

Москва 2021

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР, Зав. лаб., ст. науч. сотр. канд. геол.-мин. наук	_____	Е.А. Зеленин (введение, раздел 1, заключение)
Исполнители		
Вед. науч. сотр. д-р геол.-минер. наук	_____	А.И. Кожурин (раздел 1)
Гл. науч. сотр. д-р геол.-мин. наук, профессор	_____	В.Г. Трифонов (раздел 2, 3)
Ст. науч. сотр. канд. геол.-мин. наук	_____	Д.М. Бачманов (раздел 2, 3)
Ст. науч. сотр. канд. геогр. наук	_____	Я.И. Трихунков (раздел 2)
Ст. науч. сотр. канд. геол.-мин. наук	_____	С.А. Соколов (раздел 3)
Науч. сотр.	_____	Е.А. Шалаева (раздел 2)
Мл. науч. сотрудник	_____	С.Т. Гарипова (раздел 3)
Мл. науч. сотрудник	_____	К.И. Юшин (раздел 3)
Мл. науч. сотрудник	_____	С.В. Мазнев (раздел 3)

Реферат

Отчет 23 с., 10 рис., 15 источн., 1 прил.

АЛЬПИЙСКО-ГИМАЛАЙСКИЙ ПОДВИЖНЫЙ ПОЯС, ПРИТИХООКЕАНСКИЙ ПОДВИЖНЫЙ ПОЯС, ЗОНА ПЕРЕХОДА КОНТИНЕНТ-ОКЕАН, КОЛЛИЗИЯ, АКТИВНЫЕ РАЗЛОМЫ, ГОРООБРАЗОВАНИЕ, НЕОТЕКТОНИКА, СЕЙСМОТЕКТОНИКА

Цель работ – выявление особенностей геодинамики позднекайнозойского этапа развития Альпийско-Гималайского и Притихоокеанского подвижных поясов.

В Притихоокеанском тектоническом поясе исследовано неотектоническое развитие Начикинской поперечной зоны – структурной границы Курильского и Камчатского сегментов подвижного пояса. По результатам дешифрирования и полевых работ уточнен плановый рисунок активных разломов, предложена принципиальная схема развития рельефа зоны в позднем плейстоцене под совместным влиянием разломной тектоники и экзогенных факторов. Впервые выполнена оценка скорости деформации для западного борта Быстринского грабена – около 10 мм/год за поздний плейстоцен – голоцен.

В Кавказско-Аравийском сегменте Альпийско-Гималайского подвижного пояса опробованы разрезы Белореченской свиты – первой порции грубой галечной континентальной молассы Предкавказского прогиба. Палеофаунистические находки позволили предварительно датировать свиту апшеронским временем (калабрием), к этому же времени должно быть отнесено начало интенсивного горообразования в области сноса – на Западном Кавказе.

На северном обрамлении Альпийско-Гималайского подвижного пояса изучено неотектоническое строение Алакольской и серии Тувинских впадин. Проведен комплекс полевых структурно-геологических и стратиграфических работ на сочленении впадин с поднятиями обрамляющих их хребтов, предложены структурно-кинематические модели вклада активной разломной тектоники в развитие тектонического рельефа.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ	5
РАЗДЕЛ 1. ПРИТИХООКЕАНСКИЙ ПОДВИЖНЫЙ ПОЯС	6
РАЗДЕЛ 2. КАВКАЗСКО-АРАВИЙСКИЙ СЕГМЕНТ АЛЬПИЙСКО- ГИМАЛАЙСКОГО ПОДВИЖНОГО ПОЯСА	12
РАЗДЕЛ 3. НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЦЕНТРАЛЬНО- АЗИАТСКОГО ПОДВИЖНОГО ПОЯСА	15
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	20
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	21
Приложение А: Библиография	23

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий отчет за 2021 год является отчетом за второй год работ, а представленные результаты в основном находятся на этапе обработки и подготовки к публикации.

В отчете представлены результаты продолжающихся работ в Притихоокеанском поясе и Аравийско-Кавказском сегменте Альпийско-Гималайского пояса. В отчетном периоде также были проведены работы в Центральной Азии на северном обрамлении Альпийско-Гималайского пояса, где интенсивность геодинамических процессов сравнима с ранее упомянутыми сегментами.

Структура отчета соответствует пространственному положению районов работ 2021 года. В заключительной части отчета приведены основные результаты исследований за отчетный период.

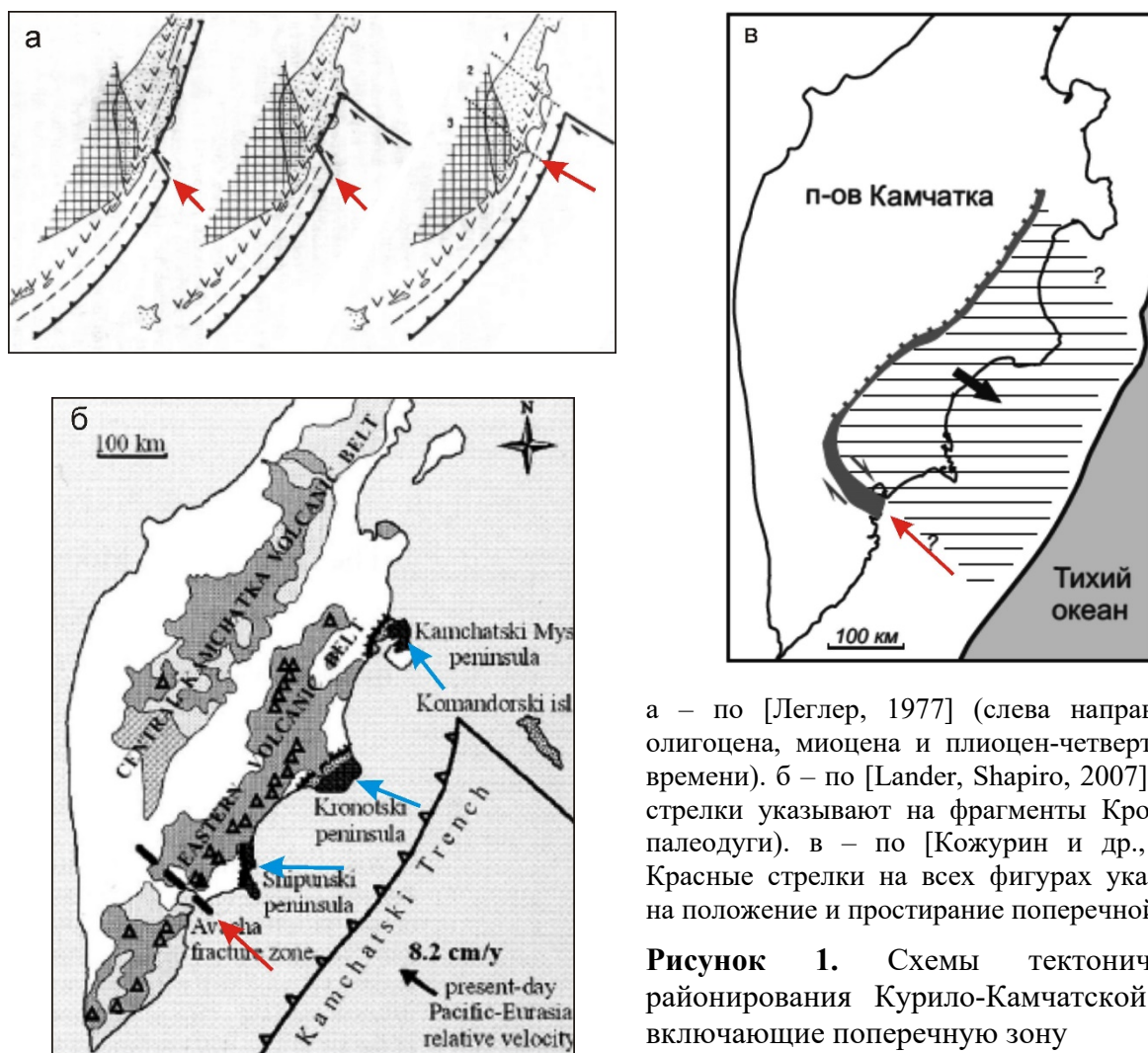
РАЗДЕЛ 1. ПРИТИХООКЕАНСКИЙ ПОДВИЖНЫЙ ПОЯС

В 2021 г. работы по Притихоокеанскому тектоническому поясу концентрировались на вопросе неотектонической сегментации Курило-Камчатской островодужной системы. Согласно сложившимся представлениям, Курило-Камчатской островодужной системе, как и другим (например, Японской), свойственна продольная структурная зональность. Традиционно в тектоническом районировании выделяются Курильский сегмент, включающий Курильскую дугу и Южную Камчатку, и Камчатский сегмент, приблизительно соответствующий физико-географическому региону Центральная Камчатка. Граница между ними сопоставляется с т.н. Малко-Петропавловской, или Начикинской, «зоной поперечных дислокаций» (далее – поперечная зона).

В схеме В.А. Леглера [1977] поперечная зона представляла в олигоцене-миоцене левосдвиговую разломную зону между Курильско- Южно-Камчатской дугой и зоной субдукции под современный Срединный хребет (Рисунок 1а). После «перескока» зоны субдукции от Срединного хребта к ее современному положению эта разломная зона сохранилась в плиоцен-четвертичное время в виде структурной неоднородности. В схеме Ландера и Шапиро [Lander, Shapiro, 2007] поперечная зона, называемая Авачинской, ограничивает с юга распространение фрагментов Кроноцкой палеодуги и вызванных ее коллизией с Камчаткой (начиная с позднего миоцена) структур (Рисунок 1 б). Установлено, что на новейшем (для Камчатки четвертичном) этапе и в настоящее время поперечная зона представляет правосдвиговое, с компонентой раздвигая, южное ограничение смещающегося в сторону океана блока Центральной Камчатки [Кожурин и др., 2008; Kozhurin, Zelenin, 2017] (Рисунок 1 в). Однако современный геодинамический статус этой зоны требует дальнейших исследований.

Во всех схемах поперечная зона выступает в качестве трансформной – левосдвиговой (первые две схемы) или правосдвиговой (третья схема). В рамках темы госзадания на 2021 год коллективом было предпринято изучение четвертичной и активной структуры поперечной зоны путем детального площадного дешифрирования космических снимков. Необходимость повторного после работ Кожурина и др. [2008] дешифрирования связана с появлением однородных данных дистанционного зондирования высокого разрешения (порядка 5-ти метров на пиксель), и сопоставимых с ними по детальности цифровых моделей местности (ArcticDem, <https://www.pgc.umn.edu/data/arcticdem>). Дополнительные к дешифрированию данные получены при полевых наблюдениях, в том числе – съемкой с беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Район исследований охватил широкую область – от Быстринского грабена на западе до восточного побережья

Камчатки, то есть область, которая заведомо включает в себя переходную зону (Рисунок 2).



а – по [Леглер, 1977] (слева направо, для олигоцена, миоцена и плиоцен-четвертичного времени). б – по [Lander, Shapiro, 2007] (синие стрелки указывают на фрагменты Кротоцкой палеодуги). в – по [Кожурин и др., 2008]. Красные стрелки на всех фигурах указывают на положение и простираение поперечной зоны.

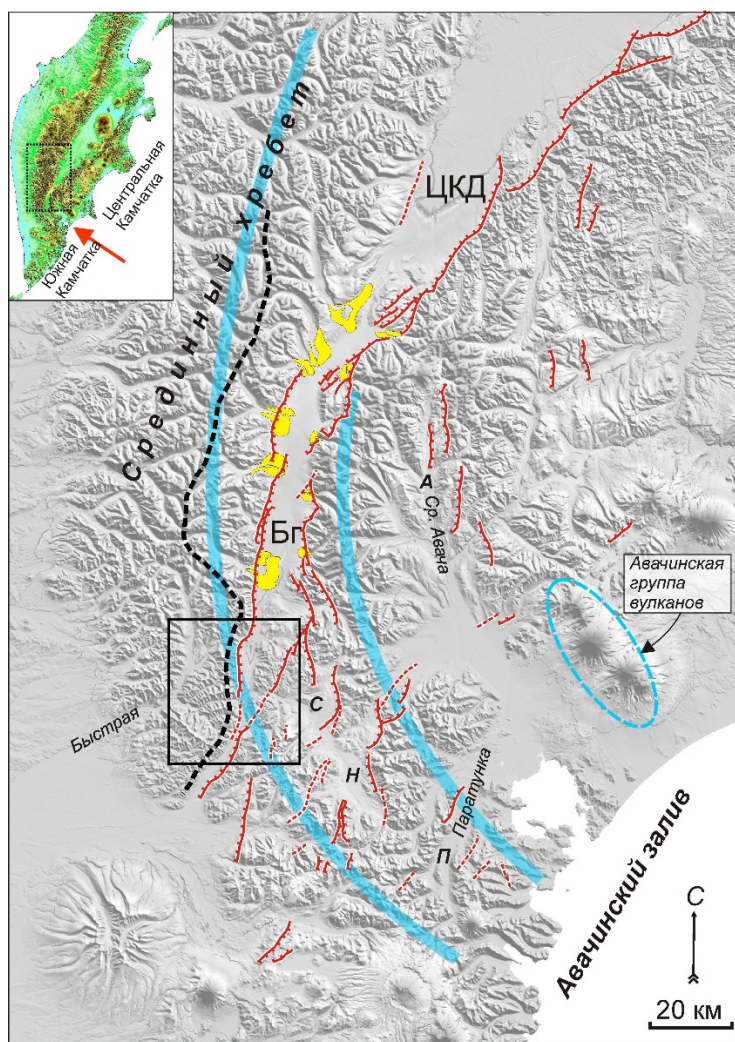
Рисунок 1. Схемы тектонического районирования Курило-Камчатской дуги, включающие поперечную зону

Выявлены следующие особенности распространения активных разломов.

1. В отличие от Центральной Камчатской депрессии (ЦКД на Рисунке 2), представляющей односторонний грабен, Быстринский грабен (Бг на Рисунке 2) – двусторонний, ограничен разломами с обеих сторон.

2. В отличие от ЦКД с одной разломной линией ее восточного ограничения, в изученной области распространение активных разломов не ограничивается Быстринским грабеном: большое количество разломов существуют к востоку от него. Это разломы восточного ограничения грабена р. Ср. Авача (А на Рисунке 2), а также разломы восточных ограничений Сокоцкого, Начикинского и Паратунского грабенов (С, Н и П, соответственно, на Рисунке 2). Такое распространение активных разломов можно описать как рассредоточенное.

3. В отличие от ЦКД с северо-восточным простиранием активных разломов, в изученной области разломы простираются субмеридионально. Следует отметить, что



ЦКД – Центральная Камчатская депрессия, Бг – Быстринский грабен, С – Сокоцкий односторонний грабен, Н – Начикинский грабен, П – Паратунский грабен (предположительный).

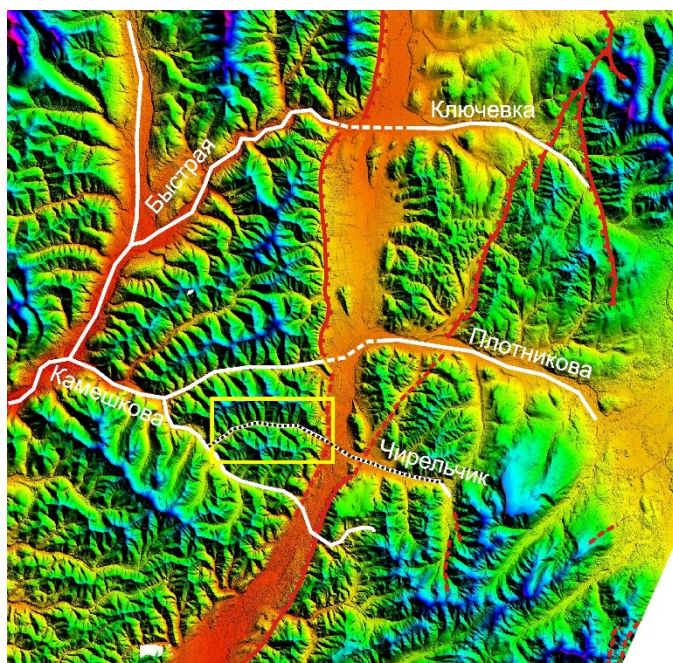
Черная пунктирная линия – водораздел между Охотским морем и впадинами ЦКД и Быстринского грабена (см. текст ниже). Красная стрелка на врезке показывает положение переходной зоны, прямоугольник – рамки рисунка 2. Красные линии со штрихами – активные сбросы. Желтые поля – морены Q_3^4 . Овал (синяя пунктирная линия) – Авачинская группа вулканов. Синие полупрозрачные линии показывают изгиб основных структур. Прямоугольник (черная сплошная линия) – положение рисунка 3.

Рисунок 2. Активные разломы области переходной зоны между Центральной и Южной Камчаткой

меридиональное простирание характерно также для южной части Срединного хребта в целом. Такой разворот против часовой стрелки виден также в простирании ряда вулканов Авачинской группы (см. Рисунок 2).

Обнаружены элементы эрозионной сети, активной до появления южной части Быстринского грабена (Рисунок 3). Это первый для Камчатки случая выявления такого соотношения эрозионных и тектонических образований. Брошенные долины к западу от Быстринского грабена имеют корытообразную форму, не несут террас, их борта параллельны (Рисунок 4). По таким параметрам, они могут быть отнесены к флювиогляциальным. Вопрос состоит только в том, к какой фазе позднеплейстоценового оледенения Камчатки он и относится – к первой (Q_3^2) или ко второй (Q_3^4).

На самом хребте западного ограничения южной части Быстринского грабена центров оледенения не было. Отложения обеих стадий сохранились к востоку от грабена –



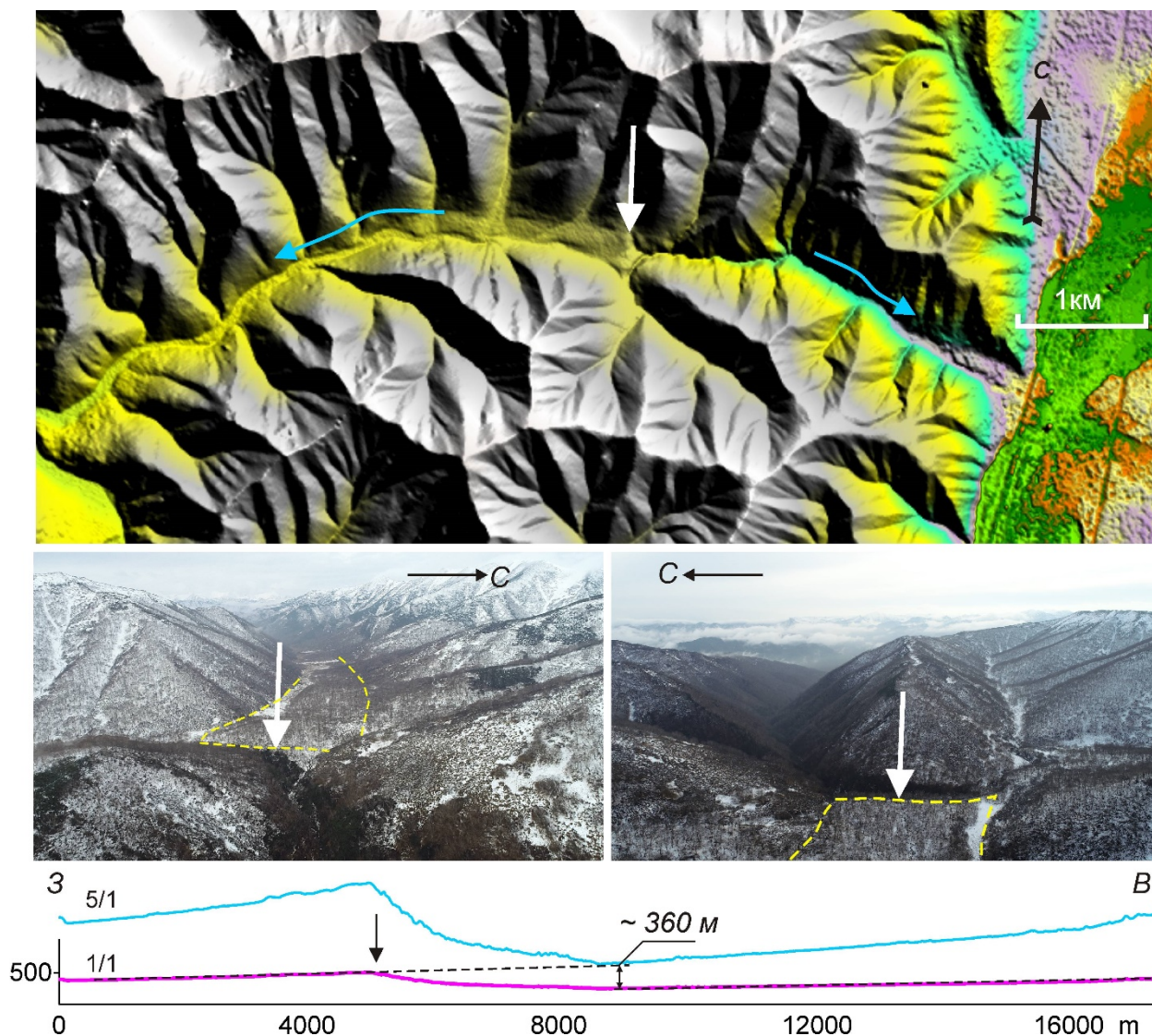
Белые линии – ложбины стока ледниковых вод до образования Быстринского грабена, пунктир – в его пределах. Красные линии – активные разломы (см. также Рисунок 2). Прямоугольник (желтая сплошная линия) – положение Рисунка 4. Черная пунктирная линия вдоль тальвега р. Чирельчик и брошенной долины к западу от грабена – линия топографического профиля на Рисунке 4.

Рисунок 3. Предполагаемое положение речных долин, существовавших до появления Быстринского грабена (положение см. на Рисунке 2)

в Сокочской впадине (структурно – грабене) и горном массиве к югу от нее [Стратиграфия..., 1968]. Таким образом, долины стока, существовавшие до появления грабена, могут быть и начала позднего плейстоцена, и его конца. Для решения этого вопроса необходимы дополнительные исследования. Прежде всего, необходимо определить возраст долины стока. Сейчас же можно только отметить, что отнесение ее (и соседних к северу и югу) к концу позднего плейстоцена (пост-LGM) даст скорость воздымания западного борта южной части грабена примерно (очень грубо) в 30 мм в год, а к началу – 10 мм в год. Первое значение (~ 30 мм в год) из общих соображений вряд ли можно принять как реальное, тогда как второе значение (~ 10 мм в год) вполне реально и сопоставимо со скоростями деформации восточного борта ЦКД (17 мм/год по [Kozhurin, Zelenin, 2017]).

Пока единственная интерпретация активной разломной тектоники района перехода от Центральной Камчатки к Южной предложена Кожуриным и др. [2008]. Ее ключевой элемент – выделение правсдвигового, с компонентой растяжения, ряда субмеридиональных односторонних грабенов (Быстринского, Сокочского, Начикинского и, возможно, Паратунского – см. Рисунок 2) общего северо-западного простирания. Ряду придана роль южного ограничения блока Центральной Камчатки, смещающегося в сторону Тихого океана [Кожурин и др., 2008; Kozhurin, Zelenin, 2017]. В какой-то мере, такая интерпретация объясняет рассредоточенность активных разломов в зоне перехода по сравнению с Центральной Камчаткой, а также их преимущественное субмеридиональное простирание. Есть две, разного рода, претензии к такой схеме. Во-

первых, в стороне от ряда остаются субмеридиональные разломы вдоль левого (восточного) борта р. Ср. Авача (см. Рисунок 2). В целом, переход к субмеридиональным простираниям к югу от Центральной Камчатки кажется более масштабным, чем их связь только с южным ограничением



Вертикальные белые (на цифровой модели и фото с БПЛА) и черная (на профиле) стрелки обозначают окончание брошенной долины. Топографический профиль в нижней части рисунка – по данным AsterDem (10-метрового разрешения) вдоль черной пунктирной линии на рисунке 3 (в восточной части по долине р Чирельчик). Указанная на профиле величина вертикального смещения долины стока в 360 м – примерная. Большой угол наклона дна брошенной долины по сравнению с ее верховьями связан, возможно, с некоторым вращением против часовой стрелки поверхности западного борта Быстринского грабена при его воздымании.

Рисунок 4. Морфология и параметры брошенной долины стока гляциальных вод к западу от южной части Быстринского грабена

смещающихся в сторону океана масс – субмеридиональное простирание имеет также южное окончание Срединного хребта, разворачиваются против часовой стрелки, до северо-западного простирания, ряды вулканических построек Восточного вулканического

фронта (см. Рисунок 2). Во-вторых, эта схема, очевидно, феноменологическая. Она не подразумевает возможность разного времени появления ныне активных структур зоны перехода. Возможно позднее, в позднем плейстоцене, появление южной части Быстринского грабена означает постепенное продвижение структур растяжения от Центральной Камчатки к югу.

РАЗДЕЛ 2. КАВКАЗСКО-АРАВИЙСКИЙ СЕГМЕНТ АЛЬПИЙСКО-ГИМАЛАЙСКОГО ПОДВИЖНОГО ПОЯСА

Работы в Кавказско-Аравийском сегменте Альпийско-Гималайского подвижного пояса были направлены на получение обоснованных количественных данных о возрасте и скоростях горообразования Большого Кавказа.

Долины рек Белая и Пшеха (Республика Адыгея, Краснодарский Край) представляются наиболее перспективным объектом для исследований такого рода, поскольку вскрывают один из самых полных и непрерывных разрезов неоген-четвертичных отложений Западно-Кубанского предгорного прогиба. Работы предшественников [Геология СССР, 1968; Белуженко, 2006] и наши работы предыдущих лет [Tesakov et al., 2017] позволили установить сарматский возраст верхней части обнаженных морских неогеновых отложений прогиба (блиновская свита) и позднемиоценовый-плиоценовый возраст континентальных (озёрно-речных) песчано-глинистых отложений (гавердовская свита).

Работы 2021 года были посвящены изучению стратиграфии, литологии и датированию белореченской свиты —континентальной молассы прогиба. Данные отложения были недостаточно полно изучены и весьма приблизительно датированы ранее по ряду причин: 1) Грубообломочный состав и связанная с этим крайне слабая палинологическая, фаунистическая и палеомагнитная информативность отложений; 2) Отсутствие достаточного количества материала для радиоизотопных методов датирования; 3) Труднодоступность разрезов: все естественные обнажения белореченской свиты приурочены к обрывам террас рр. Белой и Пшехи (Рисунок 5), а доступность обнажений сильно зависит от уровня воды в реках.

Успеху работ 2021 года служили: 1) Применение альпинистской техники для описания и опробования опорных разрезов (Рис. 2); 2) Возможность использования высокочувствительного криогенного (SQUID) магнитометра ИФЗ РАН, способного получить сигнал из слабомагнитных пород Белореченской свиты; 3) Крайне низкий уровень воды в реках Белой и Пшеха и вскрытие ранее недоступного фауноносного пласта из состава Белореченской свиты.

Исследовано шесть опорных разрезов белореченской свиты в долинах рек Белая и Пшеха. Выполнено их стратиграфическое расчленение и корреляция, проведено палеомагнитное опробование; из четырех разрезов отобраны образцы галек для галечного анализа и определения источников сноса.



Рисунок 5. Опорные разрезы белореченской свиты на правом борту долины р. Белой: Кругозор (слева) и Ханский (справа).

Установлено, что отложения белореченской свиты с угловым несогласием перекрывают осадки гавердовской свиты ($N^3 - P1$) и падают почти под одним углом с падением русла Белой. Проведение работ в межень – период наиболее низкого уреза воды – позволило впервые описать ранее недоступную мощную (до 12 м) нижнюю пачку свиты, сложенную алевролитами и песчаниками с карбонатным цементом (Рисунок 6). Установлено, что данные отложения имеют бассейновое происхождение и сформировались в крупном озере/лимане с аридным типом седиментогенеза. Корреляция пачки 1 в разрезах по рр. Белой и Пшехи позволяет утверждать, что данный бассейн имел площадь, превышающую десятки квадратных километров. Вышележащая пачка 2, мощностью до 14 м, представлена конгломератами с песчано-глинистым карбонатным цементом. В конгломератах отмечается косая слоистость дельтового типа с падением слоёв вниз по течению Белой (см. рисунок 6). Это позволяет предположить существование здесь в момент формирования толщи дельты Палео-Белой.



Рисунок 6. Белореченская свита. Верхняя часть пачки 1 в русле Белой (слева). Соотношение песчаных озёрных отложений пачки 1 и дельтовых галечников пачки 2 (справа); падение слоёв направлено вниз по течению Белой.

Важнейшим результатом стали многочисленные находки фоссилий маммальной фауны (12 находок) из пачки 1 (Рисунок 6). Наиболее ценны находки верхней челюсти оленя (Рисунок 7) и полного скелета слепыша (находится в препарировке). Первичные определения В.В. Титова (ЮНЦ РАН) и А.С. Тесакова (ГИН РАН) позволяют датировать горизонт апшеронским временем (калабрием).



Рисунок 7. Фрагменты скелета раннеплейстоценового оленя из пачки 1 белореченской свиты.

Предварительная палеореконструкция на основании полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

Накопление грубой молассы Западно-Кубанского прогиба началось не ранее не ранее начала калабрийского (апшеронского) века (1,8 млн. л. назад). При этом учитывалось, что накопление валунно-галечных толщ может быть обусловлено двумя причинами: 1) увеличением энергии водотоков в результате глубокого падения базисов эрозии; 2) увеличением энергии водотоков в результате поднятия источников сноса (водораздельных поверхностей). Ввиду того, что черноморский базис эрозии, в отличие от Каспийского, не испытывал резких и глубоких опусканий на протяжении плиоцена-квартера, мы можем считать накопление нижнеплейстоценовой грубой молассы Западно-Кубанского прогиба результатом увеличения уклонов рек за счёт поднятий водоразделов.

Накопление дельтовых фаций галечников Белореченской свиты происходило на литорали крупного (десятки километров) озерного бассейна с аридным типом седиментогенеза. Мы предполагаем, что в Белореченском разрезе вскрыта заболоченная в прошлом береговая линия данного озера. Повышенная концентрация фауны в пачке 1 может быть объяснена гибелью животных в прибрежном болоте или выносом их останков в дельту Палео-Белой.

РАЗДЕЛ 3. НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО ПОДВИЖНОГО ПОЯСА

Важнейшей проблемой, на решение которой были направлены исследования Центрально-Азиатского подвижного пояса в отчетный период, является соотношение активной разломной тектоники и орогенеза. Соответственно, работы были сфокусированы на совместном изучении кинематики новейших и активных разрывных нарушений и реконструкции развития межгорных и внутригорных впадин. Полевые материалы были получены в двух ключевых районах: внутригорные впадины в пределах Республики Тыва и Алакольская впадина (восточный Казахстан).

В Республике Тыва были исследованы Саяно-Тувинский, Эрзин-Агордагский разломы и оперяющие их структуры. Саяно-Тувинский разлом располагается в южных предгорьях Западных Саян, на границе горного сооружения и Тувинской котловины (Рисунок 8). Своеобразной особенностью последней является относительно слабое распространение комплекса новейших отложений, в отличие от многих структур такого рода, например более южной Убсунурской впадины, которая отделена от Тувинской впадины хребтом Тану-Ола. Помимо маломощного осадочного чехла, на поверхности Тувинской впадины выделяются многочисленные беспорядочные холмы, сложенные коренными породами. Эта особенность строения впадины говорит, скорее всего, о достаточно молодом возрасте впадин и малой амплитуде локальных тектонических движений, что приводит к невысоким скоростям денудации и осадконакопления.



Рисунок 8. Положение Саяно-Тувинского разлома

Саяно-Тувинский разлом протягивается вдоль южного края Западных Саян, на границе с межгорной Тувинской котловиной. По результатам структурно-геологического

дешифрирования и полевых исследований было установлено, что разлом вытянут в восточно-северо-восточном направлении, его западная часть, выходящая к подножью горного сооружения, выражена слабо и зачастую не несет признаков активности, о чем упоминалось в работе Г.А. Чернова и П.Я. Зеленкова [1979]. Восточная часть, в районе поселка Ишкин и далее на восток гораздо более четко выражена на материалах дистанционного зондирования. Однако, в этой области разлом проникает вглубь горного массива и маркируется четкообразной серией грабен с крутыми бортами, в нижней части осложненными скальными оползнями и обвалами. На этих бортах часто выражены и хорошо оформлены фасеты, в некоторых случаях они имеют несколько уровней, смещенных друг относительно друга по механизму правого сдвига. По линии разлома прослеживаются подпруженные долины, как например долина реки Шеле. Впадины соединены слабо изогнутой долиной, перпендикулярной основным элементам орографии. Вдоль долины заметны смещения водоразделов, водотоков, отдельных горных вершин, разорванных и растянутых. Долина нижнего течения реки Хемчик в местах пересечения ее разломом также фрагментарно нарушена характерными линейными структурами, вытянутыми вдоль простирания разлома, маркируется смещениями и приподнятым южным крылом. Подпруженность ряда долин (реки Шеле, Хемчик), их antecedentное строение при пересечении южного борта разлома, указывают на то, что южный блок приподнят относительно северного. В долине реки Хемчик описаны и крупные сейсмодислокационные структуры [Вдовин, 1982], наиболее яркой из которых является сейсмообвал, описанный в серии работ [Чернов Г.А., Зеленков П.Я., 1979, Чернов, 1979] (Рисунок 9).

Палеосейсмологические исследования в данном регионе затруднены в связи с тем, что он относится к природоохранной зоне национального парка и заповедника «Убсунурская котловина». На данной территории проходка канав и траншей невозможна, в связи с этим изучение сейсмогенных деформаций новейших отложений проводилось в естественных обнажениях. Такое было обнаружено в долине реки Шеле, в ее правом борту, в зоне пересечения с зоной разлома. В разрезе наблюдаются разрывы и смещения слоев, выполнение разломного уступа коллювиальным материалом, перекрытые ненарушенной серией отложений. Изучение этого обнажения позволяет подтвердить активность Саяно-Тувинского разлома и уверенно говорить о поднятии южного блока, что предполагалось по геоморфологическим признакам.



Рисунок 9. Сейсмообвал в долине реки Хемчик

Что касается южных оперяющих структур Саяно-Тувинского разлома, ответвляющихся от него и выходящих на северный борт Тувинской впадины, которые были намечены по материалам дистанционного зондирования по спрямленным фронтам, резким перегибам и предположительным сбросовым фасетам, полевые наблюдения показали, что надежных геоморфологических и геологических подтверждений их разломной природы нет. Отсутствуют разломные уступы в коллювиальном шлейфе, смещение чехла рыхлых отложений и иные признаки новейшей разломной тектоники. Спрямленность фронта гор и «сбросовые» фасеты, выделенные по данным дистанционного зондирования (ДДЗ), в действительности связаны с литологической предрасположенностью и условиями залегания пород геологического субстрата.

Похожие наблюдения были сделаны нами в пределах Каахемского разлома, протянувшегося в нескольких километрах к востоку от города Кызыл, на правом берегу реки Малый Енисей. По материалам дистанционного зондирования здесь выделяется спрямленная дугообразная структура, выраженная седловиной, пересекающей водоразделы, по данной границе происходит резкая смена морфологии этих водоразделов. Данная структура может быть интерпретирована как новейший разлом, однако, натурные наблюдения показывают, что в новейших формах рельефа и комплексе четвертичных отложений эта структура никак не выражена. Граница обусловлена резкой сменой вещественного состава, к северо-западу от нее располагается комплекс сильно

деформированных осадочных пород, к юго-востоку – интрузивы кислого состава, их контакт проработан гидротермальными процессами и, возможно, подорван разломом, но оснований говорить о его современной активности нет.

Совокупность полученных данных говорит о том, что формирование кайнозойских впадин Тывы не связано с активной разрывной тектоникой, что ранее предполагалось отдельными исследователями [Зайцев, 1947, Шорыгина, 1960, Чернов, 1978] Наиболее активный сегмент Саяно-Тувинского разлома находится севернее фронта горного сооружения. Южный блок, прилегающий к Убсунурской впадине, поднят относительно северного, прилегающего к хребту, а непосредственные отроги гор, которые по материалам дистанционного зондирования могут быть интерпретированы как оперяющие разлом структуры, при полевом исследовании не несут следов разрывной тектоники.

О несогласованности формирования впадин Тывы и активной разломной тектонике говорит также положение и структура Эрзин-Агордагского разлома, расположенного на востоке Убсунурской впадины, палеосейсмологические исследования на этом разломе на территории Монголии были проведены Аржанниковым С.Г. с коллегами [Аржанников и др., 2009]. Данное разрывное нарушение протягивается через хребет Сенгилен вглубь Убсунурской котловины, то есть сечет борт впадины и осложняет рельеф днища впадины (Рисунок 10). Этот разлом несет в себе четкие признаки сдвиговой зоны как на ДДЗ, так и при натурных наблюдениях, в геоморфологических (рис. 3) так и геологических объектах, изученных нами в естественных и искусственных обнажениях.

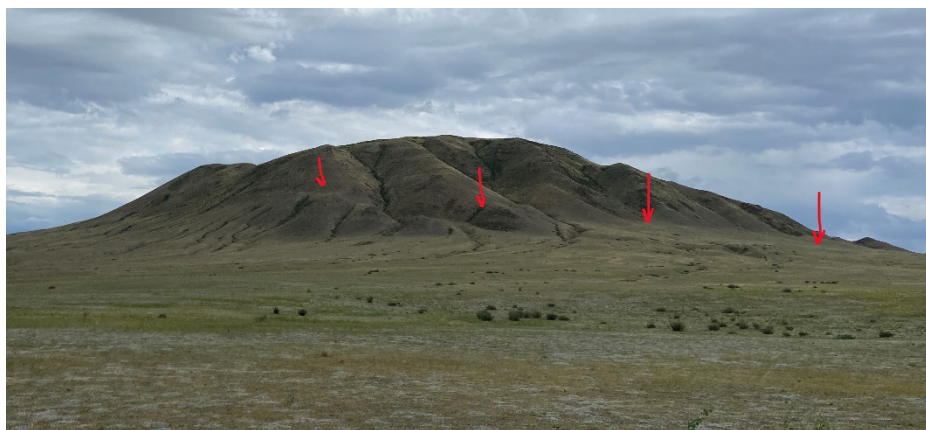


Рисунок 10. Выраженность Эрзин-Агордагского разлома в рельефе Убсунурской впадины

Работы в районе Алакольской впадины (Восточный Казахстан) демонстрируют совершенно другую картину: долгоживущий Главный Джунгарский правый сбросо-сдвиг является однозначным юго-западным ограничением Алакольской котловины. Его современная активность не подвергается сомнению и проявлена в смещении русел

водотоков разного порядка, аккумулятивных форм рельефа, в коллювиальном шлейфе выражен разломный уступ почти на всем протяжении разрывной зоны, иногда он разветвляется, формирующ два сближенных уступа. Вдоль разлома располагаются многочисленные подпруженные долины и структуры push-up и pull-apart. В естественных и искусственных обнажениях обнаруживаются многочисленные геологические признаки сейсмической активности и разломной тектоники. Они диагностируются по нарушению и смещению слоев четвертичных отложений, присутствию песчаных даек, следов подводного оползания и дробления слоев в аллювиальных отложениях речных террас, по присутствию сейсмиков в этих породах. Опущенный северо-восточный блок также заполнен комплексом озерных отложений плиоцен-квартера, достигающим значительных мощностей по данным геофизики и бурения.

Из полученных данных следует, что взаимоотношение развития межгорных впадин Центрально-Азиатского подвижного пояса с активной разломной тектоникой может иметь принципиально разный характер: известны впадины как с активными разломными границами, так и развивающиеся независимо от активных разломов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Планы работ по теме за 2021 г. выполнены полностью. Главные результаты за отчетный период сводятся к следующему:

1. В Притихоокеанском тектоническом поясе исследовано неотектоническое развитие Начикинской поперечной зоны – структурной границы Курильского и Камчатского сегментов подвижного пояса. По результатам дешифрирования и полевых работ уточнен плановый рисунок активных разломов, предложена принципиальная схема развития рельефа зоны в позднем плейстоцене под совместным влиянием разломной тектоники и экзогенных факторов. Впервые выполнена оценка скорости деформации для западного борта Быстринского грабена ~ 10 мм/год за поздний плейстоцен – голоцен.

2. Работы в Кавказско-Аравийском сегменте Альпийско-Гималайского подвижного пояса были направлены на обоснование времени начала и скорости горообразования Большого Кавказа. Опробованы разрезы белореченской свиты – нижней галечной континентальной молассы Предкавказского прогиба. Палеофаунистические находки позволили предварительно датировать свиту апшеронским временем (калабрием), к этому же времени должно быть отнесено начало интенсивного горообразования в области сноса – на Западном Кавказе.

3. На северном обрамлении Альпийско-Гималайского подвижного пояса изучено неотектоническое строение Алакольской и серии Тувинских впадин. Проведен комплекс полевых структурно-геологических и стратиграфических работ на сочленении впадин с поднятиями обрамляющих их хребтов, предложены структурно-кинематические модели вклада активной разломной тектоники в развитие тектонического рельефа.

До публикации доведены результаты, полученные в прошлые годы работ по теме, всего 4 публикации, преимущественно в виде статей в высокорейтинговых международных журналах (Приложение А). Первичные полевые данные, полученные в 2021 году, будут представлены в публикациях по мере обработки материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Аржанников С.Г., Аржанникова А.В.* Палеосейсмогенная активизация Большеозерского сегмента Эрзино-Агардагского разлома // Вулканология и сейсмология, 2009, №2. С. 56-66.
2. *Белуженко Е.В.* Континентальные и субконтинентальные отложения верхнего миоцена–эоплейстоцена Западного Предкавказья: Автореф. дис. ... канд. геол-мин. наук. М.: МГУ, 2006. 28 с.
3. *Вдовин В.В., Зеленков П.Я.* Сейсмогенные формы рельефа Тувы и Западного Саяна // Закономерности развития рельефа Северной Азии. Новосибирск: Наука, 1982. С. 99–106.
4. *Войтович В.С.* Природа Джунгарского глубинного разлома. – М.: Наука, 1969. 192 с. – Труды ГИН. Вып. 183
5. Геология СССР. Том 9. Северный Кавказ. – М.: Недра, 1968. 760 с.
6. *Зайцев Н.С.* О плиоценовых осадках и молодых движениях в хр. Танну-Ола // Докл. АН СССР. 1947. Т. 57. № 9. С. 931–934.
7. *Кожурин А.И., Пономарева В.В., Пинегина Т.К.* Активная разломная тектоника юга Центральной Камчатки // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2008. Вып. 12. № 2. С. 10-27.
8. *Леглер В.А.* Развитие Камчатки в кайнозой с точки зрения тектоники литосферных плит // Тектоника литосферных плит (источники энергии тектонических процессов и динамика плит). М.: АН СССР, Институт океанологии им. П.П. Ширшова, 1977. С. 137-169.
9. Стратиграфия четвертичных отложений и оледенения Камчатки. – М.: Наука, 1968. 227 с.
10. *Чернов Г.А.* К изучению сейсмогеологии и неотектоники Алтае-Саянской горной области // Сейсмогеология восточной части Алтае-Саянской горной области. Новосибирск: Наука, 1978. С. 6–27.
11. *Чернов Г.А., Зеленков П.Я.* Сейсмогеология области Западно-Тувинских поднятий. // Сейсмогеология восточной части Алтае-Саянской горной области: Сб. науч. тр. / Отв. ред.: В.П. Солоненко, В.А. Николаев. Новосибирск: Наука, 1978. С. 58–68.
12. *Шорыгина Л.Д.* Стратиграфия кайнозойских отложений Западной Тувы. – Стратиграфия четвертичных (антропогенных) отложений Азиатской части СССР и их сопоставление с европейскими. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 165–203. – Тр. ГИН РАН. Вып. 26.

13. *Kozhurin A.I., Zelenin E.A.* An extending island arc: The case of Kamchatka // *Tectonophysics*. 2017. T. 706. C. 91-102. DOI: 10.1016/j.tecto.2017.04.001
14. *Lander A.V., Shapiro M.N.* The Origin of the Modern Kamchatka Subduction Zone // *Volcanism and Subduction: The Kamchatka Region* (John Eichelberger, Evgenii Gordeev, Pavel Izbekov, Jonathan Lees, Editors). American Geophysical Union Washington, DC. 2007. P. 61-68
15. *Tesakov A.S., Titov V.V., Simakova A.N., Frolov P.D., Syromyatnikova E.V., Kurshakov S.V., Volkova N.V., Trikhunkov Ya.I., Sotnikova M.V., Krusko S.V., Zelenkov N.V., Tesakova E.M., Palatov D.M.* Late Miocene (Early Turolian) vertebrate faunas and associated biotic record of the Northern Caucasus: geology, taxonomy, palaeoenvironment, biochronology // *Fossil Imprint*. 2017. Vol. 73. No 3–4. P. 383–444.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Библиография

1. *Гайдаленок О.В., Соколов С.А., Гордеев Н.А.* Структура Керченско-Таманской складчатой зоны Азово-Кубанского прогиба // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2021. № 2. Вып. 50. С. 64-83. – DOI: 10.31431/1816-5524-2021-2-50-64-83
2. *Трифонов В.Г., Зеленин Е.А., Соколов С.Ю., Бачманов Д.М.* Активная тектоника Центральной Азии // Геотектоника. 2021. № 3. С. 60-77. – DOI: 10.31857/S0016853X21030097
3. *Трифонов В.Г., Соколов С.Ю., Бачманов Д.М., Соколов С.А., Трихунков Я.И.* Неотектоника и строение верхней мантии Центральной Азии // Геотектоника. 2021. № 3. С. 31-59. – DOI: 10.31857/S0016853X21030085
4. *Trikhunkov Ya.I., Kengerli T.N., Bachmanov D.M., Frolov P.D., Shalaeva E.A., Latyshev A.V., Simakova A.N., Popov S.V., Bylinskaya M.E., Aliyev F.A.* Evaluation of Plio-Quaternary uplift of the South-Eastern Caucasus based on the study of the Akchagylian marine deposits and continental molasses // Quaternary International. 2021. Vol. 605-606. P. 349-363. – DOI: 10.1016/j.quaint.2021.04.043