

Форма 503 (итог). РАЗВЕРНУТЫЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ

Объявленные ранее цели Проекта

Главная цель исследований проекта связана с определением геолого-геофизических характеристик геодинамической системы взаимодействия двух крупнейших разновозрастных горных сооружений Центральной Азии: Тянь-Шаня и Памира на основе изучения структуры, глубинного строения и геодинамики Памирско–Гиссаро-Алайской зоны. Получение новой геолого-геофизической информации о регионе исследования будет способствовать решению актуальных вопросов тектоники и эволюции Памирско-Гиссаро-Алайской зоны, которые до сих пор оставались дискуссионными.

Работы, запланированные на 2016 г., предусматривали анализ данных предыдущих исследований по Проекту и были направлены на составление итоговых материалов, которые включают:

1. Построение структурно-геологической и комплексной геолого-геофизической моделей зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая.
2. Написание пояснительной записки к структурно-геологической и комплексной геолого-геофизической моделям зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая.
3. Анализ форм проявления структур пластического течения в земной коре Памир-Гиссаро-Алайской зоны.
4. Написание аналитической записки о формах проявления структур пластического течения в земной коре Памир-Гиссаро-Алайской зоны.

Полученные в ходе выполнения Проекта важнейшие результаты

1. Построена комплексная геолого-геофизическая модель зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая, представленная в описательной форме.

Главным в построенной комплексной геолого-геофизической модели зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая является фактор независимости геологического и геодинамического развития Памира и Гиссаро-Алая, установленный на основе многочисленных наблюдений и фактов [Леонов и др., 2016].

Область сочленения (взаимодействия) этих двух независимых геодинамических провинций, географически и тектонически соответствующая системе межгорных впадин (Афгано-Тджикской, Алайской, восточной части Таримской) и горных хребтов (Заалайского, Петра Первого), является зоной аккомодации, которая служит демпфером, «гасителем» тектонических сил и напряжений, вызываемых как давлением Памира, так и более южных элементов Альпийско-Гималайского пояса. Этой зоне геодинамически соответствует, по-видимому, глубинная структура типа интраконтинентальной «замковой» субдукции (selfclosing subduction), которая представляет собой особый тектоно-геодинамический тип структур континентальной литосферы (рис. 1).

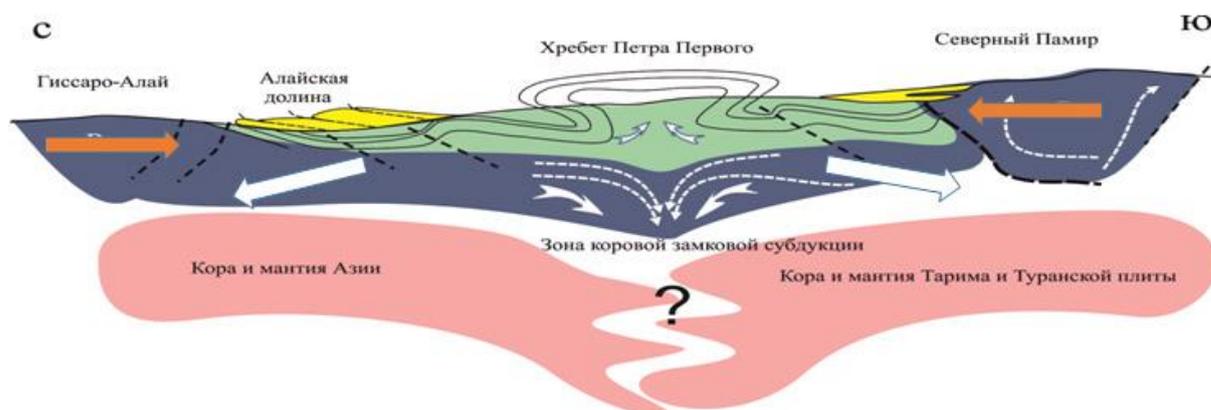


Рис. 1. Механизм «замковой» субдукции – один из вероятностных вариантов взаимодействия горных масс Гиссаро-Алая и Памира на новейшем этапе [Леонов и др., 2016].

Формирование современной архитектуры и инфраструктуры Памирско–Гиссаро-Алайского сегмента земной коры и сопредельных горных территорий связано с интерференцией двух геодинамических режимов: (1) глобального орогенеза, охватившего значительные территории Евразии, в том числе Гиссаро-Алай и Памир, и определившего черты их сходства; (2) региональных режимов, различных для Памира и Гиссаро-Алая и действующих относительно независимо в пределах Центрально-Азиатского и Альпийско-Гималайского подвижных поясов.

2. Проведен анализ форм проявления структур пластического течения в земной коре Памирско–Гиссаро-Алайской зоны.

В пределах Гиссаро-Алая, во Внутренней зоне Северного Памира, на Центральном и Южном Памире пластическое течение проявлено в виде дискретного субгоризонтального расслоения горных масс, формирования дисгармоничных срывов и пакетов тектонических покровов.

На Памире эти процессы охватывают весь разрез от докембрия до кайнозоя и проявлены в пределах и фундамента и чехольных комплексов и реализуются в виде нагромождения тектонических складок-покровов.

В Гиссаро-Алае тектоническое течение горных масс сосредоточено преимущественно в породах палеозойского фундамента; в более молодых отложениях оно проявлено лишь спорадически в зонах концентрированной деформации и вязких разломов. Тектоническое течение здесь реализуется в виде формирования широкомасштабных складок основания и хрупко-пластического «растекания» породных масс фундамента в поперечном и продольном направлении. Объемное течение пород фундамента осуществляется за счет пластической деформации (что зафиксировано в морфологии складок, плейчатости, сланцеватости, линейности, образовании послонных вязких разрывов и пр.), микро- и макроразломной деформации, объемного микрокатаклаза, динамической рекристаллизации, меланжирования.

3. Выполнено сопоставление параметров полученных в проекте структурных построений (тектонических, геофизических, деформационных) с пространственным распределением сейсмичности Памирско–Гиссаро-Алайской зоны и дана оценка их взаимосвязи.

Сопоставлены параметры геоэлектрического разреза литосферы Памирско-Гиссаро-Алайской зоны по региональному магнитотеллурическому профилю «TIPAGE-ALAI» и распределение очагов землетрясений с энергетическим классом $K > 11$ в полосе шириной ± 50 км от линии этого профиля. Отмечено, что практически все очаги землетрясений расположены над проводящим горизонтом в диапазоне глубин 7-20 км. При этом очаги землетрясений локализуются в пределах высокоомного слоя и выступов субвертикальных проводящих тел, проникающих в верхнюю кору, концентрируясь преимущественно вблизи границ между выступами проводящих тел и соседними высокоомными блоками, а также на участках с резкими перепадами глубин проводящего слоя. Таким образом, контакты между блоками или телами с контрастными геоэлектрическими параметрами можно рассматривать как вероятные объекты повышенной сейсмической активности.

Также, на локальном участке исследуемого региона проведено сопоставление детальной схемы геологического строения Алайской впадины и сейсмологических данных о гипоцентрах землетрясений энергетического класса $K > 6$. Выявлена максимальная концентрация гипоцентров землетрясений в области объема, сложенного интенсивно расслоенными мезозойскими и кайнозойскими отложениями чехла, а также их распространение в пограничные зоны кристаллического фундамента.

Сопоставление полученных результатов с мировым уровнем

Впервые в мире для сложнейшей геодинамической системы Памира-Гиссаро-Алая предпринята попытка совместного анализа такого обширного материала геолого-геофизических исследований. Сравнительно-тектонический анализ региона исследования, результаты которого рассматриваются в данном отчете, проведен впервые, а выявленные закономерности геологического строения и эволюции никогда не являлись базовыми для построения геодинамических моделей, и именно они позволяют перейти к оценке существующих схем, отбраковав те из них, которые не соответствуют установленным критериям.

Методы и подходы, использованные в ходе выполнения Проекта (описать, уделив особое внимание степени оригинальности и новизны)

1. Построение структурно-геологической и комплексной геолого-геофизической моделей зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая.

Работа включала в себя: (А) Сравнительный анализ геологического и глубинного строения Гиссаро-Алая и Памира; (Б) Анализ строения и эволюции зоны взаимодействия Памира и Гиссаро-Алая; (В) Создание описательной комплексной геолого-геофизической модели зоны взаимодействия Алайского и Памирского регионов.

(А) Анализ материала позволил сделать следующие основные выводы относительно особенностей геологического строения и геодинамики Памиро-Алайского региона, которые и легли в основу описательной модели:

- Гиссаро-Алай и Памир – два горных сооружения, находясь в непосредственном соприкосновении, принадлежат различным сегментам земной коры и геодинамическим системам. Гиссаро-Алай – это ветвь герцинского Центрально-Азиатского подвижного пояса; Памир входит в систему Альпийско-Гималайского складчатого пояса, и его развитие связано с позднегерцинским, киммерийским и альпийским этапами развития Евразии.

- Гиссаро-Алай и Памир являются составными частями новейшего Евразийского внутриконтинентального орогена, который захватывают территории с различными структурой и предшествующей орогенезу историй развития [Леонов Ю., 1964; Леонов Ю., Никонов, 1988].

- Гиссаро-Алай и Памир – резко различаются по времени заложения и истории развития. История Гиссаро-Алая характеризуется эволюционным поступательным трендом развития тектонических событий: палеозойский палеоокеан – складчатая область – платформа – внутриконтинентальный ороген. Тренд развития Памира – дискретно-импульсный, с многократным возникновением и отмиранием разновозрастных седиментационных бассейнов (как эпиплатформенного, так и субокеанического типа), чередованием эпох сжатия и растяжения, этапов раскола континентальной коры и тектонического

скучивания. На территории Памира режим формирования покровно-складчатой области, минуя платформенную стадию, непосредственно сменяется режимом орогенеза.

- Гиссаро-Алай и Памир имеют различные очертания и морфоструктуру. Гиссаро-Алай на всем протяжении имеет габитус, близкий к линейному и представлена серией вытянутых субширотно хребтов, образующих очень пологую, выгнутую к югу дугу. Высота хребтов достигает 4–5 и более тысяч метров над уровнем моря, размах рельефа составляет 1,5 – 3 тысячи метров. Памир образует серию сжатых дугообразных положительных морфоструктур (хребтов), выгнутых в северном направлении, и в целом Памир имеет «горизонтально-грибовидную» форму. Высота вершин достигает 5000 – 6000 метров, превышая семитысячные отметки. Выделяются две морфологические провинции: Восточный Памир характеризуется широкими платообразными долинами с высотами 3500–4000 метров, которые разделены горными хребтами; Западный Памир имеет резко расчлененный рельеф. Граница между Западным и Восточным Памиром представлена резким уступом в рельефе.

- Гиссаро-Алай и Памир различаются стилем тектонической инфраструктуры. Для Гиссаро-Алая характерна бивергентная тектоническая структура и растекание горных масс от центра к бортам горного сооружения. Общий стиль палеозойской тектоники – аккреционный, с последовательным латеральным причленением все более внутренних морфоструктурных элементов к северному борту сооружения. Шарьжно-надвиговые перемещения с значительными амплитудами перекрытия (за исключением отдельных структур) этому региону не свойственны, как не свойственно и тектоническое перехлестывание одних формационных зон через другие. Стиль тектоники Памира – шарьжно-надвиговой, с вертикальным структурным наложением пород различного состава, возраста и геологической природы и мощных тектонических пакетов корово-мантийных пород. Движение горных масс в пределах Памира – главным образом субмеридиональное, с общей тенденцией движений с юга на север, но фиксируются и обратные перемещения в виде ретрошарьяжей. По существу, Памир является гигантской структурой горизонтального нагнетания (плито-поток) со всеми признаками, присущими этой категории геоструктур [Леонов, 2008].

- Гиссаро-Алай и Памир различаются стилем новейшей тектоники. Гиссаро-Алай на новейшем этапе представляет собой обширный линейно-вытянутый почти на 1000 км мегасвод, осложненный системой синклинальных и антиклинальных перегибов – складок основания, которые трассируются по поверхности домезозойского пенеплена. Памир – это подковообразная (грибообразная) структура шириной около 250–300 км, образующая поднятие до 6–7 тысяч метров высоты, разделенное поперечным порогом на две половины. Восточная половина представляет собой высокогорное плато, нарушенное отдельными возвышающимися над плато хребтами. Западная – рассечена на систему узких субпараллельных хребтов и разделяющих их речных долин с врезами рельефа до 4–5 тысяч метров. Новейшие межгорные впадины для Памира не характерны.

- Кинематика новейших движений горных масс Гиссаро-Алая и Памира различны. Новейшие движения Памира представляют собой подобие подковообразного субмеридионального потока горных масс с тенденцией движения к северу и растеканию в западном и восточном направлении. Движения горных масс Гиссаро-Алая имеют тенденцию к субмеридиональному бивергентному растеканию и широтному латеральному движению.

- Гиссаро-Алай и Памир различаются интенсивностью гранитоидного магматизма. На Памире гранитоидный магматизм известен во всех структурно-формационных зонах и на

всех этапах развития от докембрия до палеогена. Характерны также поля метаморфитов, инъецированных колоссальными массами гранитного материала (Юго-западный Памир). Гранитный магматизм в пределах Гиссаро-Алая проявлен меньших объемах, сосредоточен по краям горного сооружения (граниты Каратегина и Гиссарский батолит) и в его центральной зоне (Матчинский узел) и приурочен к узкому временному интервалу (средний и поздний карбон).

- Глубинное строение Памира и Гиссаро-Алая существенно различно. Гиссаро-Алаю свойственны: наличие под всей территорией горного сооружения относительно однотипной коры и литосферной мантии Евроазиатского типа; определенная геодинамическая согласованность структуры коры и мантии, преемственность современной морфоструктуры и структурных форм, отражающих деформацию поверхности палеозойского фундамента; отсутствие структурно проявленных региональных внутрикоровых детачментов; четко линейный план расположения мантийно-коровых структурно-вещественных неоднородностей; горизонтально-плоскостной план расположения сейсмофокальных зон. Для Памира характерны: пространственное (латеральное и вертикальное) совмещение Индийской и Евразийской литосферных масс и их фрагментов (Таримская и Афгано-Таджикская массы); воронкообразное распределение сейсмофокальных зон под Памиром; наличие структурной дисгармонии и детачментов в пределах верхней коры (раздел фундамент/аллохтонный чехол, отщепление нижней коры) и в основании коры по поверхности Мохоровичича. О различии между Гиссаро-Алаем и Памиром свидетельствует также различная мощность земной коры под этими сооружениями, причем земная кора Памира значительно утолщена в сравнении с нормальной корой континентального типа. К сказанному нужно добавить, что характер распределения геоэлектрических неоднородностей и соответствующих им типов деформаций в литосфере Северного Памира, определяют однонаправленное движение горных масс только в диапазоне глубин 0–20 км, т.е в пределах слоистых, слабо компетентных толщ. Исходя из этого, можно полагать, что роль Памирского индентора в горообразовательном процессе Алайского сегмента не может быть значительной, что подтверждается и приведенным выше материалом.

Таким образом, два находящиеся в непосредственном контакте горных сооружения – Гиссаро-Алайский и Памирский – принадлежат различным сегментам земной коры, сформированы в разных геотектонических обстановках и не оказывали и не оказывают друг на друга сколько-нибудь существенного геодинамического влияния.

(Б) Зона взаимодействия горных систем Памира и Гиссаро-Алая соответствует системе межгорных впадин Алайско-Афгано-Таджикской депрессии и обрамляющих ее горных сооружений Гиссаро-Алая и Северного Памира и в палеогеографическом смысле представляет собой единое целое: эпиконтинентальную депрессию со сходным типом осадконакопления. В то же время эта область отличается и от Тянь-Шаня и от Памира набором формаций, фаціальными особенностями седиментации, мощностями отложений, характером ограничений и стилем тектонической инфраструктуры (рис. 2).

Эта область обладает рядом особенностей, среди которых: своеобразное распределение фаціальных типов отложений и их мощностей; конседиментационный характер складчатости чехольных отложений; наличие структурной дисгармонии на разделе «фундамент/чехол» и внутри чехольных комплексов; чередование сжатых антиклиналей и разделяющих их пологих синклиналей; тяготение наиболее напряженных структур к центральным частям депрессии и их упрощение на предгорных ступенях; общая структура объемного сдвига («конский хвост»); наличие продольных сдвигов и сдвиговое

ограничение депрессии в целом; выведение территории депрессии на весьма значительные высоты; расположение депрессии над выступом разогретой мантии. В совокупности они указывают, что породные массы этой области не испытали существенного субмеридионального сжатия со стороны обрамляющих поднятий и, следовательно, они не могли служить проводником тектонических сил и напряжений извне как с севера, со стороны Южного Тянь-Шаня, так и с юга, со стороны Памира. Более того: незначительное сокращение пространства по поверхности фундамента, торцовое сочленение структур депрессии и Тянь-Шаня, различная ориентация сжимающих усилий в разных частях депрессии не позволяют принять существование однонаправленного субмеридионального или субширотного сжатия в пределах Афгано-Таджикской впадины.

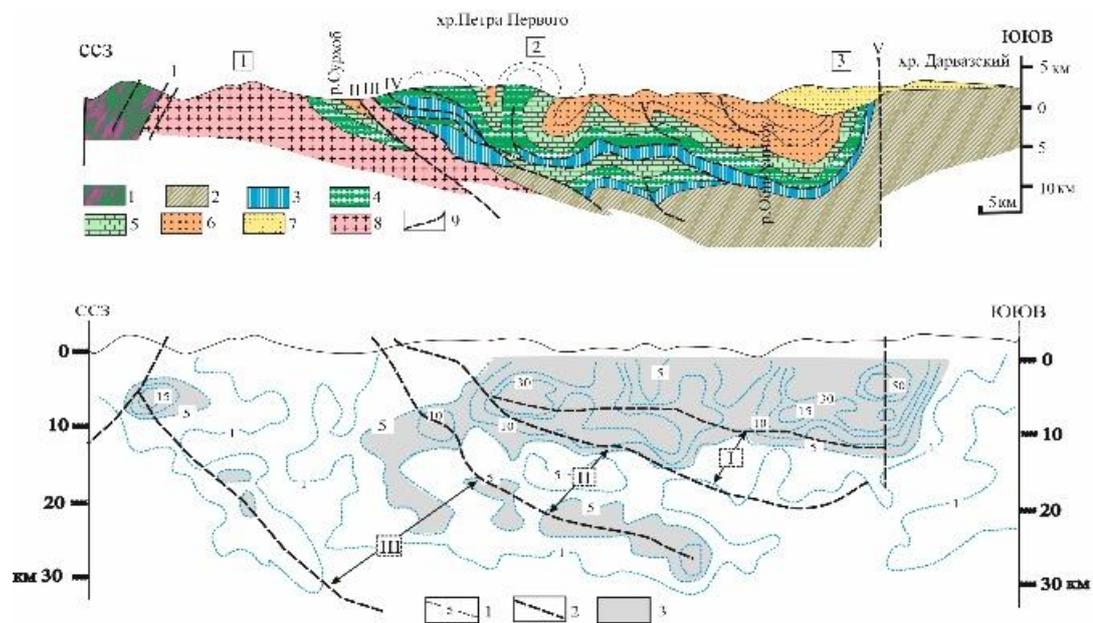


Рис. 2. Схема строения западной части Алайской депрессии.

А – геологический профиль (составлен на основе данных: [Гусева и др., 1983; Лукк, Шевченко, 2004] с учетом данных [Скобелев, 1977; Coutand et al., 2002; Hamburger et al., 1993] и личных наблюдений. 1 – ягнобские сланцы (ордовик–нижний силур?); 2 – палеозойские отложения (силур–пермь); 3 – юра; 4 – нижний мел; 5 – верхний мел; 6 – палеоген; 7 – неоген; 8 – палеозойские гранитоиды; 9 – главные разрывы: I – ; II – зона Вахшского надвига; III – Дрваз-Каракульский взброс.

Б – плотность распределения гипоцентров землетрясений с К более 6. (по: [Гусева и др., 1983], схематизировано). 1 – изолинии числа гипоцентров на единицу объема; 2 – разломы 3 – основные сгущения гипоцентров с числом более 5.

Схема отражает общее тектоническое строение западного сегмента Алайской депрессии, горизонтальную тектоническую расслоенность разреза, автономную, дисгармоничную по отношению к Алаю и Памиру инфраструктуру, концентрацию гипоцентров землетрясений в области объема, сложенного интенсивно расслоенными мезозойскими и кайнозойскими отложениями чехла и их незначительное распространение в области кристаллического фундамента.

Сокращение пространства в пределах консолидированного слоя коры в этом регионе на новейшем этапе связано, вероятно, с верхнекоровой встречной, так называемой «замковой» субдукцией. Этот предположительный вывод подтверждается магнитотеллурическим зондированием, которым под Алайской долиной установлена субвертикальная проводящая зона, достигающая глубины 100 км и имеющая несколько ответвлений в верхней части разреза. Можно предполагать, что эта зона является отражением активизированного в новейшее время реликтового (домезозойского) шва между собственно Южным Тянь-Шанем и Таримско-Северо-Афганским массивом, что

согласуется с мнением о наличии зоны внутриконтинентальной субдукции под хр. Петра I и подтверждается данными о подъеме относительно разогретой мантии в центральной части Афгано-Таджикской депрессии.

(В) На основе вышеизложенного материала по геологии Гиссаро-Алая и Памира создана описательная комплексная геолого-геофизическая модель Памиро-Алайского региона и подготовлена пояснительная записка, содержащая проанализированные данные в текстовом и графическом выражении.

Главным в предлагаемой модели является установленная на основе многочисленных наблюдений и фактов независимость геологического и геодинамического развития Памира и Гиссаро-Алая.

Геодинамическая модель Памира отражает следующие главные положения [Леонов и др., 2016]: Памир – структурно обособленное композитное геологическое тело, аллохтонно залегающее на подстилающем фундаменте Таримского и Афгано-Таджикского континентов (по крайней мере, в объеме Северного и Центрального Памира); Памир принадлежит к категории горизонтальных протрузий (плито-потоков), образование которых связано с объемным течением горных масс, автономным относительно соседствующих сегментов земной коры; формирование Памира обусловлено тектоническим срывом средней-верхней коры, ее «наползанием» на древние массивы, погружением нижней коры и литосферной мантии; формирование структуры Памира, кроме иных факторов, обусловлено наличием перед его фронтом жестких структурных порогов; Памир тектонически расположен над областью схождения различных по возрасту и структуре литосферных сегментов Центрально-Азиатского и Альпийско-Гималайского пояса.

Геодинамическая модель Гиссаро-Алая отражает следующие главные положения: новейший структурный план Центрально-Азиатского пояса на всем его протяжении (и Гиссаро-Алая, как его составной части) отвечает парагенезу субмеридионального укорочения (без значительного сокращения пространства) и продольного субширотного объемного «ламинарного» перемещения (течения) горных масс, т.е. режиму транспрессии; формирование структуры и морфологии Южного Тянь-Шаня в новейшее время определяется объемным перераспределением вещества в коровом слое: оттоком горных масс из области впадин и нагнетанием их в область горного сооружения, что приводит к субгоризонтальной тектонической расслоенности на разных уровнях верхне- и нижнекорового слоев с возникновением и образованием дисгармоничной структуры внутри каждого из слоев (рис. 3).

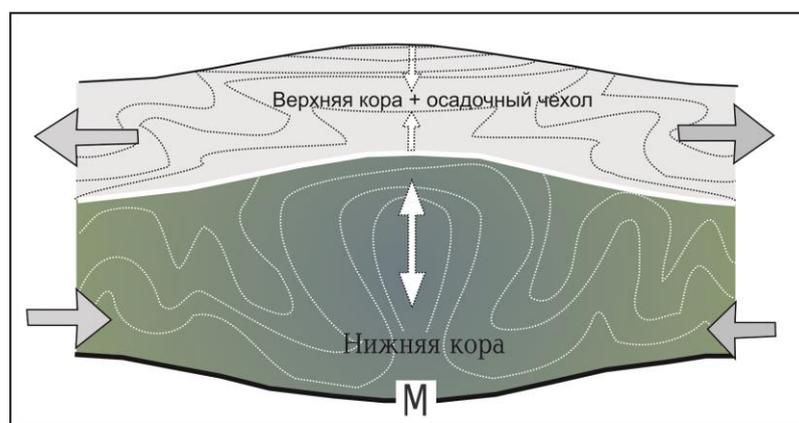


Рис. 3. Схема современного напряженного состояния в центральном сегменте Гиссаро-Алая. Составлена М.Г.Леоновым на основе данных [Николаев, 1992].

Область взаимодействия этих двух независимых геодинамических провинций, географически и тектонически соответствующая системе межгорных впадин (Афгано-Таджикской, Алайской и восточной части Таримской) и горных хребтов (Заалайского и Петра Первого, является зоной аккомодации, которая служит демпфером, «гасителем» тектонических сил и напряжений, вызываемых как давлением Памира, так и более южных элементов Альпийско-Гималайского пояса. Этой зоне геодинамически соответствует, по-видимому, глубинная структура типа интраконтинентальной «замковой» субдукции (selfclosing subduction), которая представляет собой особый тектоно-геодинамический тип структур континентальной литосферы.

Формирование современной архитектуры и инфраструктуры Памиро-Алайского сегмента земной коры и сопредельных горных территорий связано, по-видимому, с интерференцией двух геодинамических режимов: (1) глобального орогенеза, охватившего значительные территории Евразии, в том числе Алай и Памир, и определившего черты их сходства; (2) региональных режимов, различных для Памира и Алая и действующих относительно независимо в пределах Центрально-Азиатского и Альпийско-Гималайского подвижных поясов.

2. Анализ форм проявления структур пластического течения в земной коре Памир-Гиссаро-Алайской зоны.

В пределах Внутренней зоны Северного Памира, на Центральном и Южном Памире пластическое течение проявлено в виде дискретного субгоризонтального расслоения горных масс, формирования дисгармоничных срывов и пакетов тектонических покровов [Буданов, Пашков, 2000; Леонов М., 2008; Леонов Ю., Сигачев, 1984; Пospelов, Сигачев, 1988; Руженцев, 1961, 1970; Миллер, 1988]. На Памире эти процессы охватывают весь разрез от докембрия до кайнозоя и проявлены в пределах и фундамента и чехольных комплексов и реализуются в виде нагромождения тектонических складок-покровов.

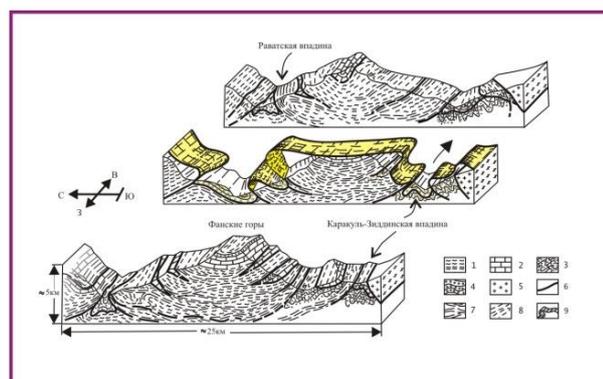
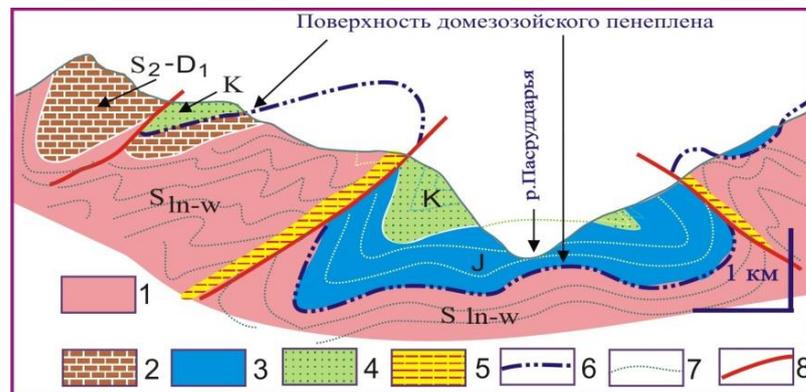
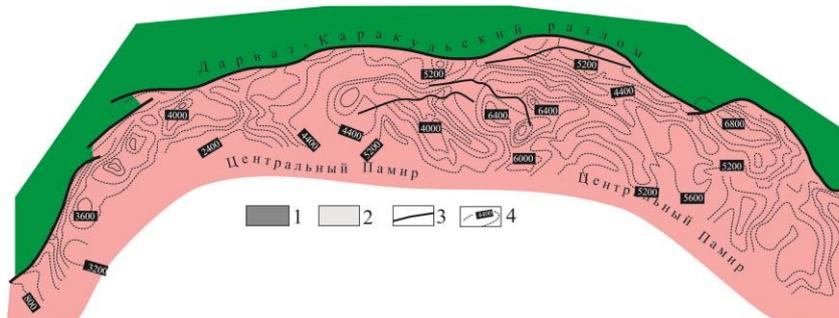


Рис. 4. Деформация домезозойского пенеплена в центральной части Гиссаро-Алайской горной системы. Вверху: профиль через Фан-Ягнобскую впадину. 1 – метаморфические зеленые сланцы (ордовик – нижний силур); 2 – известняки и мраморы (верхний силур – нижний девон); 3 – песчаники, конгломераты, глины, угли (юра); 4 – красноцветные конгломераты, песчаники, алевролиты, глины (нижний мел); 5 – зоны милонитов по зеленым сланцам; 6 – поверхность домезозойского пенеплена, запечатанная отложениями мезозоя; 7 – структурные линии; 8 – разрывы/ Внизу: блок-диаграмма Фанских гор. 1 – метаморфические сланцы (ордовик – силур); 2 – известняки и мраморы (верхний силур – нижний девон); 3 – терригенные кремнисто-карбонатные и флишеидные отложения (средний девон – нижний карбон) и верхнепалеозойский флиш; 4 – конгломераты, песчаники, гипсы, глины, известняки, угли (мезозой-кайнозой); 5 – гранитоиды Центрально-Гиссарского батолита; 6 – разломы; 7 – зоны повышенного рассланцевания и милонитизации; 8 – структурные линии и линии напластования; 9 – плоскость домезозойского пенеплена.

В Гиссаро-Алае тектоническое течение горных масс сосредоточено преимущественно в породах палеозойского фундамента; в более молодых отложениях оно проявлено лишь спорадически в зонах концентрированной деформации и вязких разломов. Тектоническое течение реализуется в виде формирования широкомасштабных складок основания и хрупко-пластического «растекания» породных масс фундамента в поперечном и продольном направлении. Объемное течение пород фундамента осуществляется за счет пластической деформации (что зафиксировано в морфологии складок, плейчатости, сланцеватости, линейности, образовании послойных вязких разрывов и пр.), микро- и макроразломной деформации, объемного микрокатаклаза, динамической рекристаллизации, меланжирования [Леонов М., 2008].

Отражением объемной деформации течения в породах фундамента служит также деформация его поверхности [Леонов, 2008; Лукина, 1971, 1973]. Реконструкция альпийских деформаций поверхности фундамента (раздела фундамент/чехол), которая возможна благодаря существованию фрагментов доплитной (домезозойской) и доорогенной (позднемезозойской) поверхностей выравнивания и реконструкции «вершинной поверхности» современного рельефа, позволяет получить достоверные данные о характере деформации поверхности фундамента, а также форме и интенсивности тектонических движений на плитном и орогенном этапах. В частности во многих районах Гиссаро-Алая (Каратегин, Фанские горы, Гиссарский и Зеравшанский хребты) выявлены [Леонов, 2008; Лукина, 1971, 1973; данные исполнителей проекта] изгибы поверхности фундамента, которые обрисовывают днище мезозойско-кайнозойских впадин (рис. 4). Наклоны поверхности пенеплена достигают 40-70° и имеют зачастую запрокинутое ее залегание. В ряде мест пликативная деформация сопровождается тектоническим срывом, но срывы имеют вторичную природу и сформировались из запрокинутых крыльев синклинальных складок и амплитуды их невелики. Картирование поверхности палеозойского фундамента Северного Памира (рис. 5) позволило также выявить пликативные складчато-купольные деформации [Лукина, 1977], которые свидетельствуют о значительной объемной подвижности кристаллических масс региона. Сходные данные были получены и при изучении гранитного фундамента Северного и Центрального Тянь-Шаня [Леонов М. и др., 2008; Пржиялговский и др., 2014].



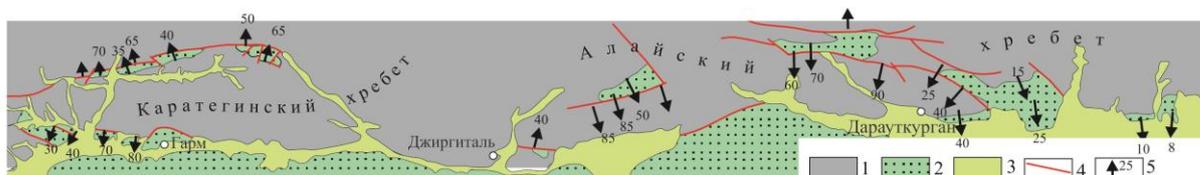


Рис. 5. Различный стиль деформации поверхности фундамента Памира.

Вверху: морфоструктура современной поверхности фундамента Северного Памира (по: [Лукина Н.В., 1977], схематизировано). 1 – структуры Заалайского хребта; 2 – структуры Северного Памира; 3 – разломы; 4 – изолинии современного положения поверхности палеозойского фундамента (в метрах).

Внизу: схема геологического строения восточной части Каратегинского и западной части Алайского хребтов (по: [Лукина, 1973], с изменениями и добавлениями исполнителей отчета). 1 – Палеозой Гиссаро-Алая; 2 – мезозой и кайнозой Алайской депрессии и внутригорных впадин Гиссаро-Алая; 3 – четвертичные отложения; 4 – разломы (надвиги, взбросы); 5 – углы и направление наклона поверхности фундамента и сместителей разломов

Общая ориентация тектонического течения различна. На Памире – это масштабное течение в субмеридиональном направлении виде дугообразного плито-потока [Буртман, 2013]. В пределах Гиссаро-Алая – серия субширотных субараллельных потоков, сосредоточенных в отдельных зонах концентрированной деформации с компенсирующим нагнетанием в зонах упоров (Алайская сигмоида). Поперечное течение минимально.

Тектоническое течение – реальный структурообразующий фактор, который должен найти отражение в модели современной структуры и геодинамической эволюции Памирско-Алайского региона.

Проанализированы натурные, тектонофизические и расчетные модели, основанные на постулатах механики твердых тел, данных инструментальных наблюдений (в частности, GPS) и материалах полевой геологии. В моделях показана реальная возможность разномасштабного тектонического течения горных масс отражена сущность и механизмы становления различных геоструктур и территорий [Морозов, Гептнер, 1997; Трубицин, Бобров, 1993; Трубицин и др., 1997; Beaumont, 2001; Jackson, Talbot, 1989; Martinod et al., 2000; Taboada et al., 2000; др.], в том числе и рассматриваемого в Проекте и сопредельных с ним регионов [Климова, 1985; Копп, 1997; Морозов и др., 2013; Beaumont et al., 2001].

3. Оценка взаимосвязи параметров полученных в проекте структурных построений (тектонических, геофизических, деформационных) с пространственным распределением сейсмичности Памир-Гиссаро-Алайской зоны.

Распределение сейсмичности в геологическом объеме Памир-Гиссаро-Алайской зоны крайне неоднородно (рис. 6). При этом отчетливо проявляется концентрация землетрясений в узкой полосе вдоль южного борта Алайской впадины. Как показал анализ широтного распределения по глубинам очагов землетрясений энергетического класса $K > 6$ в этой зоне наибольшее число таких землетрясений приурочено к интервалу глубин 7-20 км (рис. 7).

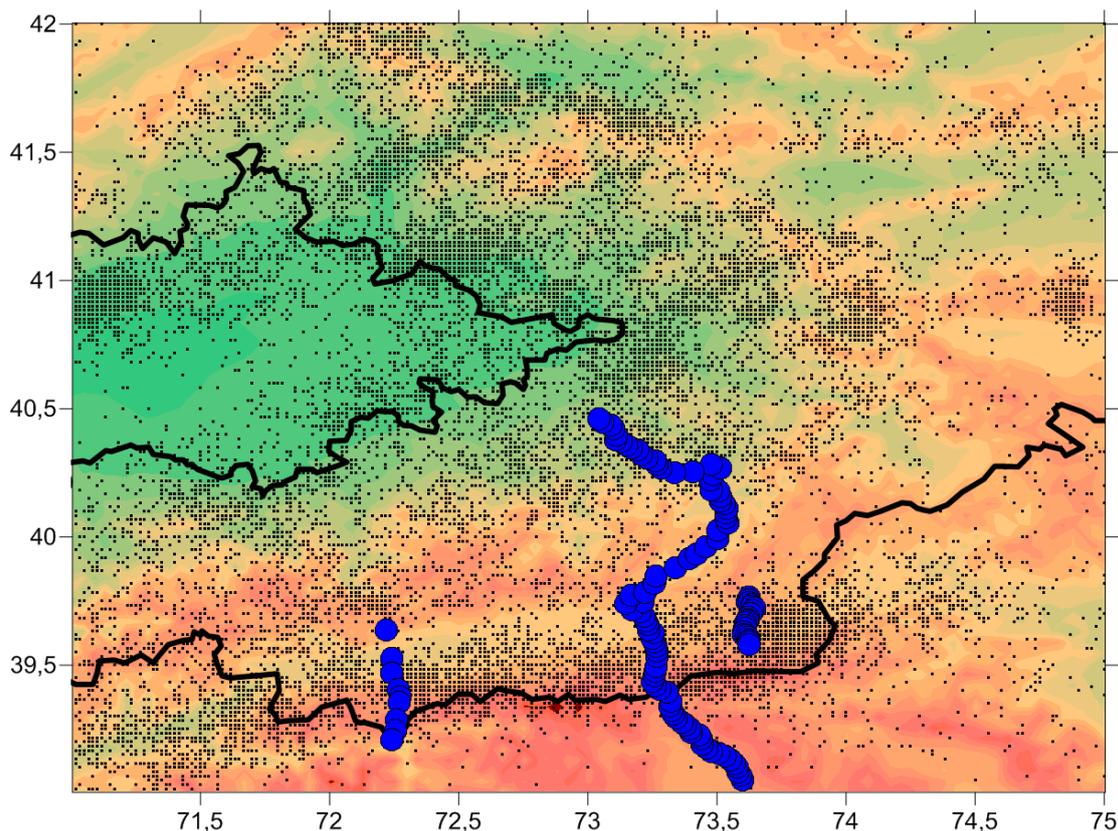


Рис. 6. Карта распределения эпицентров землетрясений энергетического класса ($K \geq 6$) для территории Памиро-Алайского региона за период наблюдений 1978-2013 гг. (по данным сейсмологической сети Института сейсмологии Национальной академии наук Киргизской Республики). Всего - 33631 событий.

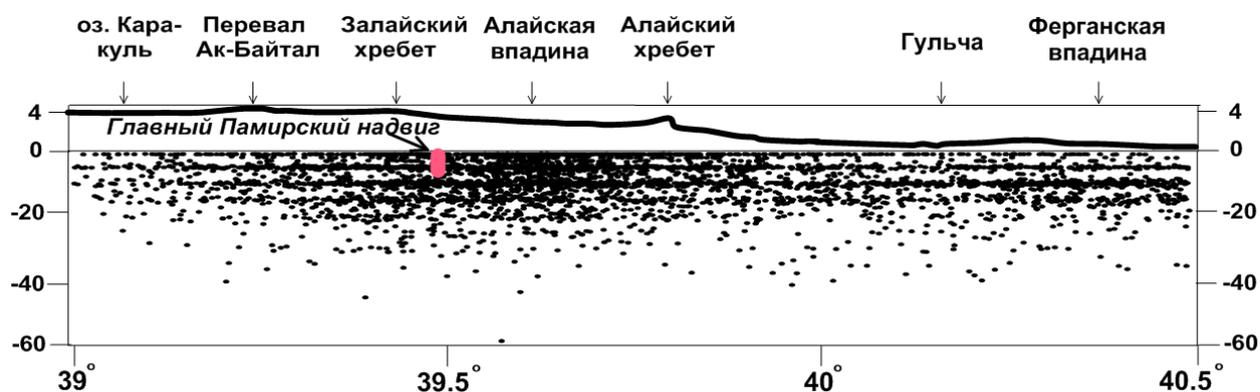


Рис. 7. Широтное распределение очагов землетрясений с $K > 6$ по глубинам в полосе шириной ± 50 км от линии профиля «TIPAGE-ALAI» (по данным сейсмологической сети Института сейсмологии Национальной академии наук Киргизской Республики за период наблюдений 1978-2013 гг.). Всего - 5631 событий. Горизонтальная ось – географическая долгота в град. в.д., вертикальная ось – глубина в км.

Для сопоставления были рассмотрены параметры геоэлектрического разреза литосферы Памирско-Гиссаро-Алайской зоны по региональному магнитотеллурическому профилю «TIPAGE-ALAI» и распределение очагов землетрясений по глубинам в полосе шириной ± 50 км от линии профиля с классом $K > 11$ по данным сейсмологической сети Института сейсмологии НАН КР за период наблюдений 1978-2013 гг. (рис. 8) Практически все очаги землетрясений расположены над проводящим горизонтом. Очаги землетрясений локализуются в пределах высокоомного слоя и выступов субвертикальных проводящих тел, проникающих в верхнюю кору, концентрируясь преимущественно вблизи границ между выступами проводящих тел и соседними высокоомными блоками, а также на участках с резкими перепадами глубин проводящего слоя. Таким образом,

контакты между блоками или телами с контрастными геоэлектрическими параметрами можно рассматривать как вероятные объекты повышенной сейсмической активности.

Исключение составляет проводящая область разреза, пространственно приуроченная к зоне Главного Памирского надвига. Гипоцентры землетрясений с $K > 11$ распределены внутри всей этой области до глубин 40 км. Предположительно, причину такой аномалии можно объяснить присутствием в проводящем объеме графитизированных образований.

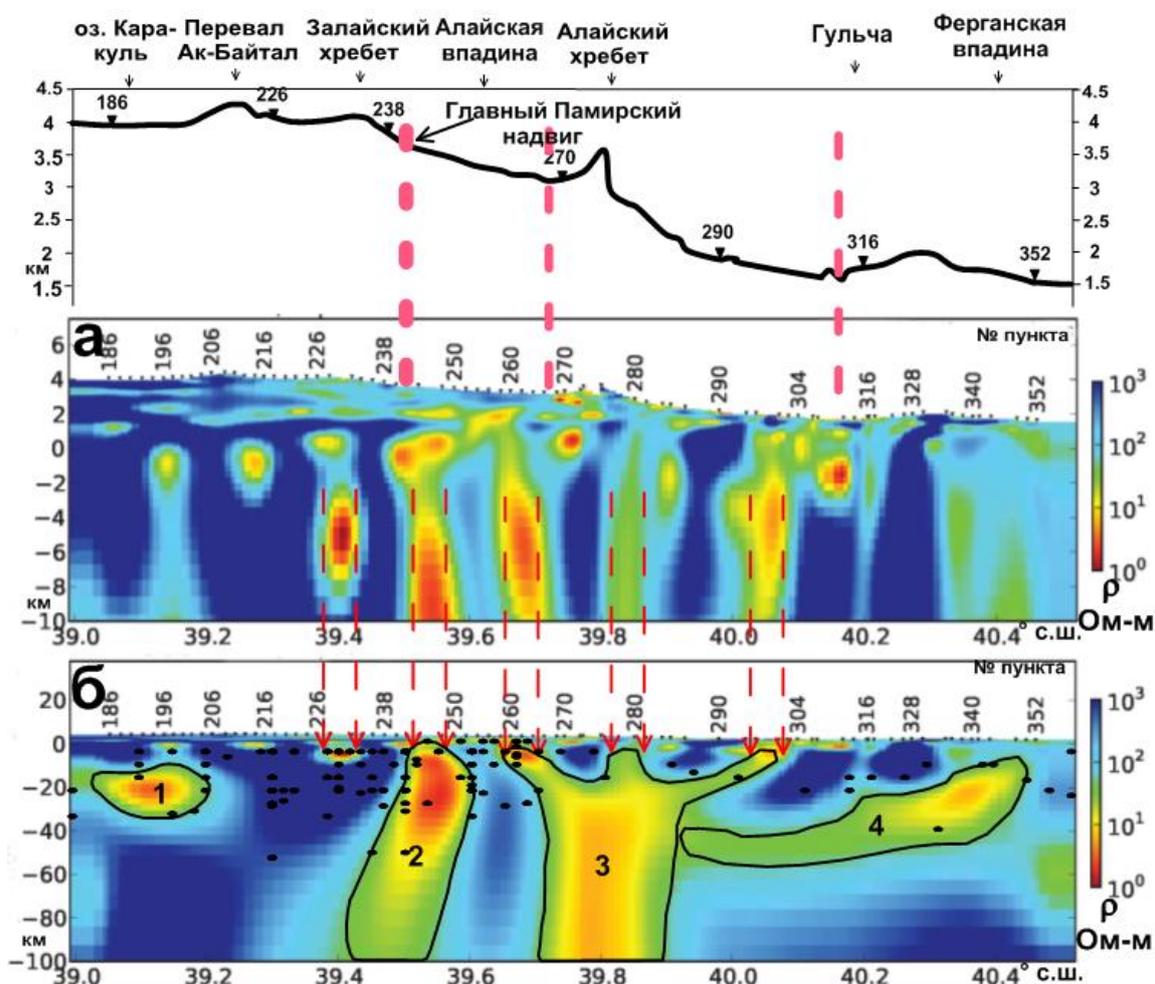


Рис. 8. Геоэлектрический разрез профильной 2D-модели «TIRAGE-ALAI». а – верхняя часть разреза, б – полный разрез. Темными кружками показаны гипоцентры землетрясений $K > 11$ в полосе шириной ± 50 км от линии профиля (данные сейсмологической сети Института сейсмологии НАН КР за период наблюдений 1978-2013 гг.). Всего – 102 события.

Также, в ходе реализации проекта на локальном участке исследуемого региона был проведен сравнительный анализ характеристик геологической структуры и более представительного массива данных гипоцентрии. Так, было выполнено сопоставление детальной схемы геологического строения Алайской впадины и сейсмологических данных о гипоцентрах землетрясений энергетического класса $K > 6$ этого района (рис. 2). При этом выявлена максимальная концентрация гипоцентров землетрясений в области объема, сложенного интенсивно расслоенными мезозойскими и кайнозойскими отложениями чехла, а также их распространение в пограничные зоны кристаллического фундамента.

Таким образом, результаты сопоставления различных структурных образов земной коры с положением очагов землетрясений в Памиро-Гиссаро-Алайской зоне дополняют друг друга и подтверждают выявленную корреляцию структурных особенностей геосреды с пространственным распределением сейсмичности.

Вклад каждого члена коллектива в выполнение Проекта в 2016 году (указать работу, выполненную каждым членом коллектива по Проекту в 2016 году с новой строки)

Леонов М. Г. Построение структурно-геологической и комплексной геолого-геофизической моделей зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая. Написание пояснительной записки к структурно-геологической и комплексной геолого-геофизической моделям зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая. Анализ форм проявления структур пластического течения в земной коре Памир-Гиссаро-Алайской зоны. Написание аналитической записки о формах проявления структур пластического течения в земной коре Памир-Гиссаро-Алайской зоны. Подготовка статей и докладов на конференции.

Мансуров А. Н. Участие в построении комплексной геолого-геофизической модели зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая и написании пояснительной записки. Подготовка статей для опубликования.

Пржиялговский Е. С. Участие в построении структурно-геологической модели зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая и написании пояснительной записки. Подготовка статей для опубликования.

Рыбин А. К. Построение структурно-геологической и комплексной геолого-геофизической моделей зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая. Написание пояснительной записки к структурно-геологической и комплексной геолого-геофизической моделям зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая. Анализ форм проявления структур пластического течения в земной коре Памир-Гиссаро-Алайской зоны. Написание аналитической записки о формах проявления структур пластического течения в земной коре Памир-Гиссаро-Алайской зоны. Подготовка статей и докладов на конференции. Представление результатов проекта на XXIII Международной школе-семинаре по электромагнитной индукции в Земле, Таиланд.

Трапезникова О. С. Сбор и подготовка геофизических материалов для анализа структур пластического течения в земной коре Памир-Гиссаро-Алайской зоны. Техническая подготовка статей для опубликования и докладов на конференции.

Иванов П. В. Проведение численных расчетов по анализу и интерпретации материалов магнитотеллурических зондирований, выполненных на территории Памир-Гиссаро-Алайской зоны, в рамках работ по построению комплексной геолого-геофизической модели этой зоны.

Количество научных работ по Проекту, опубликованных в 2016 году (цифрами) (пункт заполняется автоматически, выводится количество заполненных 509 форм)

6

Из них в изданиях, включенных в перечень ВАК

3

Из них в изданиях, включенных в библиографическую базу данных РИНЦ

4

Из них в изданиях, включенных в международные системы цитирования (библиографические и реферативные базы научных публикаций)

2

Количество научных работ, подготовленных в ходе выполнения Проекта и принятых к печати в 2016 году (пункт заполняется автоматически, выводится количество заполненных 509 форм)

Участие в 2016 году в научных мероприятиях по тематике Проекта

XXIII Международная школа-семинар по электромагнитной индукции в Земле, г. Чэнг-Май, Таиланд. Постерный доклад

XLVIII Тектоническое Совещание «Тектоника, геодинамика и рудогенез складчатых поясов и платформ». Москва. Пленарный доклад.

IV Тектонофизическая конференция. Москва: ФГБУН ИФЗ РАН. Пленарный доклад.

Участие в 2016 году в экспедициях по тематике Проекта, которые проводились при финансовой поддержке Фонда (указать номера проектов)

не участвовали

Финансовые средства, полученные в 2016 году от Фонда

700000

Финансовые средства, полученные в 2015 году от Фонда

500000

Финансовые средства, полученные в 2014 году от Фонда

500000,00

Адреса (полностью) ресурсов в Интернете, подготовленных авторами по данному проекту

<http://www.gdirc.ru>

Библиографический список всех публикаций по проекту за весь период выполнения проекта, в порядке значимости: монографии, статьи в научных изданиях, тезисы докладов и материалы съездов, конференций и т.д.

1. Матюков В.Е., Рыбин А. К., Баталев В. Ю., Баталева Е. А. Глубинная геоэлектрическая структура Памиро-Алайской зоны // Тезисы докладов Шестого международного симпозиума «Проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов» г.Бишкек, 23-29 июня 2014 г., с. 200-201.

2. Matiukov V. E., Rybin A.K., Batalev V. Yu., Bataleva E.A. Deep geoelectrical structure of Pamir-Alai zone by magnetotellurical and magnetovariational data // Extended Abstract, 22nd EM Induction Workshop, Weimar, Germany, August 24-30, 2014.

3. Мансуров А.Н., Рыбин А.К. Количественная оценка современных деформаций земной земной коры Памиро-Гиссаро-Алайской зоны по данным GPS-наблюдений // Вестник КРСУ. 2015. Т. 15. № 3. С. 120-124.

4. Рыбин А.К., Матюков В.Е., Баталев В.Ю., Баталева Е.А. Глубинная геоэлектрическая структура и сейсмичность Памиро-Алайской зоны // Материалы докладов Шестого международного симпозиума «Проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов» (23-29 июня 2014 г., г. Бишкек). Бишкек: ИС РАН, 2015. С. 208-217.

5. Мансуров А.Н., Рыбин А.К. Оценка современных деформаций зоны сочленения Памира и Тянь-Шаня по данным космической геодезии // Материалы докладов Шестого международного симпозиума «Проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов» (23-29 июня 2014 г., г. Бишкек). Бишкек: ИС РАН, 2015. С. 90-94.

6. Леонов М.Г. Атоллы Туркестанского палеоокеана: механизм формирования и место в тектонической эволюции // Геология рифов. Материалы Всероссийского совещания. Сыктывкар, ИГ КомиНЦ УрО РАН, 2015. С. 73-74.

7. Rybin A.K., Matiukov V. E., Batalev V. Yu., Bataleva E.A. Lithosphere of Pamir and Tien-Shan conjunction zone: geoelectric model and tectonic constraints // Abstract, 26th IUGG General Assembly, International Union of Geodesy and Geophysics, Prague, Czech Republic, June 22 - July 2, 2015.

8. Леонов М.Г., Рыбин А.К., Матюков В.Е.. Памиро-Алай и взаимоотношение Центрально-Азиатского и Альпийско-Гималайского подвижных поясов (геолого-

геофизическая модель) // Тектоника, геодинамика и рудогенез складчатых поясов и платформ. Мат. XLVIII Тектонического Совещ. М.: ГЕОС, 2016. С. 337–340.

9. Рыбин А. К., Леонов М. Г., Пржиялговский Е. С., Баталев В. Ю., Баталева Е. А., Брагин В. Д., Морозов Ю. А., Щелочков Г. Г. Природа верхнекоровых электропроводящих горизонтов и инфраструктура гранитов Центрального Тянь-Шаня // ДАН. 2016. Т. 470. № 2. С. 1–4.

10. М.Г.Леонов, Е.С.Пржиялговский, Е.В. Лаврушина, А.В.Полецук, Рыбин А.К. Граниты фундамента Иссык-Кульской впадины: альпийская тектоника и отражение в структуре чехла // Геотектоника. 2016. С. 22–47.

11. Леонов М.Г., Пржиялговский Е.С., Лаврушина Е.В., Рыбин А.К. Постмагматическая тектоника гранитов и морфоструктура Северного Тянь-Шаня // Литосфера. № 6. С. 5–25

12. Леонов М.Г., Рыбин А.К., Матюков В.Е., Баталев В.Ю., Щелочков Г.Г. Гиссаро-Алай и Памир: сравнительная геодинамика и взаимоотношение // Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле. Материалы IV Тектонофизической конференции. Т.1. Москва: ФГБУН ИФЗ РАН, 2016. С. 129–138.

13. Rybin A.K., Matiukov V. E., Batalev V. Yu, Bataleva E.A. What can lithospheric electric conductivity images give us for understanding tectonics, magmatism and geodynamics (on example of Pamir and Tien-Shan conjunction zone)? // Abstract, 23rd Electromagnetic Induction Workshop, Chiang Mai, Thailand, 14 - 20 August, 2016.

Приоритетное направление развития науки, технологий и техники РФ, которому, по мнению исполнителей, соответствуют результаты данного проекта

Рациональное природопользование

Критическая технология РФ, которой, по мнению исполнителей, соответствуют результаты данного проекта

Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения

Основное направление технологической модернизации экономики России, которому, по мнению исполнителей, соответствуют результаты данного проекта

не очевидно

Аннотация основных результатов проекта

Выполнен 3-х годичный цикл исследований по теме «Особенности глубинного строения и геодинамики зон сочленения разновозрастных горных сооружений Центральной Азии (на примере системы Памир-Гиссаро-Алай)». Главная цель этих исследований связана с определением геолого-геофизических характеристик геодинамической системы взаимодействия двух крупнейших горных областей Центральной Азии: Тянь-Шаня и Памира. Получены новые знания о геологической структуре, глубинном строении и геодинамике Памир-Гиссаро-Алайской зоны, что способствует решению актуальных вопросов тектоники и эволюции зоны сочленения Памира и Тянь-Шаня, которые до сих пор оставались дискуссионными.

Важнейшим результатом проведенных исследований является построение комплексной геолого-геофизической модели зоны сочленения Памира и Гиссаро-Алая.

Фактор независимости геологического и геодинамического развития Памира и Гиссаро-Алая, установленный на основе многочисленных наблюдений и фактов, лежит в основе построения этой модели.

Область сочленения (взаимодействия) этих двух независимых геодинамических провинций, географически и тектонически соответствующая системе межгорных впадин (Афгано-Тджикской, Алайской, восточной части Таримской) и горных хребтов (Заалайского, Петра Первого), является зоной аккомодации, которая служит демпфером, «гасителем» тектонических сил и напряжений, вызываемых как давлением Памира, так и более южных элементов Альпийско-Гималайского пояса. Этой зоне геодинамически соответствует, по-видимому, глубинная структура типа интраконтинентальной «замковой» субдукции (selfclosing subduction), которая представляет собой особый тектоно-геодинамический тип структур континентальной литосферы.

Формирование современной архитектуры и инфраструктуры Памир-Гиссаро-Алайского сегмента земной коры и сопредельных горных территорий связано с интерференцией двух геодинамических режимов: (1) глобального орогенеза, охватившего значительные территории Евразии, в том числе Гиссаро-Алай и Памир, и определившего черты их сходства; (2) региональных режимов, различных для Памира и Гиссаро-Алая и действующих относительно независимо в пределах Центрально-Азиатского и Альпийско-Гималайского подвижных поясов.

Другим важным результатом проведенных исследований является выявление особенностей и различий в формах проявления структур пластического течения в земной коре Памира и Гиссаро-Алая.

В пределах Гиссаро-Алая, во Внутренней зоне Северного Памира, на Центральном и Южном Памире пластическое течение проявлено в виде дискретного субгоризонтального расслоения горных масс, формирования дисгармоничных срывов и пакетов тектонических покровов.

На Памире эти процессы охватывают весь разрез от докембрия до кайнозоя и проявлены в пределах и фундамента и чехольных комплексов и реализуются в виде нагромождения тектонических складок-покровов.

В Гиссаро-Алае тектоническое течение горных масс сосредоточено преимущественно в породах палеозойского фундамента; в более молодых отложениях оно проявлено лишь спорадически в зонах концентрированной деформации и вязких разломов. Тектоническое течение здесь реализуется в виде формирования широкомасштабных складок основания и хрупко-пластического «растекания» породных масс фундамента в поперечном и продольном направлении. Объемное течение пород фундамента осуществляется за счет пластической деформации (что зафиксировано в морфологии складок, плейчатости, сланцеватости, линейности, образовании послонных вязких разрывов и пр.), микро- и макроразломной деформации, объемного микрокатаклаза, динамической рекристаллизации, меланжирования.

Аннотации к публикациям

2014 год

Матюков В.Е., Рыбин А.К., Баталев В.Ю., Баталева Е.А. Глубинная геоэлектрическая структура Памиро-Алайской зоны // Тезисы докладов Шестого международного симпозиума «Проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов» г.Бишкек, 23-29 июня 2014 г., с. 200-201.

В работе рассматриваются результаты магнитотеллурических наблюдений на участке профиля «TIPAGE» и построенная двумерная геоэлектрическая модель «ALAI-TIPAGE», которая дает новые представления о глубинном строении зоны сочленения Памира и Тянь-Шаня.

Matiukov V. E., Rybin A.K., Batalev V. Yu., Bataleva E.A. Deep geoelectrical structure of Pamir-Alai zone by magnetotellurical and magnetovariational data // Extended Abstract, 22nd EM Induction Workshop, Weimar, Germany, August 24-30, 2014.

В работе представлены результаты магнитотеллурических и магнитовариационных зондирований по 3-м профилям «TIPAGE-ALAI», которые выполнены в зоне сочленения Памира и Тянь-Шаня. Рассматриваются характеристики полученной региональной геоэлектрической структуры и объяснения природы коровой проводимости этой зоны.

2015 год

Мансуров А.Н., Рыбин А.К. Количественная оценка современных деформаций земной земной коры Памиро-Гиссаро-Алайской зоны по данным GPS-наблюдений // Вестник КРСУ. 2015. Т. 15. № 3. С. 120-124.

Проведены расчеты двумерного поля деформаций Памиро-Гиссаро-Алайской зоны по результатам космогеодезических измерений межрегиональной Центрально-Азиатской сети, осуществляемых Научной станции РАН. Построено поле скорости современных плоских деформаций, проведен анализ распределения деформаций по исследуемой территории.

Рыбин А.К., Матюков В.Е., Баталев В.Ю., Баталева Е.А. Глубинная геоэлектрическая структура и сейсмичность Памиро-Алайской зоны // Материалы докладов Шестого международного симпозиума «Проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов» (23-29 июня 2014 г., г. Бишкек). Бишкек: НС РАН, 2015. С. 208-217.

Представлены результаты профильных магнитотеллурических и магнитовариационных зондирований Памиро-Алайской зоны. Рассмотрены вопросы построения двумерной геоэлектрической модели литосферы Памиро-Алайской зоны и ее характеристики. Проведен анализ взаимосвязи параметров геоэлектрической структуры с пространственным распределением сейсмичности исследуемой области.

Мансуров А.Н., Рыбин А.К. Оценка современных деформаций зоны сочленения Памира и Тянь-Шаня по данным космической геодезии // Материалы докладов Шестого международного симпозиума «Проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов» (23-29 июня 2014 г., г. Бишкек). Бишкек: НС РАН, 2015. С. 90-94.

Выполнены расчеты поля деформаций Памиро-Алайской зоны по результатам GPS-измерений. Выявлено крайне неоднородное распределение деформации земной коры этой зоны. Приведены характеристики поля тензора скорости деформации.

Леонов М.Г., Цеховский Ю.Г. Мезозойско-кайнозойские осадочные бассейны Западного Забайкалья и Гиссаро-Алайской горной области (сравнительная характеристика) // Эволюция осадочных процессов в истории земли. Материалы Всероссийского литологического совещания. М.: ГЕОС, 2015. С. 84-89.

Приведена сравнительная характеристика дискретных осадочных бассейнов (межгорных впадин) Западного Забайкалья и Гиссаро-Алайской горной области. Показано, что они обладают определенными чертами сходства (элементы периодизации событий, отдельные типы осадочного процесса и пр.), но в то же время и существенно

различны по общему набору формаций и тектонической структуре. Сделан вывод, что их образование связано с двумя типами геодинамических обстановок: межрегиональным режимом, ответственным за сходство этих структур, и региональных режимов, которые определяют черты их различия.

Леонов М.Г. Атоллы Туркестанского палеоокеана: механизм формирования и место в тектонической эволюции // Геология рифов. Материалы Всероссийского совещания. Сыктывкар, ИГ КомиНЦ УрО РАН, 2015. С. 73-74.

Атоллы и гайоты – группа внутрибассейновых морфоструктур, несущих большую информацию о палеотектонических и палеогеографических обстановках. Это касается и палеоструктур, обнаруженных в пределах Палеотуркестанского океана (Гиссаро-Алайская горная система). В материалах приведена информация о гайотах и атоллах, расположенных в пределах Гиссаро-Алайского региона (Южной Тянь-Шань). Рассмотрены их внутренняя структура, механизм формирования, особенности эволюции в рамках региональной структуры. Приведена графически-описательная модель строения атоллы и его эволюции от заложения структуры до вхождения в общую архитектуру горного сооружения.

Rybin A.K., Matiukov V. E., Batalev V. Yu, Bataleva E.A. Lithosphere of Pamir and Tien-Shan conjunction zone: geoelectric model and tectonic constraints // Abstract, 26th IUGG General Assembly, International Union of Geodesy and Geophysics, Prague, Czech Republic, June 22 - July 2, 2015.

Построена региональная геоэлектрическая модель литосферы зоны сочленения Памира и Тянь-Шаня по профилю «TIPAGE-ALAI» с помощью двумерной инверсии магнитотеллурических и магнитовариационных данных. Рассмотрены различные аспекты тектонической интерпретации глубинной геоэлектрической структуры региона исследования.

2016 год

Леонов М.Г., Рыбин А.К., Матюков В.Е. Памиро-Алай и взаимоотношение Центрально-Азиатского и Альпийско-Гималайского подвижных поясов (геолого-геофизическая модель) // Тектоника, геодинамика и рудогенез складчатых поясов и платформ. Мат. XLVIII Тектонического Совещ. М.: ГЕОС, 2016. С. 337–340.

На границе горных систем Гиссаро-Алая (ГА) и Памира происходит сопряжение двух трансрегиональных подвижных поясов: Центрально-Азиатского (ГА) и Альпийско-Гималайского (Памир). ГА и Памир существенно различаются по ряду параметров: морфоструктуре, геометрии и тектоническому стилю, кинематике, последовательности событий, магматизму, глубинному строению и пр. Сделан вывод, что формирование структуры этих поясов вряд ли можно объяснить, как принято в настоящее время, только влиянием Индоевропейской коллизии. Их возникновение, по-видимому, связано с наложением двух геодинамических режимов: 1) глобального орогенеза, охватившего значительные территории Евразии и общего для ГА и Памира; 2) различных для Памира и Гиссаро-Алая региональных режимов, действующих в пределах Центрально-Азиатского и Альпийско-Гималайского подвижных поясов.

Рыбин А. К., Леонов М. Г., Пржиялговский Е. С., Баталев В. Ю., Баталева Е. А., Брагин В. Д., Морозов Ю. А., Щелочков Г. Г. Природа верхнекоровых электропроводящих горизонтов и инфраструктура гранитов Центрального Тянь-Шаня // ДАН. 2016. Т. 470. № 2. С. 1–4.

Изучена инфраструктура гранитных массивов Центрального Тянь-Шаня и ее корреляция с верхнекоровым электропроводящим горизонтом, что позволило выявить новые особенности структуры гранитного слоя в регионе и уточнить природу низкоомных горизонтов.

М.Г.Леонов, Е.С.Пржиялговский, Е.В. Лаврушина, А.В.Полецук, Рыбин А.К. Граниты фундамента Иссык-Кульской впадины: альпийская тектоника и отражение в структуре чехла // Геотектоника. 2016. С. 22–47.

Значительные объемы верхней коры внутриконтинентальных орогенов слагают породы гранитного ряда, которые занимают иногда больше половины площади выходов фундамента. Столь значительное место гранитов в составе фундамента должно отражать важные закономерности формирования современного облика эпиплатформенных подвижных поясов. В статье описана постмагматическая тектоника гранитных массивов, входящих в состав фундамента Северного Тянь-Шаня. Выявлены структуры дезинтеграции разного масштаба: от блочной делимости массивов с размерностью в сотни метров до микробрекчирования и катаклаза минеральных зерен. На участках интенсивной тектонической переработки структура пород кардинально меняется, что влияет на изменение их реологических свойств и приводит к пространственному перераспределению гранитных масс, их «выжиманию» в верхние горизонты коры в виде купольных морфоструктур и протрузий. Показано, что главным механизмом постмагматической структурной переработки гранитов является объемная дезинтеграция и катаклаз, а формой подвижности – катакластическое течение. Показано, что постмагматическая тектоника гранитного фундамента оказывает существенное влияние на формирование современной морфоструктуры Северного Тянь-Шаня.

Леонов М.Г., Пржиялговский Е.С., Лаврушина Е.В., Рыбин А.К. Постмагматическая тектоника гранитов и морфоструктура Северного Тянь-Шаня // Литосфера. № 6. С. 5–25

Значительные объемы (до 50 и более %) верхней коры континентов представлены гранитами, и граниты, безусловно, должны влиять на формирование структуры земной коры и особенности ее эволюции. Обычно полагают, что граниты после остывания и вхождения в состав фундамента представляют собой достаточно пассивные объемы, не подверженные серьёзным структурным преобразованиям. Однако данные геологических наблюдений опровергают это мнение. В частности, изучение гранитов Северного Тянь-Шаня показало, что после остывания и вхождения в состав фундамента они подверглись интенсивной структурной переработке. Деформация выражена в разномасштабной объемной дезинтеграции пород, в конечном итоге приводящей к возникновению огромных масс катаклазитов. При этом тектоническая переработка кардинально меняет реологию пород, обуславливая их объемное катакластическое течение. Происходит пространственное перемещение гранитных масс, образование купольных морфоструктур, вертикальных и горизонтальных кристаллических протрузий. Постмагматическая тектоника гранитного фундамента оказывает существенное влияние на формирование тектонического плана и современной морфоструктуры региона.

Леонов М.Г., Рыбин А.К., Матюков В.Е., Баталев В.Ю., Щелочков Г.Г. Гиссаро-Алай и Памир: сравнительная геодинамика и взаимоотношение // Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле. Материалы IV Тектонофизической конференции. Т.1. Москва: ФГБУН ИФЗ РАН, 2016. С. 129–138.

Алай и Памир принадлежат разным подвижным поясам и существенно различаются по морфоструктуре, геометрии, тектоническому стилю, кинематике, последовательности событий, магматизму, глубинному строению. Такое различие трудно объяснимо только с позиций влияния на регион движений Индостанской плиты. Их развитие, по-видимому, связано с интерференцией, как минимум, двух главных геодинамических режимов: 1) глобального орогенеза, охватившего значительные территории Евразии и общего для Алая и Памира; 2) различных для Памира и Алая региональных режимов, действующих относительно независимо в пределах Центрально-Азиатского и Альпийско-Гималайского подвижных поясов. Реальное воздействие Индостанской плиты в секторе Памиро-Алая, по-видимому, не распространяется севернее Алайско-Таджикской депрессии, которая служит здесь зоной аккомодации между двумя

разнородными подвижными поясами. Эти данные необходимо учитывать при разработке сценария альпийской геодинамики региона.

Rybin A.K., Matiukov V. E., Batalev V. Yu, Bataleva E.A. What can lithospheric electric conductivity images give us for understanding tectonics, magmatism and geodynamics (on example of Pamir and Tien-Shan conjunction zone)? // Abstract, 23rd Electromagnetic Induction Workshop, Chiang Mai, Thailand, 14 - 20 August, 2016.

Рассмотрены характеристики глубинной геоэлектрической структуры литосферы зоны сочленения Памира и Тянь-Шаня с позиции тектонической интерпретации. Сделан вывод о том, что тектоническое течение в нижней коре и верхней мантии региона, главным образом, определяет сложную геодинамическую обстановку в зоне Памирского узла, где на фоне силового давления Индо-Евразийской коллизии движутся и контактируют такие крупные литосферные блоки как Tarim Basin, Tibet, Karakorum, Hindu Kush, Tajik Basin, Tien Shan.