместителем); 7 - разломы нетипизированные (а - установленные; б - предполагаемые); 8 - элементы залегания поверхностей напластования (а - наклонное падение; б - вертикальное); 9 - местоположение образцов из коллекции Богданова Н.А. и Савельева К.А., определения радиоярий Вишневской В.С. (табл. 3).

Римскими цифрами на схеме показано положение изученных разрезов, приведенных на рис. 2, 3.

На врезке: схематическая геологическая карта западного обрамления Берингова моря: 1 - плиоцен-четвертичные вулканы; 2-6 - комплексы: 2 - неогеновые, 3 - палеогеновые флишиодные и вулканогенные, 4 - верхнемеловые, палеогеновые, нерасчлененные, 5 - меловые кремнисто-вулканогенные, 6 - меловые-палеогеновые флишиодные Укэлятского прогиба; 7 - надвижки; 8 - стратиграфические контакты; 9 - изобаты, в метрах.

можно говорить о том, что в состав вулканогенно-кремнистого комплекса района бухты Анастасии входят отложения кампан-маастрихтского возраста (табл. 2). Сообщество радиолярий из обр. 29, отобранного из верхней тектонической пластины разреза I (рис. 2), указывает на среднекампан-раннемаастрихтский возраст сургучных яшм, обожженных перекрывающими их пиллоу-базальтами. Данный факт представляется весьма важным, так как указывает на то, что в это время происходило извержение базальтов в субаквальной обстановке.

ОСАДОЧНО-ВУЛКАНОГЕННЫЙ КОМПЛЕКС

Основная площадь полуострова между бухтой Анастасии и лагуной Нерпичье Озеро сложена образованиями осадочно-вулканогенного комплекса (рис. 1). Фрагменты разрезов данного комплекса были изучены в притоках ручьев Ушельный, Обходной, Болотный, на северном берегу лагуны Нерпичье Озеро, на юго-западном склоне горы Крутой и в береговых обнажениях бухты Малой (рис. 3). Поверхности сместителей ограничивают тектоностратиграфические единицы, в колонках показано гипсометрическое положение пластин, внутри выделенных единиц описаны стратиграфические контакты.

В результате проведенных исследований осадочно-вулканогенный комплекс удалось подразделить на три подкомплекса с некоторой долей условности: 1) собственно вулканогенный (нижний); 2) вулканогенно-терригенный (средний или переходный); 3) кремнисто-терригенный (верхний).

Собственно вулканогенный подкомплекс (рис. 3) сложен порфировыми миндалекаменными базальтами, лавобрекчиями базальтового состава, реже встречаются лавокластиты в матриксе грауваккового состава и прослой, линзы андезито-базальтов. Характерной чертой подкомплекса являются миндалекаменные базальты с крупными вкрапленниками (до 2 см) клинопироксена, а также лавобрекчии с атакситовой (брекчиевидно-такситовой) текстурой (Структуры горных пород, 1948). Атакситовая текстура характеризуется наличием в породе включений как округлых, так и неправильной формы (размером от 10 до 50 см) с крупнопорфировой структурой, погруженных в матрикс с мелкопорфировой структурой. Матрикс и включения идентичны по составу. Собственно вулканогенный подкомплекс тектонически перекрывает вулканогенно-кремнистый комплекс, тектонический контакт описан в притоках ручья Ушельного и в береговых обнажениях бухты Малой. Структурно выше залегает вулканогенно-терригенный подкомплекс, который по пологим надвигам перекрывает собственно вулканогенный подкомплекс в юго-западной части полуострова и образует самостоятельную тектоническую пластину.

Вулканогенно-терригенный подкомплекс (рис. 3) распространен локально и сложен грау-

вакковыми песчаниками, моновулканитовыми литокристаллокластическими брекчиями базальтового состава, базальтами, лавобрекчиями и кремнистыми породами с примесью значительного количества терригенного материала. К верхним горизонтам подкомплекса приурочены подводно-оползневые образования: крупные блоки (до 10 м) базальтов, лавобрекчии погружены в граувакковый песчаный матрикс. Положение данного комплекса в разрезе полуострова не достаточно ясно, так как он описан только в изолированных алохтонных пластинах (рис. 1). Переходный характер вулканогенно-терригенного подкомплекса определяется его вещественным составом, он включает как вулканогенные породы, характерные для собственно вулканогенного подкомплекса (нижнего), так и терригенные образования, входящие в состав кремнисто-терригенного подкомплекса (верхнего).

Кремнисто-терригенный подкомплекс (рис. 3) развит в южной части полуострова и представлен, граувакковыми песчаниками, алевропелитами, окремнелыми алевролитами, зелеными и черными кремнями. Данный подкомплекс по нормальному стратиграфическому контакту перекрывает образования собственно вулканогенного комплекса. Постепенный переход от лавобрекчии к мелкозернистым граувакковым песчаникам описан на юго-западном склоне горы Крутой, налегание черных кремней на лавобрекчии наблюдалось в районе лагуны Нерпичье озеро.

Изучение радиолярий из кремнистых пород комплекса

Из кремнистых пород кремнисто-терригенного подкомплекса изучено более 50 образцов. Из трех образцов были получены комплексы радиолярий, но только один из них (обр. 136/ж (рис. 3)) характеризуется неплохой сохранностью и представительностью (табл. I и III). В комплексе присутствуют: *Praestylosphaera pusilla* (Campbell & Clark), *Cornutella californica* Campbell & Clark, *Clathrocyclas cf. tintinnaeformis* Campbell & Clark, *C cf. hyronia* Foreman, *Theocampe cf. altamontensis* (Campbell & Clark), *Lithostrobos cf. rostovzevi* Lipman, *Phaseliforma sp.*, *Orbiculiforma sp.*, *Stichomitra sp.*, *Dictyomitra sp.*, доминирует *Theocampe yaoi* Tacketani. Выделенная ассоциация радиолярий позволяет говорить о том, что кремнисто-терригенный подкомплекс в районе бухты Анастасии включает толщи кампан-маастрихтского возраста (табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Фронтальная часть Олюторской зоны в районе бухты Анастасии имеет покровно-складчатое строение и сложена двумя комплексами - вулканогенно-кремнистым и осадочно-вулканогенным.

Вулканогенно-кремнистый комплекс представлен океаническими (в широком смысле) пил-

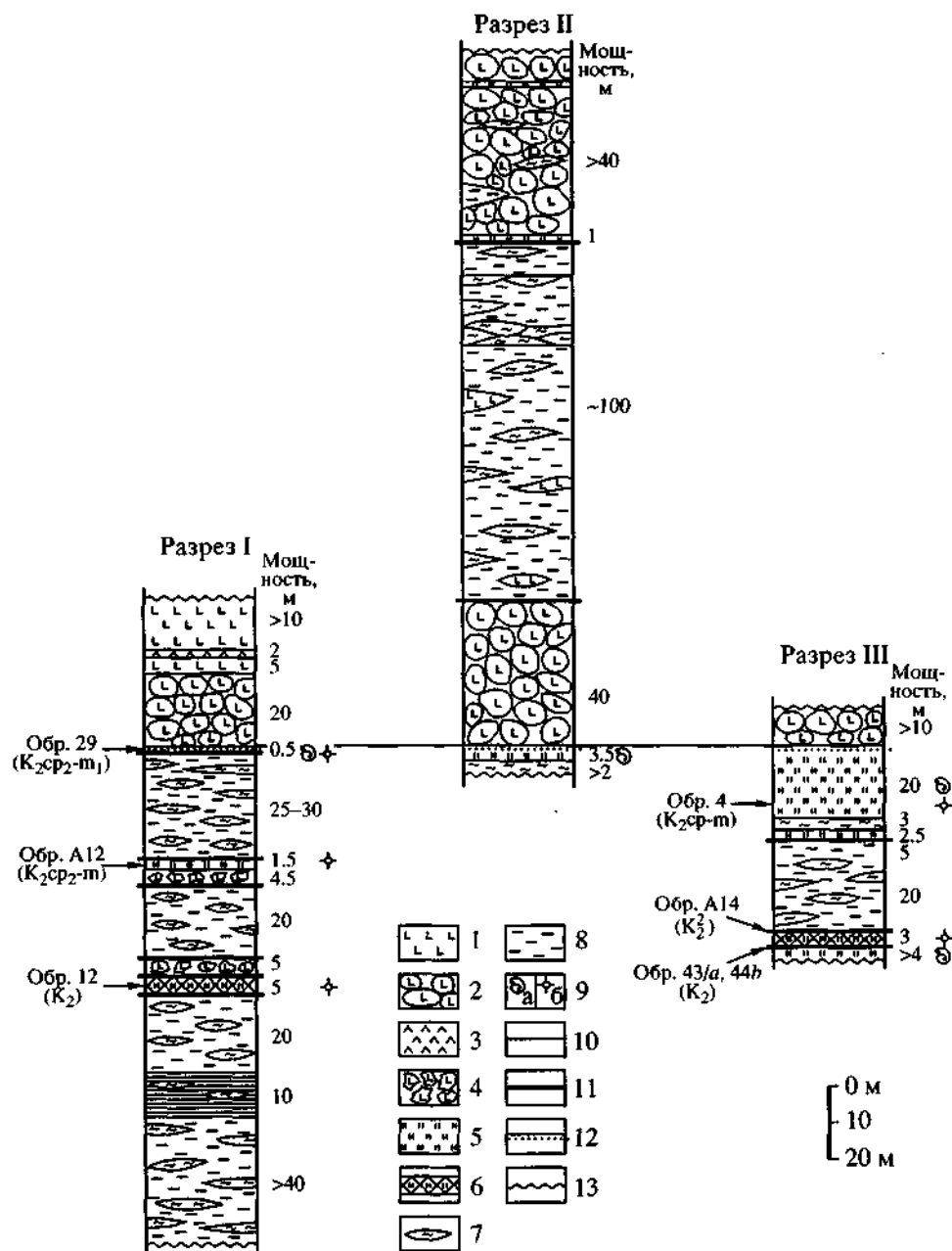


Рис. 2. Тектоностратиграфические колонки вулканогенно-кремнистого комплекса.

1 - массивные базальты; 2 - пиллоу-базальты; 3 - гиалокластиты базальтового состава; 4 - лавобрекчии базальтового состава; 5 - красные яшмы; 6 - зоны дробления; 7 - зеленые и серые кремнистые породы (слои и линзы); 8 - черные алевропелиты; 9 - фауна (а - иноцерамы (неопределимые); б - радиоларии); 10 - стратиграфические контакты; 11 - тектонические контакты; 12 - закалочные контакты; 13 - окончание видимых горизонтов разрезов.

лоу-базальтами, пелагическими и хемипелагическими осадками - силицитами и алевропелитами. Вулканиды вулканогенно-кремнистого комплекса представлены афировыми, плагиоклаз-клинопироксенпорфировыми базальтами и долеритами. Все породы в различной степени спилитизированы. Преобладание лав и отсутствие пирокластических пород указывает на то, что извержения происходили

из вулканов трещинного типа, либо центрального типа, но которые располагались ниже уровня компенсации давления (Фишер, 1987), по оценкам для лав основного состава этот уровень составляет 200 м и глубже. Кремнистые породы и алевропелиты содержат примесь грауваккового материала, что свидетельствует о размыве энсиматической коры. Наличие турбидных и оползневых структур в силици-

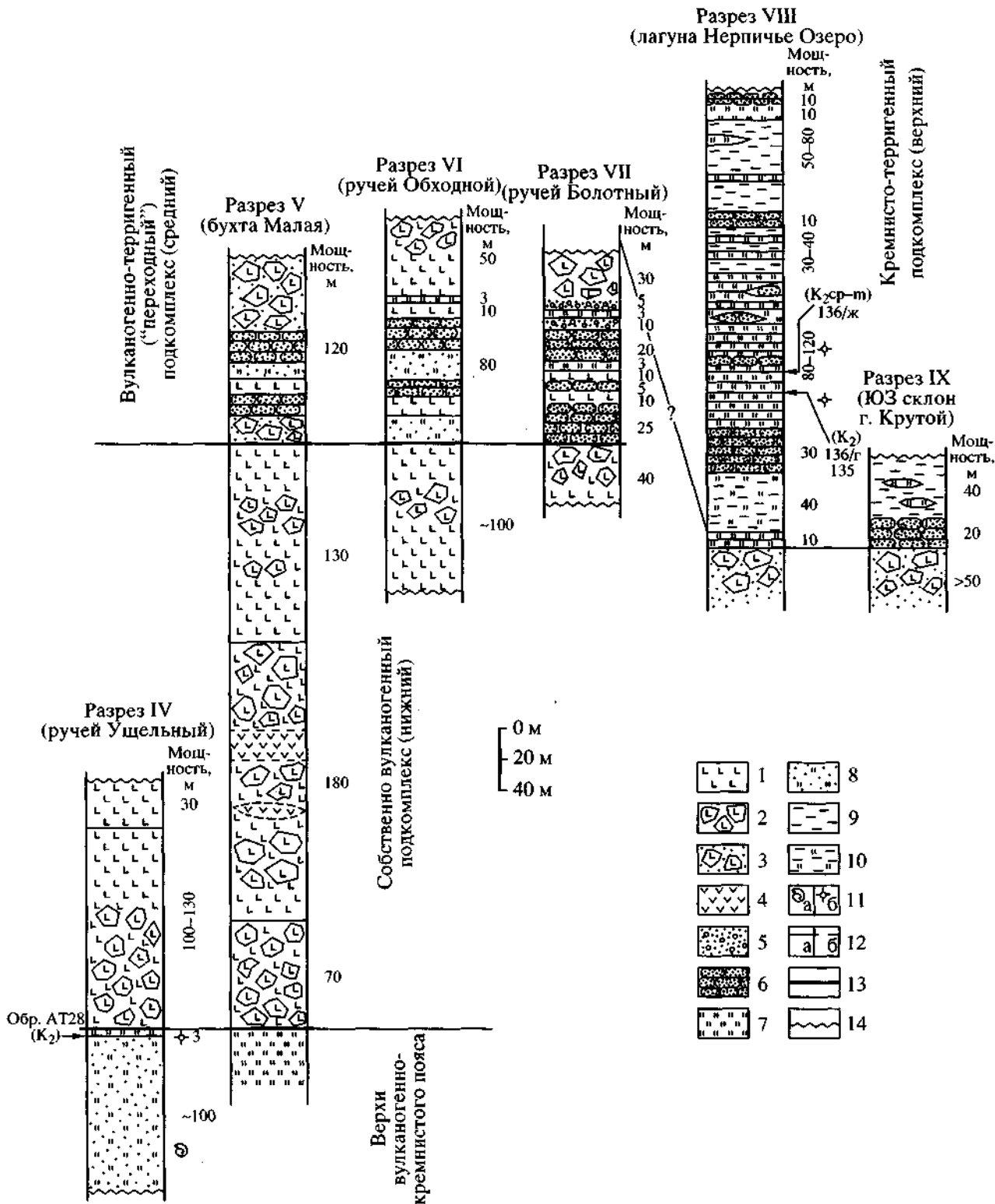


Рис. 3. Тектоностратиграфические колонки осадочно-вулканогенного комплекса. 1 - массивные миндалекаменные порфировые базальты; 2 - лавобрекчии базальтового состава; 3 - блоки базальтов в песчанистом матриксе грауваккового состава; 4 - андезитов-базальты; 5 - вулканомиктовые литокристаллокластовые граувакки; 6 - вулканомиктовые граувакковые песчаники с туфогенной примесью; 7 - кремнистые породы; 8 - кремнистые породы с примесью терригенного материала; 9 - алевропелиты; 10 - кремнистые алевропелиты; 11 - фауна (а - иноцерамы (неопределимые), б - радиоларии); 12 - стратиграфические контакты (а - достоверные, б - предполагаемые); 13 - тектонические контакты; 14 - окончание видимых горизонтов разрезов.

Таблица 1. Таксономический состав и численность радиолярий района бухты Анастасии

| Номер образца | Количество индивидов в отмытом осадке | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|----|----|------|------|-----|-----|-----|------|-----|-------|-------|--|
| | 4 | 12 | 29 | 43/а | 44/в | A10 | A12 | A14 | AT28 | 135 | 136/г | 136/ж | |
| Радиолярии | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Phaseiforma ex gr. carnata</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Phaseiforma cf. subcarinata</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Phaseiforma cf. meganosensis</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Phaseiforma sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Orbiculiforma quadrata</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Orbiculiforma sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Fraestylosphæra pusilla</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Fraestylosphæra hastata</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Fraestylosphæra sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Lithomespilus mendosa</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Cornutella californica</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Stichomitra livermomensis</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Stichomitra cf. shirshovica</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Stichomitra sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Amphirynдах stocki</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Amphirynдах stocki var. B</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Amphirynдах strecta</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Amphirynдах sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Archaeodictyomitra regina</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Dictyomitra densicostata</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Dictyomitra cf. multicosata</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Dictyomitra sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Clathrocyclas ex gr. tintinnaeformis</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Clathrocyclas cf. hytonia</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Clathrocyclas sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Xirus cf. asymbatos</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Xirus sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Theocampe cf. yaoi</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Theocampe cf. altamontensis</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Theocampe sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Bathropyrans sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Alievium sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Archaeospongoprum sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Actinomma sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Saunialis sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Spongodiscus sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Stylotrochus sp.</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |
| <i>Lithostrobilus cf. tostovzevi</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | |

Таблица I

Таблица I

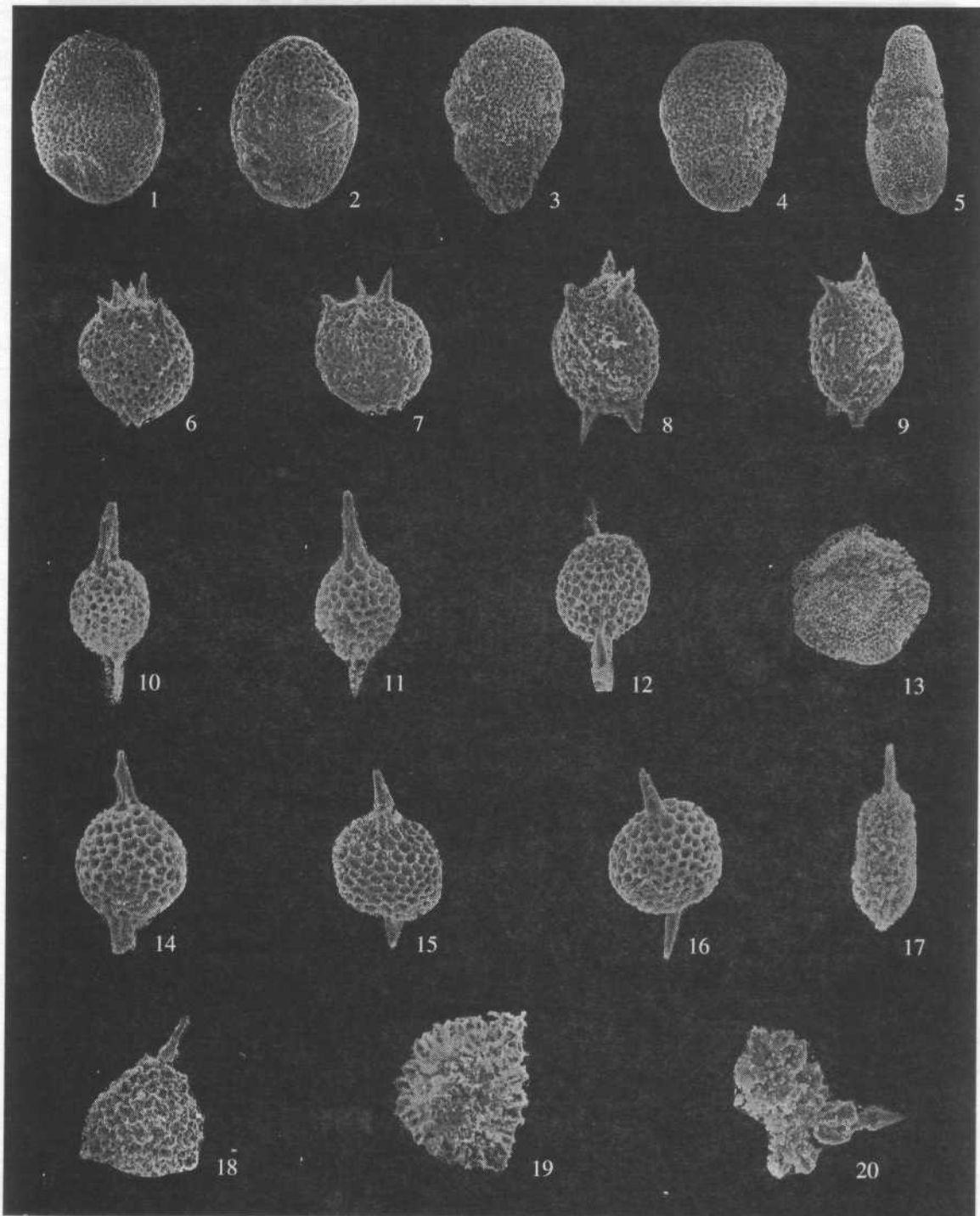


Таблица I. Радиоларии из пород вулканогенно-кремнистого комплекса.

1, 2 - *Phaseliforma* ex gr. *carinata* Pessagno, x100, обр. A12 (1), обр. 12 (2); 3, 4 - *Phaseliforma* cf. *subcarinata* Pessagno, x100, обр. 29; 5 - *Phaseliforma* cf. *meganosensis* Pessagno, x50, обр. 29; 6-9 - *Lithomespilus mendosa* (Krashenninnikov), X150 (6, 8, 9), x120 (7), обр. A12; 10-12 - *Praestylosphaera pusilla* (Campbell & Clark), x100, обр. 29; 13 - *Orbiculiforma* sp., x90, обр. 4; 14-16 - *Praestylosphaera hastata* (Campbell & Clark), x100, обр. 29 (14); x10, обр. A12 (15, 16); 17 - *Archaeospongoprunum* sp., x150, обр. 4; 18-20 - *Alievium* sp., x90 (18), x100 (19, 20), обр. 4.

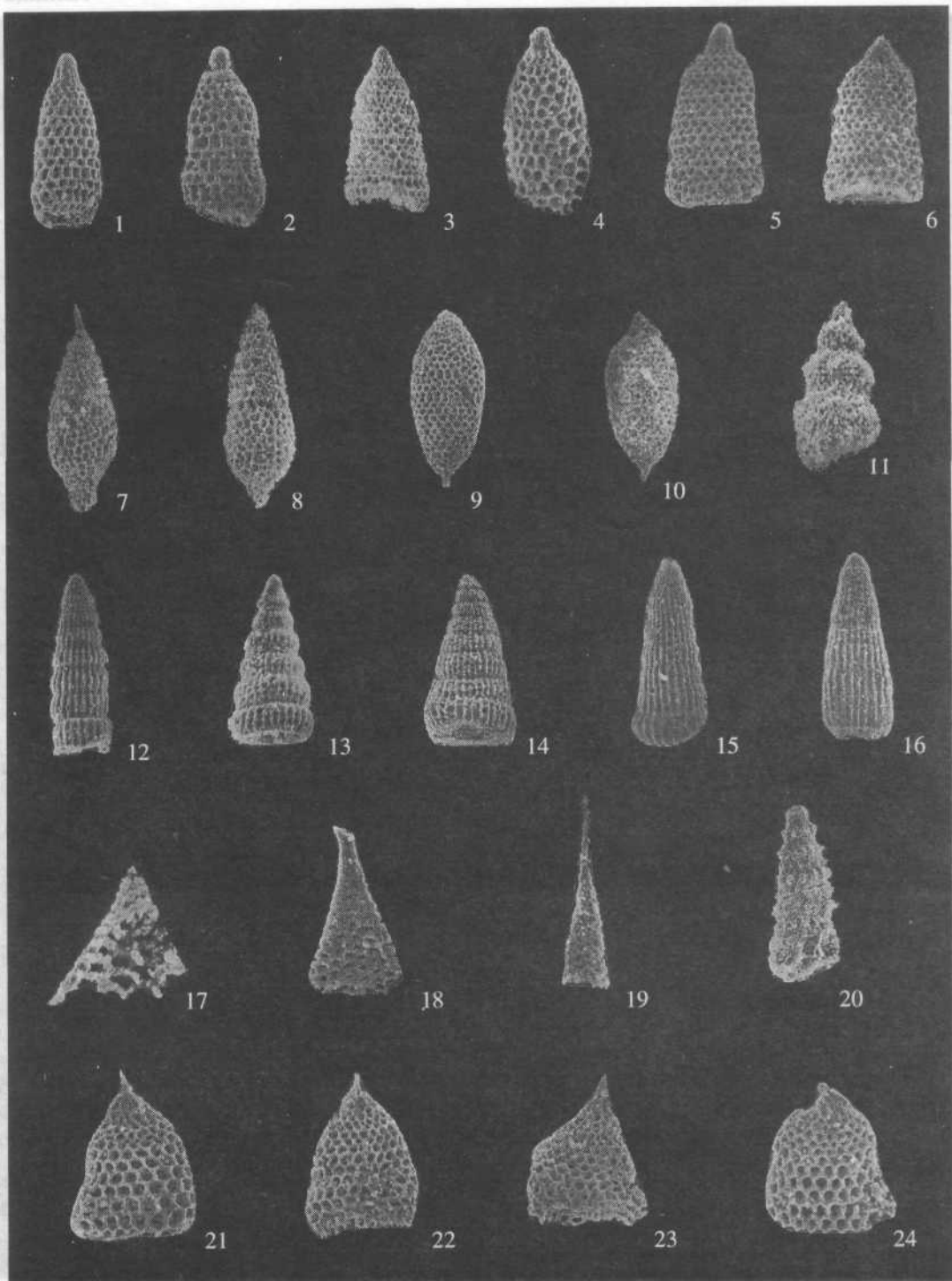


Таблица II. Радиоларии из пород вулканогенно-кремнистого комплекса.

1, 2 - *Amphiphyndax streckta* Empson-Morin, x100, обр. A12 (1), обр. 29 (2); 3 - *Amphiphyndax stocki* (Campbell & Clark), x100, обр. 29; 4 - *Amphiphyndax stocki* var. B. Vishnevskaya, x100, обр. 29; 5, 6 - *Amphiphyndax?* *stocki* (Campbell & Clark), x100, обр. 29; 7, 8 - *Stichomitra livermorensis* (Campbell & Clark), x100, обр. 4; 9, 10 - *Stichomitra* cf. *shirshovica* Vishnevskaya, x100, обр. 29; 11 - *Stichomitra* sp., x10, обр. 4; 12 - *Archaeodictyomitra regina* (Campbell & Clark), x100, обр. 29; 13, 14 - *Dictyomitradenticostata* Pessagno, x100, обр. 29 (13), обр. 4 (14); 15, 16 - *Dictyomitra multicostata* Zittel, x100, обр. A12; 17 - *Bathropyramis* sp., x100, обр. 4; 18 - *Cornutella* cf. *californica* Campbell & Clark, x10, обр. A12; 19 - *Cornutella californica* Campbell & Clark, x100, обр. 4; 20 - *Xitus* cf. *asymbatos* (Foreman), x100, обр. 4; 21, 22 - *Clathrocyclas hyronia* Foreman, x120 (21), x110 (22), обр. A12; 23, 24 - *Clathrocyclas* ex gr. *hyronia* Foreman, x10 (23), x100 (24), обр. A12.

Таблица III

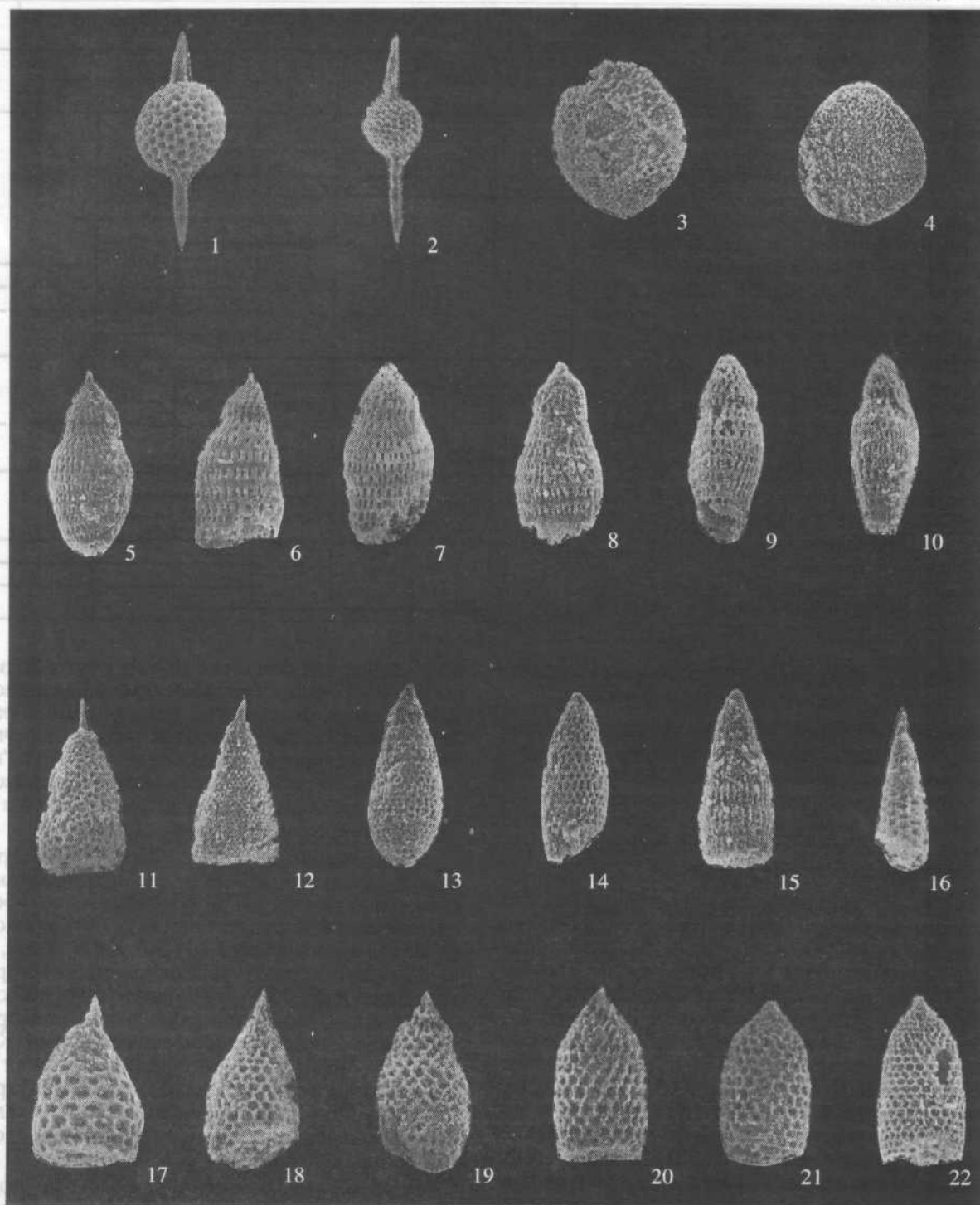


Таблица III. Радиоларии из пород кремнисто-терригенного подкомплекса осадочно-вулканогенного комплекса. (Обр. 136/ж) 1,2- *Praestylosphaera pusilla* (Campbell & Clark), x150 (1), x100 (2); 3,4- *Orbiculiforma?* sp., x100; 5-8 - *Theocampef. yaoi* Taketani, x100; 9-10-*Theocampef. altamontensis* (Campbell & Clark), x10; 11,12 - *Lithostrobus* cf. *rostovzevi* Lipman, x100; 13-14 - *Stichomitra* sp., x100; 15 - *Dictyomitra* sp., x110; 16 - *Cornutella californica* Campbell & Clark, x150; 17-19 - *Clathrocyclas* cf. *hyronia* Foreman, x100; 20-22 - *Clathrocyclas* cf. *tintinnaeformis* Campbell & Clark, x100.

Таблица 2. Распространение встреченных видов радиолярий

| Радиолярии | K ₂ | | | | | | P ₁ ¹ | |
|---|----------------|-----|-----|-----|---|---|-----------------------------|---|
| | cn | st | cp | | | m | | |
| | | | e | m | l | e | | l |
| <i>Phaseliforma ex gr. carinata</i> Pessagno | | | --- | --- | | ? | | |
| <i>Phaseliforma cf. subcarinata</i> Pessagno | | | --- | --- | | | | |
| <i>Phaseliforma cf. meganosensis</i> Pessagno | | --- | --- | --- | | | | |
| <i>Orbiculiforma quadrata</i> Pessagno | | | --- | --- | | | | |
| <i>Praestylosphaera pusilla</i> (Campbell & Clark) | | | ? | --- | | | | |
| <i>Praestylosphaera hastata</i> (Campbell & Clark) | | | | --- | | | | |
| <i>Ltihomespilus mendosa</i> (Krashennikov) | | | | --- | | | | |
| <i>Cornutella californica</i> (Campbell & Clark) | | | | --- | | | | |
| <i>Stichomitra livermorensis</i> Campbell & Clark | --- | --- | --- | --- | | | --- | |
| <i>Stichomitra cf. shirshovica</i> Vishnevskaya | | | | --- | | | | |
| <i>Amphipyndax stocki</i> (Campbell & Clark) | | | | --- | | | | |
| <i>Amphipyndax stocki</i> var. B. Vishnevskaya | | | | --- | | | | |
| <i>Amphipyndax streckta</i> Empson-Morin | | | | --- | | | | |
| <i>Archaeodictyomitra regina</i> (Campbell & Clark) | | | | --- | | | --- | |
| <i>Dictyomitra densicostata</i> Pessagno | --- | --- | --- | --- | | | | |
| <i>Dictyomitra cf. multicostata</i> Zittel | | | | --- | | | | |
| <i>Clathrocyclas tintinnaeformis</i> Campbell & Clark | | | --- | --- | | | --- | |
| <i>Clathrocyclas cf. hyronia</i> Foreman | | | | --- | | | --- | |
| <i>Xitus cf. asymbatos</i> (Foreman) | | | | --- | | | | |
| <i>Theocampe yaoi</i> Taketani | | | | --- | | | | |
| <i>Theocampe cf. altamontensis</i> (Campbell & Clark) | | | | --- | | | | |
| <i>Lithostrobos cf. rostovzevi</i> Lipman | | | | --- | | | | |

тах позволяет говорить о существовании градиента рельефа в эпоху осадконакопления комплекса.

Силициты из чешуи тектоностратиграфического разреза вулканогенно-кремнистого комплекса датированы кампаном-маастрихтом. Выделенные ассоциации радиолярий можно сопоставить с поздневатынским и раннеинетывамским комплексами в шкале, разработанной В.С. Вишневской (1985) для Беринговоморского региона.

Раннее отложения вулканогенно-кремнистого комплекса в районе бухты Анастасии изучались Н.А. Богдановым и К.А. Савельевым. Из отобранных кремнистых пород В.С. Вишневской были выделены и определены комплексы радиолярий позднетуронского-раннекампанского и коньякского-среднекампанского возраста (табл. 3). Данные комплексы сопоставляются с ранне- и средневатынскими комплексами (Вишневская, 1985). Из яшм, относимых к Снеговой пластине (Астраханцев и др., 1987), и, по-видимому, входящих в состав вулканогенно-кремнистого комплекса, Л.Г. Братиной были выделены и определены радиолярии сантон-кампанского возраста, сопоставимые со средневатынским и поздневатынским комплексами.

История становления стратиграфии мезозойских вулканогенно-кремнистых отложений юга Коряжского нагорья подробно рассматривалась ранее (Геология юга..., 1987). В конце 50-х годов возраст "ватынской серии" считался меловым (Липман, 1959), в начале 70-х позднемеловым (Жамойда, 1972), в середине 80-х - ее возраст определялся как альб-кампанский (Вишневская, 1985). Вулканогенно-

но-кремнистый комплекс района бухты Анастасии по литолого-петрографическим характеристикам идентичен образованиям, относившимся ранее к "ватынской серии". Исходя из этого, мы считаем, что наши датировки указывают на то, что "ватынская серия" содержит более молодые горизонты и интервал времени формирования этой серии может быть расширен вплоть до Маастрихта.

Образования "ватынской серии" интерпретировались как: а) отложения эвгеосинклинального прогиба, заложившегося в позднемеловое время на океанической коре (Алексеев, 1979); б) отложения глубоководного бассейна (Богданов и др., 1982); в) фрагмент верхней части океанической коры (Астраханцев и др., 1987); г) базальтовый слой океанической коры, сорванный с основания, или фрагменты океанических вулканических поднятий (Казимиров и др., 1987); д) гетерогенные отложения СОХ и абиссальных котловин (альб - турон), внутриокеанических подводных поднятий (коньяк - кампан) и краевых морей (кампан) (Соколов, 1992); е) образования окраинного моря (Чехович, 1993).

Осадочно-вулканогенный комплекс подразделен на три подкомплекса: собственно вулканогенный, вулканогенно-терригенный (переходный) и кремнисто-терригенный. Согласно классификации обстановок осадконакопления вулканокластических пород, разработанной Р.В. Фишером (1987) на основе анализа характера отложений, можно судить о некоторых условиях формирования выделенных подкомплексов. Собственно вулканогенный подкомплекс сложен мощными потоками массивных базальтов и андезитов-базальтов, пере-

Таблица 3. Возраст некоторых кремнистых пород р-на бухты Анастасии (коллекция Н.А. Богданова, К.А. Савельева, 1985; определения В.С. Вишневской)

| № образца | Виды радиолярий | Возраст | | | | | | | | |
|-------------|---|---------|----|---|----|----|-----------------|-----------------|---|---|
| | | al | sm | t | cn | st | cp ₁ | cp ₂ | m | |
| 8/6, 8/7 | <i>Acanthocircus</i> cf. <i>ichikawai</i> (Foreman) | | | | — | — | — | — | — | |
| | <i>Euchitonia triradiata</i> Lipman | | | | — | — | — | — | — | |
| | <i>Dictyomitra</i> ex gr. <i>multicostata</i> Zittel | — | — | | — | — | — | — | — | |
| | <i>Archaeodictyomitra regina</i> (Campbell & Clark) | | | | — | — | — | — | — | — |
| | <i>Stichomitra?</i> <i>livermorensis</i> (Campbell & Clark) | | | | — | — | — | — | — | — |
| | <i>Lithostrobos rostovzevi</i> Lipman | | | | — | — | — | — | — | |
| | <i>Theocapsomma</i> ex gr. <i>comys</i> Foreman | | | | — | — | — | — | — | — |
| | <i>Amphipyndax stocki</i> var. A Vishnevskaya | | | | — | — | — | — | — | — |
| | A <i>stocki</i> var. B. Vishnevskaya | | | | — | — | — | — | — | — |
| 7/2 | <i>Pseudoaulophacus floresensis</i> Pessagno | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| | <i>Orbiculiforma quadrata</i> Pessagno | | | — | — | — | — | — | — | |
| | <i>Amphipyndax stocki</i> var. A. Vishnevskaya | | | | — | — | — | — | — | |
| | <i>Archaeodictyomitra squinaboli</i> Pessagno | | | | — | — | — | — | — | |
| 3/6 | <i>Phaseliforma carinata</i> Pessagno | | | | — | — | — | — | — | ? |
| | <i>P. concentrica</i> (Lipman) | | | | — | — | — | — | — | |
| | <i>Stylodruppa bifascicula</i> Kazintsova | | | | — | — | — | — | — | |
| | <i>Amphipyndax stocki</i> var. A. Vishnevskaya | | | | — | — | — | — | — | — |
| | <i>Lithostrobos zhamoidae</i> Kazintsova | | | | — | — | — | — | — | — |
| 1/1 | <i>Cromyosphaera vivenkensis</i> Lipman | | | | — | — | — | — | — | |
| | <i>Orbiculiforma quadrata</i> Pessagno | | | | — | — | — | — | — | |
| | <i>Alievium superbum</i> (Squinabol) | | — | | — | — | — | — | — | |
| | <i>Theocapsomma?</i> <i>amphora</i> Campbell & Clark | | | | — | — | — | — | — | — |
| | <i>Neosciadiocapsa diabloensis</i> Pessagno | | | | — | — | — | — | — | — |
| | <i>Amphipyndax stocki</i> var. A Vishnevskaya | | | | — | — | — | — | — | — |
| | A. <i>stocki</i> var. B. Vishnevskaya | | | | — | — | — | — | — | — |
| | A. <i>conicus</i> Nakaseko & Nishimura | | | | — | — | — | — | — | — |
| | <i>Archaeodictyomitra squinaboli</i> Pessagno | | | | — | — | — | — | — | — |

ходящих в лавобрекчии и лавокластиты базальтового состава, а также грубыми туфами и брекчиями взрывного характера. Указанные данные позволяют предполагать, что формирование вулканогенного подкомплекса происходило в субаэральной обстановке. Вулканогенно-терригенный подкомплекс сложен базальтами и лавобрекчиями, мощными плохо сортированными, неяснослоистыми терригенными отложениями, сформированными скорее всего в мелководной субаквальной обстановке за счет ремобилизации материала субаэральных вулканитов и переноса гравитационными потоками. Кремнисто-терригенный подкомплекс содержит тонкие, мелкозернистые, сортированные, нормальноградационные слои и образовался в достаточно глубоководной субаквальной обстановке. Согласно модели вулканогенной седиментации (Кэри, Сигурдссон, 1987), два последних подкомплекса, по-видимому, имели фациальные взаимоотноше-

ния и формировали вулканокластический шлейф на склоне дуги, продуцировавшей субаэральные вулканиты.

Силициты из кремнисто-терригенного подкомплекса датированы кампаном-маастрихтом. Выделенный комплекс радиолярий можно сопоставить с поздневатинским-раннеинത്യваямским комплексами (Вишневская, 1985). По вещественному составу и характеру отложений осадочно-вулканогенный комплекс может быть сопоставлен с "ачайваямской свитой" (Жамойда, 1972; Астраханцев и др., 1987), вулканогенным комплексом (Богданов и др., 1982) и с мачевнинским комплексом (Сухов, 1983; Геология юга..., 1987).

Отложения "ачайваямской свиты" рассматривались как образования островодужной системы (Богданов и др., 1982; Астраханцев и др., 1987; Казимиров и др., 1987). Мачевнинский комплекс интерпретировался как реликт зачаточной или ремнант-



Рис. 4. Возможный палеолатеральный ряд для кампан-маастрихтского времени, построенный на основе анализа тектоностратиграфических разрезов района бухты Анастасии и литературных данных (Чехович, 1993).

Цифрами на рисунке показаны комплексы и фации:

I - Укэляятский флишевый комплекс

Цифры в кружках: 1 - проксимальные фации конусов выноса; 2 - дистальные фации конусов выноса;

II - Вулканогенно-кремнистый комплекс ("ватынская серия"); 3 - переходные фации: алевропелиты и кремнистые породы; 4 - базальты с кремнистыми породами;

III - Осадочно-вулканогенный комплекс ("ачайваямская свита"); 5 - собственно вулканогенный подкомплекс; 6 - вулканогенно-терригенный подкомплекс; 7 - кремнисто-терригенный подкомплекс.

1 - Аккреционные комплексы Коряцкого нагорья; 2-3 - типы коры: 2 — окраинноморская, 3 - островодужная; 4-8 - фации: 4 - терригенные и вулканогенные псаммиты, 5 - алевропелиты различного генезиса, 6 - глинисто-кремнистые, 7 - кремнистые, 8 - вулканогенные грубообломочные.

ной островной дуги, обращенной фронтальной частью на запад (Сухов, 1983; Геология юга..., 1987).

Таким образом, в районе бухты Анастасии могут быть выделены три главных структурно-формационных комплекса, сформированные в различных геодинамических обстановках: флишевые отложения подножия континентального склона или глубоководного желоба (Укэляятская зона) (Казимиров и др., 1987; Чехович, 1993), вулканогенно-кремнистые отложения окраинноморского бассейна (Чехович, 1993) ("ватынская серия" Олюторской зоны) и осадочно-вулканогенные образования энсиматической островодужной системы (Геология юга..., 1987) и ее склона (мачевнинский комплекс или "ачайваямская свита"). Как было показано выше, некоторые горизонты вулканогенно-кремнистого и осадочно-вулканогенного комплекса формировались в одно и то же время - в кампане-маастрихте. Во флишеидном комплексе Укэляятской зоны также известны отложения кампан-маастрихтского возраста (Казимиров и др., 1987). Указанные структурно-формационные комплексы близки по возрасту формирования и тектонически совмещены в современной структуре, что позволяет говорить о возможности существования в кампан-маастрихтское время палеолатерального ряда: континентальный склон - впадина окраинного моря - поднятия островной дуги - впадина океанического бассейна (рис. 4). Наличие в тектоностратиграфических разрезах вулканогенно-кремнистого комплекса алевропелитов позволяет считать данные отложения переходными фациями от подножия континентального склона (Укэляятские фации) к окраинноморскому бассейну ("ватынская серия" Олюторской зоны). В разрезах Укэляятской зоны также описаны переходные фации, в

которых среди флишевых отложений встречаются кремнисто-глинистые породы и высокотитанистые базальты (Соколов, 1992).

Анализ микрофаунистических комплексов

Присутствие в породах вулканогенно-кремнистого комплекса в ассоциациях (обр. 12, 29) радиолярий губчатых форм, наряду с циртоидными, а также наличие обломков спонгий позволяют предположить, что данное сообщество могло обитать в условиях окраинноморского бассейна. Захоронение этих комплексов, скорее всего, происходило в относительно мелководной обстановке, доказательством чему служат такие косвенные признаки, как достаточно высокий процент губчатых форм, низкая иглистость скелетов, а также фрагментарность скелетов.

В выделенной из кремнисто-терригенного подкомплекса ассоциации радиолярий преобладают циртоидные формы (соотношение губчатых форм к циртидам 1:10). В комплексе радиолярий преобладают представители рода *Theosampe*, характерного для бассейнов с глубиной, близкой к абиссальной (Empson-Morin, 1984). Вероятно, вышеописанное сообщество могло обитать в условиях более открытого бассейна, а захоронение происходило на больших глубинах, чем радиолярий вулканогенно-кремнистого комплекса.

Наблюдается сходство ассоциаций радиолярий, выделенных из комплексов тектоностратиграфических разрезов района бухты Анастасии с ассоциациями радиолярий позднего мела Калифорнии (Campbell, Clark, 1944; Pessagno, 1976) и Японии (Taketani, 1982), а также с сообществами, описанными из скв. 275 (Pessagno, 1975) из южной высокоширотной области Тихого океана. Как отмечает К. Эмп-

сон-Морин (1984), для высокоширотных радиоляриевых ассоциаций характерно присутствие в комплексах орбикулиформид и фазелиформид с редуцированным отношением высоты скелета к ширине. В наших комплексах у фазелиформид отношение высоты к ширине составляет 1.42-1.59:1.

Обедненный видовой состав, сглаженные формы, присутствие массивных толстостенных раковин, низкий процент иглистых форм, небольшие размеры позволяют отнести выделенные комплексы радиолярий к высокоширотной ассоциации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) В районе бухты Анастасии выделены два структурно-формационных комплекса: вулканогенно-кремнистый и осадочно-вулканогенный. В современной структуре отложения комплексов находятся в тектоностратиграфических разрезах.

2) Вулканогенно-кремнистый комплекс содержит горизонты, датированные поздним туроном - ранним кампаном и коньяком-средним кампаном (определения В.С. Вишневской), а также ранее неизвестные кампан-маастрихтские толщи. По вещественному составу данный комплекс сопоставляется с "ватынской серией" (Геология юга..., 1987; Астраханцев и др., 1987). Ранее считалось, что "ватынская серия" сформировалась в альб-кампане (Геология юга..., 1987), по нашим данным этот диапазон может быть расширен до Маастрихта.

3) Осадочно-вулканогенный комплекс подразделен на три подкомплекса: собственно вулканогенный (нижний), вулканогенно-терригенный (средний или переходный) и кремнисто-терригенный (верхний). Кремнисто-терригенный подкомплекс содержит радиолярии, позволяющие датировать вмещающие отложения кампаном-маастрихтом. Осадочно-вулканогенный комплекс сопоставляется с мачевнинским комплексом (Геология юга..., 1987) или с "ачайвямской свитой" (Астраханцев и др., 1987).

4) Вулканогенно-кремнистый комплекс, по видимому, формировался в пределах окраинноморского бассейна, а осадочно-вулканогенный - в пределах островной дуги и ее склона. Полученные данные позволяют реконструировать для кампан-маастрихтского времени возможный палеолатеральный ряд: континентальный склон - впадина окраинного моря - поднятие островной дуги - впадина океанического бассейна.

Авторы весьма признательны Н.А. Богданову и В.С. Вишневской за критические замечания и предоставленный дополнительный материал, В.В. Бернару за съемку микрофауны с помощью сканирующего электронного микроскопа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 97-05-65566 и 98-05-64525.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев Э.С. Основные черты развития и структурной Южной части Корякского нагорья // Геотектоника. 1979. № 1. С. 85-95.

Астраханцев О.В., Казимиров А.Д., Хейфец А.М. Тектоника северной части Олюторской зоны // Очерки по геологии Северо-Западного сектора Тихоокеанского тектонического пояса. М.: Наука, 1987. С. 161-187.

Богданов Н.А. Некоторые особенности тектоники востока Корякского нагорья // ДАН СССР. 1970. Т. 192. № 3. С. 607-610.

Богданов Н.А., Чехович В.Д., Сухов А.Н., Вишневская В.С. Тектоника Олюторской зоны // Очерки тектоники Корякского нагорья. М.: Наука, 1982. С. 189-217.

Вишневская В.С. Биостратиграфия вулканогенно-кремнистых образований позднего мела Берингово-морского региона СССР по радиоляриям // Тихоокеанская геология. 1985. № 4. С. 84-93.

Геология юга Корякского нагорья. М.: Наука, 1987. С. 167.

Жамойда А.И. Биостратиграфия мезозойских кремнистых толщ Востока СССР. Л.: Недра, 1972. С. 243.

Казимиров А.Д., Крылов К.А., Федоров П.И. Тектоническая эволюция окраинных морей на примере юга Корякского нагорья // Очерки по геологии Северо-Западного сектора Тихоокеанского тектонического пояса. М.: Наука, 1987. С. 200-225.

Кэри С, Сигурдссон Х. Модель вулканогенной седиментации в окраинных бассейнах // Геология окраинных бассейнов. М.: Мир, 1987. С. 65-101.

Липман Р.Х. Значение радиолярий для стратиграфического расчленения осадочных пород // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1959. Т. 34. Вып. 6. С. 67-88.

Митрофанов Н.П. Ватынский тектонический покров в Центрально-Корякской складчатой зоне // Геология и геофизика. 1977. № 4. С. 144-149.

Соколов С.Д. Аккреционная тектоника Корякско-Чукотского сегмента Тихоокеанского пояса. М.: Наука, 1992. С. 182.

Структуры горных пород. Том 1. Магматические породы. Л.: Госгеолиздат, 1948. С. 202.

Сухов А.Н. Вулканогенный комплекс Олюторского хребта // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1983. № 10. С. 12-28.

Тектоническая расслоенность литосферы и региональные геологические исследования. М.: Наука, 1990. С. 293.

Фишер Р.В. Субаквальные вулканокластические породы // Геология окраинных бассейнов. М.: Мир, 1987. С. 9-51.

Чехович В.Д. Тектоника и геодинамика складчатого обрамления малых океанических бассейнов. М.: Наука, 1993. С. 272.

Campbell A., Clark B. Radiolaria from Upeer Cretaceous of Middle California. // Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 1944. № 57. P. 1-61.

Empson-Morin K. Depth and latitude distribution of Radiolaria in Campanian (Late Cretaceous) tropical and subtropical oceans // Micropaleontology. 1984. V. 30. № 1. P. 87-115.

Pessagno E. Upper Cretaceous Radiolaria from DSDP Site 275 // Init. Rep. of the DSDP Wash. 1975. V. 29. P. 1011-1029.

Pessagno E. Radiolarian zonation and stratigraphy of the Upper Cretaceous portion of the Great Valley Sequence, California Coast Ranges // Micropaleontology. Spec. Publ. 1976. № 2. P. 1-95.

Taketani Y. Cretaceous Radiolarian Biostratigraphy of the Urakawa and Obira Areas, Hokkaido // Tohoku Univ. Sci. Rep. 2nd ser. (Geol.). 1982. V. 52. № 1-2. P. 1-76.

Рецензенты С.Д. Соколов, Н.А. Богданов