

ТЕКТОНО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ЮЖНОГО СЕГМЕНТА КРОНОЦКОЙ ПАЛЕОДУГИ (ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА): СТРОЕНИЕ, ВОЗРАСТ И СОСТАВ

Н.В. Цуканов¹, Т.Н. Палечек², А.В. Соловьев², Д.П. Савельев³

¹ФГБУН Институт океанологии РАН, пр. Нахимовский 36, г. Москва, 117997; e-mail: kambear2011@yandex.ru

²ФГБУН Геологический институт РАН, пер. Пыжевский 7, г. Москва, 119017; e-mail: fission-track@mail.ru

³ФГБУН Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, бул. Пийпа 9, г. Петропавловск-Камчатский, 683006

Поступила в редакцию 22 июля 2013 г.

Восточные полуострова Камчатки преимущественно образованы тектоно-стратиграфическими комплексами, которые формировались в пределах Кроноцко-Командорской палеодуги позднемиоценового–эоценового возраста. Кроноцко-Командорская палеодуга была аккрецирована к Камчатской окраине северо-восточной Азии в конце кайнозоя, что явилось последним коллизийным событием в формировании современной структуры Камчатки. В статье приводятся новые данные о возрасте, составе и строении тектоно-стратиграфических комплексов южного сегмента Кроноцко-Командорской палеодуги. Показано, что наиболее древние образования, слагающие эти комплексы, относятся к кампану и представлены вулканогенно-осадочными образованиями, сформировавшимися в различных геодинамических условиях. Изученные магматические образования относятся к толеитовой серии СОХ (ветловский комплекс) и толеитовой и известково-щелочной сериям островных дуг (шипунская толща и кроноцкая серия).

Ключевые слова: вулканические дуги, магматические комплексы, радиоляриевый анализ, геохимия, поздний мел, базальты, андезиты, риодациты, Камчатка.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема возраста и корреляции тектоно-стратиграфических комплексов, слагающих террейны Восточной Камчатки, актуальна до настоящего времени. Это обусловлено сильной тектонизацией пород, отсутствием стратиграфических соотношений между различными толщами, сильной фациальной изменчивостью, а также практически полным отсутствием макрофауны и редкими находками микрофауны. Поэтому появление новых данных о возрасте и составе пород дает возможность провести корреляцию между разрозненными толщами и восстановить условия их формирования, а также уточнить геодинамические обстановки для этих террейнов.

Мел-палеогеновые образования Восточной Камчатки входят в состав трех крупных террейнов – Ачайваям-Валагинского, Ветловско-Говенского и Кроноцко-Командорского (рис. 1, врезка) [4, 5, 9, 22]. До настоящего времени возраст толщ, слагающих Ветловско-Говенский террейн и южный сегмент

Кроноцко-Командорского террейна (п-ов Шипунский), остается дискуссионным. В районе Шипунского полуострова и Вахильского поднятия (рис. 1) обнажаются тектоно-стратиграфические комплексы, участвующие в строении Кроноцко-Командорского и Ветловско-Говенского террейнов Восточной Камчатки. Разными исследователями островодужные образования п-ова Шипунского выделяются или как самостоятельные толщи (шипунская, леговахильская и правовахильская свиты и налычевская толща), или сопоставляются с образованиями кроноцкой серии (п-ов Шипунский) и хапицкой свиты (мыс Налычева) [2, 6, 17]. Образования, развитые в пределах Вахильского поднятия, относятся к ветловской серии [6, 11] или к полимиктовому терригенному меланжу (ветловский тектоногенный комплекс) [3, 11]. Такая неопределенность связана с отсутствием стратиграфических контактов с окружающими комплексами, слабой фаунистической характеристикой пород и отсутствием современных геохимических данных.

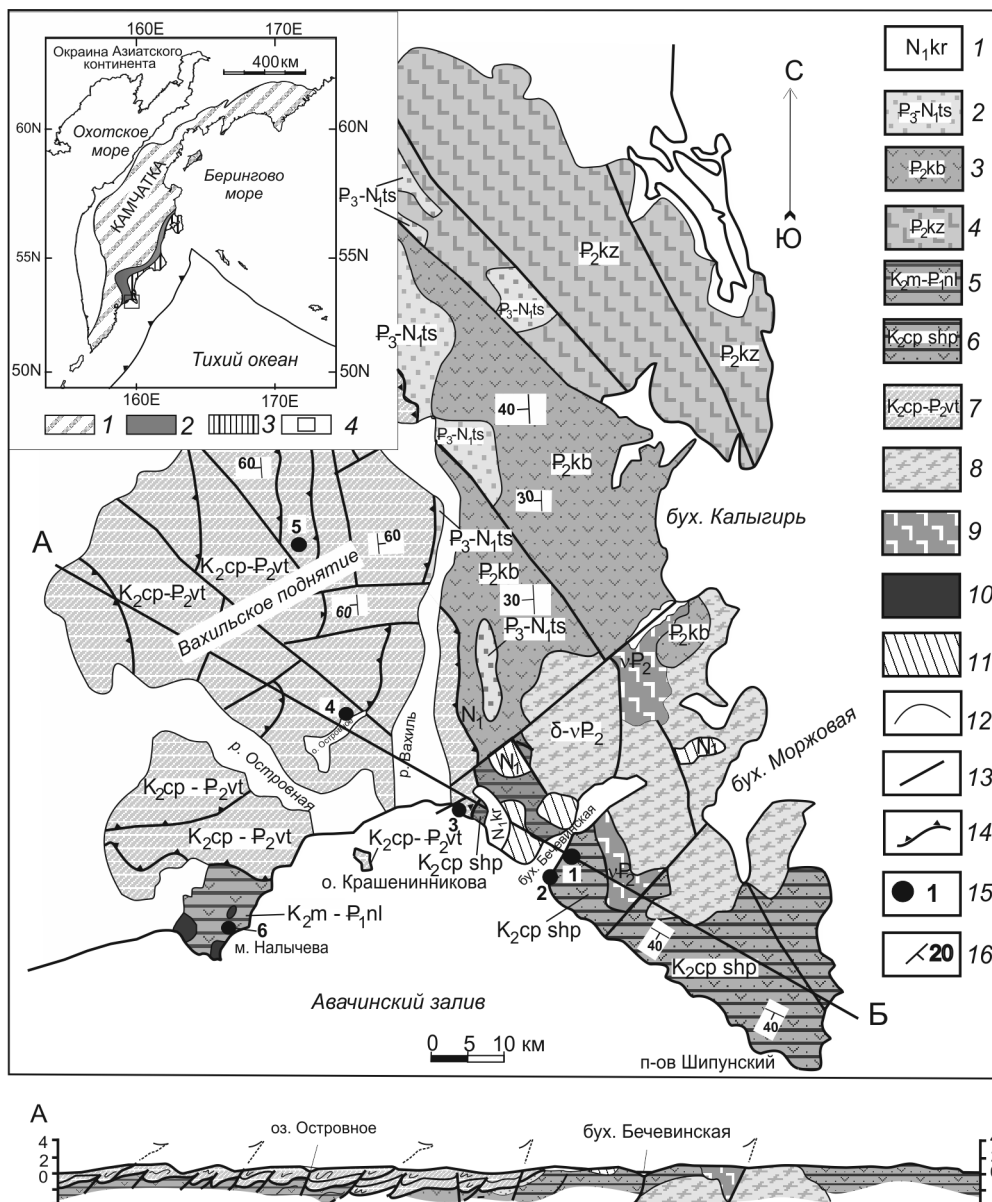


Рис. 1. Геологическая схема Вахильского поднятия (п-ов Шипунский) (по [3, 6] с изменениями и добавлениями авторов).

1 – корниловская серия (миоцен); 2 – тюшевская серия (олигоцен–миоцен); 3–4 – кроноцкая серия (эоцен): 3 – кубовская свита, 4 – козловская свита; 5 – налычевская толща (маастрихт–палеоцен); 6 – шипунская толща (кампан–палеоцен); 7 – ветловский комплекс (кампан–эоцен) 8–9 – шипунский габбро-гранодиоритовый интрузивный комплекс (эоцен): 8 – гранодиориты, кварцевые диориты, 9 – габбро; 10 – субвулканические тела андезитов налычевской толщи; 11 – базальты, долериты (миоцен); 12 – геологические границы; 13–14 – разрывные нарушения: 13 – недифференцированные, 14 – надвиги; 15 – места отбора образцов (1–2 – бухта Бечевинская, 3 – устье р. Вахиль, 4 – оз. Островное, 5 – г. Лехова, руч. Базылева, 6 – мыс Налычева, падь Широкая.); 16 – элементы залегания. На врезке: 1–3 – тектоно-стратиграфические террейны: 1 – Ачайваям-Валагинский, 2 – Ветловско-Говенский, 3 – Кроноцко-Командорский, 4 – положение района работ.

Новые данные о строении, возрасте и химическом составе тектоно-стратиграфических комплексов южной части п-ова Шипунского, полученные в ходе обработки материалов, собранных в 2010 году при проведении тематических исследований в районе бухты Бечевинской, устья р. Вахиль и оз. Островного, являются предметом данной статьи.

СТРОЕНИЕ ТЕКТОНО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Верхнемеловые–палеогеновые комплексы п-ова Шипунский, м. Налычева и гор Лехова и Крестьянских (Вахильское поднятие) образуют покровно-складчатую структуру (рис. 1, 2). Относительным автохтоном (параавтохтоном) являются туфогенно-

осадочные и вулканогенные образования шипунской толщи южной части п-ова Шипунского, налычевской толщи м. Налычева, туфогенные и вулканогенные образования кроноцкой серии и туфо-терригенные отложения тюшевской серии п-ова Шипунского [5, 6, 11, 20]. В центральной части п-ова Шипунского в поле развития образований кроноцкой серии и шипунской толщи картируется крупный интрузивный массив (Шипунский массив), сложенный преимущественно диоритами, кварцевыми диоритами, гранодиоритами и габбро [6]. По данным [8], возраст магматических пород массива составляет 44–40 млн лет. Аллохтонные образования представлены ветловским комплексом и слагают пакет тектонических пластин, перемещенных по надвигу, падающему под углом 30–40° на запад и северо-запад. Неоавтохтоном, перекрывающим складчато-надвиговую структуру, являются отложения миоценовой корниловской серии [6, 11].

Строение параавтохтона

Налычевская толща на м. Налычева (рис. 1) по характеру разреза разделяется на две подтолщи: нижнюю, в которой преобладают мелко-среднезернистые туфогенно-осадочные породы, и верхнюю – существенно более грубую, с преобладанием туфо- и лавобрекчий. Нижняя подтолща в основании видимого разреза сложена переслаиванием туфобрекчий, псаммитовых и псефитовых туфов и туфопесчаников с прослоями туфоалевролитов. В верхней части нижней подтолщи развита пачка тонкого (от 3–5 см до 20–30 см), местами ритмичного переслаивания туффитов, туфопелитов, туфоалевролитов, с карбонатными прослоями и стяжениями, и прослоями кислых туфов, брекчий и конгломератов. Обломки пород размером до 3–5 см представлены преимущественно местными породами. Часто в туффитовых прослоях наблюдается градационная слоистость. Верхняя подтолща сложена в нижней части глыбовыми туфо-конгломератами и туфобрекчиями, агломератовыми туфами и лавобрекчиями с обломками базальтов, андезитов, дацитов и маломощными (5–7 м) потоками базальтов и андезитов с подушечной и мелкоглыбовой отдельностью. Видимая мощность толщи составляет до 1000 м. В верхней части разреза наблюдаются штокообразные тела роговообманковых андезитов до 2 км протяженности.

Шипунская толща в южной части п-ова Шипунского в районе бухты Бечевинской представлена чередованием туфов разного гранулометрического размера (от глыбовых до псаммитовых и алевритовых) и различного состава (от основных до кислых). Они расслаиваются потоками андезитов и базальтов, дацитов и риодацитов. По всему разрезу присутствуют

многочисленные дайки базальтов и долеритов. Основание толщи не обнажено. В нижней части разреза распространены преимущественно грубообломочные туфобрекчии с обломками (0.1–1 м) магматических пород (базальты, андезиты, риодациты), которые вверх по разрезу сменяются переслаиванием мелкообломочных брекчий и псаммитовых туфов, содержащих прослой щебенистых брекчий (до 1 м мощности), и прорваны дайками долеритов мощностью до 2–3 м. Вверх по разрезу сортировка обломочного материала возрастает и появляются пачки переслаивания туфоалевролитов и мелкозернистых туфопесчаников. Наблюдается градационная слоистость. В верхней части разреза картируется поток андезитов мощностью до 10 м с радиально-лучистой отдельностью. На мысу в устье бух. Бечевинской, по левому борту, наблюдаются несколько потоков андезитов с мелкоглыбовой отдельностью, мощностью от 5 до 15 м, разделенные прослоями туфов. От туфогенного разреза они отделены крутопадающим разломом. Видимая мощность толщи составляет около 500–700 м.

Ранее, по данным А.Ф. Литвинова [11], образования шипунской толщи сопоставлялись с эоценовой кубовской свитой кроноцкой серии Кроноцкого п-ова и датировались эоценом, а налычевская толща, развитая на м. Налычева, картировалась как образования хапицкой свиты позднемиоценового возраста. На м. Налычева, по данным [17], в тонкозернистых породах нижней подтолщи были встречены обломки скелетов радиолярий и раковины фораминифер плохой сохранности, что, по заключению Д.И. Витухина, позволяет датировать вмещающие их породы в широком возрастном диапазоне – маастрихт–палеоцен.

Образования *кроноцкой серии* (эоцен) развиты в северной и центральной частях Шипунского п-ова (рис. 1). Они подразделяются [11] на кубовскую и козловскую свиты. Кубовская свита развита в центральной части Шипунского п-ова, на левом борту рек Вахиль и Правый Вахиль и представлена туфами, агломератовыми туфами, лавобрекчиями и лавами базальтов и андезибазальтов, трахибазальтов преимущественно с шаровой отдельностью, которые расслоены пачками тонкого переслаивания туфопесчаников, туфоалевролитов, кремнистых пород с линзовидными прослоями до 3 м мощности пепловых кислых туфов. Мощность свиты достигает 1500–1800 м. Козловская свита развита в северной части п-ова Шипунский, в районе бухты Калыгирь и представлена, по данным [11], переслаиванием туфов основного состава, лавобрекчий и лав базальтов и трахибазальтов, туфоалевролитов и туфопесчаников и кремнистых пород. Мощность свиты не превышает 900 м. С козловской свитой ассоциирует долери-

товый субвулканический комплекс, представленный штоками, дайками и силлами долеритов, базальтов, трахидолеритов. Эоценовый возраст определен по бедному комплексу радиолярий и фораминифер плохой и удовлетворительной сохранности (заключение Н.Н. Литвиновой) и остаткам *Ostrea ex gr. idriaensis* Gabb. (заклучение Л.Н. Коновой) [11].

Отложения *тюшевской серии* (олигоцен–миоцен) развиты в Крестьянских горах и на левобережье р. Вахиль. Они представлены [11] туфопесчаниками, туфоалевролитами, туфоконгломератами, которые с размывом залегают на образованиях кубовской свиты. Мощность свиты составляет 300 м.

Отложения *корниловской серии* (миоцен) развиты восточнее устья реки Вахиль на берегу Авачинского залива и представлены переслаиванием песчаников, гравелитов, конгломератов, алевролитов с линзами углей и углефицированных древесных остатков. Мощность свиты составляет 200 м.

Строение аллохтона

Ветловский комплекс обнажается в пределах гор Крестьянских и Лехова, в бассейне р. Вахиль. С запада и севера он перекрывается плиоцен-четвертичными вулканогенными образованиями Восточно-Камчатского вулканического пояса, а на юге и востоке надвинут на образования налычевской, шипунской толщ, кроноцкой и тюшевской серий (рис. 1, 2). В этот комплекс объединяются разнофациальные интенсив-

но тектонизированные образования. Для ветловского комплекса характерно хаотическое строение, обусловленное незакономерным нагромождением тектонических пластин и блоков различного состава, которые не имеют между собой стратиграфических соотношений (мегамеланж). Интенсивная тектонизация пород не позволяет составить стратиграфические разрезы. В отдельных пластинах наблюдаются черты стратификации пород, по вещественному составу выделяется несколько типов разрезов, которые имеют тектонические соотношения между собой.

Наиболее широко распространены пластины и блоки, сложенные туфогенно-осадочными образованиями, которые обнажаются в горах Лехова и Крестьянских, а также в северной части п-ова Налычева и по берегу Авачинского залива [11]. Они представлены алевролитами, вулканомиктовыми песчаниками, гравелитами, мелкообломочными брекчиями, конгломератами, кремнистыми алевролитами и реже туфами основного состава. В песчаниках наблюдается градационная слоистость. В отдельных районах в мелкозернистых песчаниках появляются прослойки (1–2 м) мелкообломочных полимиктовых брекчий. Обломочный материал (до 2–3 см) представлен кремнистыми породами, известняками, алевролитами, реже эффузивами. Характерны пачки микститов, где матрикс представлен аргиллитами, алевролитами и мелкозернистыми песчаниками, а обломки и глыбы сложены известняками, пироксенпорфировыми

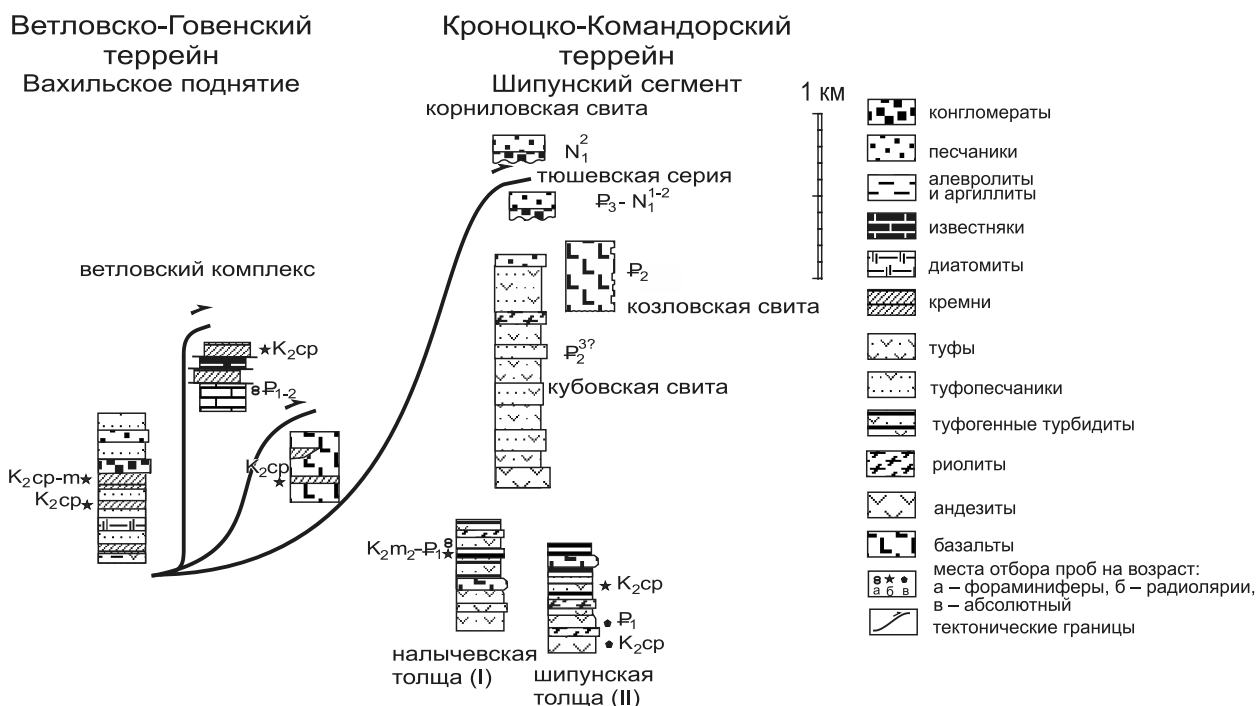


Рис. 2. Генерализованная схема тектоно-стратиграфических комплексов Шипунского п-ова и Вахильского поднятия.

базальтами, туфами, песчаниками, кремнями, роговообманковыми андезитами. Обломочный материал плохо сортирован. Видимая мощность составляет 900–1000 м.

Породы другого типа разреза развиты в юго-западной части Вахильского поднятия и протягиваются от р. Левая Вахиль до оз. Островного и о. Крашениникова в Авачинском заливе. Нижняя граница не известна. Они представлены преимущественно афировыми базальтами с шаровой отдельностью, гиалокластитовыми брекчиями, диабазами, реже встречаются туфы основного состава, туфосилициты, линзовидные прослойки кремней. В районе оз. Островного наблюдается чередование лав с подушечной отдельностью, с линзами (0.5×1.5 м) гиалокластитовых брекчий и темно-зеленых кремней, и массивных диабазов. Общая мощность этих образований не превышает 700 м.

Породы третьего типа разреза обнажаются в подгорной части гор Лехова, отдельные выходы картируются в Крестьянских горах. Они представлены известняками, кремнями, переслаиванием бурых известняков и известковистых аргиллитов. Чаще всего они слагают маломощные тектонические пластины и отдельные глыбы и блоки в породах туфотерригенного комплекса. Максимальная мощность не превышает 200 м.

Структурные наблюдения в зоне надвига

В зоне надвига (южное окончание надвига Гречишкина) отложений ветловского комплекса на образования шипунской толщи к востоку от устья р. Вахиль (рис. 1, участок 3) проведены детальные структурные наблюдения. Отложения ветловского комплекса представлены здесь бурыми и зелеными кремнистыми алевролитами, вулканомиктовыми песчаниками и гравелитами, зеленоватыми туфами. Породы интенсивно дезинтегрированы, фактически они представляют собой терригенный меланж с хаотическим строением и незакономерным нагромождением тектонических пластин и блоков (рис. 3 А). Сохранившаяся в пластинах слоистость имеет преимущественное падение на юго-запад (рис. 3 А, В) и, в большинстве случаев, субпараллельна многочисленным разрывным нарушениям (рис. 3 А, Г). По-видимому, плоскости разрывных нарушений и слоистости субпараллельны главной поверхности надвига в данном месте. В породах отмечены изоклинные складки с круто погружающимися на юг–юго-восток шарнирами (рис. 3 А, Б, Д). Здесь наблюдаются системы сопряженных левых и правых сдвигов. В обнажениях поверхности сдвигов выражены зеркала скольжения (размер до 12 м²) с субгоризонтальной штриховкой. Наиболее четко выражена система левых субвертикальных

сдвигов, простирающихся с северо-востока на юго-запад (рис. 3 Д). Несколько хуже определяются правые сдвиги с субширотным и субмеридиональным простиранием (рис. 3 Д).

Таким образом, проведенный структурно-кинематический анализ позволяет сделать следующие выводы. Перемещение аллохтона, сложенного отложениями ветловского комплекса, на параавтохтон в данном месте происходило в северо-восточном направлении. Чешуйчатая структура, а, вероятно, и изоклинные складки сформировались в процессе надвигообразования. Затем покровно-складчатая структура была нарушена более поздними сдвигами, а шарниры изоклиновых складок приобрели крутое падение. Главной системой сдвигов, по-видимому, имеющей региональное значение, являлись левые сдвиги северо-восток–юго-западного простирания.

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗРАСТА ТЕКТОНО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ

В результате тематических работ в районе бух. Бечевинской, в устье р. Вахиль и на оз. Островном были изучены образования шипунской толщи и ветловского комплекса. В ходе работ были отобраны образцы на микрофауну радиолярий и для изучения геохимического состава и возраста магматических пород этих комплексов.

Радиоляриевый анализ

Представительные комплексы радиолярий были выделены из 26 образцов, которые были отобраны из шипунской толщи и ветловского комплекса (табл. 1, фототаблица). Данные радиоляриевого анализа свидетельствуют о кампанском возрасте вмещающих отложений. Проведенное изучение выделенных радиоляриевых комплексов показало, что кремнистые породы шипунской толщи, распространенные в береговых обнажениях бух. Бечевинской, и ветловского комплекса, отобранные в р-не оз. Островное и в устье р. Вахиль, одновозрастные и характеризуются сходным таксономическим составом. Здесь доминируют представители прунобрахид, что свидетельствует о холодноводных условиях осадконакопления. Повсеместно встречены *Prunobrachium articulatum* (Lipman), *Amphibrachium spongiosum* Lipman, *Phaseliforma carinata* Pessagno, *P. meganosensis* Pessagno, *Amphipyndax stocki* (Camp. et Cl.). *Prunobrachium articulatum* (Lipman), *P. incisum* Kozlova, *Amphibrachium spongiosum* Lipman, впервые описанные из кампанских отложений Западной Сибири и Тургайского прогиба [7, 10]. Стратиграфический уровень с *Prunobrachium articulatum* хорошо прослеживается в разрезах Русской плиты, Западной Сибири и Приполярного Урала, являясь прекрасным био-

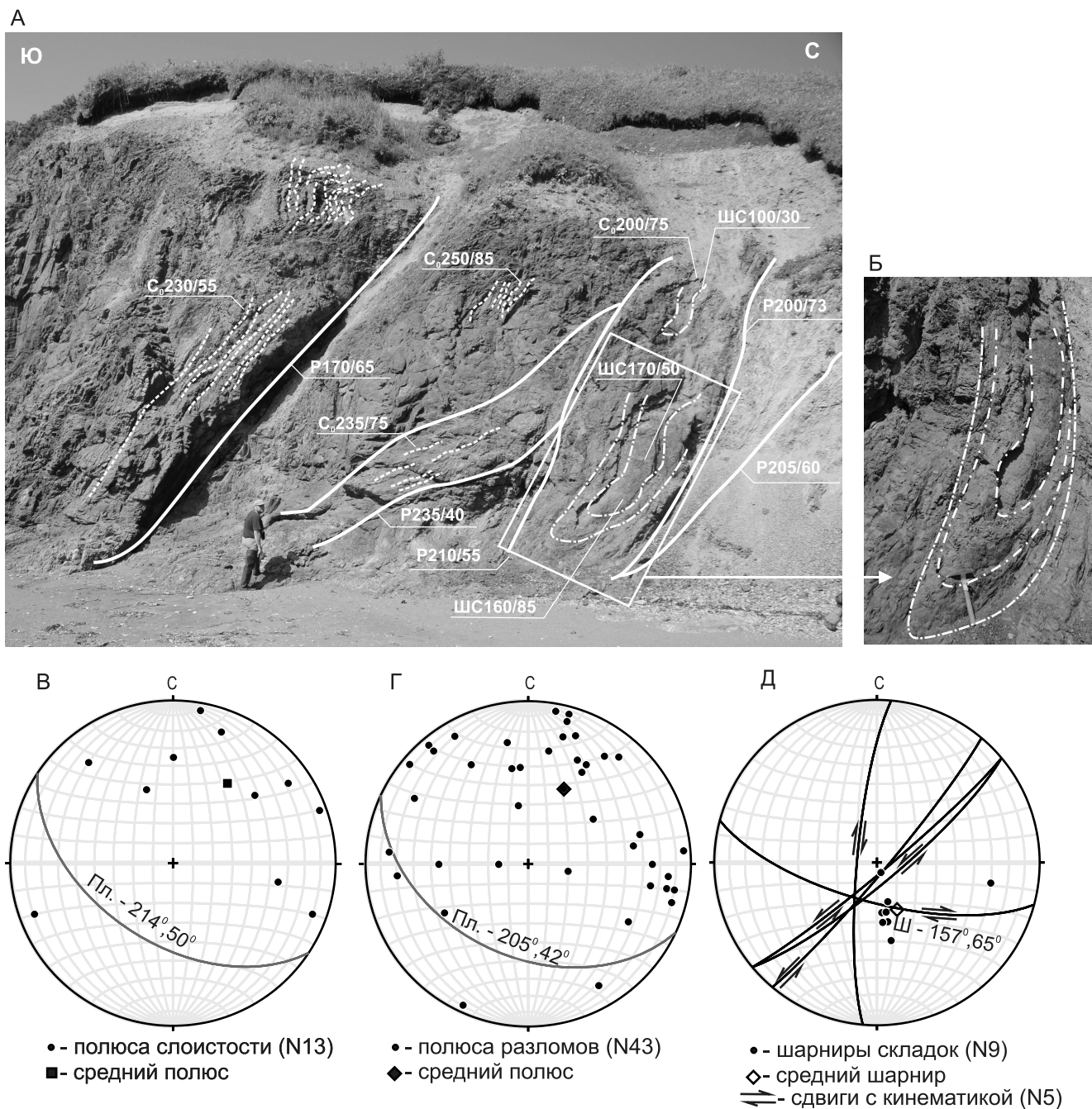


Рис. 3. Структурно-кинематический анализ зоны надвига.

А – фотография образований ветловского комплекса (мегамеланж) в зоне надвига к востоку от устья р. Вахиль (рис. 1, участок 3). На рис. показаны структурные элементы (C_0 – слоистость, Р – разлом, ШС – шарнир складки) и их элементы залегания (азимут падения/угол падения). Б – изоклиальная складка с шарниром, круто падающим на юго-восток. В-Г – диаграммы распределения структурных элементов (сетка Шмидта, проекция на нижнюю полусферу, N – количество структурных элементов): В – полюсов слоистости, Пл. – «средняя» плоскость слоистости; Г – полюсов разломов, Пл. – «средняя» плоскость разлома; Д – шарниров складок и сдвигов, Ш – «средний» шарнир.

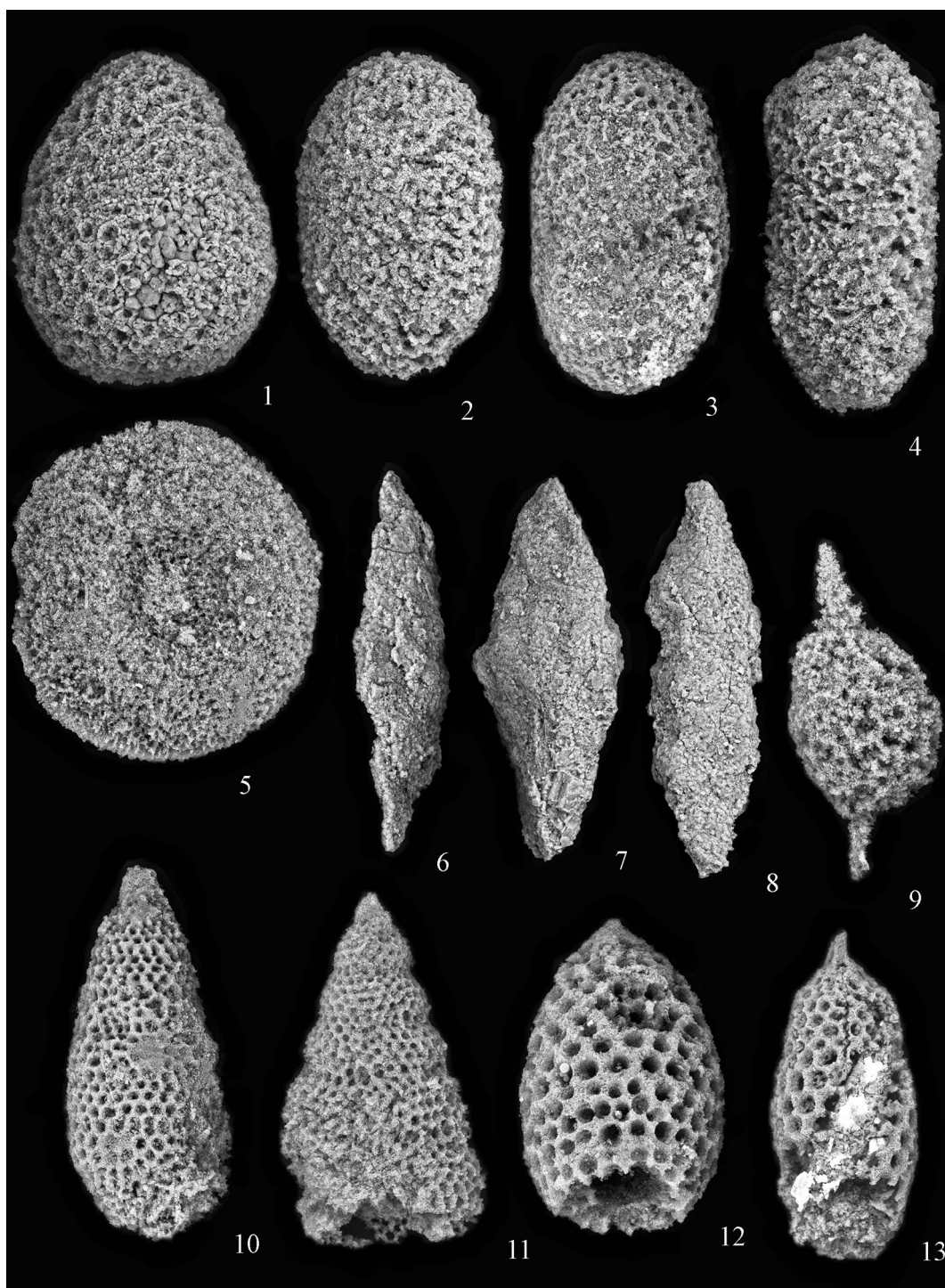
стратиграфическим маркером терминальной части верхнего кампана [12]. *Phaseliforma carinata* Pessagno является индекс-видом подзоны низов позднего кампана Северной Калифорнии [25].

Сходная кампанская ассоциация радиолярий изучена из кремнистых прослоев ветловского комплекса в Леховских горах (Вахильское поднятие). Здесь встречены *Phaseliforma carinata* Pessagno, *P. mega-*

Таблица 1. Таксономический состав радиолярий в изученных ассоциациях Шипунского п-ва.

Роды и виды	№ образцов																				
	02р10	07р10	08р10	10р10	24р10	25р10	27р10	28р10	29р10	30р10	32р10	33р10	35р10	37р10	44р10	45р10	47р10	48р10	51р10	57р10	63р10
<i>Phaseliforma carinata</i> Pessagno						•		•		•	•	•				•			cf.		
<i>Phaseliforma subcarinata</i> Pessagno											•	•									
<i>Phaseliforma meganosensis</i> Pessagno				•		•		•		•		•							•		
<i>Phaseliforma</i> sp.													•								
<i>Praesyllosphaera pusilla</i> (Campbell et Clark)					•				•			•					•				
<i>Protoxiphotractus perplexus</i> Pessagno					•																
<i>Amphibrachium spongiosum</i> Lipman	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Amphibrachium</i> sp.																					
<i>Prunobrachium articulatum</i> (Lipman)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Prunobrachium incisum</i> Kozlova											•										
<i>Prunobrachium</i> sp.												•									
<i>Histiastrum latum</i> Lipman		•																			
<i>Orbiculiforma quadrata</i> Pessagno	cf.					•					•										
<i>Orbiculiforma vacansis</i> Pessagno									•	•	•	•					•				
<i>Spongurus quadratus</i> Campbell et Clark												•									
<i>Spongurus</i> sp.						•															
<i>Spongodiscus</i> sp.								•		•							•				
<i>Archaeodicyomitra regina</i> (Camp. et Cl.)						•															
<i>Dicyomitra densicostata</i> Pessagno						•			•	•	•	•									
<i>Stichomitra livermorensis</i> (Campbell et Clark)			•					•	•	•	•	•									
<i>Stichomitra</i> sp.	•	•										•									
<i>Eucyrtis carnegiense</i> (Campbell et Clark)											•										
<i>Amphipyndax stocki</i> (Campbell et Clark)						•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Clathrocyclas hyronia</i> Foreman					•																
<i>Clathrocyclas tintinnaeformis</i> Camp. et Cl.					•						•										
<i>Xitus asymbatos</i> (Foreman)					•																

Примечание. Места отбора образцов: бухта Бечевинская (рис. 1, участок 1, 2 – обр. 02р10, 07р10, 08р10, 10р10); оз. Островное (рис. 1, участок 4 – обр. 44р10, 45р10, 47р10, 48р10), устье р.Вахиль (рис. 1, участок 3 – обр. 24р10, 25р10, 27р10, 28р10, 29р10, 30р10, 32р10, 33р10, 35р10, 37р10, 48р10, 51р10, 57р10, 63р10).



Фототаблица. Таксономический состав радиолярий из шипунской толщи и ветловского комплекса (п-ов Шипунский).

1 – *Phaseliforma subcarinata* Pessagno, $\times 305$; 2, 3 – *Phaseliforma carinata* Pessagno: 2 – $\times 346$, 3 – $\times 338$; 4 – *Spongurus quadratus* Campbell et Clark, $\times 371$; 5 – *Orbiculiforma vacaensis* Pessagno, $\times 200$; 6–8 – *Prunobrachium articulatum* (Lipman), $\times 200$; 9 – *Praestylosphaera pusilla* (Campbell et Clark), $\times 288$; 10 – *Amphipyndax stocki* (Campbell et Clark), $\times 226$; 11 – *Eucyrtis carnegiense* (Campbell et Clark), $\times 296$; 12 – *Clathrocyclus* sp., $\times 281$; 13 – *Clathrocyclus tintinnaeformis* Campbell et Clark, $\times 200$.

1–5, 9–13 – обр. 33тp10; 6–8 – обр. 51тp10.

nosensis Pessagno, *Amphibrachium spongiosum* Lipman, *Prunobrachium articulatum* (Lipman), *P. incisum* Kozlova. Одновозрастная кампанская вулканогенно-кремнистая толща описана в районе бух. Моховой (г. Петропавловск-Камчатский) [14]. Она сложена потоками базальтов с шаровой отдельностью с прослоями кремнистых пород и туфов.

Ранее из ветловского комплекса в устье р. Вахиль из кремней был выделен позднемеловой комплекс радиолярий: *Amphipyndax stocki* (Camp. et Cl.), *Stichomitra livermorensis* (Camp. et Cl.), *Xitus asymbatos* (Foreman), *Dictyomitra cf. densicostata* Pessagno, *Cornutela cf. californica* (Camp. et Cl.), *Pseudoaulophacus cf. floresensis* Pessagno, позволяющий датировать вмещающие их породы поздним кампаном–маастрихтом (заклечение Л.Г. Брагиной). Из известняков, распространенных в горах Лехова (руч. Базылева), были выделены планктонные фораминиферы родов *Acarinina* и *Globigerina*, указывающие, по мнению И.А. Басова, на позднепалеоцен-среднеэоценовый возраст вмещающих пород [17].

В образцах, отобранных ранее по разрезу в верховьях руч. Базылева, в шлифах (обр. 6/3-89, 7/10-89, 8/6а-89 и 30-89) наблюдаются скелеты радиолярий и раковины фораминифер. Опробованный разрез имеет следующий вид:

1. Известняки в различной степени кремнистые, серые, бурые, будинированные (размер будин 0.5×0.1 м) (обр. 6/3-89) с радиоляриями: *Phaseliforma meganosensis* Pessagno, *Prunobrachium articulatum* (Lipman) и фораминиферами 8 м
2. Известняки серые с прослоями до 2 м зеленовато-серых известняков, аргиллитов и кремней 5 м
- Перерыв 15 м
3. Известняки кремнистые с конкрециями мергелистых пород 4 м
4. Кремни и известковистые аргиллиты 5 м
5. Кремни зеленые, в верхней части прослой с будинами черных аргиллитов (обр. 7/10-89) с радиоляриями: *Phaseliforma carinata* Pessagno, *P. meganosensis* Pessagno, *Amphibrachium spongiosum* Lipman, *Prunobrachium articulatum* (Lipman), *P. incisum* Kozlova 10 м
6. Кремнистые алевролиты с будинами известняков 5 м
7. Аргиллиты известковистые, известняки с прослоями кремней, вверх по разрезу известняки преобладают, а кремни образуют прослой до 0.5–1 м 60 м
- Разлом
8. Алевролиты кремнистые неяснослоистые 5 м
9. Алевролиты с глыбами известняков и кремней (до 52 м) 15 м
10. Аргиллиты, алевролиты с обломками (1–5 см) и глыбами (1×3 м) различных пород (известняки, кремни

(обр. 8/6-89), песчаники, андезиты), обр. 8/6а-89, с радиоляриями: *Phaseliforma carinata* Pessagno, *Amphibrachium spongiosum* Lipman 20 м

Из глыбы кремней (обр. 30/89) в олистостромовом горизонте, в верховьях р. Базылева, выделены радиолярии: *Phaseliforma carinata* Pessagno, *P. meganosensis* Pessagno, *Amphibrachium spongiosum* Lipman, *Cromyosphaera* sp., свидетельствующие о кампанском возрасте вмещающих отложений.

Полученные данные о возрасте различных толщ, слагающих ветловский комплекс, позволяют сделать вывод, что здесь тектонически совмещены разновозрастные породы от кампана, кампана–маастрихта до палеоцена–эоцена, которые из-за сильной тектонизации пород и близкого фациального состава не всегда можно разделить. Можно считать доказанным наличие в составе этого комплекса тектонических пластин, сложенных кампанскими образованиями (кремни и афировые базальты с прослоями кремней) и палеоцен-эоценовыми известняками, а также наличие глыб и блоков верхнемеловых кремней в аргиллитовом и алевролитовом матриксе. Возраст матрикса не всегда можно определить, хотя, возможно, этот тип разреза формировался с кампана по эоцен включительно или сходные фациальные комплексы формировались в позднем мелу и палеоцене–эоцене.

Данные К-Аг датирования

Из шипунской толщи, обнажающейся на юго-восточном борту бух. Бечевинской (рис. 1), были отобраны два образца амфиболовых андезитов для определения абсолютного возраста (табл. 2) и изучения вещественного состава (табл. 3). Амфибол выделен из образцов по стандартной методике в лаборатории минералогического и трекового анализа ГИН РАН и датирован К-Аг методом в лаборатории геохимии изотопов и геохронологии ГИН РАН (табл. 2). Полученные датировки возраста 76.5 ± 6.5 и 61.9 ± 4.5 млн лет соответствуют кампану и палеоцену. Столь существенные различия в датировках изученных образцов, отобранных из одного разреза, вероятно, могут быть объяснены интенсивным изменением пород.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Магматические породы ветловского комплекса представлены базальтами и долеритами. Базальты имеют преимущественно афировую структуру при подчиненном развитии олигоафировых разновидностей. Вкрапленники представлены короткотаблитчатым плагиоклазом и бесцветным клинопироксеном. Структуры основной массы варьируют от полнокристаллических офитовых до интерсертальных, иног-

Таблица 2. Результаты К-Аг датирования амфибола из андезитов шипунской толщи (п-ов Шипунский).

Обр., №	Координаты	Калий, % ± 1σ	⁴⁰ Ar _{rad} (мм ³ /г) ± 1σ	Возраст, млн лет ± 2σ
10SH-1	С 53°13.223' В 159°45.042'	0.26 ± 0.01	0.000636 ± 0.000046	61.9 ± 4.5
10SH-4	С 53°12.381' В 159°44.475'	0.18 ± 0.01	0.000546 ± 0.000046	76.5 ± 6.5

Примечание. Определение содержания радиогенного аргона проводилось на масс-спектрометре МИ-1201 ИГ методом изотопного разбавления с применением в качестве трасера ³⁸Ar; определение калия – методом пламенной спектрофотометрии. Используются константы: $\lambda_k = 0.581 \times 10^{-10}$ год⁻¹, $\lambda_{\beta^-} = 4.962 \times 10^{-10}$ год⁻¹, $^{40}\text{K} = 0.01167$ (ат. %). Аналитики: Ю.В. Кущева, Д.О. Герцев (ГИН РАН).

да – вариолитовых. Изредка отмечаются пикритовые разновидности, сложенные оливином, орто- и клинопироксеном, роговой обманкой, биотитом и плагиоклазом [11]. По химическому составу базальты и долериты не отличаются друг от друга и характеризуются достаточно широким диапазоном содержания SiO₂ (44–53 %) и FeO* (13–24 %), умеренным содержанием титана (1–1.8 % TiO₂), повышенной магнезиальностью (5–10% MgO, в пикритах – до 28 %). Значительные колебания щелочности пород (Na₂O = 2.6–4.5 % и K₂O = 0.15–1.23 %) связаны, видимо, с интенсивными вторичными изменениями пород. По соотношениям Zr/Y и La_N/Sm_N базальты ветловского комплекса соответствуют нормальным базальтам срединно-океанических хребтов (N-MORB) [17].

Магматические породы шипунской толщи из района бух. Бечевинской представлены базальтами, андезитами, дацитами и риодацитами. Базальты имеют порфировую структуру, где вкрапленники (до 30 %) представлены серицитизированным плагиоклазом, клинопироксеном и, возможно, оливином или ортопироксеном, полностью замещенными хлоритом и карбонатом. Структура основной массы гиалопилитовая, интерсертальная, состоит из микролитов плагиоклаза, клинопироксена, рудного вещества и стекла, замещенного хлорит-цеолитовой (?) массой, иногда присутствует клинопироксен. Плагиоклазы часто имеют обломочную природу, сильно деформированы, трещиноваты. Андезиты представлены роговообманковыми разновидностями с порфировой структурой и большим содержанием вкрапленников. Отношение количества вкрапленников к объему основной массы 1:3. Минералы-вкрапленники представлены плагиоклазом и желто-зеленой роговой обманкой. Основная масса породы состоит из вытянутых мелких кристаллов плагиоклаза, рудного минерала и вулканического стекла. Среди вкрапленников наиболее распространены зональные кристаллы среднего плагиоклаза An₄₅₋₅₆ размером 0.3–3 мм, кото-

рые образуют как самостоятельные выделения, так и крупные гломеропорфировые сростки. Плагиоклаз замещается неоднородно, в соответствии с зональностью. Избирательно, по наиболее основным по составу зонам минерала развивается агрегат эпидота, кальцита, серицита, хлорита и альбита. Если плагиоклаз содержал в себе включения вулканического стекла, то в таком случае оно было частично или полностью превращено в тонкий агрегат бледно-зеленого хлорита. Более кислые каймы плагиоклаза варьруют по составу от An₂₈ до An₄₀. Обыкновенная роговая обманка (Hb), составляющая 40 % всех вкрапленников породы, образует вытянутые желто-зеленые кристаллы размером до 3.5 мм. Для Hb характерным является наличие опацитовой каймы. Вкрапленники рудного минерала образуют идиоморфные полигональные кристаллы. Акцессорные минералы представлены апатитом, образующим вытянутые, призматические, нередко с округлыми гранями, кристаллы, реже цирконом. Редко встречаются включения кварца. Основная масса породы имеет интерсертальную структуру и содержит примерно 15–25 % вулканического стекла, располагающегося между микролитовыми выделениями плагиоклаза. Вкрапленники плагиоклаза содержат обильное количество расплавных включений. Дациты и риодациты имеют порфировую структуру со стекловатой, войлочной-микролитовой и сферолитовой (до 0.2 мм) основной массой. Вкрапленники (20 %) представлены зональным альбитизированным плагиоклазом, реже клинопироксеном и роговой обманкой, редко присутствует кварц. Роговая обманка чаще всего имеет опацитовую кайму. Основная масса замещена микрозернистым агрегатом альбита с примесью рудного минерала (магнетита), эпидота, хлорита и серицита.

По химическому составу вулканиты шипунской толщи (табл. 3) характеризуются широким диапазоном составов пород от базальтов до риодацитов (SiO₂ – 48–72 % вес.). Все они имеют низкие содержа-

Таблица 3. Валовый состав (в %) и содержание элементов-примесей (в г/т) в магматических породах шишунской толщи и Шишунского массива.

№ п/п	10SH-1	10SH-4	10-5/1	10-1/1	10-8/4	10-8/6	10-8/3	10-1/3	10-3/1	10-8/2	10-8/7	10-8/5	10-7/2	10-9/3	10-1/4
SiO ₂	60.52	60.80	61.45	47.75	53.13	47.83	67.69	48.7	64.2	68.5	48.3	67.0	48.7	72.2	71.0
TiO ₂	0.51	0.53	0.72	0.83	1.14	0.51	0.64	0.93	0.71	0.83	0.68	0.90	0.93	0.54	0.63
Al ₂ O ₃	16.81	17.75	16.89	20.0	15.4	18.6	13.46	19.0	16.4	13.6	19.7	15.0	19.0	12.8	13.1
FeO*	4.99	4.58	5.37	9.35	10.25	7.83	2.83	9.01	4.89	4.06	7.35	4.18	9.01	2.96	3.36
Fe ₂ O ₃	3.74	3.97	4.98	4.41	4.08	3.32	3.14	6.65	3.11	3.49	2.19	3.69	6.65	2.96	2.57
FeO	1.62	1.01	0.89	5.38	6.58	4.84	1.7	3.02	2.09	0.91	5.38	0.86	3.02	0.30	1.05
MnO	0.10	0.07	0.06	0.19	0.31	0.093	0.194	0.17	0.09	0.09	0.16	0.08	0.17	0.07	0.06
MgO	3.00	2.10	3.83	4.57	5.58	4.23	2.75	3.89	2.27	1.26	5.93	0.88	3.89	0.63	0.41
CaO	5.67	6.06	6.10	8.90	4.08	12.25	4.37	9.82	5.68	2.35	8.85	2.46	9.82	2.36	3.83
Na ₂ O	3.86	4.12	1.73	2.95	2.48	1.48	1.500	3.42	3.22	6.23	4.22	5.28	3.42	3.11	3.70
K ₂ O	1.26	1.47	1.46	0.36	0.83	0.18	0.700	0.94	1.74	0.29	0.42	0.83	0.94	3.72	0.63
P ₂ O ₅	0.13	0.14	0.17	0.21	0.17	0.043	0.172	0.17	0.07	0.08	0.06	0.10	0.17	0.11	0.09
PPP	н.о.	н.о.	1.61	4.83	6.67	5.89	3.50	2.96	0.60	2.26	3.50	2.88	2.96	1.18	2.84
сумма	97.22	98.02	99.89	100.39	100.44	99.23	99.82	99.66	100.16	99.90	99.43	99.90	99.32	99.96	99.89
Cs	0.41	0.13	0.21	0.73	0.33	0.31	0.12	0.57	0.33	0.21	1.02				
Rb	11.17	12.79	16.17	3.62	10.50	1.72	8.69	14.90	15.60	5.41	4.91				
Ba	198.44	175.54	205.28	62.69	215.88	72.36	260.84	236.00	386.00	71.40	50.20				
Th	0.80	0.89	1.05	0.37	0.23	0.14	0.35	0.37	1.40	0.38	0.06				
U	0.42	0.45	0.48	0.42	0.15	0.10	0.26	0.24	0.91	0.30	0.07				
Nb	1.39	1.33	1.30	0.88	0.76	0.38	0.98	1.06	1.82	1.35	0.34				
Ta	0.08	0.09	0.10	0.16	0.08	0.10	0.10	0.37	0.23	0.14	0.10				
La	6.12	7.02	8.92	4.79	2.60	1.22	3.06	4.76	9.94	4.44	0.98				
Ce	14.86	18.16	21.09	11.91	7.93	3.44	9.63	11.60	24.90	11.90	2.36				
Pr	2.05	2.43	3.10	1.88	1.45	0.57	1.85	1.78	3.57	2.00	0.42				
Sr	420.77	453.73	596.32	614.23	93.51	245.88	119.65	401.00	400.00	116.00	379.00				
Nd	9.28	10.97	13.35	9.35	8.19	3.04	10.66	8.61	16.00	11.30	2.32				
Zr	74.96	63.28	79.91	43.60	50.63	27.44	73.17	40.20	185.00	79.40	16.70				
Sm	2.16	2.48	2.93	2.53	2.94	1.07	4.11	2.58	3.64	4.20	0.88				
Hf	2.30	2.37	2.18	1.26	1.71	0.87	2.34	1.13	4.94	2.63	0.58				
Eu	0.68	0.79	0.99	0.97	0.85	0.37	1.26	0.70	1.01	1.25	0.30				
Ti	н.о.	н.о.	3745.87	5643.69	6500.12	3274.27	3553.28	4889.00	3755.00	3935.00	2830.00				
Gd	2.14	2.38	2.76	2.96	3.80	1.53	5.83	3.14	3.70	4.99	1.33				
Tb	0.31	0.34	0.39	0.51	0.67	0.29	1.05	0.50	0.59	0.84	0.26				
Dy	1.89	1.96	2.26	3.24	4.63	2.03	6.94	2.79	3.48	6.76	1.59				
Y	10.74	9.78	11.02	18.11	24.79	11.08	39.35	15.00	18.30	38.40	8.74				
Ho	0.38	0.39	0.44	0.72	1.04	0.45	1.59	0.62	0.71	1.56	0.36				
Er	1.06	1.12	1.17	2.07	2.95	1.34	4.59	1.72	2.08	4.56	1.09				
Tm	0.15	0.15	0.16	0.31	0.47	0.20	0.72	0.26	0.32	0.71	0.16				
Yb	1.03	1.05	0.99	1.98	3.00	1.31	4.70	1.77	2.07	4.50	1.14				
Lu	0.15	0.15	0.14	0.30	0.46	0.20	0.73	0.26	0.31	0.69	0.17				

Примечание. Химический состав пород был изучен методом РФА на рентгенофлуоресцентном спектрометре S4 Pioneer фирмы Bruker (Германия) в лаборатории ГИН РАН (Москва) (определение п.п. проводилось весовым методом, FeO (II) определялся тетраметрическим методом), микроэлементный состав изучался ICP-MS (масспектрометром с индукционно-связанной плазмой) ИГТН РАН (Черноголовка) и в ФГУП ИМГРЭ, Москва. Образцы шишунской толщи: 10SH-1.4; 10-5/1; 10-1/1; 10-1/3 – отобранные с левого берега бух. Бечевинской, 10-8/2-7 – отобранные с правого берега бух. Бечевинской. Образец 10-3/1 – диорит из Шишунского массива, северный борт бух. Бечевинской.

ния титана (0.5–1.1 %). Наблюдаются значительные колебания состава петрогенных элементов (рис. 4). Отмечается отрицательная корреляция FeO^* , MgO , Al_2O_3 и CaO с SiO_2 . Изученные базальты и андезиты относятся к высокоглиноземистым ($al' > 1$). На диаграмме зависимости щелочности от кремнезема все изученные породы попадают в поля низкокальциевой толеитовой и умеренно калиевой известково-щелочной серий, а на диаграмме Миаширо [24] – в поля толеитовой и известково-щелочной серий (рис. 4). Это находит отражение в распределении редких и редкоземельных элементов (рис. 5). Часть пород (10-5/1 и 10SH-1, 10SH-4 с левобережья бух. Бечевинка) имеют типичные для известково-щелочной серии пород распределения: резкий рост концентраций от тяжелых элементов к легким. Они имеют распределение РЗЭ, сходное с таковым в магматических породах м. Налычева и кварцевых диоритах Шипунского массива (рис. 5). Для остальных пород характерно толеитовое распределение РЗЭ, но они различаются по уровню концентрации, что, вероятно, указывает на различную степень дифференциации изученных пород. На мультиэлементной диаграмме для всех изученных пород характерны минимумы высокозарядных элементов (HFSE – Nb, Ta, Ti, Th) и повышенные содержания Sr, за исключением кислых пород.

Магматические породы налычевской толщи, развитые в районе м. Налычева, были изучены и описаны ранее [20].

Эффузивы козловской свиты кроноцкой серии, по данным [11], относятся преимущественно к толеитовой серии островных дуг.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В структуре Шипунского п-ова и Вахильского поднятия (рис. 1) тектонически совмещены различные разновозрастные структурно-вещественные комплексы, формировавшиеся в пределах вулканической дуги (шипунская, налычевская толщи и кроноцкая серия) и океанического или окраинноморского бассейна (ветловский комплекс). Полученные нами новые данные о возрасте магматических комплексов позволяют говорить о двух этапах активного вулканизма в пределах южного сегмента Кроноцкой палеодуги: кампан-палеоценовом и эоценовом. Кампанский возраст начала активного вулканизма в этой части Кроноцкой дуги обоснован впервые и хорошо согласуется с началом вулканической деятельности в других ее сегментах [13, 19]. Кампан-палеоценовый этап магматизма в южном сегменте Кроноцкой палеодуги характеризуется излиянием дифференцированных серий пород, относящихся как к толеитовой, так и к умеренно калиевой известково-щелочной сериям островных дуг.

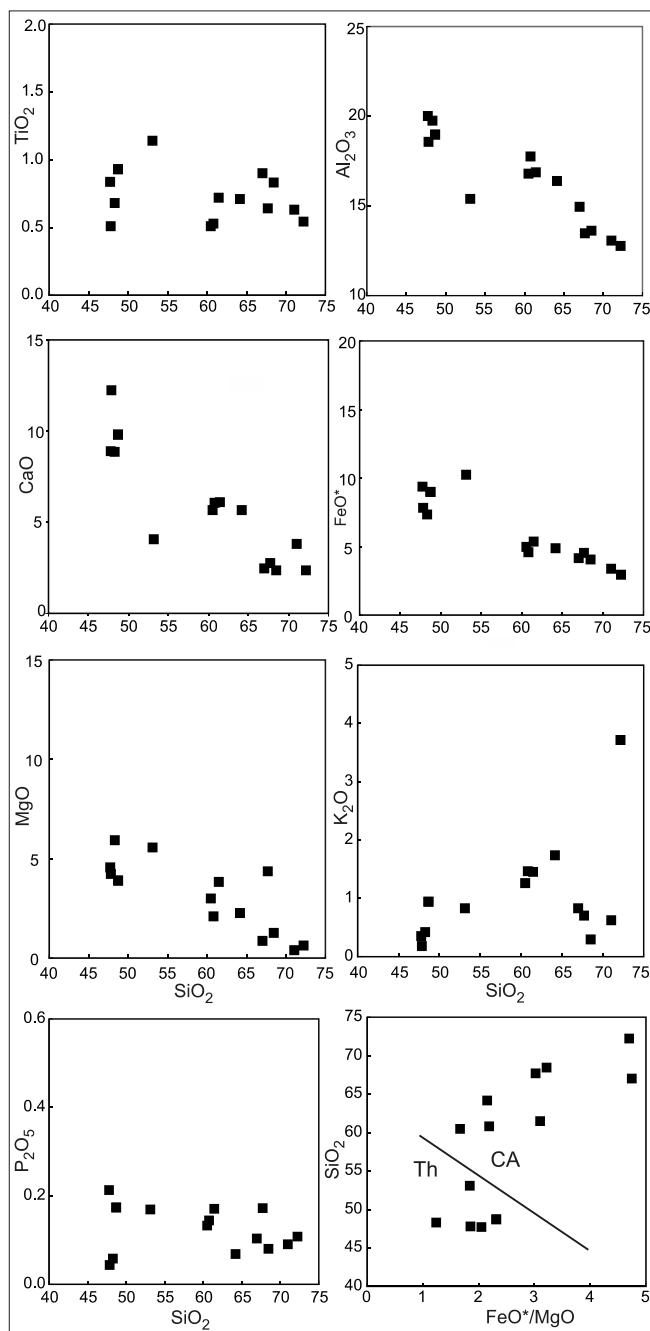


Рис. 4. Вариационные диаграммы содержаний оксидов петрогенных элементов в магматических породах шипунской толщи.

Поля: Th – толеитовой серии, CA – известково-щелочной серии.

При этом формирование этих магматических комплексов происходило синхронно. Такой тип вулканизма характерен только для южного сегмента Кроноцкой палеодуги и отличается от разновозрастного вулканизма северных сегментов (п-овов Камчатский Мыс и Кроноцкий), где в сантоне–маастрихте, кампане–палеоцене происходило формирование пород толеи-

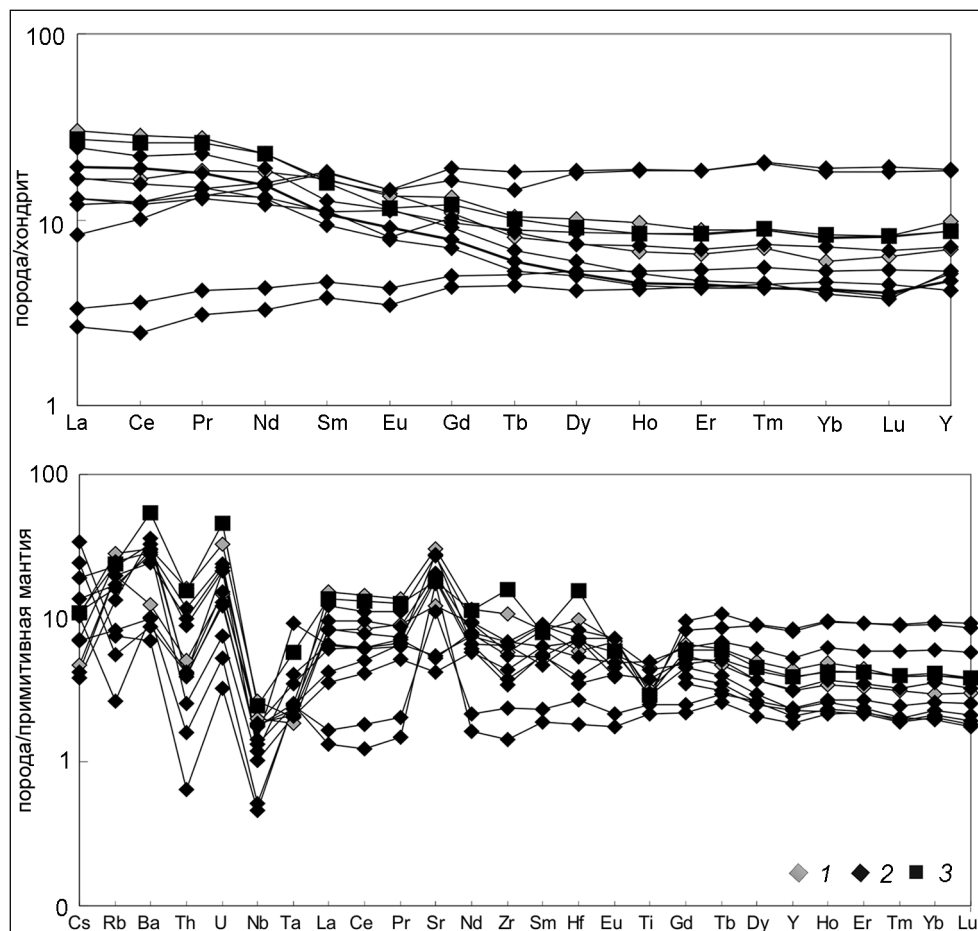


Рис. 5. Распределение редкоземельных элементов, нормированных по составу хондрита [23], и элементов-примесей, нормированных к составу примитивной мантии [26], в магматических породах шипунской толщи.

Магматические породы: 1 – налычевской толщи, по [20], 2 – шипунской толщи, 3 – Шипунского массива.

товой и высокоглиноземистой толеитовой серий [15, 16]. Проявление известково-щелочного вулканизма типично для Ачайваям-Валагинской палеодуги кампан-палеоценового возраста [5]. По времени проявления и характеру магматизма кампан-палеоценовые образования южного сегмента Кроноцкой палеодуги сходны с образованиями Ачайваям-Валагинской палеодуги.

Эоценовый этап вулканизма широко проявлен во всех сегментах Кроноцкой палеодуги, магматические комплексы представлены породами слабо дифференцированной высокоглиноземистой толеитовой серии и характеризуются сходным химическим составом [11, 16, 21].

Полученные нами данные о поздне меловом возрасте вулканогенной толщи (второй тип разреза) ветловского комплекса позволяют предполагать, что ветловский океанический (окраинноморской?) бассейн существовал в кампанское время. Нахождение в

ветловском аккреционном комплексе тектонических пластин, сложенных как кампанскими вулканогенно-кремнистыми образованиями, так и известняками и кремнями палеоцен-эоценового возраста, свидетельствует, что океаническая обстановка в этом бассейне существовала, по крайней мере, до эоцена. Следовательно, ветловский окраинный бассейн существовал с позднего мела (кампана) по эоцен, а, возможно, и дольше. Геохимические данные по магматическим породам ветловского комплекса подтверждают данные [17] о принадлежности этих пород к океаническим толеитам. Они сходны с толеитовыми базальтами N-MORB типа, описанными в бухте Моховой (р-он г. Петропавловск-Камчатский) [14, 18]. По данным Т.Н. Палечек [14], комплекс радиоларий, выделенных из кремнистых пород этой толщи, позволяет датировать их кампаном и сопоставлять их с разновозрастными образованиями попутновской толщи, развитой в северной части Валагинского хребта (Ачай-

ваям-Валагинская палеодуга) [1]. Полученные нами данные о кампанском возрасте вулканогенной части ветловского комплекса дают возможность рассматривать образования бух. Моховой как фрагмент океанической коры ветловского океанического бассейна. Видовой состав микрофауны радиолярий позднемелового возраста, выделенных из пород ветловского комплекса, сходен с комплексами, выделенными из кремнистых пород шипунской толщи, и позволяет предполагать, что они формировались в едином бассейне осадконакопления (вулканическая дуга и окраинное море).

Сложная покровная и чешуйчато-складчатая структура ветловского комплекса, породные ассоциации, участвующие в его строении, свидетельствуют, что он формировался как аккреционная призма при Ачайваям-Валагинской дуге, а после ее коллизии с континентальной окраиной – вдоль этой окраины. Формирование аккреционной призмы сопровождалось накоплением олистостромовых горизонтов с верхнемеловыми олистолитами в палеоцен-эоценовом матриксе. Ветловский комплекс как геологическое тело надвинут на верхнемеловые–эоценовые образования и олигоцен-миоценовые отложения тюшевской серии Шипунского п-ова, а вся структура перекрывается угленосными отложениями миоценовой корниловской серии [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Магматические породы южного сегмента Кроноцкой палеодуги относятся к толеитовой и известково-щелочной сериям островных дуг и формировались начиная с кампанского времени.

2. Ветловский комплекс Вахильского поднятия является фрагментом аккреционной призмы, формировавшейся начиная с кампанского времени. Установлено, что в его строении участвуют, наряду с палеоцен-эоценовыми кремнисто-карбонатными океаническими образованиями, кампанские и кампан-маастрихтские вулканогенно-кремнистые комплексы и туфогенно-осадочные отложения с олистостромовыми горизонтами, содержащими олистолиты позднемелового (кампанского) возраста.

3. Состав пород южного сегмента Кроноцкой палеодуги и ветловского комплекса Вахильского поднятия позволяют реконструировать островодужную систему (островная дуга и океанический (задуговой) бассейн). Активный вулканизм в дуге развивался, по крайней мере, с кампана по средний эоцен. Океанический бассейн также существовал с кампана по эоцен включительно. Сходство таксономического состава комплексов радиолярий

из различных фрагментов ветловского комплекса и шипунской толщи позволяет говорить о едином бассейне осадконакопления.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы признательны А.В. Ландеру, Д.М. Ольшанецкому, Д.О. Захарову за обсуждение многих положений данной статьи. Особенно авторы благодарны В.В. Голозубову, Е.Г. Сидорову за рецензирование статьи и замечания, которые помогли существенно улучшить статью. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 11-05-00086, № 13-05-00485, Программ фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 4 и 6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахтеев М.К., Палечек Т.Н., Тихомирова С.Р., Морозов О.А. Кампанские радиолярии северной части Валагинского хребта (Восточная Камчатка) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10, № 4. С. 52–61.
2. Геологическая карта и карта полезных ископаемых Камчатской области и Корякского автономного округа. 1:1 500 000 / Гл. ред. А.Ф. Литвинов, Б.А. Марковский, В.П. Зайцев. СПб.: ВСЕГЕИ, 2005.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. 1:1 000 000. Лист N-57 / Гл. ред. А.Ф. Литвинов, Б.А. Марковский. СПб.: ВСЕГЕИ, 2006.
4. Зинкевич В.П., Цуканов Н.В. Ветловский коллизионный шов Восточной Камчатки // Докл. РАН. 1992. Т. 324, № 3. С. 638–642.
5. Зинкевич В.П., Константиновская Е.А., Цуканов Н.В. и др. Аккреционная тектоника Восточной Камчатки. М.: Наука, 1993. 272 с.
6. Карта полезных ископаемых Камчатской области. 1:500 000 / Гл. ред. А.Ф. Литвинов, М.А. Патока, Б.А. Марковский. СПб.: ВСЕГЕИ, 1999.
7. Козлова Г.Э., Горбовец А.Н. Радиолярии верхнемеловых и верхнеэоценовых отложений Западно-Сибирской низменности. Л.: Недра, 1966. 158 с.
8. Колосков А.В., Коваленко Д.В. Новые возрастные датировки проявления кайнозойского магматизма на Камчатке // Вестн. КРАУНЦ, Науки о Земле. 2009. № 1. Вып. 13. С. 83–88.
9. Левашова Н.М., Шапиро М.Н., Беньямовский В.Н., Баженов М.Л. Реконструкция тектонической эволюции Кроноцкой островной дуги (Камчатка) по палеомагнитным и геологическим данным // Геотектоника. 2000. № 2. С. 65–84.
10. Липман Р. Х. Позднемеловые радиолярии Западно-Сибирской низменности и Тургайского прогиба // Материалы по стратиграфии мезо-кайнозоя Тургайского прогиба, Северного Приаралья и Западно-Сибирской низменности. Л., 1962. Т. 77. С. 271–323. (Нов. сер. Тр. ВСЕГЕИ).
11. Литвинов А.Ф., Крикун Н.Ф. Государственная Геологическая карта. 1 : 200 000. Листы N-57-XXII, XXVIII, XXIX, Объясн. зап. М.: Недра, 1992.
12. Практическое руководство по микрофауне. Радиолярии мезозоя. СПб., 1999. Т. 6. 272 с. (Тр. ВСЕГЕИ).
13. Разницын Ю.Н., Хубуная С.А., Цуканов Н.В. Тектоника восточной части Кроноцкого п-ова и формационная при-

- надлежность базальтов (Камчатка) // Геотектоника. 1985. № 1. С. 88–101.
14. Савельев Д.П., Палечек Т.Н., Портнягин М.В. Кампанские океанические кремнисто-вулканогенные отложения в фундаменте Восточного Камчатского вулканического пояса // Тихоокеан. геология. 2005. Т. 24, № 2. С. 46–54.
 15. Сколотнев С.Г., Цуканов Н.В., Савельев Д.П., Федорчук А.В. О гетерогенности составов островодужных образований Кроноцкого и Камчатскомысского сегментов Кроноцкой палеодуги (Камчатка) // Докл. РАН. 2008. Т. 418, № 2. С. 232–236.
 16. Хубуная С.А. Высокоглиноземистая плагиотолеитовая формация островных дуг. М.: Наука, 1987. 167 с.
 17. Цуканов Н.В., Федорчук А.В., Литвинов А.Ф. Океанический комплекс Шипунского полуострова (Восточная Камчатка) // Докл. АН СССР. 1991. Т. 318, № 4. С. 958–962.
 18. Цуканов Н.В., Федорчук А.В. Офиолитовые комплексы в аккреционной структуре Восточной Камчатки // Петрология и металлогения базит-гипербазитовых комплексов Камчатки. М.: Науч. мир, 2001. С. 159–169.
 19. Цуканов Н.В., Сколотнев С.Г., Палечек Т.Н. Новые данные о составе и строении аккреционной призмы п-ова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка) // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2008. № 2. Вып. 12. С. 42–50.
 20. Цуканов Н.В., Сколотнев С.Г., Савельев Д.П. Новые данные о составе и строении вулканических комплексов мыса Налычева и п-ова Шипунский (Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 2009. № 1. С. 21–30.
 21. Цуканов Н.В. Эоценовый магматизм северного сегмента Кроноцкой палеодуги (п-ов Камчатский Мыс, Камчатка) // Вестн. КРАУНЦ, Науки о Земле. 2013. № 1. Вып. 21. С. 7–15.
 22. Шапиро М.Н., Соловьев А.В. Кинематическая модель формирования Олюторско-Камчатской складчатой области // Геология и геофизика. 2009. Т. 50, № 8. С. 863–880.
 23. Evensen N.M., Hamilton P.J., O' Nions R.K. Rare earth abundances in chondritic meteorites // Geochim. et Cosmochim. Acta. 1978. V. 42. P. 1199–1212.
 24. Myashiro A. Volcanic rock series in island arcs and active continental margins // Amer. J. Sci. 1974. V. 274. P. 321–355.
 25. Pessagno E. Radiolarian zonation and stratigraphy of the Upper Cretaceous portion of the Great Valley Sequence, California Coast Ranges // Micropaleontology. Spec. Publ. 1976. V. 2. P. 1–95.
 26. Sun S.S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes // Geol. Soc. Amer. Spec. Publ. 1989. V. 42. P. 313–345.

Рекомендована к печати А.В. Колосковым

N.V. Tsukanov, T.N. Palechek, A.V. Coloviev, D.P. Saveliev

Tectono-stratigraphic complexes of the southern segment of the Kronotsky paleoarc (East Kamchatka): their structure, age, and composition

Eastern Kamchatka peninsulas are mostly composed of tectono-stratigraphic complexes in the limits of the Late Cretaceous to Eocene Kronotsky paleoarc. The Kronotsky-Komandor paleoarc was accreted to the Kamchatka margin of the Northeast Asia in the Late Cenozoic, indicating the last collision event in the formation of the present-day structure of Kamchatka. New evidence on the age, composition and structure of the southern Kronotsky-Komandor paleoarc tectono-stratigraphic complexes are presented. The earliest formations constituting these complexes are demonstrated to be Campanian volcanic and sedimentary rocks, which were formed under different geodynamic conditions. The magmatic formations studied belong to mid-ocean ridge tholeiitic series (the Vetlovsky complex) and island arc tholeiitic and calc-alkali series (the Shipunsky suite and Kronotsky series).

Key words: volcanic arcs, magmatic complexes, radiolarian analysis, geochemistry, Late Cretaceous, basalts, andesites, rhyodacites, Kamchatka.