

ОТЧЕТ О ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЕКТА № 16-17-10059

«ВЗАИМОСВЯЗЬ ТЕКТОНИЧЕСКИХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРХНЕКОРОВЫХ СТРУКТУР ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОРОГЕНОВ С ГЛУБИННЫМ СТРОЕНИЕМ, МИНЕРАГЕНИЕЙ И ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ (НА ПРИМЕРЕ ТЯНЬ- ШАНЯ)»

2016 ГОД

Заявленный в проекте план работы на год

В первый год выполнения проекта предполагается провести следующие работы:

Анализ литературного материала по теме исследований, обработка ранее собранных данных, характеристика постмагматической тектоники гранитов Киргизского хребта; характеристика «зон тектонического сшивания» Гиссаро-Алайской горной области.

Сбор и анализ существующих на сегодняшний день геофизических материалов по глубинному строению западного и центрального сегментов внутриконтинентального Тянь-Шанского орогена.

Составление структурно-кинематической схемы дислокационных зон орогенного этапа Северного Тянь-Шаня на основе данных структурного дешифрирования дистанционных ландшафтных снимков и анализа региональных геолого-геофизических материалов.

Построение поперечных геолого-геофизических разрезов через прибортовые зоны Иссык-Кульской и Кочкорской внутригорных впадин.

Описание неотектонических структурных парагенезов бортовых зон Иссыккульской впадины на ключевых участках.

Анализ фаз внутриплитной активности и неотектонических структурных парагенезов Южнокочкорской зоны на основе данных детального структурно-геологического картирования. Анализ мезо- и микроструктур палеозойских гранитоидов южного обрамления Кочкорской впадины. Подготовка публикации и тезисов доклада на научной конференции.

Оценка геодинамических условий формирования молодых бассейновых структур Северного и Среднего Тянь-Шаня на основе данных кинематического анализа и результатов структурно-геологического картирования ключевых участков.

Подготовка к печати публикаций по теме исследования.

Командировки (4 чел.) в г. Бишкек, Научную станцию РАН для проведения полевых исследований на территории Тянь-Шаня.

Заявленные научные результаты на конец года

В результате исследований первого года проекта будут подготовлены:

схема кинематики региональных дислокационных зон Северного Тянь-Шаня;

структурно-геологические карты (масштаба 1:20000) и поэтапные структурно-кинематические схемы ключевых участков Кочкорской впадины;

стереограммы ориентировок трещин и таблица сопоставления полей палеонапряжений и писание деформационных микроструктур в гранитных массивах южных бортов Кочкорской и Иссык-Кульской впадин;

характеристика постумной структуры гранитов в пределах «купольно-протрузивного» класса типоморфных структур гранитного фундамента (массивы Пришиб, Каджи-Сай, Кызыл-Булак, Кызыл-Чоку);

геоэлектрические разрезы ключевых участков Кочкорской, Иссык-Кульской впадин и

дислокационных зон Северного Тянь-Шаня (территория Бишкекского геодинамического полигона);

база данных материалов магнитотеллурических и магнитовариационных зондирований для построения региональной геоэлектрической модели западного сегмента Тянь-Шанского орогена (Гиссаро-Алайская область);

научные публикации по теме исследований в виде материалов конференции и 2-х статей:

«Тектоника и инфраструктура фундамента прогиба Чонкурчак (Киргизский хребет) (Доклады АН);

«Постмагматическая тектоника гранитов фундамента Северного Тянь-Шаня»

Сведения о фактическом выполнении плана работы на год

- Анализ литературного материала по теме исследований, обработка ранее собранных данных.

В отчетный период проанализировано и обработано более 150 литературных источников, имеющих отношение к рассматриваемой проблеме. Основное внимание на данном этапе было сосредоточено на вопросах общей геодинамики региона и выявлении главных морфоструктурных элементов Тянь-Шанского сегмента земной коры.

В результате:

- Собран значительный объем фактического материала, который имеет отношение как к разработке общих закономерностей становления и развития изучаемого региона, так и геологического строения и истории формирования конкретных структур и объектов.
- Сформирован электронный архив текстовых и графических данных по теме исследования.
- Определены тенденции в постановке и решении задач изучения взаимосвязи верхнекоровых морфоструктурных характеристик Тянь-Шаня и прилегающих территорий с их глубинным строением.

Главные вопросы, которые до сих пор не нашли своего единого решения:

(а) определение структурных элементов, имеющих первостепенное значение для понимания геодинамики региона;

(б) степень унаследованности альпийской геодинамики от предшествующих этапов развития;

(в) определение механизмов, ответственных за формирование конкретных ключевых геоструктур региона и Тянь-Шанского орогена в целом;

(г) характер общего структурно- тектонического стиля Тянь-Шаня и его отдельных сегментов и характер соотношения последних между собой;

(д) степень соответствия глубинного строения, коренной структуры и современного морфологического облика Гиссаро-Алайской горной области;

(е) положение Тянь-Шаня в ряду смежных горных сооружений и степень влияния последних на его геологическую историю.

Проведенный анализ позволил:

- определить «болевые» точки геологии региона;
- подтвердить правильность выбранного в Проекте направления исследований;
- выявить типы морфоструктур, в наибольшей степени определяющих современную архитектуру и отражающих ход геодинамической эволюции Тянь-Шанского орогена;
- подготовить сводку по глубинному строению Гиссаро-Алайского сектора Тянь-Шаня;
- оптимизировать направления исследований по Проекту и наметить пути их реализации;
- создать литературно-аналитическую базу для подготовки публикаций (докладов, статей, монографий) по Проекту.

Одним из главных выводов, вытекающих из проведенной аналитической работы, является вывод о необходимости рассмотрения Тянь-Шаня не в качестве изолированного объекта, а в контексте его принадлежности к Урало-Монгольскому подвижному поясу и его взаимодействия со структурами Альпийско-Гималайского пояса, в первую очередь, с

горным сооружением Памира.

Это направление станет частью плана исследований по Проекту в 2017 г.

- Характеристика постмагматической тектоники гранитов Киргизского хребта.

Было проведено полевое изучение инфроструктуры гранитов фундамента Киргизского хребта и описана структура поверхности пенепленизированного фундамента на Чункурчакском участке (рис. 1). Установлено, что современная 3-D форма поверхности предпалеоценового пенеплена наглядно демонстрирует стиль деформаций палеозойского фундамента Киргизского фундамента на альпийской стадии тектонического развития. Для рассмотренного участка, расположенного в зоне градиентных вертикальных движений на границе Чуйской впадины и антиклинория Киргизского хребта, установлены структуры пластических деформаций – изометричные купольные выступы и мульды, валы и т.п., горизонтальные и вертикальные размеры которых составляют несколько сотен метров. Эти структуры слабо упорядочены по направлению осей и взаимному расположению, однако можно отметить их преимущественную асимметрию на разрезах: южные крылья чаще представлены крутыми флексурами или осложнены малоамплитудными разрывами. Определенные нами амплитуды смещений по разломам (внутри Чонкурчакского прогиба и по ограничивающим прогиб тектоническим зонам) не превышают 100 – 200 м, что практически не нарушает общий пластичный стиль изгибов пенеплена.

- Характеристика «зон тектонического сшивания» Гиссаро-Алайской горной области.

Гиссаро-Алай является составной частью Южного Тянь-Шаня, который в свою очередь принадлежит юго-западным ветвям палеозойского Центрально-Азиатского (Урало-Монгольского) подвижного пояса и одновременно входит в состав новейшего Евразийского внутриконтинентального орогена. Горное сооружение Гиссаро-Алая с трех сторон обрамлено молодыми молассовыми впадинами. Структурными границами горного сооружения Гиссаро-Алая служат зоны разломов. Гиссаро-Алай представляет собой сооружение с дивергентной структурой и характеризуется четким линейным, широтно ориентированным структурным планом и наличием субпараллельных протяженных тектонических зон (структурно-формационных ансамблей), которые обладают различными тектоническим стилем и формационным выполнением. Первый тип (Зеравшано-Туркестанская и Туркестано-Алайская зоны) представлен широкими (до 20-30 км) зонами антивергентного строения с антиклинорным стилем складчатости, с выполаживанием осевых плоскостей складок от центра структуры к ее крыльям, с пологими надвигами в краевых частях зоны, с осевым кливажом. Для второго типа зон (Зеравшано-Гиссарская, Ягнобско-Сугутская, Канско-Майлисуйская) характерны значительная ширина (20-40 км), синформное строение, надвиги и тектонические покровы, лежащие складки, структуры течения и сланцеватость, проявление зеленосланцевого метаморфизма.

Особое место занимают, так называемые, зоны концентрированной деформации (ЗКД) (Каракуль-Зиддинская, Зеравшанская, Нуратау-Курганакско-Кульгеджелинская и др.), которые являются одной из специфических черт Гиссаро-Алая. Для этих зон характерны: субвертикальное или крутое веерообразное залегание слоев и структурных элементов; концентрированный характер дислокаций: большое количество разрывов типа взбросов и взбросо-сдвигов, дисгармоничная складчатость, меланжирование отдельных толщ и горизонтов; псевдодиапиризм; линзовидная фрагментация; локальные проявления динамометаморфизма. Вулканизм как правило отсутствует.

В пределах Гиссаро-Алая выделено две разновидности шовных зон: синформные (например, Каракуль-Зиддинская и Зеравшанская) и антиформные (например, Нуратау-Курганакско-Кульгеджелинская). Первые сформированы на месте областей прогибания и для них характерны относительно глубоководные карбонатные и кремнистые отложения (девон-карбон), сменяющиеся вверх по разрезу верхнепалеозойским флишем с телами тектоно-гравитационных микститов. Вторые возникли на месте карбонатных платформ и банок, и им свойственны терригенные и терригенно-карбонатные отложения (ордовик-девон), карбонатные рифовые отложения карбона и молассоидные глыбово-

конгломератовые отложения верхнего палеозоя.

К шовным зонам зачастую приурочены мезозойско-кайнозойские впадины, выполненные платформенными отложениями юры-эоцена и альпийской молассой неоген-четвертичного возраста. Внутренняя структура в той или иной форме (ориентировка сланцеватости, растекание галек в конгломератах, ориентировка разрывов и осевых плоскостей складок и пр.) свидетельствует об обязательном присутствии сдвиговой составляющей в кинематике этих зон. В поперечном сечении покровно-складчатого сооружения происходит чередование зон различного типа. При этом узкие субвертикальные шовные зоны третьего типа разделяют зоны первых двух типов (синклинорные и антиклинорные) и контактируют с ними по системе встречных взбросов и взбросо-сдвигов. Как внутри зон, так и на их границах установлены покровно-надвиговые структуры, но шарьяжи, сопровождаемые значительными перекрытиями в целом не свойственны Южному Тянь-Шаню. Исключение составляет лишь северная окраина области (предгорья Алайского хребта, горы Нуратау), но и там амплитуда покровов не превышает 10-20 км, а шарьирование идет во встречном направлении.

Зоны концентрированной деформации определяют поперечную делимость Гиссаро-Алайской горной области и являются областями сосредоточения сдвигового течения горных масс, продольного по отношению к генеральному простираанию структур и морфологических элементов Гиссаро-Алая.

- Сбор и анализ существующих на сегодняшний день геофизических материалов по глубинному строению центрального сегмента внутриконтинентального Тянь-Шанского орогена.

Из геофизических материалов по глубинному строению центрального сегмента Тянь-Шаня для анализа нами были выделены:

«Карта отражений разломов и их сегментов в аномальном магнитном (ΔT) поле», составленная сотрудниками Института сейсмологии Киргизии (Погребной, Гребенникова, 2014) как наиболее детальная и опирающаяся на обширные геофизические и геолого-тектонические данные. Для исследуемой дислокационной зоны Северного Тянь-Шаня (миниполигон Кентор) проведён анализ этой карты, построенной на основе аэромагнитной съёмки и данных по геолого-тектоническому строению и результатов магнитотеллурического профилирования.

Статьи Поляка Б.Г. (Поляк и др., 1989, Поляк и др., 1990), в которых представлены исследования по определению значений изотопного отношения $R = 3\text{He}/4\text{He}$ и построения карты R для территории Тянь-Шаня. С целью выделения глубинных проницаемых зон, служащих каналами для миграции мантийных флюидов и детектируемых по эманациям мантийного гелия, был проведён анализ карты R . Плотность определения значений изотопного отношения R недостаточна для оценки глубинности тектонических структур в ключевых объектах нашего исследования. Поэтому в рамках проекта был осуществлён отбор проб спонтанно выделяющегося газа в термоминеральном источнике вблизи одного из ключевых объектов - хр.Байбичетоо, Центральный Тянь-Шань.

«Карта суммарной продольной проводимости мезо-кайнозойских отложений межгорных впадин Киргизии», составленная сотрудником Института сейсмологии Киргизии Мельниковой Т.А. (Мельникова, 1991) на базе профильной сети измерений методом вертикального электрического зондирования, данных по скважинам и результатов сейсморазведки. Анализ суммарной продольной проводимости осадочного чехла вблизи южного борта Чуйской, Кочкорской и Иссык-Кульской впадин позволил осуществлять их привязку к реальным параметрическим разрезам при построении геоэлектрических моделей.

Отчет о результатах комплексных геофизических исследований в сейсмоопасных районах (территория формируемого Иссык-Кульско-Чуйского территориально-производственного комплекса) за 1982-1988 г.г., составленный Лобанченко А.Н. Анализ геолого-геофизического разреза земной коры и верхней мантии, представленного в материалах отчета, позволил оценить глубинное строение межгорных впадин центрального сегмента Тянь-Шаня.

- Сбор и анализ существующих на сегодняшний день геофизических материалов по

глубинному строению западного сегмента внутриконтинентального Тянь-Шанского орогена.

Геофизические данные по глубинному строению территории западного сегмента Тянь-Шаня многочисленны (нами проанализировано более 25 источников), и многие черты структуры литосферы Гиссаро-Алая могут быть проинтерпретированы с большой долей уверенности. На основе анализа этих материалов в коровом слое и верхах мантии Гиссаро-Алая выделены разномасштабные неоднородности, которые отражены в гравиметрических аномалиях, а также в сложном сочетании объемов с разной скоростью прохождения сейсмических волн и различной электропроводностью. Установлено большое число волноводов в верхне- и нижнекоровом слоях. В верхней части коры они имеют характер «рваных» непротяженных объемов; фиксируются грибообразные наплывы высокоскоростных пород на низкоскоростные. Протяженный и мощный волновод, отделяющий верхнюю «сейсмичную» часть коры от нижней «асейсмичной», выделен на глубинах порядка 24–38 км.

Мощность корового слоя уменьшена под Ферганской и Афгано-Таджикской впадинами и увеличена под поднятием Южного Тянь-Шаня за счет раздува нижнекорового («базитового») и в меньшей мере верхнекорового («гранитного») слоев. Уменьшение мощности коры при переходе от горного сооружения к межгорным впадинам обусловлено подъемом подкорового вещества и некоторым опусканием всех поверхностей раздела.

Гиссаро-Алайскому сегменту Тянь-Шаня отвечает региональный минимум силы тяжести, который входит в обширный Центрально-Азиатский минимум. Последний связывается с уменьшением плотности пород мантии на глубинах более 200 км. Плотностная неоднородность верхней мантии подчеркивается и неоднородностью распределения электропроводности. По данным магнитотеллурического зондирования (МТЗ) фиксируются объемы разуплотненной разогретой мантии под северной частью Ферганской впадины и под Афгано-Таджикской впадиной, что подтверждается и геотермическими данными.

Полученные в результате анализа геофизических материалов данные будут использованы при проведении сравнительного анализа поверхностной морфоструктуры и глубинного строения западного (Гиссаро-Алайского) сегмента Тянь-Шаня.

- Составление структурно-кинематической схемы дислокационных зон орогенного этапа Северного Тянь-Шаня на основе данных структурного дешифрирования дистанционных ландшафтных снимков и анализа региональных геолого-геофизических материалов.

На основе данных структурного дешифрирования дистанционных ландшафтных снимков, анализа региональных геолого-геофизических материалов и данных исполнителей проекта составлена структурно-кинематическая схема дислокационных зон орогенного этапа Северного Тянь-Шаня (рис. 2). Схема включает данные авторов по структурам и кинематическим обстановкам Южно-Чуйской, Предтерекской, Южно-Кочкорской зон кайнозойской активизации и обобщает опубликованные данные по различным участкам. Северный Тянь-Шань подразделяется на две субширотные зоны с петельчато-блоковым линзовидно-линейным стилями структурного рисунка по линии, протягивающейся по южному подножью Киргизского хребта и долине Чон-Кемин. Северный Тянь-Шань отчетливо отделяется по морфо-структурному рисунку от расположенного южнее Среднего Тянь-Шаня с его линзовидно-ячеистым строением.

Морфо-структурное деление Тянь-Шаня отражает адаптацию локальных обстановок напряженного состояния неотектонического этапа к структуре и вещественному составу палеозойского фундамента. Структуры течения отражают 3-D перераспределение масс внутри выделенных зон, которое в целом контролируется региональным напряжением с СВ-положением оси максимального сжатия.

- Построение поперечных геолого-геофизических разрезов через прибортовые зоны Иссык-Кульской и Кочкорской внутригорных впадин.

Основой получения поперечных геолого-геофизических разрезов являлось построение геоэлектрических разрезов для профилей магнитотеллурических

зондирований (МТЗ), пересекающих южные прибортовые зоны Иссyk-Кульской и Кочкорской впадин, а также профиля, пересекающего южный борт Чуйской впадины (территория Бишкекского геодинимического полигона - миниполигон Кентор).

Построение профильных геоэлектрических разрезов выполнялось в несколько этапов. На этапе качественной интерпретации экспериментальных данных МТЗ и оценки размерности геоэлектрической структуры были построены:

- псевдоразрезы кажущегося сопротивления, фазы импеданса и реальной части типпера для рассматриваемых профилей;
- псевдоразрезы параметров неоднородности (Skew, N и др.);
- карты реальных векторов Визе на нескольких периодах.

Для обеспечения выполнения этапа качественной интерпретации были разработаны программные средства для переформатирования, вычисления трансформант компонент тензора импеданса и матрицы Визе-Паркинсона, а также сортировки крупных массивов данных из файлов формата *.edi, содержащих результаты обработки полевых записей магнитотеллурического поля в пункте наблюдения профиля.

С учетом профильной стратегии магнитотеллурических исследований горного Тянь-Шаня на следующем этапе интерпретации осуществлялась оценка двумерности геоэлектрической структуры и определялся диапазон периодов в котором распределение электрических свойств среды можно было считать двумерным.

На завершающем этапе построения геоэлектрических разрезов выполнялась двумерная инверсия наблюдаемых профильных магнитотеллурических данных с помощью программы Rodi– Mackie, реализующей метод нелинейных сопряженных градиентов для решения обратной задачи МТЗ.

- Описание неотектонических структурных парагенезов бортовых зон Иссyкульской впадины на ключевых участках.

В северном и южном бортах Иссyкульской впадины описаны типичные структурные парагенезы новейшего этапа. В рамках проекта в 2016 году исследовались четыре ключевых участка: Чонкурчак, Кызыл-Чоку, Пришиб и Кызыл-Булак (рис. 3). Рассмотрим подробно характеристику структурного парагенеза только для первого участка - объекта Чонкурчак (район п. Каджи-Сай).

Объект Чонкурчак расположен в Предтерской зоне деформаций в южном борту Иссyкульской впадины и представляет собой одну из крупных ($\approx 7 \times 25$ км) кулис фундамента, отчлененную от основного хребта Терской-Алатау понижением, выполненным четверичными отложениями. На этом участке фундамент сложен преимущественно позднеордовикскими гранитоидами с небольшими телами докембрийских метаморфизованных пород. Иссyкульской впадины между хр. Терской-Алатау и озером Иссyк-Куль в виде полосы шириной около 4-5 км. В основании разреза осадочного чехла лежат раннеюрские кварцевые конгломераты и песчаники, аргиллиты, глины со слоями песчаников и линзами углей, общей мощностью до 300 метров.

Юрские отложения, мощность и состав которых изменчивы как по падению, так и по простиранию, полого погружаются на север под кайнозойские отложения Иссyкульской впадины. Контакт юрских отложений с породами палеозойского фундамента протягивается субширотно вдоль подножия северных отрогов хр. Терской-Алатау практически по прямой линии. Здесь осадочные отложения залегают круто, падая на север с углами до 50° . Как правило, на геологических картах зона контакта обозначается как разлом. Породы фундамента в этой зоне тектонически расщеплены и трещиноватые. В отличие от фундамента юрские породы на контакте лишь слабо обохрены, сохраняют слоистость без следов тектонизации. К северу от контакта залегания слоев постепенно выволаживаются, поэтому данную зону можно рассматривать как флексуру.

Кровля гранитов в целом следует абрису поверхности выравнивания, но нарушена многочисленными разломами и имеет клавишный облик. Массив Чонкурчак разделен на отдельные объемы (блоки), которые отчетливо проявляются в рельефе и на генерализованных ландшафтных снимках как структуры делимости мегауровня. Чаще всего блоки вытянуты в субширотном направлении, имеют форму линз или ромбов с прямолинейными или дугообразными очертаниями. Их протяженность – от нескольких

сотен метров до первых километров. Границы блоков выражены зонами сгущения трещин и разрывными нарушениями. Внутри блоков ориентировка трещиноватости относительно однородна. В каждом из доменов преобладают системы трещин определенной ориентировки, которая если меняется, то постепенно, образуя плавные изгибы. Но на границах блоков ориентировка может меняться кардинально (рис. 4). Все выявленные структурные элементы образуют единый парагенетический ансамбль объемной реидной деформации, в данном случае – катакластического течения с признаками сдвиговой (в механическом понимании) кинематики, что, в частности, подтверждается широким развитием “черепичных” структур.

Проявлением объемной деформации пород массива являются различные катаклазиты. Наблюдается непрерывный ряд структурно-минеральных преобразований, отражающих нарастание деформации от практически неизмененного гранита до интенсивно брекчированной породы и автобрекчий. Увеличение степени деформации связано и с увеличением объема рекристаллизованного матрикса (микрокластита) и с изменением размерности зерен. Наиболее тонкокристаллический агрегат расположен в центральных частях зон смещений, а так же в секущих зонах, образующих подобие жил и отвечающих наиболее поздним стадиям структурно- минеральных преобразований.

На расстоянии около 2 км к северу от выступа фундамента прослеживается узкая полоса выходов раннеюрских и палеоцен-эоценовых пород (коктурпакская серия) в окружении более молодых отложений, вытянутая субширотно, параллельно борту впадины. Ширина зоны местами составляет всего 5 метров, но обычно достигает 100 - 150м. В данной зоне, юрские глинисто- песчаные породы интенсивно деформированы и образуют грибообразные, лежащие и опрокинутые антиклинальные формы с искривленными в поперечном срезе осевыми поверхностями и резко ундулирующими шарнирами. В ядерных частях, сложенных глинистыми слоями, слоистость часто нарушена, фрагменты алевролитовых прослоев хаотично ориентированы в глинистом матриксе. Ядра самых западных гребневидных складок сложены не юрскими породами, а выветренными и дезинтегрированными гранитами фундамента в окаймлении коктурпакских слоев (см. объект Кызыл-Булак). По-видимому, по своему генезису данные складки можно считать аналогами складок нагнетания или диапировых, которые возникли благодаря малой вязкости глинистых пород осадочного разреза и коры выветривания дезинтегрированных гранитов, и были инициированы разломами основания. Можно отметить, что высота гребневидных складок не отражает амплитуд вертикального смещения и блоков нижележащего фундамента, которое вдоль данного разлома практически не определяется при картировании и, вероятно, было незначительным. На отдельных участках этих протяженных структур фиксируются незначительные сдвиговые смещения разной ориентировки.

- Анализ фаз внутриплитной активности и неотектонических структурных парагенезов Южнокочкорской зоны на основе данных детального структурно-геологического картирования. Анализ мезо- и микроструктур палеозойских гранитоидов южного обрамления Кочкорской впадины. Подготовка публикации и тезисов доклада на научной конференции.

Структурно-геологические исследования в Кочкорской впадине проводились на базе детального картирования ее южного борта (рис. 5) и включали анализ фаз внутриплитной активности и описание структурных парагенезов. В частности, проводилось изучение строения кайнозойского осадочного чехла, структурных несогласий, контактов «фундамент - чехол» и проявления новейших деформаций в породах фундамента.

Кочкорская впадина располагается к западу от Иссыккульской и представляет собой синклинальный прогиб, вытянутый в широтном направлении и заполненный осадочными отложениями палеогена–неогена. Как и большинство внутригорных впадин Северного Тянь-Шаня асимметрична в поперечном разрезе. Северный борт депрессии является пологим склоном Киргизского хребта, на котором местами сохранилась поверхность пенеплена, полого погружающаяся на юг под кайнозойские отложения. На юге, в пределах Терской хребта, борт впадины становится крутым, и вся толща дочетвертичных отложений в лежащем крыле интенсивно деформирована.

Позднекайнозойские деформации проявились не только в чехле, но и в палеозойских гранитах обрамления впадины. Эта полоса шириной 5-8 км -Южнокочкорская зона концентрированной деформации - являлась основным объектом исследований. Для решения вопроса о соотношении поверхностных и глубинных структур на этом же участке вкост борта впадины проводились детальные геоэлектрические профильные работы.

Граница «фундамент-чехол» в центральном сегменте южного борта Кочкорской впадины протягивается вдоль Южнокочкорского взброса. В зоне контакта, неогеновые отложения и граниты интенсивно деформированы. Пласты осадочных пород стоят на головах, будинированы, осложнены дисгармоничными складками. На некоторых участках развита широкая зона осадочного меланжа с перемешанными фрагментами пород разного литологического состава. В всячем крыле разлома при движении с запада на восток граниты контактируют с все более верхними пачками неогенового разреза, косо срезая их. Граниты интенсивно дезинтегрированы в широкой полосе, прослеженной вглубь массива на 250–300 м. Вблизи контакта породы представлены рыхлой бесструктурной массой, которая состоит из матрикса, сложенного зернами «гранитных» минералов и фрагментов катаклазированного гранита дресвяной размерности. В матриксе «плавают» угловатые и округлые разноразмерные фрагменты менее измененных гранитов. Иногда разрыхленные граниты тектонически налегают на крутопадающие неогеновые слои в виде пологих приповерхностных козырьков – «наплывов».

Западнее наблюдается стратиграфическое несогласное налегание палеоцен-олигоценых отложений коктурпакской серии на выветренную поверхность гранитного массива. На востоке отложения верхней части разреза плиоценовой толщи валунно-галечного состава трансгрессивно ложатся на граниты. Таким образом, граница фундамент/чехол лишь местами является тектонической, а Южнокочкорский разлом на западе и востоке смещается в область развития чехла.

В широкой полосе, ограниченной с севера Акчопским разломом, породы чехла складчато деформированы: крутые и запрокинутые залегания бортовой зоны сменяются пологими, а на севере залегают в виде широкой моноклинали, выраженной грядой поднятий-адыров. Поднятия ориентированы косо к простиранию зоны и структурно связаны с взбросами-сдвигами, оперяющими главный разлом. Их парагенез указывает на левосторонние транспрессивные смещения вдоль широтной зоны деформаций южного борта впадины.

Акчопский разлом практически повсеместно выражен как единый уступ, сегментированный в виде сопряженных дуг, выгнутых к северу. Контур его выхода на поверхность соответствует изменяющемуся простиранию слоев кочкорской свиты, что дает основание считать, что сместитель является послынным. Угол южного падения слоев во фронте надвига составляет 45 - 50° и резко выполаживается до 15 - 25° южнее. Подобные изломы слоев являются типичным проявлением приповерхностных складчато-надвиговых структур во фронте взбросов в крутых бортах межгорных депрессий и указывают линии изменения наклона послынного срыва- детачмента. В левом обрыве р. Джуанарык видно, что пологие в целом залегания слоев в ядре синклиальной структуры осложнены малоамплитудными флексурами и разрывами, пологими конформными складками неогеновых отложений верхов разреза, очевидно, обусловленными короблением слоев над детачментом. Деформации отложений в северном крыле и замковой части брахисинклиной между Акчопским и Южнокочкорским разломами объясняются, таким образом, возникновением и развитием пологого детачмента-надвига во фронте крутого уступа борта впадины. Незначительное структурное несогласие в подошве 10-ой пачки, определенное в правом борту долины р. Джуанарык, и морфоструктурные признаки указывают на стадийность развития складчато-надвигового парагенеза в конце плиоцена-квартере.

В южном обрамлении Кочкорской впадины в палеозойских гранитоидах анализировались постмагматические мезо- и микроструктуры, возникшие на этапе кайнозойской тектонической активизации. Установлено, что породы разбиты несколькими системами трещин, меняющими ориентировку от участка к участку. Отчетливо проявлена система пологих ветвящихся криволинейных трещин и разрывов, которые расчленяют массив на блоки, имеющие преимущественно линзовидную форму.

Длинные оси этих линз обычно имеют наклон в южных румбах. По границам линзовидных блоков (их размерность постепенно увеличивается от первых до десятков метров при удалении от контакта) наблюдаются маломощные зоны брекчирования и катаклаза. Крупные блоки разбиты субвертикальными трещинами СВ и СЗ простирания, которые фиксируются при статистических замерах практически во всех точках наблюдения. Максимумы полюсов этих трещин на стереограммах размазываются и сливаются между собой в виде незамкнутых поясов, что свидетельствует о наличии линзовидных структур. Субвертикальные трещины разбивают блоки на пластины и линзы шириной до 20–45 см. В целом внутренняя разломно-трещинная структура гранитов слабо упорядоченная и представляет собой разноразмерный катаклазит, что отмечалось для всех изученных ранее гранитов в зонах активизации.

К северу от главного Южнокочкорского взброса в 300 м расположено небольшое, вытянутое субширотное тело палеозойских гранитов, тектонически прорывающих неогеновые отложения и контактирующих с разными пачками неогеновых отложений кочкорской серии. Граниты приурочены к взбросу, который ограничивает с севера ступень борта впадины (с синклинальной структурой отложений чехла) и является оперяющим к главному разлому. Расположенные севернее пласты самой верхней части разреза стоят вертикально и выволаживаются к центру впадины. В рельефе гранитный массив образует валообразный выступ, с четко выраженным западным периклинальным замыканием, восточное окончание массива перекрыто четвертичными осадками. В отличие от вмещающих пород чехла граниты интенсивно тектонизированы по всему объему, указывает на протрузивный характер контакта. Во врезках поперечных долин видно, что субширотные разрывные нарушения образуют симметричную веерную структуру («структуру цветка»). Наибольшие смещения отмечаются по пологим и наклонным разрывам этой веерной структуры. Они разбивают массив на отчетливые линзовидные блоки размером до 10-25 м, которые имеют в пределах южного контакта преимущественное падение на север, а в пределах северного - на юг. По их границам образованы многочисленные зоны брекчирования и катаклаза, фиксируются сдвиго-взбросовые смещения аплитовых даек.

Изучение на петрографическом уровне гранитных пород из этих зон показало, что деформация проходила неоднократно. Самые ранние деформации протекали за счет динамической рекристаллизации, которая проявлялась в облачном погасании кварцевых кристаллов и возникновении субзерен на границах кристаллов. Следующий этап деформации характеризуется образованием мозаичных и хаотических брекчий, в которых отдельные угловатые обломки гранитов «плавают» в тонкозернистом матриксе (микрокластите) кварц-каолинового состава. Во многих образцах хаотических брекчий среди фрагментов часто наблюдаются обломки ранее сформированного матрикса, что свидетельствует о неоднократном возобновлении процесса брекчирования. Завершающий этап дезинтеграции гранитов характеризуется образованием катаклазитов и мозаичных брекчий с кальцитовым или рудным матриксом в цементе, при этом в отличие от более ранних хаотических брекчий здесь не наблюдается существенного перемещения фрагментов друг относительно друга.

Реконструкция полей напряжений (рис. 6) для протрузивного гранитного массива показала, что главные трещинные системы (с учетом сепарации) сформировались преимущественно под действием пологих сжимающих напряжений ССВ- направления с элементами транспрессии.

Трещиноватость гранитов северного склона г. Биже, напротив, интерпретируется как результат дилатации и субмеридионального растяжения с крутой ориентировкой оси сжатия.

Предположительно, подобные различия могут отражать изменение динамических обстановок на разных глубинных уровнях, что характерно для структур веерного типа.

- Оценка геодинамических условий формирования молодых бассейновых структур Северного и Среднего Тянь-Шаня на основе данных кинематического анализа и результатов структурно- геологического картирования ключевых участков.

На основе данных кинематического анализа и результатов структурно- геологического картирования ключевых участков была проведена оценка

геодинамических условий формирования молодых бассейновых структур Северного и Срединного Тянь-Шаня.

Проведенные структурно-геологические исследования позволили описать морфологию структур и характер деформаций пенепленизированной поверхности палеозойского фундамента, определить амплитуды кайнозойских смещений по разломам и флексурным зонам в фундаменте. Было показано, что разломно-флексурные зоны бортовых зон исследованных впадин Северного и Срединного Тянь-Шаня, приповерхностные форберговые надвиго-складчатые структуры в осадочном чехле и структуры дезинтеграции и катакластического течения в палеозойском фундаменте являются структурными элементами линейных зон концентрированной деформации, возникших на стадии альпийской активизации Тянь-Шаня. Иерархически соподчиненные структуры макро-, мезо- и микроуровней составляют единый морфо-генетический ансамбль, сформировавшийся в результате деформаций пород каледонского фундамента в миоцене и плейстоцене.

Кинематика смещений по разрывам, ориентировка осей складок и кинематические индикаторы в чехольных комплексах указывают на развитие приповерхностных деформаций позднеорогенной фазы в условиях субширотной ориентировки оси максимального сжатия, что определяет сдвиговые и взбросо-сдвиговые смещения по главным субширотным зонам активизации. Тем не менее, имеются доводы (громоздкие мощности чехла, «пулапартовая» ромбовидная форма впадин и др.) в пользу концепции заложения кайнозойских бассейнов в условиях трансенсии и развития широтных сдвигов и сбросов. На развитие позднейших приповерхностных структур оказывало влияние не только изменение геодинамической обстановки, но и особенности деформации пород фундамента.

Ведущим механизмом деформации гранитоидов, преобладающих в фундаменте Северного Тянь-Шаня, являлось катакластическое течение, которое осуществлялось благодаря рассредоточенным малоамплитудным смещениям по системам трещин на границах разноразмерных блоков. Размерность блочной делимости от первых до десятков метров обеспечивает пластическую деформацию кровли пенепленизированного фундамента, террас и денудационных поверхностей с размерностью складок в несколько сотен метров. Структурная перестройка пород на разных стадиях сопровождалась минеральными преобразованиями (динамической и статической рекристаллизацией, гидротермальной минерализацией и др.), которые в некоторых случаях обеспечивали пластичность микродеформаций в пределах отдельных зон и понижали объемную вязкость пород в целом.

Объемная тектоническая подвижность дезинтегрированных гранитов, составляющих значительную часть палеозойско-докембрийского фундамента, объясняет сложность тектонических структур и механизмы 3-D перераспределения масс пород, инициированные геотектоническими процессами кайнозойского этапа. Предложенная деформационная модель объясняет неоднородность параметров поля палеотектонических напряжений позднеорогенного этапа, определяемых при статистическом анализе кинематических индикаторов в породах фундамента.

- Подготовка к печати публикаций по теме исследования.

По результатам исследования отчетного года подготовлены и приняты к печати следующие материалы:

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. Т. I. Москва: ФГБУН ИФЗ РАН, 2016. С. 129–138.

Леонов М.Г., Пржиялговский Е.С., Лаврушина Е.В. Никитин А.В. Гранитные «островные» горы: морфология и инфраструктура // Геоморфология. 1 п.л. (Принята к печати).

Леонов М.Г., Рыбин А.К., Баталев В.Ю., Матюков В.Е., Щелочков Г.Г. Гиссаро-Алай и Памир: тектоническая позиция, структура, история становления, структурно-геологические модели. // Геотектоника. 1,5 п.л. (Принята к печати).

- В 2016 году в рамках проекта было 3 командировки членов научного коллектива из г.Москвы (Щелочков Г.Г., Пржиялговский Е.С., Лаврушина Е.В.) в Научную станцию РАН в г.Бишкеке для проведения работ по проекту и участия в полевых исследованиях на территории Тянь-Шаня.

Сведения о достигнутых конкретных научных результатах в отчетном году

1. Создана литературно-аналитическая база геолого-структурных данных и геофизических данных по глубинному строению литосферы Тянь-Шаня, имеющих отношение к разработке Проекта.
2. Установлено, что зоны концентрированной деформации Гиссаро-Алайской горной области являются морфоструктурным элементом первого ранга, определяют ее внутрикоровую тектоническую делимость и являются областями сосредоточения сдвигового течения горных масс, продольного по отношению к генеральному простиранию структур и морфологических элементов Гиссаро-Алая.
3. Обоснована рабочая модель формирования морфоструктурного облика Гиссаро-Алая в альпийское время. Показано, что процесс становления альпийского орогена Южного Тянь-Шаня определяется объемным (3D) перераспределением (квазипластическим течением) вещества в коровом слое, происходящем при сложной интерференции общего для Тянь-Шаня (и Центральной Азии в целом) транспрессионного режима и локальных, структурно приуроченных режимов транстенсии. Трехмерное течение осуществляется как по вертикали, так и по латерали. Тектонические потоки горных масс приводят к поперечному оттоку горных масс из области впадин и нагнетанию их в область горных поднятий, а также к нагнетанию их по простиранию и формированию горизонтальных протрузий. Тектоническое течение происходит на разных уровнях верхне- и нижнекорового слоев с возникновением субгоризонтальной тектонической расслоенности и образованием дисгармоничной структуры между отдельными слоями и горизонтами.
4. Установлено, что Гиссаро-Алай и Памир, являясь, составными частями Евразийского новейшего орогена, принадлежат к сегментам земной коры с разными геодинамическими режимами и развивались во многом независимо, что находит выражение в их морфоструктуре, геометрии, тектоническом стиле, наборе кинематических парагенезов, последовательности событий, магматизме, метаморфизме, проявлении новейшего орогенеза.
5. Показано, что морфоструктурное деление Северного Тянь-Шаня и его отличие от других тектонических зон отражает адаптацию локальных обстановок напряженного состояния неотектонического этапа к структуре и вещественному составу палеозойского фундамента. Структуры течения отражают 3-D перераспределение масс внутри выделенных зон, которое на позднеорогенной стадии контролировалось региональным напряжением с СВ- положением оси максимального сжатия. Для большинства широтных зон концентрации деформаций устанавливаются левосторонние сдвиговые обстановки.
6. Отмечено, что границы фундамент-чехол в пределах Иссык-Кульской, Кочкорской и Чуйской впадин в большинстве случаев выражены в виде крутых флексур, сопровождаемых тектоническими срывами с ограниченной амплитудой. Однако, в непосредственной близости от разломных контактов часто сохраняются первичные стратиграфические налегания осадочных толщ на палеозойские породы. В целом для впадин характерна преобладающая северная вергентность разломно-флексурных структур поздних фаз тектонической перестройки, происходившей, как предполагается, в транспрессионной обстановке.
7. Определено, что основная структурная перестройка осадочных комплексов во впадинах Северного Тянь-Шаня (Кочкорская, Иссык-Кульская и Чуйская) произошла в узком временном интервале после отложения плиоценовых отложений. Можно предположить, что описанные деформации отражают две тектонические фазы, в процессе первой из которых (позднеплиоценовое структурное несогласие) в чехле

- сформировались флексуры и гребневидные складки, а вторая (ранний плейстоцен) ознаменовалась амплитудным расчленением рельефа блокового типа. Деформации чехла связаны с активизацией региональных разломов фундамента, которые хорошо видны на ландшафтных космических снимках и выражены в современном рельефе.
8. Выявлено, что все генеральные разломы Иссык-Кульской, Кочкорской и Чуйской впадин, которые протягиваются на обзорных геологических и тектонических картах вдоль контакта фундамент/чехол в качестве единых структур (преимущественно надвигового типа) при детальном рассмотрении неоднородны по морфологии и кинематике смещений. Изменяются их простирание, крутизна, направление и амплитуды смещений, они нарушаются поперечными разломами, местами образуя дуплекс-структуры и, самое главное, лишь местами совпадают с контактом палеозойских и кайнозойских комплексов.
 9. Большинство складчато-надвиговых структур во внутренних частях Кочкорской, Чуйской впадин имеют бескорневой характер и обусловлены проявлением на поверхности послонных горизонтальных смещений на значительном удалении (3 - 5 км) от фронта деформаций в борту впадин. Подобные форберговые структуры определяют приповерхностную структуру осадочных комплексов вблизи крутых бортов впадин, часто над наиболее погруженными прогибами ложа и неразрывно генетически связаны с флексурно-надвиговыми зонами бортов. Некоторые массивы палеозойских гранитоидов испытали подъем на стадии альпийской активизации и образуют геоморфологические аномалии. Их эксгумация, судя по деформациям поверхностей выравнивания над массивами в бортах Чуйской впадины, имела стадийный характер. На исследуемых участках отчетливо фиксируются позднемиоценовая, плиоценовая и постплейстоценовая фазы роста купольных структур, деформирующих и прорывающих чехол.
 10. Установлено, что граниты, составляющие главные объемы фундамента Иссык-Кульской, Кочкорской и Чуйской впадин, после вхождения в состав консолидированного слоя испытали интенсивную постмагматическую тектоническую переработку - объемное катакластическое течение, которое предопределяется их дезинтеграцией в различных формах ее проявления. Уменьшение объемной вязкости гранитов в результате их дезинтеграции приводит к существенной тектонической трансформации доорогенной морфоструктуры района: образованию пликативных изгибов, куполов, кристаллических протрузий и сопряженных с ними отрицательных структур. Участие гранитов в формировании мезозойско-кайнозойской и современной морфоструктуры региона свидетельствует о тектонической активности и 3D подвижности гранитоидного фундамента на плитном и орогенном этапах и о его существенной роли в оформлении современного тектонического облика региона.
 11. Результаты статистического анализа трещиноватости гранитного фундамента впадин, реконструкция полей напряжений и кластерный анализ массива данных продемонстрировали различия кинематических обстановок во внутренних частях массивов и по их периферии. Можно полагать, что в бортах впадин (за исключением зоны непосредственного контакта фундамент/чехол) системы трещин поздних фаз деформации гранитов сформировались в условиях сдвигов с различными ориентировками главных осей сжатия и растяжения в горизонтальной плоскости.
 12. Полученные данные об альпийских структурах в кайнозойском чехле и палеозойском фундаменте Северного Тянь-Шаня позволяют по-новому подойти к решению вопроса о соподчиненности и амплитудах горизонтальных и вертикальных тектонических движений альпийского этапа, обосновать различия стилей приповерхностных и глубинных деформаций, интерпретировать данные о кинематических обстановках на разных фазах тектонического развития и включить эти вопросы в планы работ по проекту.

В ходе исследований по Проекту в 2016 году подготовлены:

- Схема кинематики региональных дислокационных зон Северного Тянь-Шаня (рис. 2).
- Схема отражает тектоническое деление Тянь-Шаня по морфо-структурному рисунку,

который определяется как локальными обстановками напряженного состояния неотектонического этапа, так и структурой и вещественным составом палеозойского фундамента. Новейшие разломы, которые в целом контролируются региональным напряжением с СВ положением оси максимального сжатия, частично наследуют шовные структуры раннего заложения, а инфраструктура крупных доменов отражает направления течения верхнекоровых масс - пород палеозойского фундамента.

- Структурно-геологические карты и структурно-кинематические схемы ключевых участков Кочкорской впадины (рис. 5 и 6).
- В процессе структурно-геологического картирования участков Кочкорской впадины было установлено, что наиболее градиентные вертикальные смещения кровли фундамента наблюдаются в флексурно-взбросовой широтной зоне вдоль южного борта впадины. Парагенез позднейших структур - взбросов и крупных опрокинутых складок, протягивающихся в целом субширотно (иногда с кулисными смещениями разрывных структур и осей складок), соответствует кинематической обстановке левосторонней транспрессии. Сингенетичные взбросам и опрокинутым складкам бортовой зоны складчато-надвиговые структуры во внутренних частях впадины имеют бескорневой характер и обусловлены горизонтальными смещениями по субпослойным срывам-детачментам на значительном удалении (3 - 5 км) от фронта деформаций в борту впадины.
- Стереогаммы ориентировок трещин гранитных массивах южных бортов Кочкорской и Иссык-Кульской впадин (см. рис. 4).
- Анализ статистики ориентировок трещиноватости в разных точках наблюдений, представленный в виде стереограмм плотностей полюсов трещин, позволил выявить главные системы дезинтеграции палеозойских гранитных массивов обрамления впадин, определить группы сингенетичных постмагматических структур, отражающих, в частности, процессы катакластического течения. По распределению и форме максимумов на стереограммах и различиям стереограмм из разных точек наблюдений определены размерность блочной делимости массивов, прослежены изменения простираний главенствующих трещин, формирующих веерные и линзовидные системы. Данные по ориентировке главных систем трещин, предположительно образовавшихся на этапе альпийской активности дополняют данные полевых структурных наблюдений и, наряду с другими кинематическими индикаторами, являются базой для реконструкции параметров локальных полей палеонапряжений в рассматриваемых массивах пород.
- Таблица сопоставления параметров локальных полей палеонапряжений, определенных при статистическом анализе стресс-индикаторов на различных участках Кочкорской и Иссык-Кульской впадин.
- Данные определений параметров полей палеотектонических напряжений, вычисленные с помощью программы "Win-Tensor" для многочисленных точек на нескольких участках работ (гранитные массивы Чункурчак, Кызыл-Чоку, Биже и др.), обобщались и сопоставлялись в виде диаграмм кинематических обстановок, привязанным к точкам наблюдений в пределах конкретных участков (рис. 6). На представленных стереограммах, определяющих различные кинематические обстановки (горизонтального сжатия, горизонтального растяжения, сдвига или промежуточных вариантов), указаны положения главных осей напряжений, проецированных на горизонтальную плоскость. Подобное представление данных позволяет сравнивать напряженное состояние и определять общие черты кинематических обстановок и выявлять закономерности в условиях резких вариаций ориентировок главных осей и других параметров поля напряжений. В частности, для южных бортовых зон Кочкорской и Иссык-Кульской впадин было установлено преобладание сдвиговых кинематических обстановок, эпизодически (не одновременно в разных сегментах зон активизации) сменяющимися условиями горизонтального сжатия и растяжения.
- Описание деформационных микроструктур и характеристика постумной мезоструктуры гранитов в пределах «купольно-протрузивного» класса типоморфных структур гранитного фундамента Иссык-Кульской впадины (массивы Пришиб, Каджи-Сай, Кызыл-Булак, Кызыл-Чоку); Ведущим механизмом деформации

гранитоидов, преобладающих в фундаменте Северного Тянь-Шаня, являлось катакластическое течение, которое осуществлялось благодаря рассредоточенным малоамплитудным смещениям на границах разноразмерных блоков, имеющих преимущественно линзовидную форму (рис. 3 и 4). Размерность блочной делимости от первых до десятков метров (мезоуровень) обеспечивало квазипластическую деформацию кровли пенепленизированного фундамента, террас и денудационных поверхностей с размерностью складок от нескольких сотен метров до первых километров. Таким образом формируются купольно-протрузивные структуры макроуровня, структурно проявленные в современном и палеорельефе. Структурная перестройка гранитов на разных стадиях сопровождалась минеральными преобразованиями (динамической и статической рекристаллизацией, гидротермальной минерализацией и др.), которые в некоторых случаях обеспечивали пластичность микродеформаций в пределах отдельных зон и понижали объемную вязкость пород в целом.

- Геоэлектрические разрезы ключевых участков Кочкорской, Иссык-Кульской впадин и дислокационных зон Северного Тянь-Шаня (территория Бишкекского геодинамического полигона);
- На участке Укок (южный борт Кочкорской впадины) построены два профильных геоэлектрических разреза длиной 4.5 км (22 пункта МТЗ) и 5.5 км (28 пунктов МТЗ) с расстоянием между ними около 4 км (рис. 7-б). В геоэлектрических разрезах (рис. 14,15) в палеозойском фундаменте выделены линейные субвертикальные электропроводящие структуры с сечением около 0.5x2км, которые отмечаются на обоих профилях. На границе борт-впадина проводящий объект распространяется до глубин более 10 км.
- Геоэлектрическая модель южного борта Иссык-Кульской впадины построена по профилю длиной 4,5 км (12 пунктов МТЗ) (рис. 7-с). В разрезе профиля (рис. 20) в палеозойском фундаменте выделены субвертикальные проводящие структуры, имеющие широтное простирание. Также в разрезе присутствуют проводящие тела с сечением около 0.5x2км и субвертикальный проводящий объект на границе борт-впадина.
- На участке Кентор (территория Бишкекского геодинамического полигона, Байтикская впадина) выполнено три локальных профиля МТЗ, данные по которым использовались для качественной интерпретации и оценки геоэлектрической размерности среды (рис. 7-а). Геоэлектрическая модель этого участка построена по западному профилю длиной 3.7 км (18 пунктов МТЗ). В профильном разрезе (рис. 24) в палеозойском фундаменте выделены субвертикальные электропроводящие структуры с сечением до 0.5x2км и широтным простиранием. На границе борт-впадина проводящий объект наблюдается до глубин более 15 км.
- База данных материалов магнитотеллурических и магнитовариационных зондирований для построения региональной геоэлектрической модели западного сегмента Тянь-Шанского орогена (Гиссаро-Алайская область).
- В базе данных представлены материалы 5 профилей магнитотеллурических и магнитовариационных зондирований («TIPAGE-ALAI», «Дараут-Курган», «Нура», «Пик Ленина», «Шибе», «Наукат»), расположенных на территории Гиссаро-Алайской области. Для каждого пункта наблюдения по профилю зондирования хранятся полевые записи 5-ти компонент электромагнитного поля Земли и результаты их обработки - оценки передаточных операторов (импеданса и типпера) в широком диапазоне периодов. Для хранения и доступа к этой информации используется международный геофизический формат edi-файлов. База данных содержит 147 edi-файлов.

Подготовлены научные публикации по теме исследований Проекта в виде материалов конференции и 2-х статей:

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. Т. I. Москва: ФГБУН ИФЗ РАН, 2016. С. 129–138.

Леонов М.Г., Пржиялговский Е.С., Лаврушина Е.В. Никитин А.В. Гранитные «островные» горы: морфология и инфраструктура // Геоморфология. 1 п.л. (Принята к печати).

Леонов М.Г., Рыбин А.К., Баталев В.Ю., Матюков В.Е., Щелочков Г.Г. Гиссаро-Алай и Памир: тектоническая позиция, структура, история становления, структурно-геологические модели. // Геотектоника. 1,5 п.л. (Принята к печати).

Полученные в рамках Проекта в 2016 году новые данные и результаты их анализа составят основу научных разработок по Проекту в 2017-2018 гг.

Описание выполненных в отчетном году работ и полученных научных результатов для публикации на сайте РНФ

на русском языке

В 2016 году выполнены следующие работы по Проекту:

- Анализ литературного материала по теме исследований, обработка ранее собранных данных.
- Сбор обширного массива фактического материала, который имеет отношение как к разработке общих закономерностей становления и развития изучаемого Тянь-Шанского региона, так и геологического строения и истории формирования конкретных структур и объектов.
- Формирование электронного архива текстовых и графических данных по теме исследования.
- Определение тенденций в постановке и решении задач изучения взаимосвязи верхнекоровых морфоструктурных характеристик Тянь-Шаня и прилегающих территорий с их глубинным строением. Главные вопросы, которые до сих пор не нашли своего единого решения: (а) определение структурных элементов, имеющих первостепенное значение для понимания геодинамики региона; (б) степень унаследованности альпийской геодинамики от предшествующих этапов развития; (в) определение механизмов, ответственных за формирование конкретных ключевых геоструктур региона и Тянь-Шанского орогена в целом; (г) характер общего структурно-тектонического стиля Тянь-Шаня и его отдельных сегментов и характер соотношения последних между собой; (д) степень соответствия глубинного строения, коренной структуры и современного морфологического облика Гиссаро-Алайской горной области; (е) положение Тянь-Шаня в ряду смежных горных сооружений и степень влияния последних на его геологическую историю. Одним из главных выводов, вытекающих из проведенной аналитической работы, является вывод о необходимости рассмотрения Тянь-Шаня не в качестве изолированного объекта, а в контексте его принадлежности к Урало-Монгольскому подвижному поясу и его взаимодействия со структурами Альпийско-Гималайского пояса, в первую очередь, с горным сооружением Памира.
- Сбор и анализ существующих на сегодняшний день геофизических материалов по глубинному строению центрального и западного сегментов внутриконтинентального Тянь-Шанского орогена.
- Составление структурно-кинематической схемы дислокационных зон орогенного этапа Северного Тянь-Шаня на основе данных структурного дешифрирования дистанционных ландшафтных снимков и анализа региональных геолого-геофизических материалов.
- Схема включает данные авторов по структурам и кинематическим обстановкам Южно-Чуйской, Предтерской, Южно-Кочкорской зон кайнозойской активизации и обобщает опубликованные данные по различным участкам. Северный Тянь-Шань подразделяется на две субширотные зоны с петельчато-блоковым линзовидно-линейным стилями структурного рисунка по линии,

- протягивающейся по южному подножью Киргизского хребта и долине Чон-Кемин. Северный Тянь-Шань отчетливо отделяется по морфо-структурному рисунку от расположенного южнее Срединного Тянь-Шаня с его линзовидно-ячеистым строением. Морфо-структурное деление Тянь-Шаня отражает адаптацию локальных обстановок напряженного состояния неотектонического этапа к структуре и вещественному составу палеозойского фундамента. Структуры течения отражают 3-D перераспределение масс внутри выделенных зон, которое в целом контролируется региональным напряжением с СВ-положением оси максимального сжатия.
- Построение поперечных геолого-геофизических разрезов через прибортовые зоны Иссык-Кульской и Кочкорской внутригорных впадин.
- Основой получения поперечных геолого-геофизических разрезов являлось построение геоэлектрических разрезов для профилей магнитотеллурических зондирований, пересекающих южные прибортовые зоны Иссык-Кульской и Кочкорской впадин, а также профиля, пересекающего южный борт Чуйской впадины (территория Бишкекского геодинамического полигона - миниполигон Кентор).
- Описание неотектонических структурных парагенезов бортовых зон Иссыккульской впадины на ключевых участках.
- Описаны типичные структурные парагенезы новейшего этапа в северном и южном бортах Иссыккульской впадины. В рамках проекта исследовались четыре ключевых участка: Чонкурчак, Кызыл-Чоку, Пришиб и Кызыл-Булак.
- Анализ фаз внутриплитной активности и неотектонических структурных парагенезов Южнокочкорской зоны на основе данных детального структурно-геологического картирования. Анализ мезо- и микроструктур палеозойских гранитоидов южного обрамления Кочкорской впадины.
- Так, в южном обрамлении Кочкорской впадины в палеозойских гранитоидах анализировались постмагматические мезо- и микроструктуры, возникшие на этапе кайнозойской тектонической активизации. При этом было установлено, что внутренняя разломно-трещинная структура гранитов слабо упорядоченная и представляет собой разноразмерный катаклазит, что отмечалось для всех изученных ранее гранитов в зонах активизации. Изучение на петрографическом уровне гранитных пород из этих зон показало, что деформация проходила неоднократно.
- Оценка геодинамических условий формирования молодых бассейновых структур Северного и Срединного Тянь-Шаня на основе данных кинематического анализа и результатов структурно-геологического картирования ключевых участков.
- Показано, что ведущим механизмом деформации гранитоидов, преобладающих в фундаменте Северного Тянь-Шаня, являлось катакластическое течение, которое осуществлялось благодаря рассредоточенным малоамплитудным смещениям по системам трещин на границах разноразмерных блоков. Размерность блочной делимости от первых до десятков метров обеспечивает пластическую деформацию кровли пенепленизированного фундамента, террас и денудационных поверхностей с размерностью складок в несколько сотен метров. Структурная перестройка пород на разных стадиях сопровождалась минеральными преобразованиями (динамической и статической рекристаллизацией, гидротермальной минерализацией и др.), которые в некоторых случаях обеспечивали пластичность микродеформаций в пределах отдельных зон и понижали объемную вязкость пород в целом.
- Объемная тектоническая подвижность дезинтегрированных гранитов, составляющих значительную часть палеозойско-докембрийского фундамента, объясняет сложность тектонических структур и механизмы 3-D перераспределения масс пород, инициированные геотектоническими процессами кайнозойского этапа. Предложенная деформационная модель объясняет неоднородность параметров поля палеотектонических напряжений позднеорогенного этапа, определяемых при статистическом анализе

кинематических индикаторов в породах фундамента.

В 2016 году получены следующие научные результаты по Проекту:

- Создана литературно-аналитическая база геолого-структурных данных и геофизических данных по глубинному строению литосферы Тянь-Шаня, имеющих отношение к разработке Проекта.
- Установлено, что зоны концентрированной деформации западного сегмента Тянь-Шанского орогена (Гиссаро-Алайская горная область) являются морфоструктурным элементом первого ранга, определяют ее внутрикоровую тектоническую делимость и являются областями сосредоточения сдвигового течения горных масс, продольного по отношению к генеральному простиранию структур и морфологических элементов Гиссаро-Алая.
- Обоснована рабочая модель формирования морфоструктурного облика Гиссаро-Алая в альпийское время. Показано, что процесс становления альпийского орогена Южного Тянь-Шаня определяется объемным (3D) перераспределением (квазипластическим течением) вещества в коровом слое, происходящем при сложной интерференции общего для Тянь-Шаня (и Центральной Азии в целом) транспрессионного режима и локальных, структурно приуроченных режимов транстенсии. Трехмерное течение осуществляется как по вертикали, так и по латерали.
- Тектонические потоки горных масс приводят к поперечному оттоку горных масс из области впадин и нагнетанию их в область горных поднятий, а также к нагнетанию их по простиранию и формированию горизонтальных протрузий. Тектоническое течение происходит на разных уровнях верхне- и нижнекорового слоев с возникновением субгоризонтальной тектонической расслоенности и образованием дисгармоничной структуры между отдельными слоями и горизонтами.
- Установлено, что Гиссаро-Алай и Памир, являясь, составными частями Евразийского новейшего орогена, принадлежат к сегментам земной коры с разными геодинамическими режимами и развивались во многом независимо, что находит выражение в их морфоструктуре, геометрии, тектоническом стиле, наборе кинематических парагенезов, последовательности событий, магматизме, метаморфизме, проявлении новейшего орогенеза.

В результате исследований по Проекту в 2016 году подготовлены:

схема кинематики региональных дислокационных зон Северного Тянь-Шаня;
структурно-геологические карты (масштаба 1:20000) и поэтапные структурно-кинематические схемы ключевых участков Кочкорской впадины;
стереограммы ориентировок трещин и таблица сопоставления полей палеонапряжений и писание деформационных микроструктур в гранитных массивах южных бортов Кочкорской и Иссык-Кульской впадин;
характеристика постумной структуры гранитов в пределах «купольно-протрузивного» класса типоморфных структур гранитного фундамента (массивы Пришиб, Каджи-Сай, Кызыл-Булак, Кызыл-Чоку);
геоэлектрические разрезы ключевых участков Кочкорской, Иссык-Кульской впадин и дислокационных зон Северного Тянь-Шаня (территория Бишкекского геодинамического полигона);
база данных материалов магнитотеллурических и магнитовариационных зондирований для построения региональной геоэлектрической модели западного сегмента Тянь-Шанского орогена (Гиссаро-Алайская область).
Подготовлены научные публикации по теме исследований Проекта в виде материалов конференции и 2-х статей:

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. Т. I. Москва: ФГБУН ИФЗ РАН, 2016. С. 129–138.

Леонов М.Г., Пржиялговский Е.С., Лаврушина Е.В. Никитин А.В. Гранитные «островные»

горы: морфология и инфраструктура // Геоморфология. 1 п.л. (Принята к печати).
Леонов М.Г., Рыбин А.К., Баталев В.Ю., Матюков В.Е., Щелочков Г.Г. Гиссаро-Алай и Памир: тектоническая позиция, структура, история становления, структурно-геологические модели. // Геотектоника. 1,5 п.л. (Принята к печати).

на английском языке

- The following works under the Project have been performed in 2016:
- The analysis of references cited on subject of research, processing of data collected.
- Collection of factual material extensive massif, which is related to development of general regularities of Tien Shan region formation and development, as well as geological aspects and history of specific structures and objects formation.
- Forming of text and graphical data electronic archive on the subject of research.
- Setting the trends in problems assigning and solution of interrelation of the upper crust and morphostructural characteristics of the Tien Shan and adjacent territories and their deep structure.
- The main problems which are unresolved (open) yet: (a) determination of most important structural elements for understanding of regional geodynamics; (b) degree of Alpine geodynamics inheritance from precedent stages of development; (c) defining of mechanisms responsible for formation of specific key geostructures of the region and Tien Shan orogen in general;(d) nature of general structural and tectonic style of Tien Shan and its specific segments and character of interrelations among them; (e) degree of conformity of deep structure, parent structure and modern morphological type of Gissaro-Alay mountain area; (e) the location of Tien Shan among adjacent mountain structures and degree of influence of last on its geological history. One of the main conclusions following from analytical work done is a conclusion Tien Shan should not be considered as isolated object, but in the context of its belonging to the Ural- Mongol mobile belt and its interaction with structures of the Alpine-Himalaya belt, and, first of all, with Pamir mountain structure.
- Collection and analysis of existing geophysical materials (data) on a deep structure of the central and western segments of intracontinental Tian-Shan orogen.
- Development of the structural and kinematic diagram of dislocation zones of the Northern Tien Shan orogenic phase on the grounds of structural decryption of the remote landscape pictures and the analysis of regional geologic-geophysical materials.
- The diagram includes the data of various authors on structures and kinematic situations of the South Chu, Predterskey and South Kochkor areas of Cainozoic activization and summarizes published data on various sites. Northern Tien Shan is subdivided into two sublatitudinal zones with secular-block lenticular- linear styles of the fabrics along the line which is stretching along the south foot of the Kyrgyz Ala-Too
- and Chon-Kemin valley. North Tien Shan is clearly separated on fabric from the Median Tien Shan located southward from it with its lenticular-cellular structure. Morfostructural division of the Tien Shan reflects adaptation of local situations of stress state of neotectonic stage to the structure and material content of Paleozoic basement. Flow structures reflect 3-D redistribution of masses within isolated
- zones which, in general, are controlled by regional stress with NE-oriented axis of maximal compression.
- Construction of geological and geophysical cross sections through near-edge zones of the Issyk-Kul and Kochkor intermountain depressions.
- The basis for geologic and geophysical cross sections construction was the construction of geoelectric sections for profiles of magnetotelluric soundings, which are crossing the south near- edge zones of the Issyk-Kul and Kochkor depressions, and the profile crossing the south board of Chu depression (the territory of Bishkek Geodynamic Proving Ground - the miniground Kentor).
- The description of neotectonic structural paragenesis of near-edge zones of the Issyk-Kul depression within key sites.
- The typical structural paragenesis of the newest stage in north and south boards of the Issyk-Kul depression was described. Within the Project the four key sites were

explored: Chonkurchak, Kyzyl-Choku, Prishib and Kyzyl-Bulak.

- The analysis of intraplate activity phases and neotectonic structural paragenesis of the South Kochkor zone based on detailed structural and geological mapping data. The analysis of meso - and microstructures of Paleozoic granitoids of the south margins of Kochkor depression.
- So, on the south margins of the Kochkor depression, in Paleozoic granitoids, the postmagmatic meso - and microstructures arisen at a stage of Cainozoic tectonic activation were analyzed. At that, it was established that internal fault-fractured structure of granites is weakly ordered and represents itself different-sized cataclastic, what was noted for all granites studied in activation zones. At the petrographic level the study of granite from these zones shown that deformation took place repeatedly.
- Assessment of geodynamic conditions of young basin structures formation of North and Median Tien Shan on the basis of kinematic analysis data and results of structural and geological mapping of key sites.
- It was shown that the leading mechanism of granitoids deformation, which is prevailing in the North Tien Shan basement, is the cataclastic flow, which exists due to dispersed low-amplitude shifts through the systems of cracks on borders of the blocks of different size. Dimension of block divisibility from meters to tens provides plastic deformation of roof of peneplened basement, terraces and denudation surfaces with folds dimension of several hundreds of meters. Restructuring of rocks at different stages was followed by mineral transformations (dynamic and static recrystallization, hydrothermal mineralization, etc.) which in certain cases provided plasticity of microdeformations within separate zones and lowered volume viscosity of rocks in general.
- Volume tectonic mobility the disintegrated granites, which constitute a considerable part of Paleozoic and Precambrian basement, explains the complexity of tectonic structures and 3-D mechanisms of rock masses redistribution initiated by geotectonic processes of Cainozoic. The deformation model developed explains the heterogeneity of parameters of paleotectonic stress field of late-orogenic stage, which were determined by statistical analysis of kinematic indicators in basement rocks.
- In 2016 the following scientific results under the Project have been received:
- The literary and analytic base of geological and structural data, as well as geophysical data on a deep structure of the Tien Shan lithosphere, related to Project development, have been developed.
- It has been established that zones of concentrated deformation of the Tien Shan orogen west segment (Gissaro-Alay mountain area) are the first-rank morfostructural element, which define its intra crust tectonic divisibility and are the areas of mountain masses shift flow concentration, which is longitudinal to general strikes of structures and morphological elements of Gissaro-Alay.
- The working model of Gissaro-Alay morfo-structural image formation in Alpine time has been proved. It was shown that the process of formation of Alpine orogen of the South Tien Shan is defined by volume (3D) redistribution (a quasi-plastic flow) of substance in the crust layer, which is occurring under the complex interference of general for Tien Shan (and Central Asia in general) transpressing regime (mode) and the local, structurally associated transtension modes. The three-dimensional flow could be vertical and lateral. Tectonic flows of mountain masses lead to lateral outflow of mountain masses from depression and lead to their forcing to the area of mountain uplift, and also to their forcing (injection) in strike direction and formation of lateral protrusions. The tectonic flow happens at the different levels of upper and lower crust layers with occurrence of sub-horizontal tectonic stratification and formation of disharmonious structure between separate layers and the horizons.
- It was found out that Gissaro-Alay and Pamir, being the components of Eurasian newest (recent) orogen, belong to crust segments with the different geodynamic modes and were developed in many respects independently, what can be seen in their morfostructure, geometry, tectonic style, a set of kinematic paragenesis, sequence of events, magmatism, metamorphism, manifestation of newest (recent) orogenesis.

As a result of research under the Project in 2016 the following have been developed:

- the diagram of kinematics of regional dislocation zones of North Tien Shan;
- structural and geological maps (scale 1:20000) and step structural and kinematic diagrams of key areas of Kochkor depression;
- the stereograms of cracks orientation and table of comparison of paleostresses fields and description of deformation microstructures in granite massifs of the south edges of Kochkor and Issyk-Kul depressions;
- the characteristic of post-smart structure of granites within "cupol-protrusive" type typomorphic structures of granite basement (massifs of Prishib, Kadzhi-Sai, Kyzyl-Bulak, Kyzyl-Choku);
- geoelectric sections of key areas of Kochkor, Issyk-Kul depression and dislocation zones of North Tien Shan (the territory of the Bishkek Geodynamic Proving Ground);
- the database of magnetotelluric and magnetovariational sounding data for construction of regional geoelectric model of west segment of the Tien Shan orogen (Gissaro-Alay area).

The scientific publications on the topic of research under the Project by the way of materials of conference and 2 scientific articles have been prepared:

Leonov, M.G. Gissaro-Alay and Pamir: comparative geodynamics and a relation / M.G. Leonov, A.K. Rybin, V.E.Matyukov, V.Y. Batalev, G.G. Schelochkov // 4-th Tectonophysics Symposium "Tectonophysics and Problems of Earth Science": Proceedings of the national conference - in 2 volumes. V.I. Moscow: IPE RAS. 2016. P. 129-138

Leonov, M.G. Granite "island" mountains: morphology and infrastructure / M.G. Leonov, E.S. Przhiyalgovsky, E.V. Lavrushina, A.V. Nikitin // Geomorphology. 1 items of 1. (accepted for printing). Leonov, M.G. Gissaro-Alay and Pamir: tectonic position, structure, formation history, structural and geological models / M.G. Leonov, A.K. Rybin, V.Y. Batalev, V.E.Matyukov, G.G. Schelochkov // Geotectonics. (accepted for printing).

Received within the Project in 2016 new conclusions and results of their analysis will make a basis of scientific research on the Project in 2017-2018.

Information resources in the Internet devoted to the RNF project No. 16-17-10059 are located at <http://www.gdirc.ru/>

Перечень публикаций за год по результатам проекта

Леонов М.Г., Прзьялговский Е.С., Лаврушина Е.В., Никитин А.В. (Leonov M.G., Przhiyalgovskii E.S., Lavrushina E.V., Nikitin A.V.) ГРАНИТНЫЕ ОСТРОВНЫЕ ГОРЫ: МОРФОЛОГИЯ И ИНФРАСТРУКТУРА «Наука» РАН (2017 г.)

Леонов М.Г., Рыбин А.К., Баталев В.Ю., Матюков В.Е., Щелочков Г.Г. (Leonov M.G., Rybin A.K., Batalev V.U., Matukov V.E., Schelochkov G.G.) Гиссаро-Алай и Памир: тектоническая позиция, структура, история становления, структурно-геологические модели. МАИК "Наука/Интерпериодика" (2017 г.)

Показатели кадрового состава научного коллектива

Показатели	Единица измерения	2016 год	
		план	факт
Число членов научного коллектива	человек	10	10
Число исследователей в возрасте до 39 лет среди членов научного коллектива	человек	5	5
в том числе:			
кандидатов наук в возрасте до 35 лет (включительно)	человек		1
аспирантов (интернов, ординаторов) и (или) студентов очной формы обучения	человек		2
Количество лиц категории «Вспомогательный персонал»	человек		6

Публикационные показатели реализации проекта

Показатели	Единица измерения	2016 год	
		план	факт
Количество публикаций по проекту членов научного коллектива в рецензируемых российских и зарубежных научных изданиях, индексируемых в базах данных «Сеть науки» (Web of Science) или	Ед.	1	2
Число цитирований публикаций членов научного коллектива в научных журналах, индексируемых в международной базе данных «Сеть науки» (Web of Science) в отчетном году	Ед.	0	90
Количество монографий по проекту членов научного коллектива	Ед.	0	0
Количество зарегистрированных результатов интеллектуальной деятельности по проекту членов	Ед.		0

Информация о представлении достигнутых научных результатов на научных мероприятиях (конференциях, симпозиумах и пр.)

Конференция: "Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса: от океана к континенту". г. Иркутск. ФГБУН ИЗК СО РАН. 2016 г. Леонов М.Г., Рыбин А.К., Баталев В.Ю., Матюков В.Е., Щелочков Г.Г. "Памир: структура, глубинное строение, геодинамическая модель". Заочный доклад.

**Сведения о публикациях по результатам проекта
№ 16-17-10059**

**«Взаимосвязь тектонических и морфологических характеристик верхнекоровых структур внутриконтинентальных орогенов с глубинным строением, минерагенией и геологическими рисками (на примере Тянь-Шаня)»,
в 2016 году**

Приводится в отношении публикаций, имеющих соответствующую ссылку на поддержку РФФ.

1

Авторы публикации

на русском языке: Леонов М.Г., Пржиялговский Е.С., Лаврушина Е.В., Никитин А.В.
на английском языке: Leonov M.G., Przhiyalgovskii E.S., Lavrushina E.V., Nikitin A.V.
WoS Scopus AuthorID : 6508154820

Название публикации

ГРАНИТНЫЕ ОСТРОВНЫЕ ГОРЫ: МОРФОЛОГИЯ И ИНФРАСТРУКТУРА

Год публикации

2017

Ключевые слова

граниты, дезинтеграция, морфоструктура, островные горы, протрузия

Вид публикации

статья

Название издания «Наука» РАН

ISSN: 0435-4281

Принята к публикации

Да

Издание индексируется базой данных Web of Science Core Collection

нет

Издание индексируется базой данных Scopus

да

Издание индексируется базой данных РИНЦ

да

Публикация аффилирована с организацией

да

**В публикации в качестве источника финансирования исследования указан грант
Российского научного фонда**

Да

**Указаны иные источники финансирования (в том числе указаны несколько грантов
Российского научного фонда), помимо данного гранта Российского научного фонда**

нет

2

Авторы публикации

на русском языке: Леонов М.Г., Рыбин А.К., Баталев В.Ю., Матюков В.Е., Щелочков Г.Г.
на английском языке: Leonov M.G., Rybin A.K., Batalev V.U., Matukov V.E., Schelochkov G.G.

Название публикации

Гиссаро-Алай и Памир: тектоническая позиция, структура, история становления, структурно-геологические модели.

Год публикации

2017

Ключевые слова

Памир, Гиссаро-Алай, тектоника, геодинамика

Вид публикации

статья

Название издания МАИК "Наука/Интерпериодика"

ISSN: 0016-853X

Принята к публикации (указывается в случае официального принятия к публикации в последующих изданиях, положительного решения о регистрации исключительных прав)

Да

Издание индексируется базой данных Web of Science Core Collection

да

Импакт-фактор издания

.905

Издание индексируется базой данных Scopus

да

Издание индексируется базой данных РИНЦ

да

Публикация аффилирована с организацией

да

В публикации в качестве источника финансирования исследования указан грант Российского научного фонда

Да

Указаны иные источники финансирования (в том числе указаны несколько грантов Российского научного фонда), помимо данного гранта Российского научного фонда
нет

**План работы на 2017 год и ожидаемые результаты
по проекту № 16-17-10059
«Взаимосвязь тектонических и морфологических характеристик
верхнекоровых структур внутриконтинентальных орогенов с
глубинным строением, минерагенией и геологическими рисками (на
примере Тянь-Шаня)»**

План работы на 2017 год

- Синтез геолого-геофизических данных по Гиссаро-Алайско-Памирскому региону с целью разработки комплексной геолого-геофизической модели альпийской геодинамики региона.
- Синтез данных по постмагматической тектонике гранитов Тянь-Шаня и их роли в становлении альпийской структуры региона.
- Построение комплексных геофизических моделей ключевых объектов.
- Выявление типоморфных верхнекоровых структурно-геодинамических ансамблей в двумерных геоэлектрических моделях прибортовых участков межгорных впадин Тянь-Шаня по результатам магнитотеллурических зондирований.
- Анализ взаимосвязи глубинных и приповерхностных структур на ключевых разрезах южного борта Кочкорской впадины по геологическим и геофизическим данным.
- Изучение приповерхностных парагенезов системы «Нарынская впадина - антиклинорий Байбичетоо - Атбашинская впадина» и обстановок их формирования.
- Сопоставление приповерхностных складчато-разломных структур чехла и морфологии поверхности палеозойского фундамента на основании анализа литературных и собственных данных.
- Исследование изотопного состава гелия $^3\text{He}/^4\text{He}$ в газовой смеси из термоминеральных источников Тянь-Шаня с целью оценки связи коровых структур с мантийными.
- Подготовка к печати монографий и публикаций по теме исследования.
- Командировка (1 чел.) из г. Бишкека в г. Москву для проведения работ по проекту и участия в работе Тектонического совещания.
- Командировки (4 чел.) из г. Москвы в г. Бишкек (Научная станция РАН) для проведения полевых исследований на территории Тянь-Шаня и участия в работе Седьмого международного симпозиума “Проблемы геодинамики внутриконтинентальных орогенов”.

Ожидаемые в конце 2017 года конкретные научные результаты

- Геолого-геофизические разрезы профилей южного борта Кочкорской впадины и системы «Нарынская впадина - антиклинорий Байбичетоо - Атбашинская впадина».
- Описание результатов лабораторного исследования изотопного состава гелия $^3\text{He}/^4\text{He}$ в газовой смеси из термоминеральных источников Тянь-Шаня.
- Структурно-геологические карты ключевых участков Нарынской и Атбашинской впадин.
- Схемы сопоставления геологических и геофизических материалов, отображающих структуру верхнекоровых комплексов.
- Генеральный геологический поперечный разрез системы «Нарынская впадина - антиклинорий Байбичетоо - Атбашинская впадина» и схемы его сопоставления с новыми данными магнитотеллурики. Подготовка статьи и доклада на конференции по теме исследований.
- Рабочий вариант монографии (5 п.л.) «Памиро-Алай: геологическое строение и геодинамика».
- Раздел «Альпийская тектоника гранитов Тянь-Шаня» (3 п.л.) в монографию «Постмагматическая тектоника гранитов и их углеводородный потенциал».
- Научные публикации по теме исследований в виде материалов конференции и 3-х статей.