

РАЗВЕРНУТЫЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

Заявленный в проекте план работы научного исследования на отчетный период

Согласно первоначальной заявке, 2019 год завершает трёхгодичный проект и подводит его итоги в смысле как обработки собранных материалов, так и опубликования результатов (последнее – с той оговоркой, что результаты будут сданы для опубликования в научные журналы, но не все успеют быть опубликованы). Полевые работы в России и зарубежные экспедиционные командировки будут несколько сокращены по сравнению с 2018 г. и ориентированы на получение данных, недостающих для завершения намеченных в проекте исследований. Конкретный план работ таков.

(1) Экспедиционные работы на Камчатке с целью изучения активных разломов будут выполнены, по возможности, в восточном обрамлении Центральной Камчатской депрессии – в Валагинском хребте, или хр. Кумроч (выбор будет зависеть от решения проблем логистики). Цель работ – получение геологических данных о параметрах сбросов Восточно-Камчатской зоны (углы падения), что важно для оценки величины и скорости растяжения земной коры Камчатки. Вторым возможным районом полевых работ – Кроноцкий полуостров, где существуют хорошо видимые на снимках активные разломы, но параметры которых неизвестны. При получении таких данных окажется возможным определение причин и механизмов активного развития зоны восточных полуостровов Камчатки – наиболее приближенных к желобу участков суши. Работы на полуострове сложны в организационном плане, и их реализация будет зависеть от многих факторов.

(2) Экспедиционные работы на западе Керченско-Таманской позднекайнозойской складчатой области, на северном склоне Кавказа (р. Белая) и на плато Лагонаки (Краснодарский край) с целью изучения проявлений плиоцен-четвертичных тектонических движений. На западе Керченского полуострова исследования будут сосредоточены в районах Карадагского заповедника и пос. Орджоникидзе. В первом районе будет исследовано западное структурное ограничение Керченско-Таманской области, а во втором – покровное строение юрских отложений. Последние являются единственным выходящим из-под уровня моря участком южного обрамления структур Керченского полуострова. В том же году будет завершена обработка материалов изучения складчатой структуры самой Керченско-Таманской области, где намечается последовательное омоложение наиболее интенсивного складкообразования от западной и восточной периферических частей области к её таманской части. В долине р. Белой предполагается завершить описание и палеомагнитное опробование верхней части неоген-четвертичного разреза с целью определения возраста наиболее интенсивного горообразования на Большом Кавказе. На плато Лагонаки будут собраны данные о геологическом выражении и возрасте поверхности выравнивания и палеодолин с целью оценки амплитуд и возраста поднятия Большого Кавказа; предполагается также проверить гипотезу о залегании верхней юры плато Лагонаки в виде тектонического покрова.

(3) Дешифрирование космических снимков на районы смыкания внутриконтинентального Алтайско-Станового подвижного пояса (его восточной части – Станового нагорья) со структурами северной части Приморья, а также выявленной в 2018 правосдвиговой Прибрежной разломной зоны с активными разломными структурами Сетте-Дабана и Кетанда-Ульбейской активной правосдвиговой зоны. Полученные данные будут использованы для решения вопроса структурных соотношений периокеанического Тихоокеанского пояса с внутриконтинентальными подвижными поясами, а также при редактировании базы данных об активных разломах Евразии.

(4) Завершение редактирования базы данных об активных разломах Евразии в части приведения накопленных материалов к единому формату, описанному в статье Бачманова Д.М. и др. «База данных активных разломов Евразии» (Геодинамика и тектонофизика. 2017. № 4), и введения новых сведений, полученных по результатам дешифрирования космических снимков и выполненных полевых работ; оформление прав собственности на базу данных об активных разломах Евразии и создание интернет-ресурса о базе данных.

(5) Согласно первоначальной заявке, важная задача исследования плиоцен-четвертичных вертикальных движений, приводящих к образованию современного горного рельефа, состоит в том,

чтобы разделить проявления источников деформаций разного типа и понять причины выявляемых различий. В 2017–2018 гг. для решения этой задачи были предложены и опубликованы данные, указывающие на воздействие процессов в мантии и ядре Земли на мезозойско-кайнозойскую тектонику земной коры и, в частности, на усиление вертикальных тектонических движений в плиоцен-квартере. С целью детализировать и конкретизировать эти исследования, в 2019 г. будет изучено развитие крупнейших тектонических структур Крымско-Черноморско-Кавказского региона в мезозое и кайнозое, и современные проявления развития этих структур будут сопоставлены с неоднородностями верхней мантии.

(6) Аналитическая обработка результатов полевых исследований. Доработка и издание статей, сданных или подготовленных к сдаче в рецензируемые журналы в 2018 г. (см. 1.3 и 1.4 настоящего отчёта). По результатам обработки полевых материалов и обобщения полученных данных будут подготовлены новые статьи для представления в рецензируемые журналы: 1) статья о параметрах сбросовых разломов Восточно-Камчатской зоны – восточной границы Центральной Камчатской депрессии; 2) статья о позднечетвертичном режиме деформирования осевой части Восточного вулканического пояса Камчатки; 3) статья о позднекайнозойской складчатой структуре Керченско-Таманской области и её изменении вдоль простирания тектонических зон; 4) статья об открытии верхнеплиоценовых морских отложений в западной части Ширакской впадины и определении интенсивности поднятия Малого Кавказа (Северо-Восточной Турции и Северо-Западной Армении) в четвертичное время; 5) статья о кайнозойской стратиграфии (будут представлены новые палеонтологические и палеомагнитные данные) и новейшей структуре Зайсанской впадины в Восточном Казахстане.

(7) Участие О.В. Гайдалёнок, С.А. Соколова, В.Г. Трифонова и Я.И. Трихункова с докладами по теме данного проекта РНФ в 51-м Тектоническом совещании «Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии», Москва, январь-февраль. Участие В.Г. Трифонова и Я.И. Трихункова с докладами по теме данного проекта РНФ в Международном четвертичном конгрессе INQUA, г. Дублин (Ирландия), июль.

Сведения о фактическом выполнении плана работы на год

Задание (1). Новыми геологическими наблюдениями подтверждено наблюдение 2018 года, что сбросы Восточно-Камчатской зоны (основной разломной структуры Камчатки) в верхних (у поверхности) частях имеют аномально малые углы падения ($20\text{--}40^\circ$), что позволяет отнести их к классу «разломов с малыми углами падения» (low angle faults), обладающих особыми сейсмогенерирующими свойствами. Подтверждено также примерное соответствие углов падения верхних частей сбросов углу (крутизне) склонов созданных ими сбросовых фасет. Рассмотрим эти результаты подробнее.

Надежным способом определения угла падения разлома являются измерения величины отклонения линии разлома в плане от прямолинейной при пересечении им возвышенностей и впадин земной поверхности (метод «пластовых треугольников»). Ширина плоскости по падению, характеризующая итоговой величиной угла, зависит от глубины расчленения рельефа. Однако ситуация, когда не только поднятое, но и опущенное крыло разлома расчленено эрозией, не является частой. На Камчатке такие условия наблюдались лишь на коротком сегменте Восточно-Камчатской зоны сбросовых разломов (ВКЗР), в южной части хр. Кумроч (Kozhurin, Zelenin, 2017), а на остальной части висячем крыле развита, в целом, ровная поверхность рыхлых отложений заполнения Центральной Камчатской депрессии (ЦКД), расчлененная лишь послеледниковыми водотоками. Измерения в южной части хр. Кумроч показали, что в пределах точности ($\pm 2\text{--}3^\circ$) угол склона фасет и угол падения плоскости сброса равны, составляя примерно 30° . Такой результат означает возможность приблизительной оценки угла падения сбросов ВКЗР по крутизне созданных ими фасет. На основе полученных значений углов падения была сделана первая оценка средней (за средне-позднечетвертичное время) скорости поперечного растяжения Центральной Камчатки, реализующегося в движениях по ВКЗР (примерно 13 мм/год) и в системе сбросов Восточного вулканического пояса (примерно 4 мм в год). Полученные результаты впервые позволили связать слабую ($M=3\text{--}5$) коровую сейсмичность Центральной Камчатки с нижними, на глубине 20-25 км, частями пологих разломов ВКЗР (Kozhurin, Zelenin, 2017).

Вывод о соответствии (примерном равенстве) углов склонов фасет и углов падения разломов давал основу для разработки нового метода структурных исследований. Вместе с тем, он нуждался в геологическом обосновании. Подтверждением его справедливости могли бы стать задокументированные факты продолжения, без изменения угла наклона, поверхности коренных образований от основания фасеты под рыхлое заполнение депрессии. На поиск таких подтверждений были направлены работы по проекту. Исследования проводились в западном подножье Ганальского хребта, в местах выхода долин рек в депрессию (рис. 1 в Приложении 1).

Обследовались все места выхода долин водотоков из поднятия хребта в депрессию. Целью их был поиск обнажений, в которых вскрывались бы коренные породы под нижней частью фасеты, рыхлые отложения заполнения депрессии рядом с основанием фасеты, и коренные отложения под ними. Сразу отметим, что обнажения, в которых наблюдались бы все желаемые сочетания форм рельефа и отложений, обнаружены не были: чаще встречались выходы коренных пород в поднятом крыле, а коренной склон долины в опущенном крыле оказывался неактивным, закрытым густой растительностью. Лишь в двух точках в подножье Ганальского хребта, на линии активного разлома, удалось получить определенные данные об углах падения сброса его западного ограничения (см. рис. 1 в Приложении 1). В обоих случаях удалось показать, что (1) угол падения плоскости сброса в его верхней (вблизи земной поверхности) части составляет 30-40° и (2) угол падения плоскости примерно равен наклону созданных сбросовыми движениями фасет.

Из этого сделаны выводы о том, что, 1) сбросы восточного ограничения ЦКД относятся к особому типу "разломов с малыми углами падения" (low angle normal faults, по (Collettini, 2011)), и 2) что по углу наклона нижних частей сбросовых фасет можно судить об угле падения сбросов ограничения ЦКД. Метод определения углов падения разломов по их геоморфологическому выражению, обоснованием которого послужили работы по проекту, обладает высокой степенью новизны и оригинальности. Его применимость зависит от климатических и ландшафтных условий, определяющих характер и скорость деградации склонов фасет, изменения со временем их морфологии. Как показали проведенные исследования, для условий Камчатки этот метод оказался результативным. Этот факт имеет важное методическое значение, состоящее в том, что в условиях закрытых густой растительностью территорий сбросовые фасеты в первом приближении могут быть использованы для оценки параметров разломов.

В восточном вулканическом поясе Камчатки для определения палеосейсмологических параметров разломов были картографированы сегменты разломов, смещенные единой подвижкой. На основании этих данных с использованием масштабных зависимостей «магнитуда – площадь разрыва» (Villamor et al., 2001, Leonard, 2010) была рассчитана возможная магнитуда землетрясения, вызванного подвижкой по разлому, $M_s = 3,7-4,7$. Столь слабая сейсмичность как правило не приводит к формированию разломных уступов на поверхности (e.g. Wells and Coppersmith, 1994), но вероятность выхода малоамплитудных смещений на поверхность повышается в земной коре с хрупким слоем малой мощности. Измеренное по дистанционным данным накопленное смещение в пределах позднелейстоценовых игнимбритовых плато известного возраста соответствует характерной повторяемости сейсмических событий до 1/1000 лет. Детальные палеосейсмологические результаты получены при интерпретации деформированного разреза почвенно-пирокластического чехла на позднелейстоценовых игнимбритовых плато. Установлено, что максимальные разовые смещения не превышают 20 см, что соответствует магнитуде $M_s < 5,4$. В наиболее информативном разрезе плато Широкого выявлены следы не менее пяти подвижек за голоцен, что соответствует оценке повторяемости по дистанционным данным.

Задание (2). Полевые работы в юго-западной части Керченского полуострова (районы Карадагского заповедника и пос. Орджоникидзе) провели в мае 2019 г. Гайдаленок О.В. и Соколов С.А. при однедельном участии Трифонова В.Г. В первом районе было исследовано западное структурное ограничение Керченско-Таманской области. Оно образовано кулисным рядом тектонических нарушений север-северо-восточного простирания. Южное из этих нарушений прослежено между пос. Коктебель и горой Карадаг. Оно представляет собой новейшую флексурно-разломную зону, выраженную в рельефе уступом с поднятым западным крылом, вдоль которого резко повышаются к западу реликты позднелейстоценовой поверхности выравнивания. Более

северные нарушения кулисного ряда представляют собой разломы, смещающие осадочный чехол (Геологическая карта..., 1965).

Район пос. Орджоникидзе к востоку от вулканического массива Карадаг является единственным выходящим из-под уровня моря участком южного обрамления Керченской части Керченско-Таманской складчатой области (КТСО) (рис. 2 в Приложении 1). Здесь преобладает наклон слоев в северных румбах. С юга на север сменяются: (1) глинистые сланцы с фауной верхнего триаса, видимая мощность до 10 м; (2) разнотекстурные слоистые песчаники, отчасти вулканомиктовые, с прослоями известняка в верхней части, сходные с эскиординской свитой Горного Крыма, датируемой верхами триаса – низами юры, до 100 м; (3) аргиллиты и алевролиты с батской фауной в верхней части, до 150 м; (4) конгломераты и песчаники с глыбами и олистоплаками верхнеюрских известняков в низах разреза и прослоями аргиллита и алевролита в верхней части, сходные с верхнеюрскими конгломератами Демерджи, более 90 м (возраст толщ приведен по данным (Муратов, 1960; Геологическая карта..., 1965)). Наннопланктон и форамениферы, извлеченные из основания толщи 4 в 2019 г., позволяют предполагать ее титонский возраст (Н.Б. Кузнецов по данным М.А. Устиновой, ГИН РАН, устное сообщение). Выявлено несогласие в основании толщи 4. Возможно, они есть в основании толщ 2 и 3. Толщи разделены поверхностями срыва, выраженными зеркалами скольжения (рис. 3 в Приложении 1) и резкими колебаниями мощности толщ 2 и 3, которые нарушены многочисленными мелкими надвигами и складками. Толща 4 смята в простые складки.

Я.И. Трихунков, С.А. Соколов, П.Д. Фролов совместно с А.В. Марининым (ИФЗ РАН) и А.С. Тесаковым (ГИН РАН) исследовали в 2019 г. новейшую тектонику и отложения плато Лагонаки – крайнего западного высокогорного поднятия Большого Кавказа, а также стратиграфию и литологию коррелятивных отложений долины р. Белой в ее среднем и нижнем течении. Для оценки структурно-геоморфологического положения исследуемых отложений применялся морфоструктурный анализ, основанный на результатах полевых маршрутных наблюдений и их сопоставлении с данными геологических карт масштабов 1:200000 и 1:50000, космических снимков и цифровых моделей рельефа. В целях изучения новейшей разрывной тектоники на плато Лагонаки проводились многочисленные замеры трещиноватости и сбор сведений о кинематике разрывных структур, включая данные о зеркалах скольжения, отрывах, мелких разрывах и сколах. Напряженно-деформированное состояние реконструировалось методами структурно-парагенетического и катакластического анализа (Расцветаев, 1987; Ребецкий, 2007; Marinin, Saintot, 2012).

В итоге работ установлена мощная зоны покровно-надвиговых дислокаций в основании северной части плато в Гуамском ущелье. Установлено, что надвигание верхнеюрских известняков плато на отложения нижнего мела происходило в позднеальпийское время. На плато Лагонаки исследованы и опробованы разрезы красноцветной коры выветривания, относимой к сармату (Милановский, 1968; Карта..., 1971). Такие коры формировались во влажном тропическом или субтропическом климате равнины на высотах, не превышающих первых сотен метров. Сейчас кора выветривания вскрыта нами на высоте 1900 м, и поверхность плато повышается к югу до 3000 м. Это указывает на интенсивное позднекайнозойское поднятие. Для оценки его амплитуд и скорости отобраны спорово-пыльцевые, палеомагнитные и геохимические образцы коры.

Чтобы оценить возраст восходящих движений на плато Лагонаки и обрамляющих хребтах, изучены и опробованы стратиграфия и литология коррелятивных отложений в разрезах террас р. Белой на отрезке Майкоп–Белореченск. Здесь выделены три свиты: блиновская, морская, относимая нами к сармату [Tesakov et al., 2017]; гавердовская (меотис-понт?), тонкообломочная, флювиальная, состоящая из двух подсвит; белореченская (киммерий-куяльник (Белуженко, 2006)), валунно-галечная, указывающая на интенсивное поднятие соседних гор. В 2019 г. детально описаны верхнегавердовская подсвита и белореченская свита. Из них отобраны образцы для палеомагнитного, спорово-пыльцевого и фаунистического датирования, которое укажет возраст начала интенсивного поднятия.

Я.И. Трихунков и Д.М. Бачманов совместно с Т.Н. Кенгерли (Институт геологии и геофизики НАН Азербайджана) и И.А. Идрисовым (Институт геологии ДагНЦ РАН) исследовали в 2019 г. южную часть север-восточного склона Большого Кавказа на границе Дагестана и Азербайджана. Для оценки структурно-геоморфологического положения исследуемых отложений применялся морфоструктурный анализ. Фациальный анализ позволил уточнить генезис отложений. Для оценки

относительного возраста пород отбирались пробы для палеомагнитного и фаунистического датирования. В стратотипическом разрезе морских акчагыльских отложений на Келегском плато (Магарамкентский район на юге Дагестана) изучен контакт галечников продуктивной свиты нижнего плиоцена и нижней части песчано-глинистых отложений акчагыла, где намечены маркирующие слои. Отобрано 5 палеомагнитных и 5 спорово-пыльцевых проб.

Выделение указанных маркирующих горизонтов и интерпретация дистанционных материалов помогли обнаружить контакт галечников продуктивной свиты и нижней части песчано-глинистых отложений акчагыла на Кусарском плато (Северный Азербайджан). Под горой Большой Сувал описана и опробована вся толща акчагыльских отложений Кусарского плато мощностью 190–200 м. Отобрано 170 палеомагнитных и 30 спорово-пыльцевых и фаунистических образцов. Полученные материалы обрабатываются.

Для оценки интенсивности позднекайнозойских вертикальных движений в Боковом хребте Большого Кавказа было продолжено начатое в 2018 г. исследование неоген-четвертичных отложений горного массива Череке (2383 м) на севере Азербайджана. Изучение этого разреза в 2018 г. не дало однозначных определений возраста отложений. В 2019 г. были вскрыты канавами глинисто-супесчаные отложения верхней части разреза. В них обнаружены многочисленные раковины нескольких видов моллюсков, и отобраны 12 спорово-пыльцевых проб. Материалы обрабатываются.

Задание (3). Завершена обработка космических изображений Станового хребта с целью выявления и параметризации активных разломов. Уточнения положения ранее известных разломов, новые обнаруженные разломы и их характеристики внесены в Базу данных об активных разломах Евразии. Установлено, что наиболее важная разломная продольная структура нагорья – единая система Атугей-Нуямского и Майского разломов – представляет активный левый (а не правый, как предполагалось ранее) региональный сдвиг. По многим параметрам (плановое соотношение с Тихоокеанским поясом, кинематика) этот левый сдвиг аналогичен левосдвиговому разлому Улахан во внутриконтинентальном подвижной поясе Черского (рис. 4 в Приложении 1).

Задание (4). Завершено создания Базы данных об активных разломах Евразии (БД) (рис. 5 в Приложении 1). Активными называются разломы, по которым выявлены признаки тектонических движений конца плейстоцена и голоцена, что дает основание подозревать продолжение активности в ближайшем будущем. БД объединяет и обобщает данные многих исследований в едином формате и содержит более 30000 объектов (разломов, разломных зон и связанных с ними тектонических нарушений и деформаций). Каждый объект БД снабжен координатной привязкой, достаточной, чтобы изобразить его без огрубления на картах масштаба 1: 1000000, и характеризующими объект обосновывающими и оценочными атрибутами. Обосновывающие атрибуты: NAME – название объекта; PARM – записанные в определенном формате данные о морфологии, кинематике и величинах смещений по разлому за различные отрезки времени, скоростях движений, установленных по данным об амплитудах смещений за определенное время, возрасте последних проявлений активности, сейсмических и палеосейсмических проявлениях, связанных с объектом; TEXT – дополнительные сведения об объекте, записанные в свободной форме; AUTH – источники информации об объекте. Оценочные атрибуты представлены системой индексов, отражающих следующие характеристики. SNS1 – ведущая компонента движений по разлому согласно структурно-геологической классификации. SNS2 – второстепенная компонента движений по разлому, если она существует. SIDE – индикатор относительно поднятого крыла. RATE – три ранга скорости молодых движений по разлому ($V < 1$ мм/год; $1 < V < 5$ мм/год; $V > 5$ мм/год). CONF – четыре категории достоверности оценки объекта как активного. С помощью индексов объекты можно сравнивать друг с другом и коррелировать с любой другой оцифрованной информацией. БД создана в формате, допускающим ее пополнение, усовершенствование и ревизию.

В 2019 г. получено Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2019621553 «База данных активных разломов Евразии» (рис. 6 в Приложении 1). БД представлена в открытом доступе на сайте ГИН РАН, где она снабжена Объяснительной запиской и списком использованной литературы.

В 2019 г. подготовлена и опубликована статья, в которой рассматриваются принципы, методы и примеры программной обработки БД для решения задач неотектоники и современной геодинамики [Бачманов и др., 2019]. Сравнительный анализ активных разломов различных тектонических провинций Кавказско-Анатолийского региона Альпийско-Гималайского подвижного пояса дал возможность уточнить позднекайнозойские кинематические характеристики этих провинций. Для анализа были использованы розы-диаграммы простираний разломов разной кинематики, построенные с учетом длин, скоростей перемещений и достоверности выделения активных разломов. Для Кавказского региона рассчитаны направления осей горизонтального удлинения и укорочения (рис. 7 в Приложении 1). Для всей центральной части Альпийско-Гималайского пояса техникой 100-км скользящего окна рассчитаны величины горизонтального удлинения и укорочения 10-8 м²/м²/год (рис. 8 в Приложении 1). Расчеты направлений и величины деформации помогают оценить особенности тектонического течения верхней части земной коры в четвертичное время. Для той же территории техникой 100-км скользящего окна рассчитано распределение сдвиговой деформации 10-9 радиан/год для оценки параметров вращения блоков (рис. 9 в Приложении 1). Перспективным оказалось сравнение роз-диаграмм для достоверных (категории А и В) и предполагаемых (категории С и D) активных разломов (рис. 10 в Приложении 1). Разломы с предполагаемой позднечетвертичной активностью были достоверно активными в более ранние эпохи плиоцен-квартера, что дает возможность сравнить напряженно-деформированное состояние в эти эпохи и позднечетвертичное время. В одних провинциях оно изменилось слабо, в других претерпело существенные изменения, и можно оценить их геодинамический смысл.

Задание (5). Исследование источников плиоцен-четвертичных вертикальных движений, приведших к образованию современного горного рельефа, осуществлялось в двух направлениях. Во-первых, анализировалась мезозойско-кайнозойская тектоническая зональность Восточно-Черноморско-Крымско-Кавказско-Каспийского региона, ее развитие и соотношения с неоднородностями верхней мантии. Полученные результаты обработаны и представлены для опубликования в журнал «Геотектоника».

Во-вторых, продолжалось изучение истории формирования и происхождения позднекайнозойских межгорных впадин СВ Турции и Армении. В сентябре 2019 г. Симакова А.Н., Соколов С.А., Трифонов В.Г., Фролов П.Д. и Шалаева Е.А. при участии Тесакова А.С. (ГИН РАН), Беляевой Е.В. (ИИМК РАН) и Х. Челика (Евфратский университет, Турция) выполнили полевое изучение западной (турецкой) части Ширакской впадины (рис. 11 в Приложении 1) и воссоздали историю формирования всей впадины в плиоцен-четвертичное время. Находки верхнеплиоценовых диноцист в низах осадочного разреза Демиркент (т. 20t) на ЮЗ краю впадины доказывают, что раннеакчагыльская трансгрессия Каспийского моря проникла в Ширакскую впадину. К началу квартера (2.58 млн лет назад) уровень акчагыльского моря был близок к современному уровню мирового океана. Сейчас верхи нижнеакчагыльских отложений находятся на высоте 1565 м. Это дает среднюю скорость четвертичного поднятия западной части Малого Кавказа ~0.6 мм/год. Дифференцированные четвертичные вертикальные смещения по разломам и флексурно-разломным зонам несколько ускоряют или замедляют общее поднятие, и его средняя скорость составляет 0.6+0.1 мм/год. Выделенная в Лорийской впадине (севернее Ширакской впадины) тонкообломочная куртанская свита отлагалась 1.4–0.6 млн лет назад застойными водами при крайне слабом их течении. В настоящее время эти отложения в Лорийской впадине расположены на 690 м выше, чем северо-восточнее в долине р. Дебед. Это свидетельствует о том, что в последние 0.65–0.6 млн лет скорость поднятия возросла до ~1 мм/год, а в соседних Джавахетском, Базумском и Сомхетском хребтах достигла еще больших величин. Изложенные результаты представлены в 2019 г. для опубликования в журнал Quaternary International. Статья принята к опубликованию.

Свидетельства интенсивного подъема Малого Кавказа в четвертичное время стали важным звеном в воссоздании природных и геодинамических условий расселения древнейших предков человека в Аравийско-Кавказском регионе [Trifonov et al., 2019]. Проанализированы структурно-геологические, геоморфологические, литолого-геохимические, палеонтологические, палинологические, палеомагнитные и радио-изотопные данные о среде обитания вблизи главных стратифицированных местонахождений древнейшего раннего палеолита в регионе: Убейдия в Израиле, средняя часть долины р. Оронт, район Халабия-Залабия в долине р. Евфрат и Айн ал-Фил в Сирии, Дурсунду в ЮЗ Турции, Шамбят, Бостанчик, Эскималатья и Кованчилар в Восточной

Турции, Карахач, Мурадово, Агворик и Джрадзор в СЗ Армении, Дманиси в Южной Грузии, пещера Азых в Нагорном Карабахе, Мухкай II в Дагестане и Кермек на Таманском п-ве. В местонахождениях Убейдия и Дманиси были обнаружены также антропологические свидетельства обитания древнейшего человека. Предпринятое исследование показало следующее.

Указанные местонахождения датируются в интервале времени ~2.0–1.7 млн лет назад. Рельеф этого времени был гораздо положе и ниже, чем сейчас. Высоты горных хребтов обычно не превышали 1000 м, редко 1500 м. Только отдельные вулканы и, возможно, центральная часть Большого Кавказа возвышалась до 2000 м. Соседние межгорные и предгорные впадины были не выше нескольких сотен метров, а высота некоторых из них лишь немногим превышала уровень мирового океана. Климат конца гелазия был влажным и относительно теплым, обеспечивая развитие лугово-степной и лесостепной растительности саванного типа во впадинах и долинах и хвойных и хвойно-широколиственных лесов в горах. Обилие растительности обеспечивалось множеством рек, озер и подземных источников в межгорных впадинах и долинах, которые в значительной мере контролировались активностью разломов. В южной части региона и на Малом Кавказе дополнительным фактором обилия растительности было обогащение почв продуктами вулканизма. Все это стимулировало широкое распространение копытных млекопитающих. Последующая относительная аридизация, которая была прервана на короткое время эпохой гумидизации начала калабрия, привела к распространению степных и лесостепных биоценозов, но растительность оставалась благоприятной для копытных. Гоминины мигрировали вслед за копытными в течение позднего гелазия и раннего калабрия.

В 2019 г. выполнены полевые исследования других впадин северо-восточной Турции – Сусузской (Susuz), Селимской (Selim), Пасинлерской (Pasinler), Эрзрумской (Erzurum), Агри (Agri), Чайирли (Çayirli), Эрзинджанской (Erzincan), Рефаие (Refahiye), Сивасской (Sivas) и Кангальской (Kangal). Изучены разрезы впадин, тектонические деформации и разломы, вулканические проявления, собраны коллекции фауны, образцы для палинологического, палеомагнитного и петрохимического анализа.

Задание (6). Проводилась аналитическая обработка результатов полевых исследований прежних лет и 2019 г. Были доработаны и частично изданы статьи, сданные или подготовленные к сдаче в рецензируемые журналы в 2018 г. (см. 1.3 и 1.4 настоящего отчёта). По результатам обработки полевых материалов и обобщения полученных данных подготовлены и представлены в рецензируемые журналы следующие статьи:

- Zelenin E.A., Kozhurin A.I., Ponomareva V.V., Portnyagin M.V. “Tephrochronological dating of paleoearthquakes in active volcanic arcs: A case of the Eastern Volcanic Front on the Kamchatka Peninsula (northwest Pacific)”. В статье приводятся новые тейфрохронологические определения возраста молодых сейсмогенных подвижек по разломам и оценка режима деформирования земной коры Центральной Камчатки, а также Восточного вулканического пояса. Определена средняя за средне-позднечетвертичное время скорость поперечного растяжения Центральной Камчатки – примерно 17 мм/год, из которых 4 мм/год приходится на растяжение в вулканическом поясе, а 13 мм/год – на растяжение вне пояса. Выполнена оценка возможных магнитуд и повторяемости палеоземлетрясений, приведших к формированию осевого грабена в верхнеплейстоценовых вулканических плато пояса. Установлено, что разломы осевого грабена Восточного вулканического пояса Камчатки, характеризуются частыми, но малоамплитудными подвижками, генерирующими землетрясения малых магнитуд, а датированные сейсмические события не показывают приуроченности ни к крупнейшим извержениям либо изменениям состояния близлежащих вулканов, ни к эпизодам покоя. Статья объединяет материалы, которые, согласно плану, предполагалось опубликовать в двух статьях по Камчатке, и принята к опубликованию в “Journal of Quaternary Science”.

- Гайдаленок О.В., Соколов С.А., Фролов П.Д. «Позднекайнозойская складчатая структура Керченско-Таманской области». Доказывается, что в указанной области возраст основных фаз складчатости омолаживается от дистальных (по простиранию) ее частей к центральной части – Таманскому п-ву, где складкообразование продолжается до сих пор. Статья сдана для опубликования в журнал «Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле». Четвертичная складчатость на Таманском

полуострове была обоснована, и восточная граница этого сегмента Керченско-Таманской складчатой области была определена еще в четырех статьях, сданных в рецензируемые журналы в 2019 г.

1) Тесаков А.С., Гайдаленок О.В., Соколов С.А., Фролов П.Д., Трифонов В.Г., Симакова А.Н., Латышев А.В., Титов В.В., Щелинский В.Е. «Тектоника плейстоценовых отложений северо-восточной части Таманского полуострова, Южное Приазовье». Обосновывается четвертичная стратиграфия Зародинской антиклинали и три стадии ее деформации в течение четвертичного периода. Статья опубликована в журнале «Геотектоника» (2019. № 5. С. 12–35).

2) Гайдаленок О.В., Соколов С.А., Измайлов Я.А., Фролов П.Д., Титов В.В., Тесаков А.С., Трифонов В.Г., Латышев А.В., Орлов Н.А. «Новые данные о позднечетвертичном складкообразовании и деформации рельефа на севере Таманского п-ова, Краснодарский край». Обоснованы смятие древнеэвксинских (средний неоплейстоцен) отложений и выраженное в рельефе последующее продолжение складчатой деформации Динской брахиантиклинали. Статья находится в печати в журнале «Геоморфология».

3) Гайдаленок О.В., Шматков А.А., Шматкова А.А., Ольховский С.В. «Результаты сейсмоакустического профилирования дна Таманского залива в районе античного города Фанагория». На основе непрерывного сейсмопрофилирования от пос. Волна Революции до развалин античного города Фанагория выделены три сейсмокомплекса, сопоставленные с четвертичными отложениями от новочерноморских и карангатских до нижнечаудинских. Обосновано устойчивое прогибание синклинали Таманского залива в четвертичное время. Подтверждена отмечавшееся ранее (Трифонов В.Г., Трифонов Р.В., 2006) флексура на южном крыле синклинали. Статья опубликована в журнале «Геофизические процессы и биосфера» (2019. № 4. С. 15–21).

4) Трихунков Я.И., Бачманов Д.М., Гайдаленок О.В., Маринин А.В., Соколов С.А. «Новейшее горообразование в зоне сочленения структур Северо-Западного Кавказа и Керченско-Таманской области». Показано, что вдоль восточной границы Таманского сегмента простираются Анапско-Джигинская и впервые выделенная авторами Абрауская поперечные зоны новейших деформаций (флексурно-разломные зоны) с признаками растяжения и опускания западного (Таманского) крыла. Статья опубликована в журнале «Геотектоника» (2019. № 4. С. 78–96).

• Trifonov V.G., Simakova A.N., Çelik H., Tesakov A.S., Shalaeva E.A., Frolov P.D., Trikhunkov Ya.I., Zelenin E.A., Aleksandrova G.N., Bachmanov D.M., Latyshev A.V., Ozherelyev D.V., Sokolov S.A., Belyaeva E.V. The Upper Pliocene – Quaternary geological history of the Shirak Basin (NE Turkey and NW Armenia) and estimation of the Quaternary uplift of Lesser Caucasus. Представлены новые данные о плиоцен-четвертичной стратиграфии западной (турецкой) части Ширакской впадины; воссозданы строение и история формирования впадины в целом; обнаружением морских позднеплиоценовых микроорганизмов на высоте 1570 м обосновано четвертичное поднятие прилегающих к впадине районов Малого Кавказа со средней скоростью 0.6 ± 0.1 мм/год (вариации обусловлены воздействием местных тектонических деформаций); показано, что это поднятие происходило с ускорением. Статья находится в печати в журнале “Quaternary International”.

• Трихунков Я.И., Буланов С.А., Бачманов Д.М., Сыромятникова Е.В., Латышев А.В., Кравченко М.М. Морфоструктура южной части Зайсанской впадины и её горного обрамления. Представлены новые данные о стратиграфии, геоморфологии и неотектонике Зайсанской впадины, показано, что она развивается в позднем кайнозое в условиях поперечного (близкого к меридиональному) сжатия. Статья находится в печати в журнале «Геоморфология».

Задание (7). Результаты исследований по данному гранту РФ докладывались в 2019 г. на следующих совещаниях:

51-е Тектоническое совещание: «Проблемы тектоники континентов и океанов» (Москва, 30.01–02.02.2019). Докладчики: Гайдалёнок О.В., Соколов С.А., Трифонов В.Г.

Ленинские чтения МПГУ. Географический ф-т (Москва, 11.03.2019). Докладчик: Трихунков Я.И.

XX Конгресс INQUA (Международная четвертичная ассоциация): The Quaternary of Europe: stratigraphical perspectives and tools for correlations. Дублин, Ирландия, 25–31.07.2019). Командированные докладчики: Соколов С.А., Трифонов В.Г., Трихунков Я.И., Фролов П.Д.

XIV Международная научно-практическая конференция "Новые идеи в науках о Земле" (Российский Государственный Геологоразведочный Университет имени Серго Орджоникидзе МГРИ, 2019). Докладчик: Гайдалёнок О.В.

Всероссийская научная конференция «Прикладные аспекты динамической геологии», посвященная 110-й годовщине со дня рождения Г.П. Горшкова (МГУ, Москва, 2019). Докладчик: Гайдалёнок О.В.

Сведения о достигнутых конкретных научных результатах в отчетном году

(1) Новые результаты, полученные в итоге полевых работ в России и экспедиционных научных командировок за рубеж:

- На Камчатке определен режим деформирования, выявлены и датированы следы палеоземлетрясений в Восточном вулканическом поясе (см. раздел 1.3, задания 1 и 6). Данные о голоценовых землетрясениях, полученные по дистанционным данным и при палеосейсмологической интерпретации деформированных разрезов, хорошо согласуются друг с другом, что свидетельствует о состоятельности общемировых масштабных зависимостей «магнитуда – площадь разрыва» и для малых разрывов. Подготовленная по результатам работ статья [Zelenin et al., 2019] принята к опубликованию в Journal of Quaternary Science (Q1).

- На Керченском п-ове Крыма, между пос. Коктебель и горой Карадаг выявлена новейшая флексурно-разломная зона, прослеженная на север. Она выражена в рельефе уступом с поднятым западным крылом, вдоль которого резко повышаются к западу реликты позднеплиоценовой поверхности выравнивания. Вдоль зоны возрастает к востоку мощность алевроито-глинистой майкопской свиты (олигоцен – нижний миоцен) и карбонатно-терригенных отложений среднего миоцена – квартера (Егорова и др., 2018). Выявленная зона, вместе с более северными разломами, смещающими осадочный чехол (Геологическая карта..., 1965), образует кулисный ряд нарушений, который является западной границей Керченско-Таманской складчатой области (КТСО).

К востоку от этой границы исследован геологический разрез и условия его залегания на южном обрамлении КТСО в районе пос. Орджоникидзе. Установлено, что четыре выделенные толщи, возраст которых предварительно оценен как верхнетриасовая, нижнеюрская, среднеюрская и верхнеюрская (титонская?), наклонены в северных румбах в нормальной стратиграфической последовательности. Выделенные толщи разделены поверхностями срыва и образуют тектонические пластины переменной мощности. Нижне- и среднеюрская толщи нарушены многочисленными мелкими надвигами и складками, а верхнеюрская толща смята в простые складки. В целом эта складчато-надвиговая зона тектонически поднята относительно КТСО и является продолжением Горного Крыма, также представляющим собой складчато-надвиговое поднятие с доминирующей южной вергентностью. К югу от Керченского пролива поднятию пос. Орджоникидзе отвечает, судя по данным сейсмопрофилирования методом широкоугольных отражённых и преломлённых волн (Starostenko et al., 2017), выступ фундамента, где мощность чехла сокращена до 2–3 км. Восточным продолжением этой структуры является Анапский выступ, сложенный кайнозойскими отложениями Зоны южного склона Большого Кавказа (ЗЮС).

По предварительной оценке полученных результатов, верхнетриасовый – ниже-среднеюрский разрез района пос. Орджоникидзе накопился на северном склоне Крымского прогиба. В киммерийскую эпоху район испытал несколько фаз складчато-надвиговых деформаций с образованием пологих срывов. Тогда же в Горном Крыму сформировалась *in situ* или была надвинута на верхнетриасовые и ниже-среднеюрские отложения карбонатная толща Крымской Яйлы. Продукты разрушения этой толщи и подстилавших ее пород сформировали конгломерато-песчаную толщу верхней юры. Возможно, она представляет собой переотложенный олистолитовый фронт перед надвигавшейся Яйлой. В дальнейшем район подвергся позднекиммерийским и альпийским деформациям, оформившим современную структуру.

- В основании северной части плато Лагонаки (граница северо-западного и центрального сегментов Большого Кавказа) в Гуамском ущелье установлена мощная зоны покровно-надвиговых дислокаций. Надвигание верхнеюрских известняков плато на отложения нижнего мела происходило в позднеальпийское время. Эти данные в сочетании с данными геологической съемки о надвигах на

южном краю плато (Геологическая карта..., 2000) подтверждают вывод В.В. Белоусова [1948] о покровном строении плато Лагонаки в результате пододвигания под него более южных тектонических зон Кавказа. На плато Лагонаки исследованы и опробованы разрезы красноцветной коры выветривания, относимой к сармату [Милановский, 1968; Карта..., 1971]. Разрез коры сходен с корами, которые формируются во влажном тропическом или субтропическом климатах равнины, находящейся на высотах, не превышающих первых сотен метров. Сейчас кора выветривания вскрыта нами на высоте 1900 м, и поверхность плато повышается к югу до 3000 м, что указывает на интенсивное позднекайнозойское поднятие. Чтобы оценить возраст этого поднятия, изучены и опробованы коррелятные отложений в разрезах террас р. Белой на отрезке Майкоп–Белореченск. Здесь выделены три свиты: блиновская, морская, относимая нами к сармату [Tesakov et al., 2017]; гавердовская (меотис-понт?), тонкообломочная, флювиальная, состоящая из двух подсвит; белореченская (киммерий-куяльник (Белуженко, 2006)), валунно-галечная, указывающая на интенсивное поднятие соседних гор. В 2019 г. детально описаны верхнегавердовская подсвита и белореченская свита. Из них отобраны образцы для палеомагнитного, спорово-пыльцевого и фаунистического датирования, которое укажет возраст начала поднятия.

- На Кусарском плато (Северный Азербайджан), под горой Большой Сувал выделены, описаны и опробованы песчано-глинистые морские акчагыльские отложения, залегающие на галечниках продуктивной свиты (нижний плиоцен). В кровле акчагыльского разреза найден слой ракушняка, в котором обнаружены виды-индикаторы морского акчагыла – *Cerastoderma Dombra* (Andrusov, 1902) и *Aktschagyliia Karabugasica* (Andrusov, 1902), обитавшие 2–3 млн лет назад. Сейчас эти морские отложения находятся на высотах до 1770 м. Максимальный уровень раннеакчагыльского моря (поздний плиоцен) достигал ~100 м над уровнем современного океана и снизился примерно до 0 м к началу четвертичного периода (2.58 млн лет назад) (Porov et al., 2010). Анализ отобранных палеомагнитных, спорово-пыльцевых и фаунистических образцов уточнит стратиграфическое положение описанных отложений в разрезе акчагыла, но уже сейчас на основе полученных данных можно оценить среднюю скорость четвертичного поднятия исследованной части северо-восточного склона Большого Кавказа в пределах 0.6–0.9 мм/год. В осевой части Большого Кавказа она, вероятно, была выше.

- В Северо-Восточной Турции уточнены строение и (на основе новых фаунистических находок) возраст отложений межгорных впадин Ширакской, Сусузской, Селимской, Агри, Пасинлерской и Эрзурумской. Описаны и опробованы разрезы и выявлены разломы и деформации отложений впадин Чайирли, Эрзинджанской, Рефаие, Сивасской и Кангальской. Вместе с ранее исследованными впадинами Северной Армении (Лорийской, Верхнеахурянской, Большого и Малого Севана, Фиолетовской, Ванадзорской и Верхне-Памбакской), Араратской впадины на границе Армении и Турции, впадин Кованджилар, оз. Хазар и долины Султан-Сую в Восточной Турции это 22 новейшие межгорные впадины, заполненные отложениями от верхнего миоцена до квартала и характеризующие срединную и южную части Альпийско-Гималайского горного пояса в пределах Восточной Анатолии и Армянского нагорья. Особенности каждой из этих впадин позволяют предварительно наметить геодинамические факторы, повлиявшие на образование той или иной впадины. Выявленные факторы можно разделить на историко-геологические, структурные и глубинные.

К историко-геологическим факторам можно отнести опускания, обусловленные повышенной плотностью коры из-за присутствия в ней значительных фрагментов более древней океанской коры, маркируемых офиолитовыми зонами. На месте таких опусканий в условиях сжатия могут формироваться вдавленные новейшие впадины. Впадины Лорийская, Верхнеахурянская, Фиолетовская, Ванадзорская, Агри, Хорасанская, Эрзурумская, Чайирли, Эрзинджанская, Рефаие и Сивасская полностью или частично расположены на офиолитовом субстрате.

Среди структурных факторов важнейшими являются разломы, ограничивающие впадины или определяющие их внутреннее строение. Наиболее ярко связь с разломами проявлена в присдвиговых впадинах, среди которых есть впадины pull-apart (оз. Хазар, Эрзинджанская, Малого Севана) и вдавленные впадины сжатия на месте более ранних опусканий, которые мы называли впадинами push-inside (Фиолетовская и Ванадзорская). Вдавленные впадины могут формироваться и в связи со взбросо-надвигами, опережающими крупные сдвиги (Кованджилар). Грабенообразные впадины растяжения связаны со сбросо-раздвигами, опережающими сдвиги (Султан-Сую). Менее выразительно, но ощутимо проявился структурный фактор в тех впадинах, обрамление и внутреннее строение

которых частично обусловлено крупными разломами преимущественно сдвигового типа. Таковы впадины Большого Севана, Араратская, Агри, Сусузская, Селимская, Пасинлерская, Эрзрумская, Чайирли и Сивасская. К структурным факторам можно отнести также обособление относительно опущенных участков между поднятиями, активно развивающимися в условиях сжатия, например, при надвигообразовании или складчатости. Этот фактор отчасти предопределил очертание и строение Эрзрумской, Сивасской и Кангальской впадин.

Вместе с тем, существуют впадины изометричные, не связанные с крупными новейшими разломами региона, но полностью или частично окруженные вулканическими образованиями, формировавшимися одновременно с развитием впадин. Самыми выразительными примерами таких структур являются впадины Ширакская, Верхнеахурянская, Сусузская и Селимская, окруженные вулканическими образованиями со всех сторон. Частично сложены новейшими вулканитами борта впадин Большого и Малого Севана, Лорийской, Араратской, Агри, Хорасанской и Кангальской. Образование таких впадин могло быть частично или преимущественно обусловлено глубинными (мантийными) перемещениями и преобразованиями вещества, проявившимися в вулканизме.

Образование большинства впадин обусловлено воздействием нескольких факторов, например, перемещениями по разломам и глубинными преобразованиями (впадины Большого и Малого Севана). Иногда удается выявить ведущий фактор, например, связь с вулканизмом в Ширакской впадине или присдвиговую природу впадин Ванадзорской, Фиолетовской, Эрзинджанской и оз. Хазар. Детальный анализ происхождения и генетическая классификация межгорных впадин региона – задача дальнейших работ, имеющая межрегиональное значение.

(2) Новая база данных об активных разломах Евразии, которая объединяет и обобщает данные многих исследований в едином формате и содержит более 30000 объектов (разломов, разломных зон и связанных с ними тектонических нарушений и деформаций). Каждый объект БД снабжен координатной привязкой, достаточной, чтобы изобразить его без огрубления на картах масштаба 1:1000000, и характеризующими его обосновывающими и оценочными атрибутами (см. раздел 1.3). Получено Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2019621553 «База данных активных разломов Евразии» База данных представлена в открытом доступе на сайте Геологического института РАН <http://ginras.ru/> в разделе лаборатории неотектоники и современной геодинамики <http://neotec.ginras.ru/> на странице <http://neotec.ginras.ru/database.html>, где она снабжена Объяснительной запиской и списком использованной литературы. Содержащиеся в БД сведения об активных разломах важны для оценки сейсмической опасности и решения задач тектоники и геодинамики.

(3) Статья: Бачманов Д.М., Зеленин Е.А., Кожурин А.И., Трифонов В.Г. Использование базы данных активных разломов Евразии при решении тектонических задач // Геодинамика и тектонофизика. 2019. Т. 10, № 4. С. 1–23.

(4) Статья: Гайдаленок О.В., Шматков А.А., Шматкова А.А., Ольховский С.В. Результаты сейсмоакустического профилирования дна Таманского залива в районе античного города Фанагория // Геофизические процессы и биосфера. 2019. Т. 18, № 4. С. 184–190.

(5) Статья: Тесаков А.С., Гайдаленок О.В., Соколов С.А., Фролов П.Д., Трифонов В.Г., Симакова А.Н., Латышев А.В., Титов В.В., Щелинский В.Е. Тектоника плейстоценовых отложений северо-восточной части Таманского полуострова, Южное Приазовье // Геотектоника. 2019. № 5. С. 12–35.

(8) Статья: Trifonov V.G., Tesakov A.S., Simakova A.N., Bachmanov D.M. Environmental and geodynamic settings of the earliest hominin migration to the Arabian-Caucasus region: A review // Quaternary International. 2019 (preprint); <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.03.008>

(9) Статья: Трихунков Я.И., Бачманов Д.М., Гайдаленок О.В., Маринин А.В., Соколов С.А. Новейшее горообразование в зоне сочленения структур Северо-Западного Кавказа и Керченско-Таманской области // Геотектоника. 2019. № 4. С. 78–96.

(10) Статья: Zelenin E.A., Kozhurin A.I., Ponomareva V.V., Portnyagin M.V. Tephrochronological dating of paleoearthquakes in active volcanic arcs: A case of the Eastern Volcanic Front on the Kamchatka Peninsula (northwest Pacific) // Journal of Quaternary Science. 2019 (preprint). DOI: 10.1002/jqs.3145

Перечень публикаций за год по результатам проекта

1. А.С. Тесаков, О.В. Гайдаленок, С.А. Соколов, П.Д. Фролов, В.Г. Трифонов, А.Н. Симакова, А.В. Латышев, В.В. Титов, В.Е. Щелинский (A. S. Tesakov, O. V. Gaidalenok, S. A. Sokolov, P. D. Frolov, V. G. Trifonov, A. N. Simakova, A. V. Latyshev, V. V. Titov and V. E. Shchelinskii) **Тектоника плейстоценовых отложений северо-восточной части Таманского полуострова, Южное Приазовье** Геотектоника (2019 г.) [WOS](#) [SCOPUS](#) [РИНЦ](#) [Q1](#)

2. Бачманов Д.М., Зеленин Е.А., Кожурин А.И., Трифонов В.Г. (Bachmanov D.M., Zelenin E.A., Kozhurin A.I., Trifonov V.G.) **Использование базы данных активных разломов Евразии при решении тектонических задач** Геодинамика и тектонофизика (2019 г.) [WOS](#) [SCOPUS](#) [РИНЦ](#)

3. Гайдаленок О.В., Шматков А.А., Шматкова А.А., Ольховский С.В. (Gaydalenok O.V., Shmatkov A.A., Smatkova A.A., Olkhovsky S.V.) **Результаты сейсмоакустического профилирования дна Таманского залива в районе античного города Фанагория** Геофизические процессы и биосфера (2019 г.) [WOS](#) [SCOPUS](#) [РИНЦ](#)

4. Зеленин Е.А., Кожурин А.И., Пономарева В.В., Портнягин М.В. (Zelenin E., Kozhurin A., Ponomareva V., Portnyagin M.) **Tephrochronological dating of paleoearthquakes in active volcanic arcs: A case of the Eastern Volcanic Front on the Kamchatka Peninsula (northwest Pacific)** Journal of Quaternary Science (2019 г.) [WOS](#) [SCOPUS](#) [РИНЦ](#) [Q1](#)

5. Трифонов В.Г., Тесаков А.С., Симакова А.Н., Бачманов Д.М. (Trifonov V.G., Tesakov A.S., Simakova A.N., Bachmanov D.M.) **Environmental and geodynamic settings of the earliest hominin migration to the Arabian-Caucasus region: A review** Quaternary International (2019 г.) [WOS](#) [SCOPUS](#) [РИНЦ](#) [Q1](#)

6. Трихунков Я.И., Бачманов Д.М., Гайдаленок О.В., Маринин А.В., Соколов С.А. (Trikhunkov Ya. I., Bachmanov D.M., Gaydalenok O.V., Marinin A.V., Sokolov S.A.) **Новейшее горообразование в зоне сочленения структур Северо-Западного Кавказа и Керченско-Таманской области** Геотектоника (2019 г.) [WOS](#) [SCOPUS](#) [РИНЦ](#) [Q1](#)

В 2019 году возникли исключительные права на результаты интеллектуальной деятельности (РИД), созданные при выполнении проекта:

Авторы РИД: Бачманов Дмитрий Михайлович (RU), Трифонов Владимир Георгиевич (RU), Кожурин Андрей Иванович (RU), Зеленин Егор Александрович (RU)

Вид РИД: База данных

Название РИД: База данных активных разломов Евразии

Дата заявки на регистрацию РИД / Реквизиты документа об охране прав: 12.07.2019 / Свидетельство о государственной регистрации № 2019621553

Перечень правообладателей: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Российской академии наук (ГИН РАН) (RU)

Информация о представлении достигнутых научных результатов на научных мероприятиях

51-е Тектоническое совещание «Проблемы тектоники континентов и океанов» (Москва, 30.01–02.02.2019). Устные доклады: Гайдаленок О.В., Соколов С.А., Измайлов Я.А., Фролов П.Д., Титов В.В., Латышев А.В., Тесаков А.С., Трифонов В.Г. «Новые данные о позднечетвертичном складкообразовании на Таманском полуострове, Краснодарский край»; Соколов С.А., Гайдаленок О.В., Тесаков А.С., Фролов П.Д., Трифонов В.Г. «Новые данные о тектоническом строении и стратиграфии нижнеплейстоценовых отложений азовского побережья Таманского полуострова» Трифонов В.Г., Соколов С.Ю. «Отражение тектонической зональности и сегментации центральной части Альпийско-Гималайского пояса в структуре верхней мантии»

Ленинские чтения МПГУ. Географический ф-т (Москва, 11.03.2019). Устный доклад: Трихунков Я.И. «Новый подход к классификации эндогенного рельефа»

XX Конгресс INQUA (Международная четвертичная ассоциация): The Quaternary of Europe: stratigraphical perspectives and tools for correlations (Дублин, Ирландия, 25–31.07.2019). Устные доклады: Sokolov S.A., Tesakov A.S., Frolov P.D. “Stratigraphy and neotectonic structure of Lower Pleistocene deposits in the NW Taman Peninsula (Azov Sea, Eastern Europe)”; Frolov P.D. Стендовые доклады: Trifonov V.G., Bachmanov D.M., Kozhurin A. I., Zelenin E.A. “New database of active faults of Eurasia”; Trikhunkov Ya., Kangarli T., Frolov P., Bachmanov D., Shalaeva E., Aliev F. “Estimation of the Eastern Caucasus (NE Azerbaijan) uplift based on the Neogene-Quaternary marine deposits study”.

XIV Международная научно-практическая конференция "Новые идеи в науках о Земле" (Российский Государственный Геологоразведочный Университет имени Серго Орджоникидзе МГРИ, 2019). Устный доклад: Гайдалёнок О.В., Соколов С.А., Измайлов Я.А., Фролов П.Д., Титов В.В., Латышев А.В., Тесаков А.С., Трифонов В.Г. «Новые данные о позднечетвертичных складчатых деформациях на Таманском полуострове»

Всероссийская научная конференция «Прикладные аспекты динамической геологии», посвященная 110-й годовщине со дня рождения Г.П. Горшкова (МГУ, Москва, 2019). Устный доклад: Гайдалёнок О.В., Соколов С.А., Фролов П.Д. «Позднекайнозойская складчатость Керченско-Таманской области»

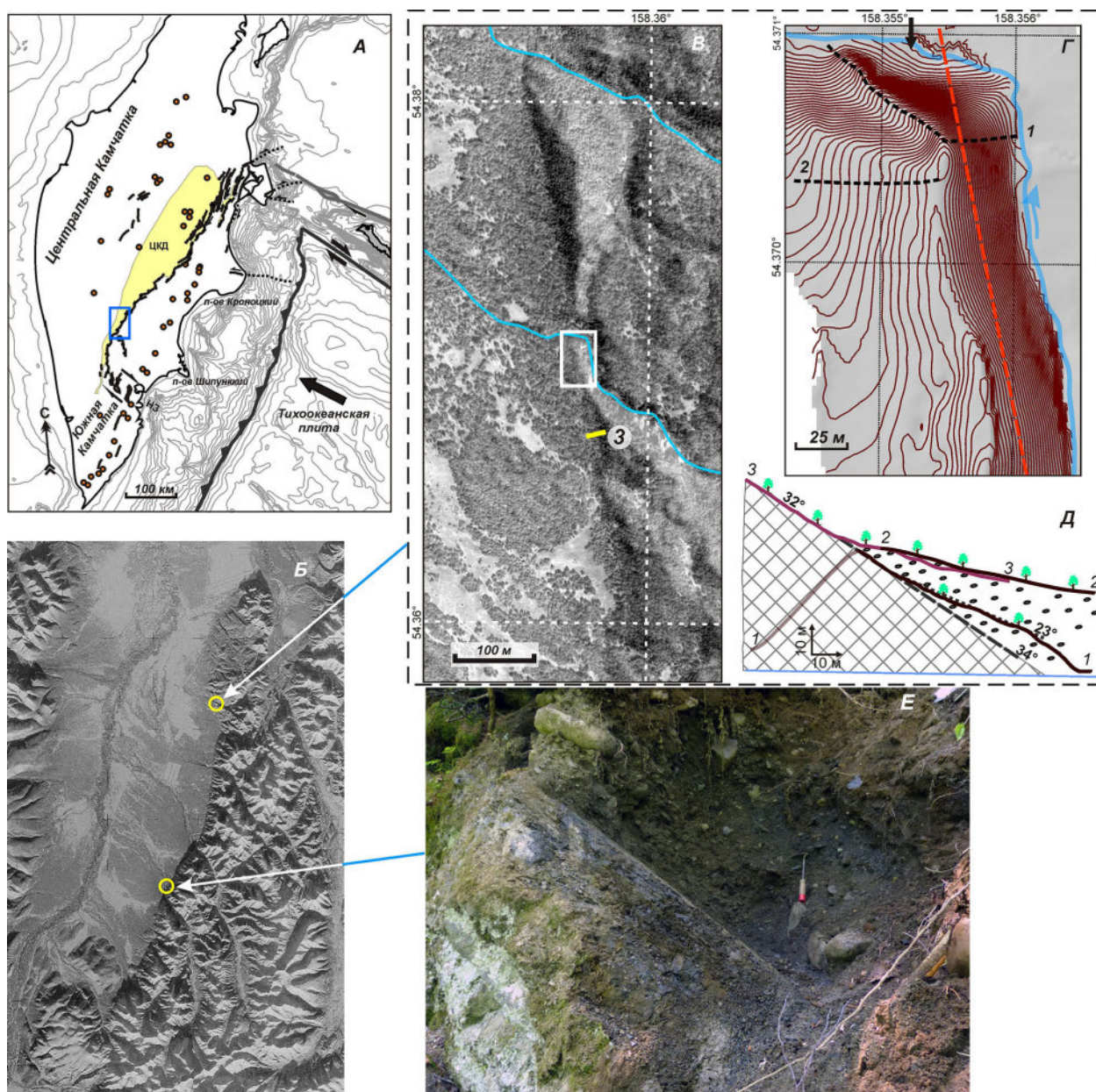


Рис. 1. Определение углов падения сбросовых разломов Центральной Камчатки.

А: основные элементы четвертичной (активной) структуры Камчатки. ЦКД – Центральная Камчатская депрессия, черные линии вдоль ее восточной границы – активные сбросы Восточно-Камчатской зоны разломов, черные кружки с оранжевой заливкой – основные позднеплейстоцен-голоценовые вулканические сооружения. Батиметрия – по Селиверстов, 2009.

Б: фрагмент космического снимка Нехагон (США) – южная часть ЦКД и поднятие Ганальского хребта к востоку от нее, желтые кружки – места детальных работ и наблюдений на линии разлома.

В: фрагмент аэрофотоснимка на район северной точки, 3 – линия профиля № 3 на *Д*.

Г: рельеф района наблюдений по данным тахеометрической съемки и положение профилей №№ 1 и 2 на *Д*. Красный пунктир – линия разрыва.

Продолжение подписи к рис. 1:

Д: Итоговая схема положения поверхности коренных образований (разломной плоскости) под рыхлыми отложениями заполнения ЦКД и ее соотношения с фасетой. Вид на юг. 28° – видимое падение поверхности коренных образований в стенке обнажения, 34° – истинный угол падения поверхности коренных образований (разломной плоскости) после коррекции видимого наклона на неперпендикулярность обнажения простиранию разрыва, 32° – угол склона фасеты (получен нивелированием).

Е: разломная плоскость в основании фасеты, перекрытая рыхлыми склоновыми отложениями. Вид на юг. Угол падения плоскости - $\sim 40^\circ$ в сторону ЦКД.

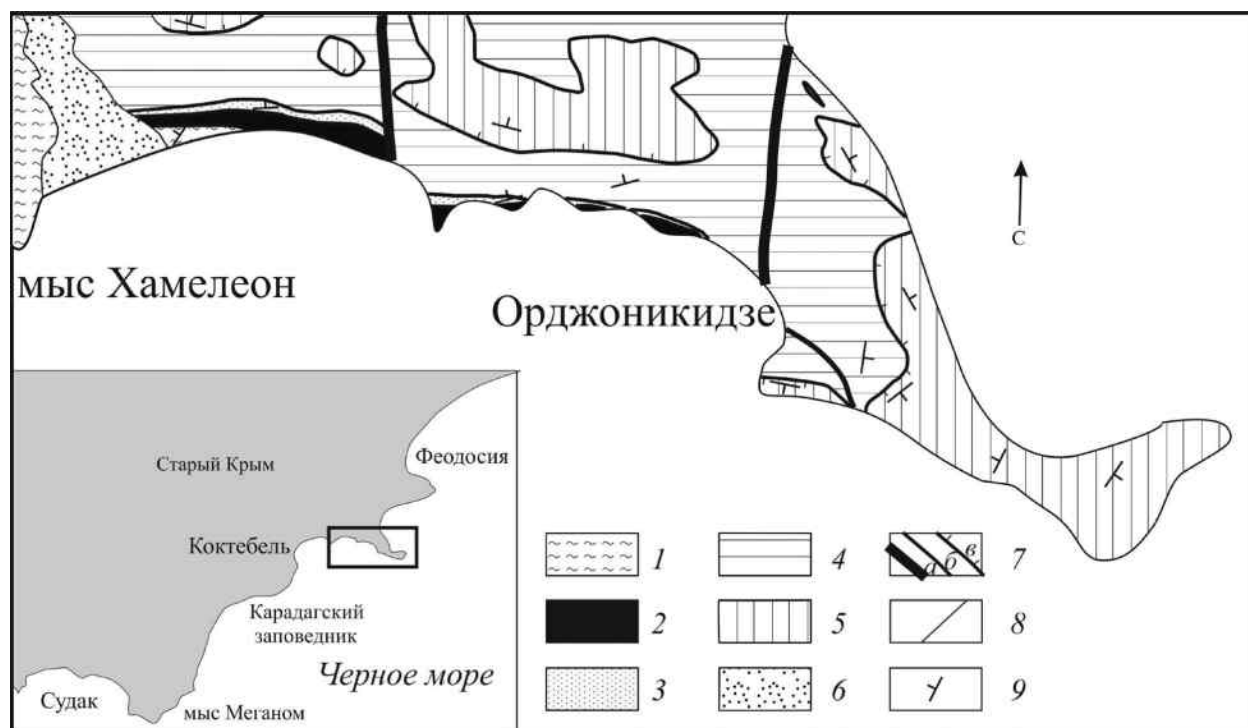


Рис. 2. Геологическая карта района п. Орджоникидзе.

1 – глинисто-алевритовые сланцы (верхний триас); 2 – туфогенные песчаники (верхи триаса? – нижняя юра); 3 – тонкослоистые песчаники с рыжими прослоями (нижняя юра); 4 – глинистые сланцы, аргиллиты и алевролиты (средняя юра); 5 – конгломерато-песчаная толща (верхняя юра); 6 – четвертичные образования; 7 – а: зоны разрывных нарушений; б: тектонические контакты неустановленной кинематики; в: надвиги; 8 – геологические границы; 9 – азимуты падения.



Рис.3. Зеркала скольжения в подошве верхнеюрской песчано-конгломератовой толщи; Крым, пос. Орджоникидзе; фото С.А. Соколова

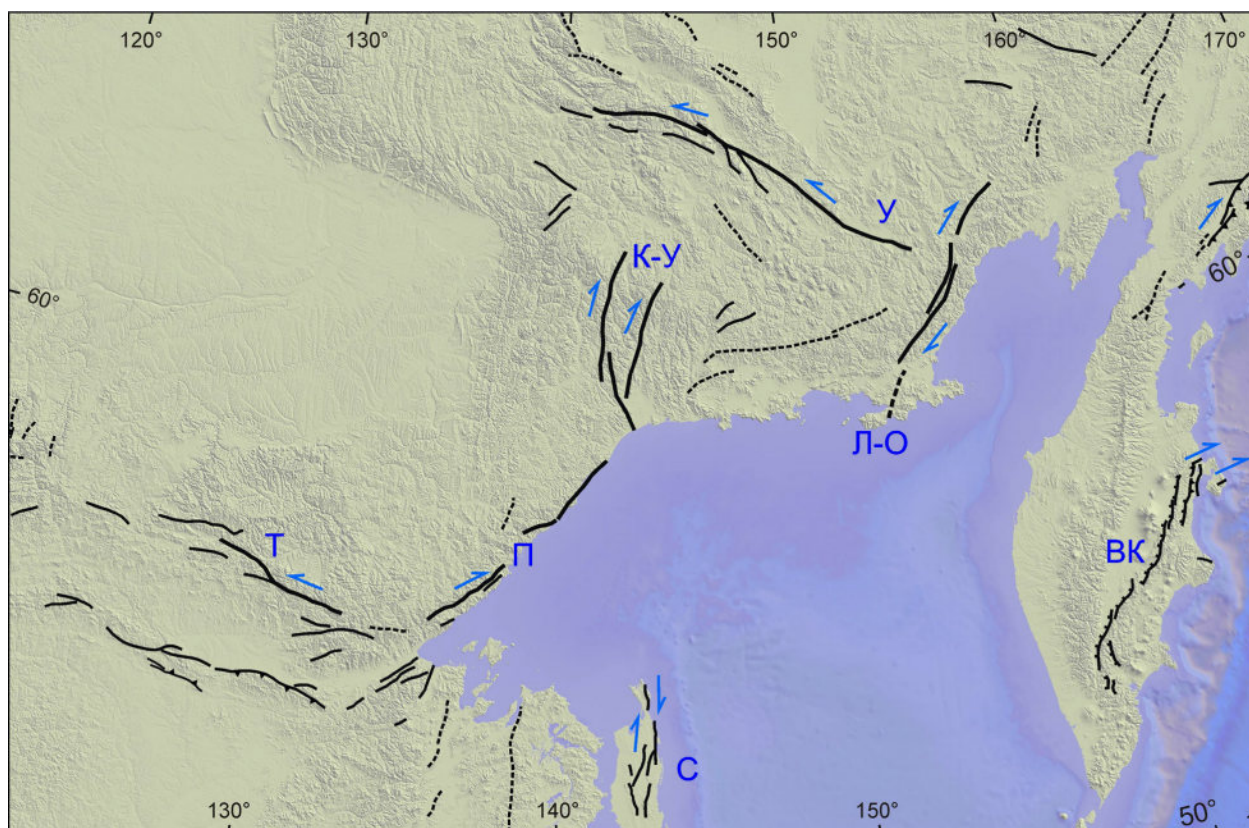


Рис. 4. Активные разломные структуры востока Азии (генерализовано).

Буквенные обозначения – основные региональные разломы и разломные зоны: ВК – Восточно-Камчатская, Л-О – Ланково-Омолонская, У – Улахан, К-У – Кетанда – Ульбейская, П – Прибрежная, С – Сахалинская, Т – Токинская (Атуней-Нуям-Майская). Синие односторонние стрелки – направления движения по сдвигам.

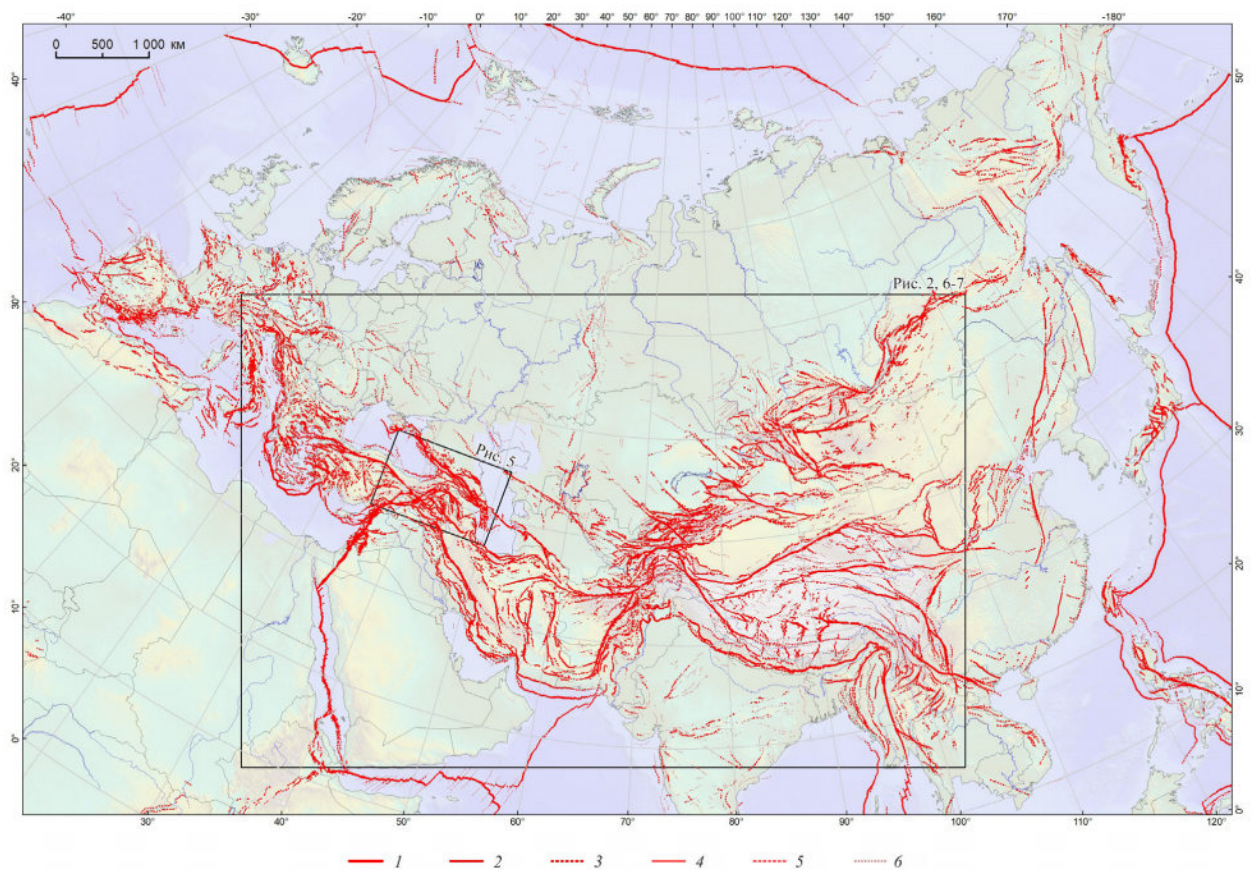


Рис. 5. Разломы, представленные в Базе данных об активных разломах Евразии. Показаны контуры рис. 7–9.

1–6 – активные разломы со скоростями движений разного ранга и разной достоверностью активности: 1 – ранг 1 и достоверность А и В, 2 – ранг 2 и достоверность А и В, 3 – ранг 2 и достоверность С, 4 – ранг 3 и достоверность А и В, 5 – ранг 3 и достоверность С, 6 – ранг 3 и достоверность D.



Рис. 6. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2019621553 «База данных активных разломов Евразии»

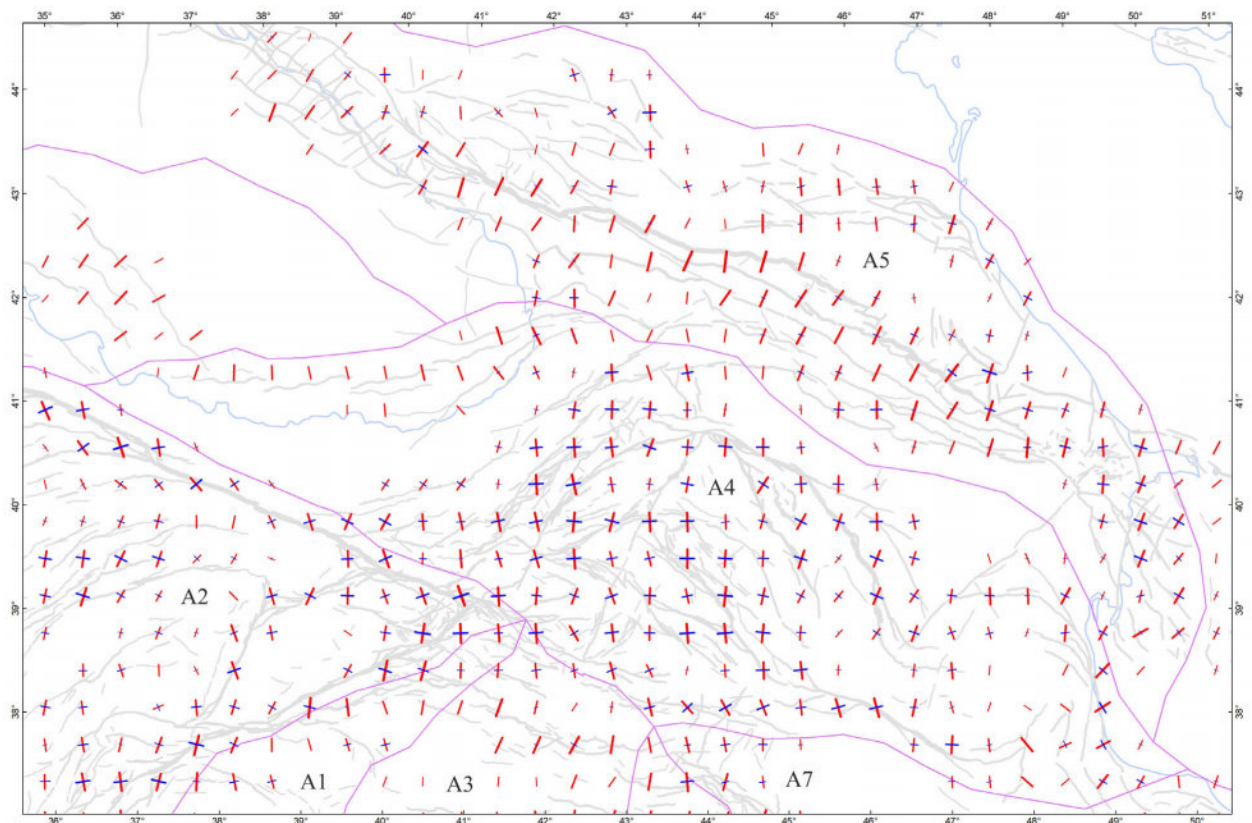


Рис. 7. Ориентация осей сокращения (красные штрихи) и удлинения (синие штрихи) земной коры Кавказского региона. Величина штрихов пропорциональна логарифму величины сокращения-удлинения. Фиолетовыми линиями показаны границы тектонических областей, для которых рассчитаны розы-диаграммы ориентации разломов.

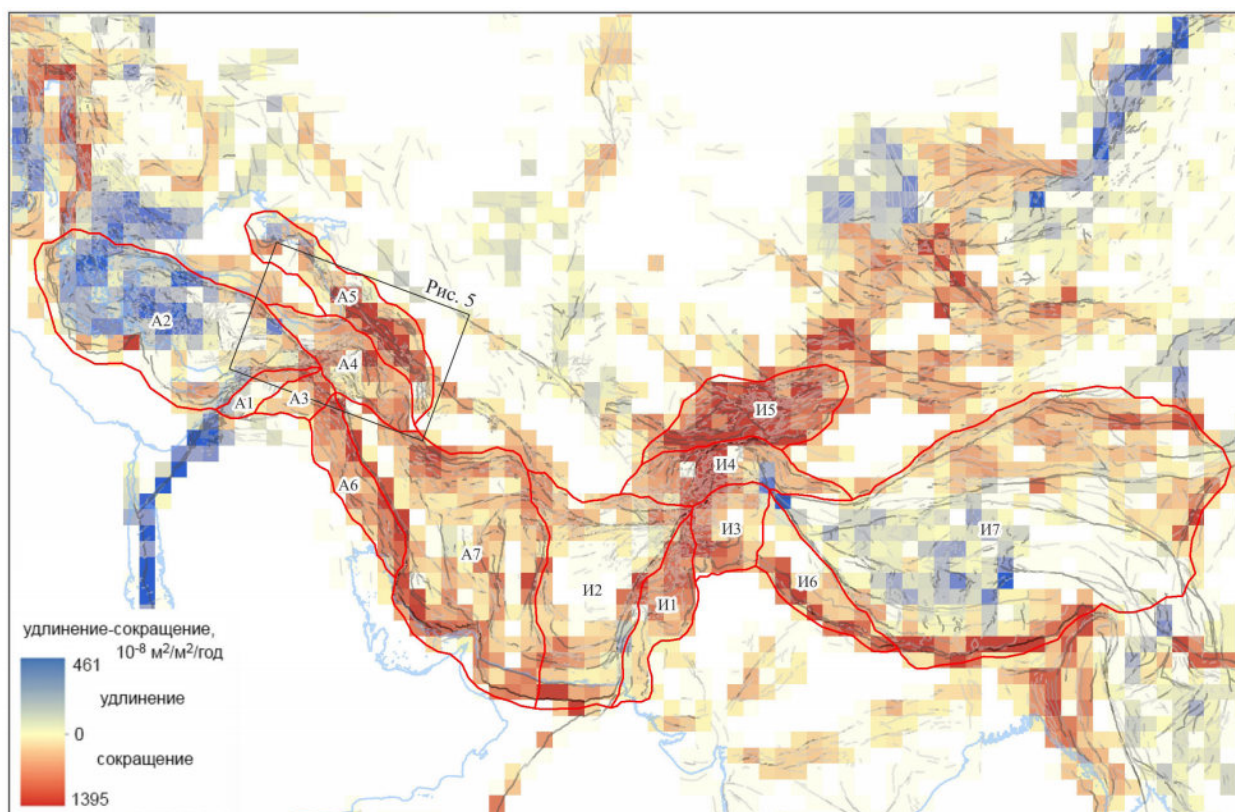


Рис. 8. Величины деформаций сокращения-удлинения центральной части Альпийско-Гималайского подвижного пояса, 10^{-8} год^{-1} . Поле деформаций рассчитано скользящим окном размером 100 км. Преобладающее сокращение показано желто-красными тонами, преобладающее удлинение – синими. Красными линиями показаны границы тектонических областей

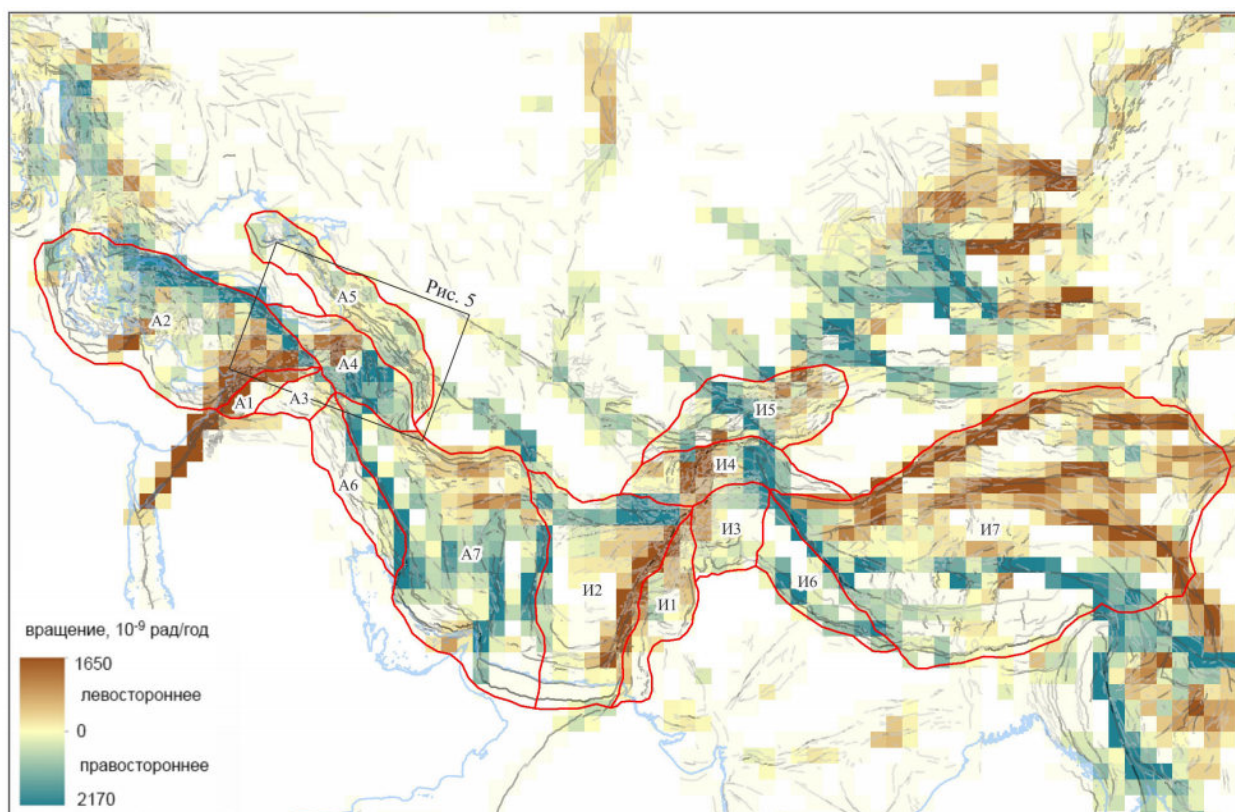


Рис. 9. Величины деформаций сдвига Альпийско-Гималайского подвижного пояса, 10^{-9} рад/год. Поле деформаций рассчитано скользящим окном размером 100 км. Преобладание правых сдвигов показано коричневыми тонами, левых сдвигов – зелеными. Красными линиями показаны границы тектонических областей.

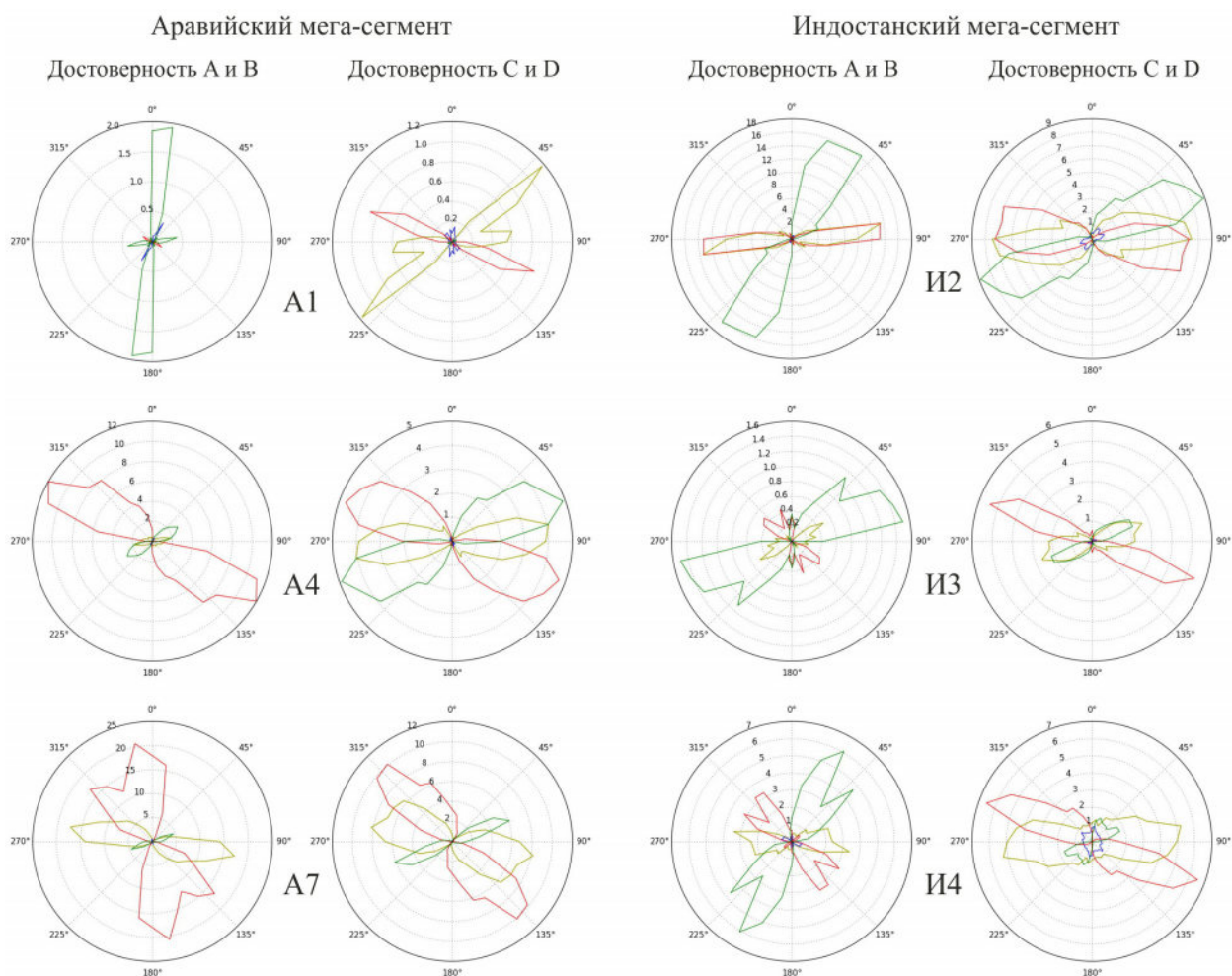


Рис. 10. Сравнение роз-диаграмм для разломов с разной достоверностью для центральной части Альпийско-Гималайского подвижного пояса. Слева в каждой паре – диаграмма для разломов категорий достоверности А и В (с достоверными признаками позднечетвертичных движений), справа – для разломов категорий С и D (предположительно активные с достоверными плиоцен-четвертичными подвижками). Кинематические типы разломов обозначены теми же цветами, что на рис. 2.

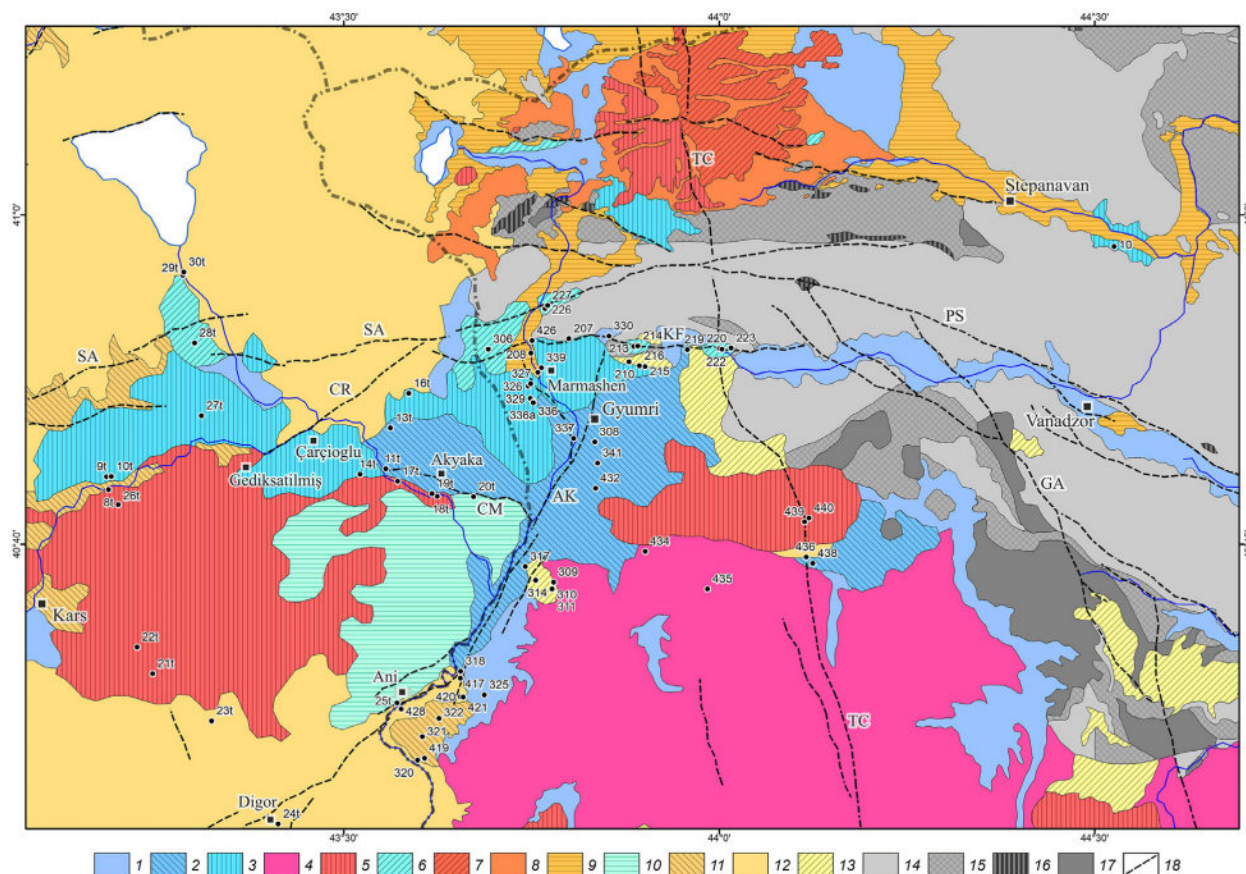


Рис. 11. Геологическая карта Ширакской впадины и сопредельных территорий с указанием пунктов наблюдений, по (Наливкин, 1976; Geological Map of Turkey, Kars, 2002; Shalaeva et al., 2019) с дополнениями.

1 – отложения от верхов среднего плейстоцена до голоцена; 2 – арапийская свита (низы среднего плейстоцена); 3 – анийская свита Ширакской и Сусузской впадин (калабрий) и куртанская свита Лорийской и Верхнеахурянской впадин (калабрий и низы среднего плейстоцена); 4 – вулканические породы Арагацкого вулканического центра; 5 – вулканиды нижнего и низов среднего плейстоцена, включая породы вулканов Мец-Шараилер (1.0–0.4 млн лет), Араилер и Артени (~1.35–1.0 млн лет) и V свиту трахиандезитов Джавахетского хребта (~1.7 млн лет); 6 – карахачская свита (1.9–1.7 млн лет); 7 – IV свита дацитов Джавахетского нагорья (~1.8–2.0 млн лет); 8 – III свита трахиандезитов Джавахетского нагорья (~1.8–2.0 млн лет); 9 – II свита основных лав Джавахетского нагорья (~2.0–2.5 млн лет); 10 – верхнеплиоценовые отложения; 11 – плиоценовые кислые туфы; 12 – лавы плиоцена и верхов мессиния от основных до кислых, которые могут включать нижнеплиоценовые лавы на нагорьях Акбаба и Кисир; 13 – вулканиды верхнего (?) миоцена; 14 – палеоген (главным образом, эоцен); 15 – мел и юра; 16 – мезозойские офиолиты и ультрабазиты; 17 – палеозой и докембрий; 18 – разломы и флексурно-разломные зоны. АК – Ахурянский разлом, CM – флексурно-разломная зона Джамушлу, CR – флексурно-разломная зона Джарджиоглу, GA – Гарнийский разлом, KF – Капская флексурно-разломная зона, PS – Памбак-Севан-Сюникская зона разломов, SA – Сарыкамышская зона разломов, TC – Транс-Кавказская флексурно-разломная зона.