

Лаборатория неотектоники и современной геодинамики

Полный отчет по работам лаборатории в 2009 г.

Тема: Стадии новейшего структурообразования и современная геодинамика центральной части Альпийско-Гималайского коллизионного пояса. № 0120.0 804908

Научный руководитель: дгмн В.Г.Трифонов

Этап: Неотектоническое развитие Центральной Азии

Основное содержание работ по этапу: Изучение строения и истории формирования новейшей молассы Центрального Тянь-Шаня. Изучение неотектоники горного обрамления Чуйской и Курайской впадин Горного Алтая

Работы 2009 г. в *Центральном Тянь-Шане* были сосредоточены в районе Иссык-Кульской впадины. В работах приняли участие Д.М. Бачманов, Ф.А. Вишняков и В.Р. Демидова. В процессе подготовительных работ на базе программной системы ArcGIS 9.2 был создан ГИС-проект, в рамках которого были интегрированы: (1) цифровые модели рельефа с пространственным разрешением до 3" по широте и долготе (~80–100 м на местности); (2) топографические карты различных масштабов, включая батиметрию оз. Иссык-Куль; (3) набор цветных космоснимков с разрешением до 15–20 м, позволяющих оценивать степень и характер четвертичной активности разрывных нарушений, а также уточнять географическую привязку и конфигурацию топографических и геологических объектов; (4) геологические карты различных масштабов; (5) неотектоническая карта масштаба 1:500000, причём в качестве отдельного слоя выделены разломы, нарушающие молодые отложения и формы рельефа.

В процессе полевых работ была проведена оценка основных седиментологических параметров юрских, палеоген-неогеновых и нижнечетвертичных отложений в пределах Иссык-Кульской впадины и ее бортов в 160 пунктах наблюдений. Отмечались такие характеристики отложений как степень их красноцветности (в том числе специфический оттенок цвета), преобладающий диапазон размерности обломков, а также их максимальный размер, достигаемый в данной толще, степень окатанности обломков, доля супесчано-глинистого матрикса, преимущественный состав обломков (главные типы пород, представленных в обломках) и степень его однородности (возможно отражающую дальность переноса материала), характер слоистости и чередования различных пачек, присутствие эвапоритов и карбонатов (жил или кристаллов гипса, карбонатных стяжений, мергелистых прослоев, пятен выпаривания солей). Видимая мощность характеризуемых отложений в обнажениях составляла 2–30 м.

На этапе обработки полевых материалов данные о кайнозойских отложениях были сведены в единую таблицу. Далее было проведено форматирование данных, то есть переход к присвоению каждому параметру определенного числового или индексного значения. Попытка такой формализации исходных данных была предпринята с целью возможности представления и последующего анализа пространственного распределения значений выбранных параметров отложений разных возрастных диапазонов средствами геоинформационной системы. Помимо возраста толщи, были формализованы три параметра, в наибольшей степени отражающие климатические и геодинамические условия формирования отложений: красноцветность, размерность и окатанность. Эти параметры толщ представлены в базе данных следующим образом.

Возраст отложений (содержание поля AGE базы данных): J2 – юрские отложения; E2 – коктурпакская (солутерекская или чонкурчакская) свита; N11 – нижнекиргизская (нижнешамсинская или нижнеджетыгузская) свита; N12 – киргизская (шамсинская или джетыгузская) свита нерасчлененная; N13 – верхнекиргизская (среднешамсинская или верхнеджетыгузская) свита; N21 – нижнеиссыккульская (согутинская) свита; N22 – иссыккульская свита нерасчлененная; N23 – верхнеиссыккульская (джуукинская или чуйская)

свита; Q1 – шарпылдакская свита; Q2 – четвертичные отложения разные.

Степень красноцветности (содержание поля COL базы данных): от 0 – пестроцветные отложения (чередование красноватых и сероцветных либо зеленоватых пачек); до 9 – ярко красноцветные отложения (наличие оранжевого, малинового или вишневого оттенков).

Предел средней размерности (содержание поля VAL базы данных): от 0 – размерность обломков до гравийной (до 0.3-0.5 см), в большинстве случаев это супесчано-глинистые мусорные отложения с включением гравийного материала; до 10 и более – размерность до валунной (в см.), размер обломков иногда достигает 1.5 м, но предел средней размерности ограничивается 20-30 см. Количество супесчано-глинистого матрикса во всех случаях может быть значительной. В дальнейшем доля матрикса будет включена в базу данных как дополнительный критерий оценки отложений.

Степень окатанности обломков (содержание поля RND базы данных): 0 – отсутствие обломков (отложения глинистые до гравийных); 1 – отсутствие окатанности; 2 – плохая окатанность; 3 – окатанность плохая до средней; 4 – окатанность средняя до плохой; 5 – средняя окатанность; 6 – окатанность средняя до хорошей; 7 – окатанность хорошая до средней; 8 – окатанность хорошая. Степень окатанности выше «хорошей до средней» в миоцен-плиоценовых отложениях региона практически не встречается.

Наборы точек наблюдения, сгруппированные по возрастным диапазонам, и снабженные индексами параметров изучаемых толщ представлены в виде серии карт. На основе такого типа материала предполагается выявить тенденции распределения характеристик разновозрастных кайнозойских отложений в разных сегментах Иссык-Кульской впадины с целью уточнения особенностей ее неотектонического развития.

Результаты обобщения данных о строении новейшей молассы Центрального Тянь-Шаня представлены в виде статьи Д.М. Бачманова и др. «Неотектоническое развитие Центрального Тянь-Шаня по данным о строении новейших впадин», сданной в печать.

По материалам ранее выполненных работ в *Горном Алтае* Н.Н. Говорова подготовила статью «Особенности локальных проявлений горообразования на примере Чаган-Узунского блока (Горный Алтай)». В статье на примере Чаган-Узунского (Ч-У) блока (Сукорского выступа), находящегося в Чуйско-Курайской зоне Горного Алтая, рассматривается тектоническое развитие территории на неоген-четвертичном этапе. Ч-У блок разделяет крупные межгорные впадины: Чуйскую и Курайскую. Построены неотектоническая схема соотношений поверхностей выравнивания, склонов и впадин, а также семь геоморфологических профилей с использованием цифрового рельефа SRTM и геологической карты масштаба 1:200000. Анализ литературных, картографических данных и новых построений показал, что Чаган-Узунский блок - обособленный тектонический элемент. Он со всех сторон ограничен разрывными нарушениями взбросового типа, имеющими различный генезис. Структурные особенности территории связаны с общим сжатием в субмеридиональном направлении, правсдвиговыми смещениями по Курайскому разлому и с влиянием Чарышско-Теректинской зоны.

Этап: Возраст и механизмы новейшего горообразования

Основное содержание работ по этапу: Сопоставление новейшего горообразования в разных регионах

Обобщены данные об истории и геодинамических условиях новейшего горообразования и связанных в нем процессов в Альпийско-Гималайском поясе.

Возраст горообразования. К концу эоцена территория будущего орогенического пояса представляла собой слабо консолидированное сочетание микроплит с сутурами, аккреционными клиньями и другими разновозрастными проявлениями коллизии Евразии и плит гондванского ряда. На западе они в значительной мере были перекрыты мелководными морями. На таком гетерогенном фоне выделялись впадины с утонённой (субокеанической)

корой – реликты Неотетиса и задуговых бассейнов на его северной активной окраине. В олигоцене и миоцене произошло закрытие указанных впадин и неравномерное деформационное утолщение земной коры, в которое были вовлечены края плит, обрамлявших пояс. Выделяются три стадии этого процесса, в течение которых гондванские плиты двигались в северных румбах, но с отклонениями: в первую стадию (олигоцен–ранний миоцен) на ССЗ; во вторую стадию (конец раннего миоцена – средний миоцен) на СВ и в третью стадию (поздний миоцен) вновь на ССЗ или субмеридионально. В соответствии с этим изменялось направление сжатия пояса и происходило поперечное укорочение его зон и закрытие остаточных бассейнов разных простираний.

В результате деформаций трёх указанных стадий возникали выраженные в рельефе поднятия. Судя по тонкообломочности сносимого с них материала и реконструкциям ярусности рельефа, они за редкими исключениями были не выше среднегорных. Расчёты высоты изостатических поднятий из-за утолщения коры в результате поперечного укорочения, сделанные Е.В. Артюшковым для Центрального Тянь-Шаня, оказались соизмеримыми с геолого-геоморфологическими данными. Иначе говоря, сжатие коры на этих стадиях было единственным фактором формирования рельефа. Для Большого Кавказа и Восточных Карпат расчёты указали на возможность большего изостатического поднятия, которого реально не произошло. В Восточных Карпатах, как показал Е.В.Артюшков, это было связано с уплотнением низов коры, компенсировавшим эффект её утолщения. То же, по мнению Ф.Л.Яковлева, могло иметь место на Большом Кавказе.

Деформации коровых масс, сопровождавшиеся интенсивным метаморфизмом и коровым магматизмом, привели к консолидации земной коры пояса, подготовив четвертую стадию его развития (плиоцен–квартер). Консолидация выразилось в том, что продолжавшееся в плиоцен–квартере субмеридиональное укорочение пояса осуществлялось преимущественно сдвиговыми перемещениями блоков, прекратилось формирование крупных гранитных массивов, а вулканизм локализовался в ограниченных зонах, нередко связанных со сдвигами. Главная особенность четвёртой стадии – интенсивное поднятие в последние 5–2 млн. лет, проявившееся в большинстве горных систем пояса. Усиление горообразования не везде сопровождалось усилением сжатия, а там, где сопровождалось, как на Центральном Тянь-Шане, Памире и Гималаях, обеспечило лишь 10–50% поднятия территории.

Природа горообразования. Под Центральным Тянь-Шанем гравиметрическими и сейсмологическими исследованиями М.Е. Артемьева, М.К. Кабана, Ф.Н. Юдахина, Л.П. Винника и др. выявлено разуплотнение верхов мантии на ≥ 1 г/см³, причём под горными хребтами разуплотнённая мантия подходит почти вплотную к современной поверхности Мохоровичича. По расчётам Е.В. Артюшкова, это могло обеспечить не менее 1,1 км и до 1,5–2 км подъёма земной поверхности. Вместе с тем, современная мощность земной коры региона варьирует от 40–52 км под впадинами до 52–64 км под хребтами, что превышает расчётное утолщение коры из-за неотектонического сжатия (до ~47–49 км). Превышение могло быть обусловлено приращением коры за счёт палеоокеанских метабазитов, близких по плотности к мантии, которые в плиоцен–квартере испытали ретроградный метаморфизм и, разуплотнившись, обеспечили дополнительное изостатическое поднятие поверхности. Разуплотнение верхов мантии или понижение скоростей сейсмических волн, интерпретируемое как проявление такого разуплотнения, зафиксированы под Памир-Гиндукуш-Каракорумом, значительной частью Тибета, Малым Кавказом, Карпатами и Альпами. Утолщение коры за счёт разуплотнения метабазитов, широко развитых в орогеническом поясе, также представляется распространённым явлением.

Размягчение литосферы, обусловившее интенсивные деформации и смещения на ранних стадиях развития пояса, а также образование внутрилитосферных, в том числе внутрикоровых магматических очагов, проявившихся вулканизмом, а на востоке пояса обширным гранитообразованием, обусловлено, по Е.В.Артюшкову и Ф.А.Летникову, термо-флюидным воздействием астеносферы на литосферу. Деформации и смещения концентрировались на

границах тектонических зон и субгоризонтальных поверхностях наибольшего градиента физических свойств, что привело к тектоническому расслоению литосферы и крупномасштабным латеральным перемещениям. К плиоцен–квартеру эти процессы консолидировали ранее гетерогенную кору, и под её слабопроницаемой покрывкой началось частичное замещение деструктурированной и отслоенной литосферной мантии менее плотной и более горячей астеносферой. Она воздействовала и на объёмы метабазитов, плотность которых была ниже «астенизированной» мантии, вызвав их ретроградный метаморфизм (типа серпентинизации ультрабазитов и амфиболитизации гранулитов), разуплотнение и дополнительное поднятие поверхности. Таким образом, важнейшими факторами интенсивных поднятий в плиоцен–квартере были термо-флюидная эрозия литосферной мантии астеносферой и её воздействие на подкорковые высокобарические метабазиты, приведшее к их разуплотнению.

Мантийные землетрясения. С плиоцен–четвертичными процессами в верхах мантии связаны и мантийные землетрясения вне областей современной субдукции. Они есть в Загросе, Среднем Каспии и Эгейском регионе, но наиболее полно представлены в мегаочаге Вранча и Памиро-Гиндукушской сейсмофокальной зоне, где 90% землетрясений приходится на Гиндукушский мегаочаг. Оба мегаочага образуют вертикально вытянутые объёмы мантии глубиной до 170 км (Вранча) и 270–300 км (Гиндукуш). В обеих областях присутствуют реликты палеоокеанской коры, которые были тектонически перекрыты верхнекоровыми массами (Юго-Западного и отчасти Северного Памира в Гиндукуше и Внешней зоны Карпат во Вранча) и могли уплотниться, испытав высокобарический метаморфизм. Плиоцен-четвертичная «астенизация» верхов мантии вызвала погружение этих плотных слэбов. Их деформация, связанная с фазовыми переходами, привела к образованию ослабленных зон, подвижки по которым проявляются землетрясениями.

Новейший вулканизм Аравийско-Кавказского сегмента орогенического пояса. Новые данные об олигоцен-четвертичных базальтах южного фланга пояса в Сирии и соседних областях показывают, что этот вулканизм, очаги которого по петрохимическим данным находились в верхней мантии, а проявления связаны с тектонической эволюцией региона, охватил широкую субмеридиональную полосу на западе Аравийской плиты и развивался унаследованно длительное время (до 25 млн. лет на нагорье Джебель-Араб) без какого-либо направленного смещения. Поскольку за новейший этап Аравийская плита сместилась к северу более, чем на 100 км, это означает, что очаги располагались в низах литосферы. Вместе с тем, длительность их функционирования указывает на «подпитку» очагов энергией и веществом астеносферы. А.В.Ершов и А.М.Никишин рассматривают её как астеносферный поток от Эфиопско-Афарского суперплюма. Поток эродировал и деформировал подошву литосферы, создавая в ней участки декомпрессии, а севернее, в пределах орогенического пояса, инициировал образование очагов вблизи границы коры и мантии. Дискретное течение потока фиксируется распространением вулканизма, который начался в Эфиопии в эоцене, на северном крыле Красноморского рифта в олигоцене, в центре и на севере Аравийской плиты в позднем олигоцене – раннем миоцене, во внутренних зонах пояса в миоцене и на Большом Кавказе в позднем миоцене.

Астеносферные потоки. Таким образом, в Альпийско-Гималайском орогеническом поясе выявляется ряд геодинамических процессов, обусловленных сочетанием плэйт-тектоники с воздействием потоков активной астеносферы на литосферу. Активность астеносферы пояса обусловлена, по нашему мнению, тем, что она представляет собой энергонасыщенную астеносферу Неотетиса, течение которой в северных румбах приводило к закрытию остаточных впадин и сближению гондванских плит с Евразией. Коллизия замедлила сближение, но океанская астеносфера продолжала прежнее движение и достигла северных границ пояса. Именно эта активная астеносфера сначала оказывала флюидно-термическое воздействие на слабо консолидированную литосферу, способствуя её деформации, а после консолидации земной коры стала частично замещать литосферную мантию, усилив горообразование. В миоцене её дополнил астеносферный поток от Эфиопско-Афарского суперплюма.

При интенсивном плиоцен-четвертичном поднятии Большого Кавказа и южных зон Западного Тянь-Шаня разуплотнение верхов мантии под ними не установлено, а сжатие, производимое дугами Малого Кавказа и Памира не могло вызвать поднятие удалённых от дуг частей этих горных сооружений. Большой Кавказ дольше других зон пояса был ограничен с юга прогибами с утонённой корой. Субдукция, приведшая к их закрытию, задержала проникновение под Кавказ потока активной астеносферы до среднего миоцена. Поэтому преобразования литосферной мантии не дошли здесь до стадии её замещения астеносферным веществом, но под консолидированной корой Скифской плиты, слагающей Кавказ, оказались достаточными, чтобы вызвать разуплотнение подкоровых метабазитов, приведшее к поднятию поверхности. Для Западного Тянь-Шаня такой экран могла создавать субдукция на восточном продолжении Афгано-Таджикской депрессии.

С астеносферным течением, вероятно, связаны и особенности движения Анатолии. Считают, что оно обусловлено северным дрейфом Аравийской плиты. Но, по данным GPS измерений, скорость дрейфа Аравии относительно Евразии не превышает 15–18 мм/год, а западного дрейфа Анатолии достигает 25 мм/год. Такие соотношения существовали с плиоцена. Противоречие снимается, если допустить, что дрейф Анатолии определяется астеносферным потоком, который движется быстрее Аравийской плиты и создаёт в тылу Анатолии область декомпрессии, выраженную вулканизмом Армянского нагорья.

Интенсивные плиоцен-четвертичные поднятия, приведшие к современному горному рельефу, характерны и для других орогенических поясов. Они отмечены в Андах и на западе Северной Америки. Е.В. Артюшков писал об аналогичных явлениях в Верхоянском хребте и горной системе Черского, а также о поднятии до ~1 км ряда платформенных областей (Анабарский щит, юг Африки). Во многих областях интенсивных поднятий выявлены подъём кровли астеносферы или разуплотнение верхов мантии. Эти процессы также могут быть связаны с закрытием Тетиса. Во все стадии развития на его северном (в современных координатах) фланге существовали зоны субдукции, компенсировавшие спрединг. Индийский океан, который в определённом смысле взял на себя роль Тетиса, лишён таких зон на всём протяжении от Кипра до Андаманской дуги. Это изменило кинематику астеносферных потоков и глобальный баланс плит, что и проявилось в конечном счёте в горообразовании.

По указанным результатам В.Г. Трифонова и др. подготовили статью «Горообразование в кайнозойской геодинамической эволюции Альпийско-Гималайского пояса».

Этап: Неотектоника и современная геодинамика Сирии

Основное содержание работ по этапу: Изучение кайнозойского вулканизма и активной тектоники Сирии

В работах 2009 г. в Сирии, помимо сотрудников ГИН РАН Д.М. Бачманова и В.Г. Трифонова и сирийских специалистов, принимали участие д.г.-м.н. В.С. Имаев (ИЗК СО РАН) и Т.П. Иванова (ИДГ РАН). Наиболее интересный результат полевых работ – обоснование четвертичных движений по Евфратскому разлому, проходящему вдоль русла одноименной реки в направлении ЗСЗ–ЮВЮ и прослеженному на участке реки между г.г. Ар-Ракка и Дейр эз-Зор. Четвертичное вертикальное смещение на ~20 м (подъём юго-западного крыла) выражен разной высотой II речной террасы (до 40 м на ЮЗ берегу и ~20 м на СВ берегу), причём цоколь террасы сложен тортонскими отложениями на ЮЗ берегу и мессинскими и нижнеплиоценовыми на СВ берегу, что указывает на более ранние подвижки. Смещение II террасы началось после того, как её аллювий был перекрыт базальтами с К-Аг датой 0,7–0,8 млн. лет. I терраса, перекрытая базальтами с Аг-Аг возрастом ~0,4 млн. лет, имеет одинаковую высоту 10–12 м на обоих берегах реки. Следовательно, 20-метровое смещение произошло между 0,7 и 0,4 млн. лет назад. Установлены также взбросо-сдвиговые смещения на северо-западе Пальмирид и на северном крыле антиклинали Абдель-Азиз. Определены амплитуды правосдвиговых (с небольшой вертикальной компонентой) четвертичных смещений по субширотному разлому Олаб в

Сирийской пустыне. Составлен каталог исторических землетрясений Сирии, причём параметры некоторых сильнейших землетрясений скорректированы полученными данными по активной тектонике и археосейсмичности.

Обобщены ранее полученные и новые данные по неотектонике Сирии. Выделены четыре стадии неотектонической эволюции региона: олигоцен–ранний миоцен, средний миоцен, поздний миоцен и ранний плиоцен, средний плиоцен–квартер. В первую и третью стадии Аравийская плита двигалась на ССЗ, вызывая складчато-надвиговые деформации на северо-западном и северном флангах плиты, а в третью стадию – в Пальмирах. В отличие от них, вторая стадия характеризовалась северо-восточным дрейфом плиты, приведшим к интенсивным перемещениям по Главному надвигу Загроста, закрытию реликтов Неотетиса на северо-восточном фланге плиты и заложению Месопотамского передового прогиба. Перед фронтом надвига начались складчато-надвиговые деформации, постепенно проградировавшие внутрь передового прогиба и продолжающиеся до сих пор. В благоприятных геодинамических условиях первой и третьей стадий вдоль западного края плиты происходил базальтовый вулканизм. Сирийско-Ливанское продолжение Трансформы Мёртвого моря проходило в первые три стадии вдоль континентального склона. Однако геодинамические преобразования, подготовленные в третью стадию, привели к плиоценовой перестройке и возникновению современного структурного рисунка Трансформы – сегментов Яммуне и Эль-Габ, сомкнувшихся на севере с новообразованной Восточно-Анатолийской зоной разломов. Плиоценовые новообразования сохраняют активность поныне, будучи главными сейсмогенерирующими зонами региона. Полученные данные использованы для составления Карты современной геодинамики и предварительной Карты оценки сейсмической опасности Сирии. Обе карты имеют масштаб 1:1000000 и составлены для Сирии впервые.

По результатам работ В.Г. Трифонова и др. подготовили и сдали в печать статью «New data on the Late Cenozoic basaltic volcanism in Syria, applied to its origin».

Этап: Воздействие современных геодинамических процессов на жизнь и развитие общества

Основное содержание работ по этапу: Систематизация проявлений археосейсмичности и изучение воздействий геодинамических и климатических событий голоцена на развитие общества

На примере Сирии разработана и реализована технологическая схема оценки сейсмической опасности (сейсмического районирования страны в масштабе 1:1000000) по комплексу сейсмологических и геологических данных. Оценка сейсмической опасности складывается из последовательного решения двух задач: выделения и параметризации сейсмогенерирующих зон (зон ВОЗ) и оценки воздействий на территорию страны максимальных возможных землетрясений в этих зонах. Выделение зон ВОЗ производится по комплексу сейсмологических данных и данных об активной тектонике (прежде всего, об активных разломах). Сейсмологические данные состоят из каталогов инструментальных и исторических землетрясений и сведений об архео- и палеосейсмичности. Выделение и параметризация активных структур включает в себя их предварительное выделение по данным неотектонических исследований, а затем параметризация активных разломов и других структур по их позднечетвертичным тектоническим проявлениям. Оценка воздействий землетрясений с M_{max} в зонах ВОЗ на разные части страны учитывались параметры затухания интенсивности сотрясений от сильнейших исторических землетрясений. По результатам исследований подготовлены и сданы в печать две статьи.

По результатам ранее выполненных исследований воздействия современных геодинамических процессов на жизнь и развитие общества, В.Г. Трифонов подготовил и сдал в печать главу «Tectonic and Climatic Rhythms and the Development of Society» коллективной монографии «Man and the Geosphere».

Этап: Совершенствование программного обеспечения исследования.

Основное содержание работ по этапу: Совершенствование программного обеспечения неотектонических исследований, адаптация баз данных к GIS системам

Создан ряд дополнительных программ для адаптации базы данных по активным разломам Евразии к GIS-системам, разработана первая версия программы формирования архивов (баз данных) топографических, дистанционных и неотектонических данных в целях неотектонических исследований.

Тема: Формирование четвертичной структуры востока Центральной Камчатки в связи с динамикой зоны подвига. № 0120.0 804909

Научный руководитель: кгмн А.И.Кожурин

Изучение четвертичной разломной тектоники Центральной и юга Северной Камчатки. Лаборатория неотектоники и современной геодинамики

Полевые работы по теме выполнялись в трех районах. Два из них – остров Карагинский и полуостров Камчатский (северный из восточных полуостровов Камчатки), важны для понимания особенностей развития геодинамической системы «островная дуга - задуговой бассейн». Район вулкана Кизимен (Центральная Камчатка) был выбран для решения вопросов взаимодействия совмещенных в пространстве активных тектонических структур и проявлений активного вулканизма. Основные, по длительности и полученным результатам, работы были проведены в западной части полуострова Камчатский и в районе вулкана Кизимен.

Остров Карагинский представляет часть (сегмент) западного континентального обрамления Командорской котловины. Восточная часть острова сложены комплексами пород позднемелового-олигоценового возраста (офиолиты, надсбдукционные вулканиты, деформированные образования аккреционной призмы), западная – миоценовыми осадочными комплексами выполнения Центральной Камчатской депрессии.

Работы имели рекогносцировочный характер. Их главная цель состояла в изучении новейшей (плиоцен-четвертичной) структуры острова, выраженной в его рельефе (распределение поднятий и впадин, их взаимное плановое расположения), а также, при возможности, кинематики разлома, разделяющего поднятие востока острова от его опущенной западной части.

Непродолжительное полевое обследование линии разлома показало, что подвижками по разлому не затронуты позднечетвертичные ледниковые и водноледниковые образования. В то же время, наличие разлома представляется несомненным – о его существовании как четвертичной, и, вероятно, активной, структуры свидетельствует морфология уступа между депрессией и ее восточным флангом (фасеты, наклоненные в сторону депрессии фрагменты смещенной предороженной поверхности выравнивания, и пр). Очевидно, что период повторяемости подвижек велик (до 15-20 тыс. лет), что может быть связано с малыми скоростями деформирования поднятия острова.

Кинематика разлома, вероятно, может быть определена как взбросо-правосдвиговая (о соотношении компонент судить пока нельзя). Правосдвиговая кинематика следует из отчетливо проявленной кулисности в строении как депрессии, так и поднятия ее восточного фланга.

Таким образом, предварительное заключение состоит в том, что блок острова деформировался в позднекайнозойское время (и продолжает деформироваться) в транспрессионном правосдвигом режиме. В этом отношении наблюдается соответствие с тем, что происходит гораздо севернее – в южной части Корякского нагорья, в районе Олюторского

землетрясения 2006 г. Возможно, что такой режим характерен для всего западного обрамления Командорской котловины.

На полуострове Камчатский выполнено изучение молодых тектонических структур, параметры развития которых (главным образом, кинематика) могут пролить свет на процессы деформирования земной коры Камчатской островной дуги в связи с динамикой зоны подвига, а также взаимодействия, возможно – коллизионного, Камчатской дуги с Алеутской. Эти структуры – активные разломы восточного ограничения поднятия северной части хр. Кумроч (напротив Алеутской дуги) и разломы перед его фронтом.

Разлом восточного ограничения поднятия хребта является взбросом, возможно, с небольшой правосдвиговой компонентой. Заключение основано на изучении разреза, вскрытого канавой под разломным уступом. Разломы интерпретированы как вторичные (антитетические) взбросы висячем крыле основного взбросового нарушения, канавой не вскрытого. Активные разломы взбросовой кинематики ранее на Камчатке были не известны.

Показано также, что примерно такого же (ССВ-го) простирания разломы перед фронтом хребта имеют преимущественно правосдвиговую кинематику с подчиненной взбросовой компонентой. Вывод основан на данных изучения плоскости разлома в траншее и плановой геометрии выхода разлома на поверхность. Имеется в виду, что разлом выражен серией кулисно расположенных асимметричных валов, собственно разломные плоскости проходят под одним из склонов валов, а характер подставления сегментов разломов предполагает правосдвиговое движений вдоль их ряда.

В целом, полученные в этом году и имеющиеся данные свидетельствуют о доминирующем режиме примерно поперечного полуострову сокращения земной коры в части Камчатки севернее активного грабена Центральной Камчатской депрессии, напротив Алеутской островной дуги. Смена режима деформирования Камчатки (с примерно поперечного дуге растяжения в пределах собственно островной дуги, южнее Алеут, на примерно поперечное сокращение напротив Алеут), происходит над определяемым сейсмологическими методами северным боковым краем погружающейся Тихоокеанской плиты. Таким образом, выявляется определяющая роль конфигурации погружающейся плиты в продольной вариации структуры Камчатки.

Вулкан Кизимен – единственный голоценовый вулкан на Камчатке, постройка которого (точнее, шлейф пирокластических, вулканических, обвально-осыпных и лахаровых отложений подножья его постройки), смещенный активным разломом. Разлом является элементом Восточно-Камчатской зоны разломов, отделяющей асимметричный (односторонний) грабен Центральной Камчатской депрессии от поднятия ее восточного фланга. Зона включает более сотни отдельных разрывов, как правило – сбросовой кинематики, но амагматичных (с ними не связаны проявления активного вулканизма Центральной Камчатки). Работы были направлены на получение данных о периодичности подвижек по разлому, их разовой амплитуде, возрасте последней подвижки с целью дальнейшего их сравнения с последовательностью вулканических проявлений (событий), сформировавших конус вулкана. Для этого датировались тефрохронологическим методом формы рельефа, образовавшиеся в связи с подвижками по разлому (террасы приразломной части одной из долин), измерялись амплитуды их смещений, на отдельных участках, где возможно, разломный уступ вскрывался канавами, датировались смещенные разломом лавовые потоки вулкана, пирокластические потоки и поверхности лахаровых отложений. После обработки, полученные данные позволят определить, существует ли какая-либо корреляция возрастов подвижек по разлому и возрастов вулканических проявлений и, возможно, ответить на вопрос о реальности триггерного механизма взаимодействия вулканических и тектонических процессов.

Научно-организационная работа:

1. Научно-организационная нагрузка сотрудников.

Кожурин А.И.: председатель экспертной комиссии, ответственный за патентно-лицензионную работу в институте, ученый секретарь экспертного совета по наукам о Земле ВАК РФ.

Трифонов В.Г.: Член редколлегии журнала «Исследование Земли из космоса», член Диссертационного совета ГИН РАН по геотектонике и геологии

2. Участие в Российских и международных совещаниях.

Трифонов В.Г.: Генеральная ассамблея Европейского союза геологических наук (доклад)

Трифонов В.Г.: 62-й конгресс геологов Турции (доклад)

Трифонов В.Г.: Международное совещание «Изучение активной тектоники и оценка сейсмической опасности Сирии и соседних стран» (доклад)

Кожурин А.И.: AGU Fall Meeting, San Francisco, 14-18 декабря 2009 г (постер)

3. Сведения о зарубежных командировках (ФИО, страна, цель поездки, сроки)

Трифонов В.Г.: 1) Австрия, Вена, участие в Генеральной ассамблеи Европейского союза геологических наук (доклад), 21.04 – 24.04.2009; 2) Турция, Анкара, участие в 62-м конгрессе геологов Турции (заказной доклад), 12.04 – 18.04.2009; 3) Сирия, Дамаск, участие в Международном совещании «Изучение активной тектоники и оценка сейсмической опасности Сирии и соседних стран» (доклад), 15.11 – 21.11.2009.

Бачманов Д.М. и Трифонов В.Г.: Сирия, проведение совместных работ с Генеральной организацией дистанционного зондирования Сирии по изучению современной геодинамики Сирии в рамках программы ОНЗ РАН № 6, 14.03 – 11.04.2009

Кожурин А.И., США, участие в ежегодном собрании Американского геофизического союза, 14-18 декабря 2009 г.