

9. Натапов Л.М., Сурмилова Е.П. Геологическая карта СССР м-ба 1:1 000 000 (новая серия). Лист R-53(55) — Депутатский. Объяснительная записка. СПб., 1992. 105 с.
10. Оксман В.С. Тектоника коллизионного пояса Черского (Северо-Восток Азии). М.: ГЕОС, 2000. 269 с.
11. Парфенов Л.М. Континентальные окраины и остранные дуги мезозоид Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1984. 192 с.
12. Трунина В.А., Роеv С.П., Орлов Ю.С. и др. Магматизм различных геодинамических обстановок (зона сочленения Верхоянской окраины Сибирского континента и Колымо-Омолонского микроконтинента). Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 1999. 152 с.
13. Унифицированная региональная стратиграфическая схема мезозойских образований Северо-Востока России. СПб., 2004.
14. Унифицированные региональные стратиграфические схемы ордовикских, силурийских и девонских отложений Северо-Востока России. СПб., 2004.
15. Уфимцев Г.Ф. Тектонический анализ рельефа на примере Востока СССР. Новосибирск: Наука, 1984. 183 с.

Российский государственный
геологоразведочный университет
(117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23;
e-mail: AlexZhur@bk.ru)
А.Н. Журавлёв — аспирант
Рецензент — Л.А. Сим

УДК 551.243

A.V. MOISEEV, A.V. SOLOV'EV

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ДЕФОРМАЦИЯХ ТРЕТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ (ТИГИЛЬСКИЙ РАЙОН)

Проведены мезоструктурные исследования деформаций третичных отложений Западной Камчатки. Приведен структурно-кинематический анализ деформаций третичных отложений Тигильского района, помимо прямых наземных наблюдений, применены дистанционные методы. Новые данные свидетельствуют о более напряженных деформациях, чем это представлялось ранее. Описаны надвиги олигоценовых пород на эоценовые. Деформации, развитые в домиоценовых породах, указывают на существенное влияние обстановки сдвига. Возраст проявления последнего структуроформирующего этапа деформаций оценивается как до-среднемиоценовый (?).

Ключевые слова: Западная Камчатка; Тигильский район; структурная геология; деформации.

Структуры Западной Камчатки являются восточным обрамлением Охотского моря. Изучение деформаций третичных толщ Западной Камчатки важны для понимания кайнозойской геодинамики всего Охотоморского региона. В связи с отсутствием тематических работ по изучению деформаций третичных толщ они слабо изучены. В 2005—2006 гг. сотрудниками ГИН РАН проведены геологические работы, в частности, с целью выявления характера и стиля деформаций кайнозойских отложений западного побережья Камчатки.

Авторы представили результаты исследований по Западной Камчатке, которые выявили более напряженную складчатость третичных отложений, чем это представлялось ранее. Приведена общая характеристика стиля деформаций кайнозойских отложений в пределах изучаемой территории, а также восстановленные основные поля кайнозойских напряжений. Полученные результаты дополняют и расширяют знания о кайнозойской истории Западной Камчатки, а также привлекают внимание исследователей к вопросам структурной эволюции региона в контексте кайнозойской геодинамики Охотского моря. Кроме того, Западно-Камчатский прогиб имеет хорошие перспективы

вы нефтегазоности. Таким образом, огромное значение для принятия наиболее эффективных решений о поиске месторождений углеводородов в Охотоморском регионе играют представления о структуре Западной Камчатки.

Деформации кайнозойских отложений Западной Камчатки

В пределах Западной Камчатки наиболее широко распространены кайнозойские отложения, заполняющие Западно-Камчатский прогиб. Мезозойские образования обнажаются в изолированных выходах, которые рассматриваются как комплекс основания или фундамент [1, 5, 8, 14, 16]. Осадочный чехол представлен отложениями палеогена и неогена. Стратиграфия третичных отложений Западной Камчатки изучена достаточно обстоятельно [6, 7].

В процессе геолого-съемочных работ [3—4, 9, 12—13] выявлен общий структурный план комплексов Западной Камчатки [8], характеризующийся простыми складками, оси которых имеют север — северо-восточное простирание.

Основные представления о структурах Западной Камчатки базируются на сейсмических данных [10, 14, 18–19]. Считается, что третичные толщи выполняют грабены и залегают на неровной поверхности интенсивно деформированного докайнозойского фундамента [10]. Отличительными чертами тектоники Западной Камчатки являются разрывные нарушения [10, 14], а также существование в кайнозойское время приподнятых стабильных блоков на фоне общего прогибания [10, 19], что определяет складчато-блочный структурный облик Западной Камчатки [14].

По характеру проявленных структур [10] выделяют три главных района: южный, центральный и северный. Южный район, занимающий территорию от южного окончания п-ова (51° с.ш.) Камчатка до 54° с.ш., характеризуется широкими мульдообразными прогибами и впадинами, несколько вытянутыми в меридиональном направлении [10, 14]. Для центрального района, ограниченного 54° и 59° с.ш., типично развитие синклинальных и антиклинальных сближенных, протяженных складок, вытянутых в север—северо-восточном направлении. Важную структурообразующую роль играют процессы гравитационного тектоногенеза [6, 14]. Северный район, расположенный севернее 59° с.ш., по своему строению аналогичен южному [14].

Таким образом, в работах предшественников стиль деформаций отложений Западно-Камчатского прогиба описывался простыми складками,

оси которых имеют север — северо-восточное простирание и которые нарушены отдельными разломами.

Методы исследований

В 2005—2006 гг. сотрудниками ГИН РАН проведены мезоструктурные исследования в пределах Точилинского и Майначского разрезов, приуроченных к полосе береговых обрывов, а также вдоль бортов рек Напана, Моховая, Квачина (рис. 1, а, б).

Точилинский стратотипический разрез приурочен к полосе береговых обрывов Охотского моря, общая протяженность которых между устьями рек Аманина (на юге) и Эталона (на севере) составляет около 50 км (рис. 1, а, б). Высота скальных выходов составляет в среднем 40 м и достигает максимума

200 м. Поскольку обрывы практически вертикальные, изучение верхних частей разреза с берега невозможно. При стопроцентной обнаженности можно исследовать лишь нижние части обрывов.

Для более полной характеристики береговых обнажений применялись дистанционные методы: наземная фотосъемка с пляжа и перспективная съемка с вертолета. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки. Хорошее освещение, при солнечной погоде (довольно редкой), возможно только в вечерние часы. Возможности наземной съемки сильно зависят от времени прилива и отлива, так как расстояние от обрыва до уреза воды колеблется от

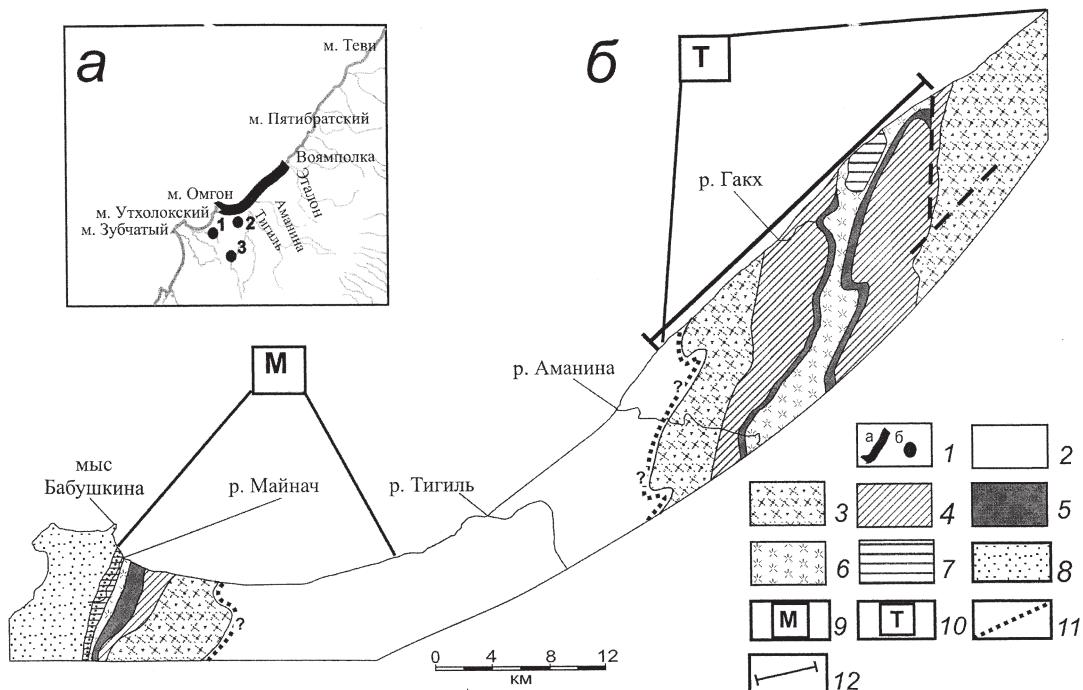


Рис. 1. Схемы размещенных участков исследований (А) и геологическая схема побережья Западной Камчатки (Тигильский район) (Б) (по [9], с изменениями): 1 — районы исследований; а — береговые обнажения Майначского и Точилинского разрезов; б — обнажения в долинах рек: 1 — Квачина; 2 — Напана; 3 — Моховая; 2—7 — отложения: 2 — нерасчлененные верхнего миоцена и плиоцена (ильинская, какертская, этолонская, эрмановская, энемтэнская свиты); 3 — нерасчлененные нижнего миоцена (вивентекская, кулувенская свиты); 4 — олигоценовые (утхолокская, гакхинская свиты); 5 — олигоценовые аманинских свиты; 6 — верхнеэоценовые ковачинской свиты; 7 — среднеэоценовые снатольской свиты; 8 — мезозойские комплексы; 9 — расположение Майначского разреза; 10 — расположение Точилинского разреза; 11 — границы угловых несогласий; 12 — границы профиля (рис. 2), полученного при дешифрировании единой фотопанорамы берегового обнажения

нескольких метров в прилив до сотен метров в отлив. Вертолетная съемка осложнена вибрацией. Для изучения деформаций Точилинского разреза произведено более 500 наземных снимков, а также он был целиком отснят на цифровой фотоаппарат Nikon D 70 с вертолета (400 снимков). Затем отдельные кадры вертолетной съемки совмещены в единую

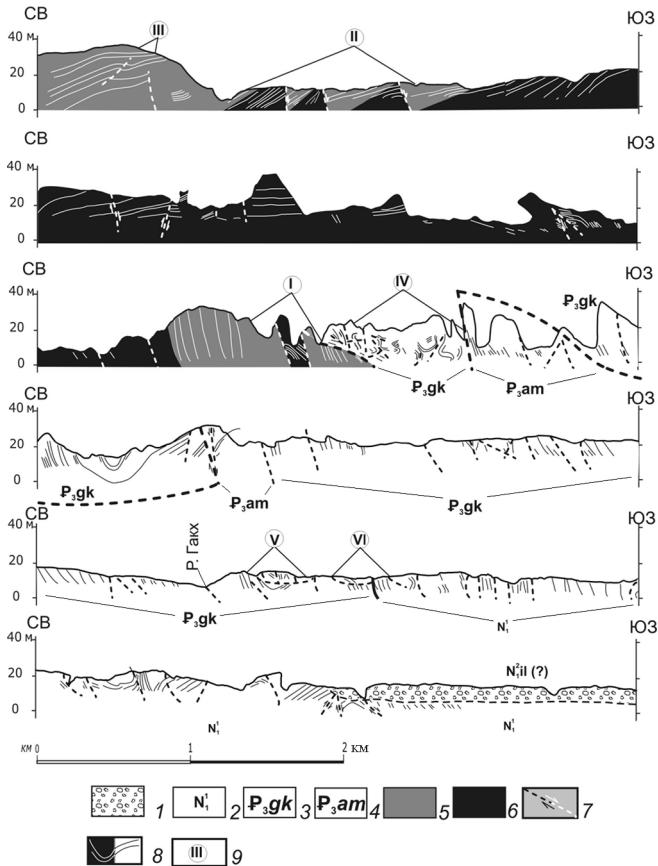


Рис. 2. Непрерывный структурный профиль Точилинского разреза (см. рис. 1), составленный при дешифрировании единой фотопанорамы: 1–6 — отложения верхнего миоцена (ильинская свита) (?); 2 — нерасчлененные отложения нижнего миоцена (вивентекская, кулувенская свиты); 3 — олигоценовые отложения гакхинской свиты; 4 — олигоценовые аманинские свиты; 5 — верхнеэоценовые ковачинской свиты; 6 — среднеэоценовые снатольской свиты; 7 — разломы; 8 — плоскости склонности; 9 — номера участков структурных наблюдений

фотопанораму с помощью программы Adobe Photoshop. В дальнейшем фотопанорама была отдешифрирована, непрерывный структурный профиль Точилинского разреза приведен на рис. 2.

Наземное изучение разрезов проводилось непосредственно в обнажениях, где систематически измерялись элементы залегания поверхностей напластования, плоскостей разрывных нарушений, осевых поверхностей складок и осей складок.

Анализ структурных данных

При анализе замеры мезоструктурных элементов были вынесены на сферические диаграммы с использованием равноплощадной проекции. Наблюдаемые деформации разделены по возрасту толщ, в которых они проявлены (рис. 3). Структу-

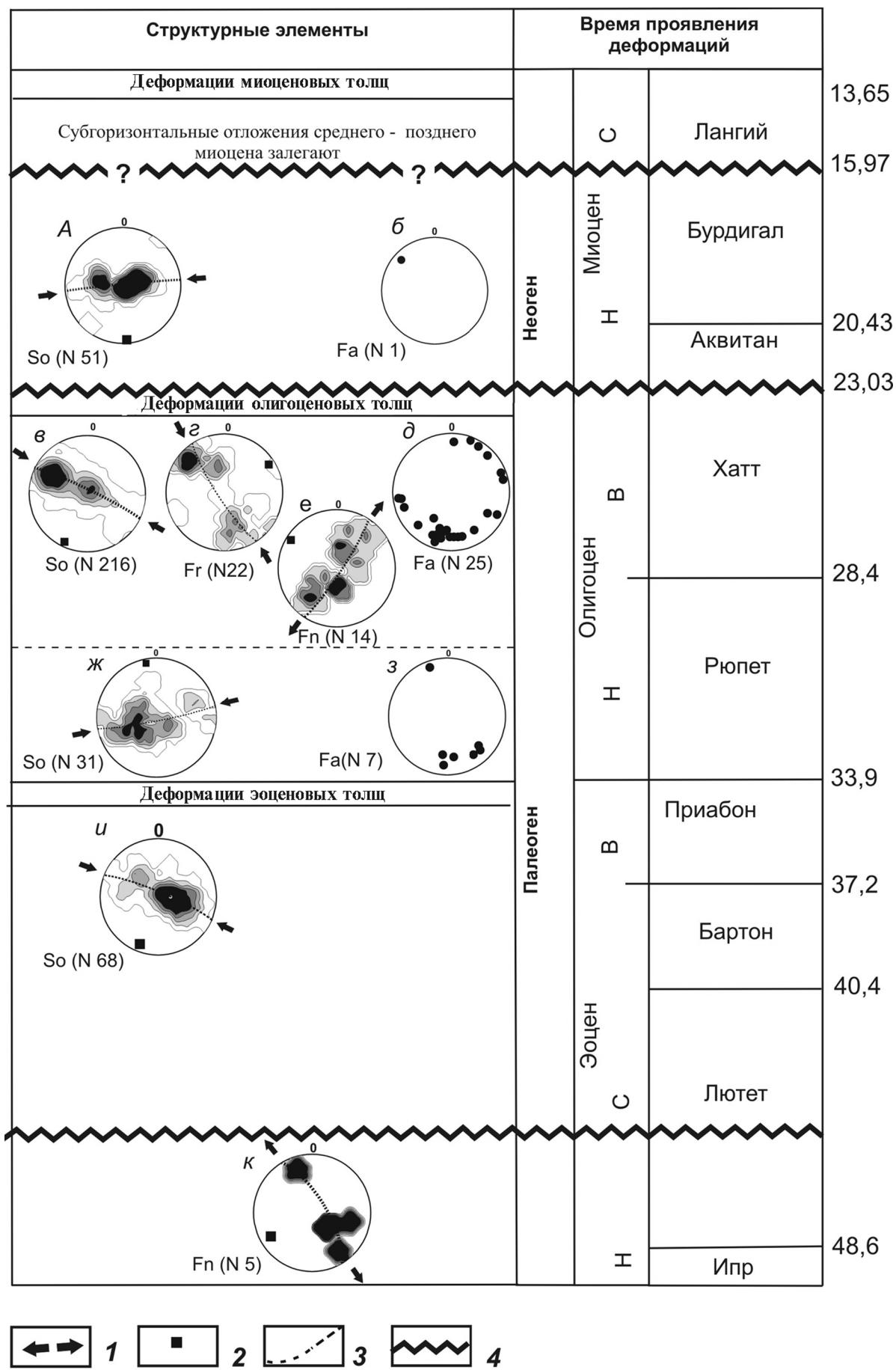
ры, отдешифрированные на профиле (рис. 2), откорректированы с учетом прямых наземных наблюдений.

Докайнозойские деформации. В результате исследований последнего десятилетия [2, 17] и анализа литературных данных были выделены докайнозойские и кайнозойские деформации Западной Камчатки [17]. Докайнозойские (юрско-меловые) вулканогенно-осадочные отложения западного побережья Камчатки проинтерпретированы как фрагмент палеоакреционной призмы Евроазиатской континентальной окраины [1]. Для них характерны интенсивные складчато-разрывные дислокации выдержанной восток—юго-восточной вергентности [17]. Результаты трекового датирования апатита свидетельствуют о завершении формирования структуры в маастрихте [16, 17]. Однако стоит отметить, что в Паланском районе Западной Камчатки описана постраннемаастрихтская олистострома [11], тектонические условия формирования которой не ясны.

Кайнозойские деформации. Деформации эоценовых толщ. В изучаемом районе эоценовые отложения деформированы слабо и образуют моноклинали. Нижнеэоценовые породы (хулгунская, напанская свиты) изучены вдоль бортов рек Напана и Квачина. По наклону плоскостей слоистости восстановлено северо-западное—юго-восточное поле сжатия. Вдоль бортов р. Квачина четко выраженная система сбросовых разломов указывает на существование северо-западного—юго-восточного растяжения. Таким образом, в нижнеэоценовых отложениях в северо-западных—юго-восточных румбах восстанавливаются два этапа деформаций, с противоположными знаками палеостресса. Важно отметить, что северо-западное—юго-восточное растяжение установлено только для раннеэоценовых пород. Следовательно, можно предположить смену тектонического режима растяжения на сжатие в постстратненоэоценовое время (?).

В пределах Майначского разреза среднеэоценовые образования с угловым несогласием залегают на меловых отложениях (рис. 1, б). Вблизи контакта среднеэоценовые-нижнеолигоценовые породы слабо деформированы и образуют крутопадающую на восток моноклиналь.

В средневерхнеэоценовых отложениях Точилинского разреза (снатольская, ковачинская свиты) проявлены деформации противоположных знаков. В северо-восточном крыле Точилинской антиклинали развиты структуры, сформированные в обстановке растяжения. Здесь выходы ковачинской и снатольской толщ чередуются в береговом разрезе на одном гипсометрическом уровне (рис. 2, I). Северо-восточные крылья блоков опущены относительно юго-западных, что является результатом формирования системы крупноамплитудных сбросов. В 1 км северо-восточнее развит слепой надвиг (рис. 2, II), сформировавшийся, очевидно, в компрессионных условиях. На северо-восточном контакте снатольской и ковачинской свит развиты структуры, условно названные структурами «вдвиг» [15]. Клиновидный тектонический блок снатольских песчаников



наблюдается в глинах ковачинской свиты. На проявление структур вдвига могут указывать клиновидные образования слаболитифицированных песчаников в снатольской толще. Горизонтальная амплитуда отмеченных «вдвиговых» перемещений составляет примерно 3–6 м. По ориентировке тектонических контактов клиньев развитие вдвигов происходило при субширотном сжатии.

Такое близкое в пространственном отношении проявление структур полярных тектонических режимов может происходить в обстановке крупного регионального сдвига. Отметим, что в северо-восточном крыле Точилинской антиклинали (рис. 2, I) в снатольских песчаниках отмечено крупное зеркало скольжения (3–5 м), сформированное в результате левостороннего сдвига северо-восточного—юго-западного простириания.

По данным структурно-кинематического анализа средневерхнеэоценовые толщи деформированы в северо-западном—юго-восточном поле сжатия (рис. 3, и). О региональном проявлении восстановленных полей напряжения свидетельствуют наблюдения, проведенные в эоценовых породах мыса Хайрюзова [2].

Деформации олигоценовых комплексов значительно отличаются от деформаций эоценовых пород. На удалении от контакта с докайнозойскими комплексами, в пределах Майначского разреза, увеличивается напряженность деформаций третичных отложений (рис. 1, б). В береговых обрывах отложения гакхинской свиты смяты в сопряженные синклинальные и антиклинальные складки как симметричного, так и асимметричного облика. Складки характеризуются выдержанной северо-западной вергентностью (рис. 3, в).

В пределах юго-западного крыла Точилинской антиклинали наблюдаются сложно деформированные отложения олигоценового возраста, толщи смяты неравномерно. Вблизи ядра антиклинали нижнеолигоценовые породы гакхинской свиты надвинуты на ковачинские отложения (рис. 2, III). Вблизи надвига породы интенсивно деформированы в поле субширотного сжатия (рис. 3, ж, з). Широко проявлены пликативные деформации, вплоть до появления лежачих складок. К юго-западу от надвига складчатость становится менее напряженной, олигоценовые отложения образуют крутонаклонную моноклинал.

По данным структурного анализа нижнеолигоценовые толщи деформированы в поле северо-западного—юго-восточного сжатия (рис. 3, в, г) и ассоциирующего с ним северо-восточного—юго-западного растяжения (рис. 3, е). Идентичное поле сжатия восстановлено вдоль бортов р. Моховая

(рис. 1, а), что свидетельствует о региональном проявлении восстановленных полей.

Юго-восточнее р. Гакх стиль деформаций пород, обнажающихся в нижней и в верхней частях берегового обрыва, различается (рис. 2, IV, V). Породы, доступные прямому изучению, слагают синклиналь, залегают на более высоком гипсометрическом уровне и недоступны для прямого изучения, четко отличаются по цвету и интенсивно деформированы. Проследить на большие расстояния такие взаимоотношения вдоль берегового обрыва не удается из-за недоступности верхних частей клифа, однако такое явление, видимо, достаточно широко распространено в Точилинском разрезе. Подобное взаимоотношение пород, скорее всего, тектоническое, и, возможно, надвиговой природы.

Деформации миоценовых комплексов. Миоценовые отложения (кулувенская свита) образуют пологие моноклинали, осложненные пологими складками. В ряде мест наблюдается напряженная складчатость, где толщи деформированы неравномерно, выделяются протяженные участки, где породы образуют крутонаклонную на запад—северо-запад моноклинал, и участки, где породы смяты в напряженные, вплоть до изоклинальных, складки. На таких участках деформации миоценовых и олигоценовых пород схожи.

Миоценовые породы смяты в субширотном поле сжатия (рис. 3, а). Вероятно, результатом миоценового этапа компрессий являются структуры, развитые вблизи ядра Точилинской антиклинали, где олигоценовые породы надвинуты на позднеэоценовые (рис. 2, III), а также вдвиговые структуры в позднеэоценовых отложениях.

Деформации постстратифицированных комплексов. Миоценовые толщи с резким угловым несогласием перекрыты горизонтально залегающей толщей. Вероятнее всего, перекрывающая толща среднемиоценовая (ильинская свита?) (рис. 2), что могут подтвердить палеонтологические исследования. Таким образом, возраст проявления последнего структуроформирующего этапа деформаций досреднемиоценовый. Отложения среднего и позднего миоцена слагают пологопадающую на северо-восток моноклинал под углом 15°.

Заключение

Проведенные исследования показывают, что третичные толщи Западно-Камчатского прогиба значительно деформированы. Можно выделить три структурообразующих этапа. Первый проявлен в нижнем эоцене в виде четко выраженных структур северо-западного—юго-восточного растяжения. По-видимому, в постстратифицированное время

Рис. 3. Структурно-кинематические данные по третичным деформациям Западной Камчатки (Тигильский район): линейные и плоскостные элементы показаны на сетке Шмидта, проекция на верхнюю полусферу; N — число структурных элементов, использованных для построения диаграммы; So — плоскости слоистости; Fn — разломы сбросовой кинематики; Fr — разломы взбросовой кинематики; Fa — шарниры складов; контуры с заливкой отображают плотность распределения структурных элементов, изолинии соответствуют 1, 5, 9, 13 и 17% от общего числа нанесенных данных; **а—к** — стереограммы различных структурных элементов: **а—б** — структурные данные, замеренные в нижнемиоценовых отложениях по всему исследуемому участку (рис. 1, а); **в—е** — структурные данные, по олигоценовым отложениям по всему исследуемому участку (рис. 1, а); **ж—з** — структурные данные по олигоценовым породам, обнажающимся вблизи ядра Точилинской антиклинали и надвинутых на ковачинские отложения (рис. 2, III); **и** — структурные данные для эоценовых отложений по всему исследуемому участку (рис. 1, а); **к** — структуры растяжения, отмеченные вдоль бортов р. Квачина (рис. 1, а); **1** — ориентировка восстановленных полей напряжения; **2** — π-ось; **3** — π-плоскость; **4** — время проявления деформаций

произошла смена преобладающего тектонического режима растяжения на сжатие, ориентированного таким же образом. На всей территории исследования верхненеоценовые и олигоценовые отложения деформированы в северо-западном—юго-восточном поле сжатия. Образование данных структур выделено во второй этап развития. Видимо, в результате чего образован структурный план Западной Камчатки, имеющий север—северо-восточное простирание основных линейных элементов.

Третий этап структурообразования проявлен в отложениях миоценового возраста, в которых восстановлено поле деформаций субширотного сжатия, установленное и в более древних породах. Так, в структурах, где олигоценовые комплексы надвинуты на эоценовые, выявлено субширотное поле сжатия. Видимо, как раз на этом этапе происходили надвиги. Выявить амплитуду надвиговых перемещений пока не удалось. Однако, если структуры, отмеченные в олигоценовых отложениях, когда нижние и верхние части разреза деформированы по-разному, имеют надвиговую природу, то можно говорить о значительных надвиговых перемещениях в третичное время на Западной Камчатке. По характеру проявленных в эоценовых и олигоценовых отложениях деформаций, можно заключить, что эоценовые породы играли роль жесткого фун-

дамента при формировании вышеописанных надвиговых структур. Такое предположение подтверждается тем фактом, что рассматриваемые породы обладают различной компетентностью.

Резкая смена знака палеострессов для эоценовых пород и неравномерное проявленные деформации олигоценовых толщ косвенно указывают на существенное влияние обстановки сдвига. Однако доказать это пока не удалось. Косвенным подтверждением может являться находка мощного зеркала скольжения левостороннего сдвига северо-восточного—юго-западного простириания. Однако все восстановленные поля палеонапряжений не могут быть парагенетичны данному сдвигу. Тем не менее данный факт не ставит под сомнение широкое влияние сдвиговой тектоники в регионе, а скорее свидетельствует о ее сложном характере.

Возраст проявления последнего структуроформирующего этапа деформаций оценивается как досреднемиоценовый (?).

Полевые исследования проводились при финансовой поддержке СЕР International Petroleum Ltd. Работа выполнена при поддержке грантов молодых ученых ГИН РАН, МД-2721.2008.5, программ фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 6, 4 и Фонда содействия отечественной науке.

ЛИТЕРАТУРА

- Богданов Н.А., Соловьев А.В., Леднева Г.В., Палечек Т.Н., Ладнер А.В., Гарвер Дж.И., Верхбизкий В.Е., Курилов Д.В. Строение меловой аккреционной призмы хребта Омгон (Западная Камчатка) // Геотектоника. 2003. № 4. С. 64–76.
- Верхбизкий В.Е., Соловьев А.В. Новые данные о кайнозойских деформациях Западной Камчатки и их значение для новейшей тектоники востока Охотоморского региона // Океанология. 2009. № 3. С. 41–60.
- Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Западно-Камчатская. Лист N-57-VIII. Л.: ВСЕГЕИ, 1967.
- Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Западно-Камчатская. Лист N-57-XIV. Л.: ВСЕГЕИ, 1972.
- Геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 1 000 000 (новая серия). Лист О-57, (58) - Палана Ред. Б.А. Марковский. Объяснительная записка. Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1989. 105 с.
- Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н., Шанцер А.Е., Челебаева А.И., Шанцер А.Е. Биосфера — экосистема — биота в прошлом Земли. Экосистемы кайнозоя Северной Пацифики. Эоцен — олигоцен Западной Камчатки и сопредельных районов. М.: ГЕОС, 2005. 480 с.
- Гладенков Ю.Б., Синельникова В.Н., Шанцер А.Е., Челебаева А.И. и др. Эоцен Западной Камчатки. М.: Наука, 1991. 181 с.
- Карта полезных ископаемых Камчатской области м-ба 1:500 000 / Гл. ред. А.Ф. Литвинов «Камчатприродресурс» МПР РФ, Спб, 1999.
- Коваль П.А., Адамчук Г.Л. Геологическая карта СССР. Западно-Камчатская серия. Лист - О-57-XV. Л.: ВСЕГЕИ, 1983.
- Объяснительная записка к тектонической карте Охотоморского региона масштаба 1:2 500 000 / отв. ред. Н.А. Богданов, В.Е. Хайн М.: ИЛОВМ РАН, 2000. 193 с.
- Палечек Т.Н., Соловьев А.В., Шapiro М.Н. Строение и возраст осадочно-вулканогенных мезозойских
- отложений паланского разреза (Западная Камчатка) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2003. Т. 11. № 3. С. 57–74.
- Сингаевский Г.П., Бабушкин Д.А. Геологическая карта СССР. Западно-Камчатская серия. Лист - О-57-XX, XIX. Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1965.
- Сингаевский Г.П. Геологическая карта СССР. Западно-Камчатская серия. Лист - О-57-XXV. Л.: ВСЕГЕИ, 1965.
- Смирнов Л.М. Тектоника Западной Камчатки // Геотектоника. 1971. № 3. С. 104–117.
- Соборнов К.О. Зоны клиновидных вдвигов: строение и перспективы нефтегазоносности // Изд-во Геология и нефтегаза. 1990. № 8. С. 7–19.
- Соловьев А.В. Изучение тектонических процессов в областях конвергенции литосферных плит: методы трекового датирования и структурного анализа. (Тр. ГИН РАН; Вып. 577). М.: Наука, 2008. 319 с.
- Соловьев А.В. Тектоника Западной Камчатки по данным трекового датирования и структурного анализа // Западная Камчатка: геологическое развитие в мезозое. М.: Научный мир, 2005. С. 163–194.
- Тектоническое районирование и углеводородный потенциал Охотского моря: к 60-летию основания Института морской геологии и геофизики ДВО РАН / Под ред. К.Ф.Сергеева. М.: Наука, 2006. 130 с.
- Тузов В.П., Митрофанова Л.И., Данченко Р.В., Высоцина О.В. К вопросу о геологическом строении и нефтегазоносности Колпаковского прогиба Западной Камчатки // Нефтегазоносные бассейны Западно-Тихоокеанского региона и сопредельных платформ: сравнительная геология и перспективы освоения. Тез. докл. первой международной конференции ВНИГРИ, СПб, 1996. С. 56.

Геологический институт РАН,
(119017, г. Москва, Пыжевский пер., 7;
e-mail: moartem@yandex.ru)
Рецензент — Б.В. Полянский