

Проект РФФ № 16-17-10059

Содержание проекта

Научная проблема, на решение которой направлен проект

на русском языке

Проект органически связан с одним из фундаментальных направлений современной тектоники и геодинамики - изучением строения и структурно-тектонической эволюции литосферы и верхней мантии платформ и внутриплитных подвижных поясов и оценкой их минерагенического потенциала и геоэкологических рисков.

на английском языке

Project is concerned with one of fundamental problems of modern tectonics and geodynamics, namely with investigation of structure and structural-tectonic evolution of lithosphere and upper mantle of platforms and intraplate mobile belts, as well as with assessment of their mineragenic potential and geoenvironmental risks.

Актуальность проблемы для данной отрасли знаний, научная значимость решения проблемы

на русском языке

Актуальность и научная значимость проекта определяются:

- Оригинальностью постановки задачи, не имеющей аналогов в мировой практике исследований.
- Совокупным применением методов структурно-кинематического и морфоструктурного анализов и данных по глубинной структуре исследуемой территории.
- Применением новых методик (мезомеханика и механика гранулированных сред) и парадигм (парадигма 3D-подвижности кристаллических масс.
- Выявлением новых типовых геодинамических образов, отражающих строение и механизмы формирования внутриконтинентальных орогенов, а также особенности их минерагении и степени геоэкологических рисков.

на английском языке

The urgency of an issue and its scientific importance is defined by the following:

- Singularity of a problem statement which doesn't have an equivalent in world investigations;
- Joint application of structural-kinematic and morfostructural analysis methods and data on deep structure of the territory studied;
- New techniques (mesomechanics and mechanics of granulated medium) and paradigms (of 3D-mobility of crystal mass paradigm) application;
- Revealing of new typical geodynamic models represented structure and mechanism of intracontinental orogen formation, as well as patterns of their minerageny and extent of geoenvironmetal risks.

Конкретная задача в рамках проблемы, на решение которой направлен проект, ее масштаб

на русском языке

Из всего многообразия задач, связанных с решением обозначенной выше фундаментальной проблемы, в проекте выделен один важный аспект: выявление и комплексная характеристика типоморфных коровых и корово-мантийных геодинамических ансамблей внутриконтинентальных орогенов (на примере Тянь-Шаня) и оценка их минерагенического потенциала и геоэкологических рисков. В качестве объекта исследований выбраны западный и центральный сегменты внутриконтинентального Тянь-Шанского орогена, что обусловлено следующими обстоятельствами:

Тянь-Шань представляет собой объемный (500-3000 км) сегмент Евразийского внутриконтинентального подвижного пояса с разнотипной корой и разной историей развития, наиболее полно отражающий строение и эволюцию пояса.

Тянь-Шань – высокогорный регион, характеризующийся врезами рельефа до 3-4 км; его скульптура и внутреннее строение выражены наиболее выразительно, что позволяет изучать строение верхней оболочки Земли на значительную глубину, что невозможно во многих других подвижных поясах Евразии.

На территории Киргизии расположена Научная станция РАН, которая проводит интенсивные геодинамические исследования в Тянь-Шанском регионе. Силами Научной станции в регионе осуществляется широкомасштабный комплексный геофизический мониторинг. Само существование российского научного объекта на территории Киргизии способствует укреплению научных связей между нашими странами, служит пропаганде российской науки и укреплению гражданских связей.

Масштаб поставленной задачи определяется:

- фундаментальной постановкой вопроса;
- сочетанием исследований разной размерности - от «микро» (шлиф)- до «мега» (орогенный пояс) и разной глубинности (от приповерхностной структуры до верхнемантийных горизонтов);
- значимостью результатов для понимания как узко-региональных, так и трансрегиональных закономерностей строения, минерагении и геоэкологии литосферы Земли.

на английском языке

From a great variety of tasks connected with fundamental problem mentioned above, solution the urgent issue was singled out: reveal and complex rating of typomorphic crust and crust-mantle geodynamic ensembles of intracontinental orogens (on the example of Tien-Shan) and assessment of their minerageny potential and geoenvironmental risks.

Eastern and Central segments of the continental Tien Shan orogeny were selected as the object of study what is stipulated by following:

The Tien Shan is extensional (500-3000 km) segment of Eurasian intracontinental mobile belt with different-type crust and varying history of evolution, which represents the structure and evolution of belt more completely;

Tien Shan is high mountain region with relief downcutting up to 3 – 4 km; its sculpture and internal structure are represented more dramatically what allows investigation of upper mantle of Earth in considerable depth what is impossible within manifold of other Eurasian mobile belts; In the territory of Kyrgyzstan the Research Station of Russian Academy of Sciences (RS RAS) is located. RS RAS carries out the geodynamic research in Tien Shan region. Research Station undergoes large-scale complex geophysical monitoring of the region. The mere existence of Russian research station in the territory of Kyrgyzstan facilitates scientific and civil cooperation between our countries and propagates Russian science.

Scale of problem to be solved is determined by:

- Fundamental statement of a problem;
- Aggregated research of different dimension from “micro” (rock polished section) to “mega” (orogenic belt) and various propagation distance (from near – surface structure to upper mantle horizons);
- The significance of results obtained for understanding narrow regional and transregional trends of structure, minerageny and geoenvironment of lithosphere of the Earth.

Научная новизна поставленной задачи, обоснование достижимости решения поставленной задачи и возможности получения запланированных результатов

на русском языке

Поставленная в проекте задача и комплекс связанных с ней исследований не имеют аналогов в мировой практике.

Впервые будут выявлены и охарактеризованы типоморфные коровые и корово-мантийные геодинамические парагенезы и их ансамбли в пределах одного из крупнейших внутриконтинентальных орогенов (Тянь-Шань), показаны их место и роль в общей геодинамике консолидированной земной коры, оценены особенности их минерации и геозекологического риска.

Успешное решение поставленной задачи и получение запланированных результатов обеспечивается: Корректной формулировкой задачи, вытекающей из положительного опыта предыдущих исследований.

Наличием в составе исполнителей высококвалифицированных ученых.

Большим заделом исполнителей проекта по заявленной теме в части владения темой, наличия большого фактического материала, успешным опытом применения различных (в том числе – оригинальных) методов геолого-геофизических исследований.

Выбором горного сооружения Тянь-Шаня в качестве объекта исследования, который является наиболее благоприятным для решения поставленной задачи.

Наличием самой современной приборной базы (геофизическая аппаратура, вычислительная техника) и специализированных передвижных измерительных лабораторий.

Наличием стационарной комплексной геофизической сети наблюдений Научной станции РАН на территории Тянь-Шанского региона.

Важной предпосылкой для успешного выполнения проекта является высокая квалификация участников заявки, которая подтверждается их многочисленными публикациями в ведущих отечественных и иностранных научных изданиях. Результаты предыдущих геолого-геофизических исследований на территории Тянь-Шанского региона, полученные авторами заявки в тесной кооперации с научными коллективами и исследователями из других стран, получили высокую оценку на шести Международных Симпозиумах по геодинамике и геозекологическим проблемам высокогорных регионов (2000-2014 гг.), г. Бишкек.

на английском языке

For the first time in the history of research there will be revealed and typified typomorphic crustal and crust-mantle geodynamic paragenesis and their assembles within one of the largest continental orogens (Tien Shan), their place and role in common geodynamics of consolidated Earth's crust will be shown, patterns of their minerageny and geoenvironmental risks to be assessed.

Successful accomplishment of the objective and planned results obtaining is guaranteed by:

Correct problem statement arising from positive history of preceding research;

Availability of high qualified researchers in RS RAS staff;

As related to project executive's mastery of this subject a great score in declared subject available, large volume of factual material and successful experience of application of various methods (including original ones) of geological and geophysical surveys were collected.

Choice of the Tien Shan mountain structure as the object of study, which is more advantageous for solution of problem posed;

Availability of up-to-date equipment and facilities (geophysical devices, computing techniques) and specialized mobile measuring laboratories.

Availability of stationary integrated geophysical network of survey of Research Station RAS in the territory of Tien Shan region.

The important factor for successful project accomplishment is the high qualification of application participants, what is justified by many articles in leading national and foreign scientific peer review journals. The results of previous geological and geophysical surveys in the territory of Tien Shan region obtained by authors of application in closest cooperation with research teams and individual researchers from other countries, received high assessment within six International Symposiums on Geodynamics and Geoenvironmental problems of high mountain regions (2000 – 2014, Bishkek).

Современное состояние исследований по данной проблеме, основные направления исследований в мировой науке

на русском языке

Существуют многочисленные работы российских и зарубежных исследователей, посвященные поверхностной и глубинной структуре подвижных поясов, в том числе и на плитной стадии их существования.

В контексте поставленной задачи необходимо акцентировать внимание на четырех ключевых аспектах современных геодинамических исследований, которые составят предмет работы по проекту.

Поведение системы «фундамент/чехол», «внутрикоровых разделов», раздела «кора/мантия». Проблема обозначена [Ажгирей, 1996; Гогель, 1969; Дербииков, 1958; Паталаха, 1971; Руттен, 1972; Hudson, 1955; и др.], но целенаправленных работ вплоть до последнего времени в этом направлении практически не проводилось. Вопрос оставался открытым как на концептуальном уровне (общая парадигма геодинамики процесса), так и на уровне выявления конкретных механизмов структурно-вещественного преобразования горных масс, связанных с геодинамикой консолидированного фундамента. В последние два десятилетия интерес к тектонике консолидированной коры возрос [Бероуш, 1991; Зыков, 2001; Колодяжный, 1998, 1999 а. б, 2000; Леонов М., 1999; 2004, 2008, 2013; Леонов М., Леонов Ю., 2002; Скляр и др., 1997; Сомин, 1994, 1998; др.]. Большое внимание уделяется объемной подвижности разноглубинных горизонтов литосферы [Артушков, 1969; 1978, 1993; Гарецкий, Клушин, 1989; Иванов, Иванов1996; Лобковский, 1988; Шаров, 1987; Шаров, Гречишников, 1982; Pinet, Colletta, 1990].

Показано, что в пределах этого слоя могут возникать крупномасштабные срывы, вязкие разломы, зоны пластического течения, относительное проскальзывание литопластин [Леонов Ю., 1993, 1997; Леонов Ю., Перфильев, 1999, 2000; Лобковский, 1988; Dary e. all, 1990; Dunbar, Sawyer, 1989]. Поскольку подобные астенослои присутствуют и на других глубинных уровнях, поставлен вопрос о значительной роли латеральных потоков вещества литосферы в платформенном (внутриплитном) тектогенезе [Леонов Ю., 1991; Пушаровский и др., 1991]. Пластичному поведению нижнего «сейсмически непрозрачного» слоя отведена роль одного из ведущих факторов внутриплитной тектоники [Артюшков, 1978, 1993; Грачев, 1987; Леонов Ю., 1997; Dary et all., 1990; Pinet, Colletta, 1990; и др.]. В этих исследованиях вызывает сомнение их базирование на устоявшейся парадигме «хрупкой» верхней коры. Хотя в ряде работ убедительно показано [Кинг, 1967; Леонов, 2004; 2008 а,б, 2013; Латеральные..., 2013; Паталаха и др., 1995], что верхняя кора испытывает реидную (от греч. *réos*, «течение, поток») деформацию, однако в иных формах, чем это проявляется в «пластичном» нижнекоровом слое. Исследования исполнителей проекта в данном вопросе соответствуют мировому уровню и в некоторых аспектах превышают его.

Механизмы, обеспечивающие объемную подвижность горных масс консолидированного слоя земной коры. Имеются многочисленные и серьезные исследования, касающиеся изучения многоэтапности деформаций и механизмов структурообразования в метаморфических толщах [[Гогель, 1969; Дук, 1987; Кожухарова, Леонов М., 1988; Леонов, Кожухарова, 1990; Миллер, 1982, 1988; Морозов, 1978; Никола, 1992; Парфенов, 1973; Пуарье, 1988; Талицкий, 1994; Эз, 1987; Япаскурт В., 2004; Ramsay, 1967; Turner, Weiss, 1963; Weiss, 1964; Wilson, 1961; мн. др.]. Однако рассматривается преимущественно поведение метаморфических толщ до их окончательной консолидации и включения в состав фундамента.

Исполнителями проекта проведены специальные исследования и суммированы имеющиеся литературные данные по этому вопросу [Ажгирей, 1966; Бероуш, 1991; Леонов, 2008; Паталаха, 1966; Bradschaw, Renouf, Taylor. 1967]. Установлено, что можно говорить, по крайней мере, о шести механизмах объемной подвижности (текучести) кристаллических толщ верхней коры. Это: пластическая деформация (пластическое течение); меланжирование, хрупкая макросколовая (блоковая) деформация; хрупкая микросколовая деформация и кливаж; дезинтеграция и катаклаз; динамическая рекристаллизация.

Все эти механизмы приводят к возникновению гранулированной структуры пород, реология, механика и кинематические свойства которых обладают особой спецификой, которая описывается механикой гранулированных сред и мезомеханикой [Блехман, 1994; Гарагаш, Николаевский, 1989, 1994; Гольдин, 2002; Леонов и др., 1995; Ревуженко и др., 1997; Штилле, 1964; Cambell 1990; Yaeger, Nagel, 1992, 1996 ; Yaeger, Nagel, 1996; Jullien, 1992].

Но при воссоздании геодинамических моделей развития реальных структур земной коры эти данные, за исключением работ исполнителей проекта [Леонов, 2008; Пржиялговский и др., 2011; Латеральные..., 2013] практически не используются, что в значительной мере снижает качество и достоверность выводов о механизмах формирования тектонических структур. Проектом предусмотрено привлечение данных механики гранулированных сред и мезомеханики при интерпретации механизмов формирования тектонических структур, их парагенезов и ансамблей.

Выявление типоморфных тектонических внутриплитных и орогенных ансамблей. В настоящее время достигнут значительный прогресс в области выявления типоморфных структур в пределах платформ и подвижных поясов. К таким структурам относятся «метаморфические ядра кордильерского типа» [Скляр и др., 1997], «зоны концентрированных деформаций» [Колодяжный и др., 1991; Леонов, 2010; Леонов, 2013; Морозов, 2002; Стефанов, 2002; Cunningham et al., 1996; McCourt, Wilson, 1992; Sanderson, Marchini, 1984; Silvester, 1988], «кристаллические протрузии [Коныгин В.Г. и др. 1987; Леонов, 2008; Colliston, 1990], «латеральные тектонические потоки [Леонов и др. 2004; Паталаха и др., 1995; McCourt, Wilson, 1992; Martinod et all. 2000].

Тем не менее, исследование подобных структур обычно проводится обособленно от общего контекста строения и эволюции крупных регионов и не рассматривается в составе единых структурно-

геодинамических парагенезов. Практически неизвестны работы, в которых проводилось бы совокупное рассмотрение и корреляция данных по геологическому строению доступного для прямого наблюдения приповерхностного слоя земной коры, данных по морфоструктуре дневной поверхности и поверхности фундамента и данных по глубинному строению. Этим аспектам предполагается уделить особое внимание при разработке данного проекта.

На современном уровне развития науки все большее значение для понимания происхождения и эволюции геологических структур приобретают данные по физико-математическому моделированию. По интересующему нас вопросу имеется достаточно представительный экспериментальный материал [Артюшков, 1993; Бондаренко, 1991; Лобковский, 1988; Лукьянов, 1991; Миллер, 1988; Морозов, Гептнер, 1997; Рамберг, 1986; Трубицин, Рыков, 1998; Beaumont et al., 2001; Jackson, Talbot, 1989; Martinod, Hatzfeld, 2000; и др.].

Однако эти данные до настоящего момента не нашли комплексного осмысления применительно к детально изученным природным объектам. Анализ данных физико-математического моделирования и их корреляция с природными объектами составят одно из направлений работы по проекту.

на английском языке

There are a lot of studies of Russian and foreign researchers devoted to the surface and deep structures of mobile belts, including plate stage of their existence.

Within the context of the problem posed it is necessary to accent four key aspects of modern geodynamic investigations, which comprise the subject matter of the project work.

“Basement/sediment” system behavior, “intracrustal sections”, chapter “crust/mantle”. The problem was posed by [Ajgirey, 1996; Gogel, 1969; Deribkov, 1958; Patalakha, 1971; Rutten, 1972; Hudson, 1955; etc.], but any purposeful works have not been done up to present time. The problem kept being open both on conceptual level (common paradigm of geodynamics of the process) and on the level of revealing of concrete mechanism of structural and material transformation of rock mass, connected with geodynamics of consolidated foundation. For the recent two decades interest in tectonics of consolidated crust has been arisen [Beroush, 1991; Zykov, 2001; Kolodyazhny, 1998, 1999 a,b, 2000; Leonov, 1999; 2004, 2008, 2013; Leonov and Leonov, 2002; Sklyarov et al., 1997; Somin, 1994, 1998; etc.]. Great attention is paid to the problem of spatial mobility of various depth horizons of lithosphere [Artyushkov, 1969; 1978, 1993; Garetsky and Klushin, 1989; Ivanov and Ivanov, 1996; Lobkovsky, 1988; Sharov, 1987; Sharov, Grechishnikov, 1982; Pinet, Colletta, 1990]. It was found that within this layer large scale shears, plastic faults, zones of plastic flow, relative slippage of lithospheric plates take place [Leonov, 1993, 1997; Leonov, Perfil'ev, 1999, 2000; Lobkovsky, 1988; Dary et. all, 1990; Dunbar, Sawyer, 1989]. Since such asthenic layers are presented within other deep levels, the issue of considerable role of lateral flows of lithosphere matter in plate (intraplate) tectogenesis was raised [Leonov., 1991; Puscharovsky et al., 1991]. Plastic behavior of lower “seismically nontransparent” layer is one of major factor of intraplate tectonics [Artyushkov, 1978, 1993; Grachev, 1987; Leonov, 1997; Dary et al., 1990; Pinet, Colletta, 1990; etc.]. These studies cause doubts as they rest on accepted paradigm of “brittle” upper crust. Although in a number of works it was clearly shown [King, 1967; Leonov, 2004; 2008 a,b, 2013; Lateral..., 2013; Patalakha et al., 1995], that upper crust undergoes fluent deformation, but in other form it occurs in “plastic” lower crust layer. Project participants' explorations of this issue comply with world level and, in some respects, exceed it.

Mechanisms that provide spatial mobility of rock mass of Earth's crust consolidated layer. There are lots of researches addressing multistage of deformation and mechanisms of structure formation in metamorphic formations [Gogel, 1969; Dook, 1987; Kozhukharova, Leonov, 1988; Leonov, Kozhukharova, 1990; Miller, 1982, 1988; Morozov, 1978; Nikola, 1992; Parfenov, 1973; Poirye, 1988; Talitsky, 1994; Ez, 1987; Yapaskourt, 2004; Ramsay, 1967; Turner, Weiss, 1963; Weiss, 1964; Wilson, 1961; etc.]. However, they mainly address behavior of metamorphic formations before their final consolidation and imbedding into

foundation. The executives of the Project undertook a study and summarized available works addressing this issue [Ajgirey, 1966; Beroush, 1991; Leonov, 2008; Patalakha, 1966; Bradschaw, Renouf, Taylor, 1967]. It was established that there are, for at least, six mechanisms of spatial mobility (rock flowage) of crystal formations of upper crust. These are plastic deformation (plastic rock flowage); mixing; brittle macro shear (block) deformation; brittle micro shear deformation and cleavage; disintegration and cataclasis; dynamic recrystallization.

All these mechanisms lead to granular structure of rocks, the rheology, mechanics and kinematic properties of which are much specified – they are described by mechanics of granular medium and mesomechanics [Blechman, 1994; Garagash, Nikolaevsky, 1989, 1994; Goldyn, 2002; Leonov et al., 1995; Revuzhenko et al., 1997; Shtille, 1964; Cambell, 1990; Yaeger, Nagel, 1992, 1996; Yaeger, Nagel, 1996; Jullien, 1992]. But at reconstructing of geodynamic models of real structures of Earth's crust, development these data, excluding works of Project executives [Leonov, 2008; Przhialgovsky et al., 2011; Lateral..., 2013] practically are not used, what considerably degrades quality and reliability of conclusions on mechanisms of formation of tectonic structures, their paragenesis and ensembles.

Detection of typomorphic tectonic intraplate and orogenic ensembles. In our days the remarkable progress in the field of revealing of typomorphic structures within platforms and mobile belts is achieved. To such structures can be assigned “metamorphic cores of Cordilleran type”, [Sklyarov et al., 1997] «zones of concentrated deformations» [Kolodyazhny et al., 1991; Leonov, 2010; Leonov, 2013; Morozov, 2002; Stefanov, 2002; Cunningham et al., 1996; McCourt, Wilson, 1992; Sanderson, Marchini, 1984; Silvester, 1988], “crystalline protrusions” [Konynin et al., 1987; Leonov, 2008; Colliston, 1990], “lateral tectonic flows” [Leonov et al. 2004; Patalakha et al., 1995; McCourt, Wilson, 1992; Martinod et al. 2000]. Nevertheless, the exploration of such structures is usually performed out of the context of formation and evolution of large regions and doesn't consider the complex of integrated structural and geodynamical paragenesis. In practice, most of works are dedicated to comprehensive consideration and data correlation on geological structure of Earth's crust surface layer accessible to observation, data on morphostructure of day surface and surface of basement and data on deep structure. At execution of the Project it should be paid close attention to these aspects.

At the present stage of research the data of physical-mathematical modelling play more and more considerable role. There are sufficient number of works where representative experimental data are collected [Artyushkov, 1993; Bondarenko, 1991; Lobkovsky, 1988; Lukyanov, 1991; Miller, 1988; Morozov, Geptner, 1997; Ramber, 1986; Trubytsyn, Rykov, 1998; Beaumont et al., 2001; Jackson, Talbot, 1989; Martinod, Hatzfeld, 2000; etc.]. However these data have not been find yet the comprehensive interpretation relative to nature objects studied in details. Analysis of physical-mathematical modelling data and their correlation with natural structures data will constitute one part of works on the Project.

Основные мировые научные конкуренты

Основным конкурентом является темп развития научного знания и тот непреложный факт, что научные идеи возникают у ученых разных стран практически одновременно. Впереди оказывается тот, кто раньше осознает важность и актуальность проблемы и активно начнет ее разработку.

В настоящее время коллектив исполнителей проекта обладает определенным преимуществом перед мировой наукой в том, что касается постановки задачи и предлагаемых методов ее решения. Необходимо использовать накопленный потенциал и закрепить первенство российской науки в данной отрасли научного знания.

Предлагаемые методы и подходы, общий план работы на весь срок выполнения проекта и ожидаемые результаты (объемом не менее 2 стр.; в том числе указываются ожидаемые конкретные результаты по годам; общий план дается с разбивкой по годам)

на русском языке

Предлагаемые методы и подходы:

Проведение исследований на различном пространственно-временном уровне размерности: от изучения микро- и мезо-структур (размерность шлифа, образца, обнажения) и кратковременных (в геологическом понимании) событий (землетрясения, обвалы, оползни, кратковременные объемные смещения горных масс) до мегаструктур (размерность горных хребтов и их систем) и процессов длительного развития (перемещение плит мега-блоков земной коры, деформация подвижных поясов);

Совокупный анализ поверхностной структуры, морфологии и глубинного строения территории, осуществляемый с помощью дешифрирования космоснимков, полевых разномасштабных геолого-геофизических структурных исследований, морфоструктурного анализа, статистической обработки ориентировок разломов и трещин, микроструктурного анализа кристаллических толщ;

Выявление в глубинных тектонических структурах Тянь-Шаня трещиноватых проницаемых зон, определяемых эманациями мантийного гелия и служащих каналами для миграции мантийных флюидов.

Изучение коровых и верхнемантийных горизонтов методами дистанционных зондирований (сейсмика, магнитотеллурика, GPS-измерения и пр.).

Проведение лабораторного физического эксперимента и привлечение данных мезомеханики и механики гранулированных сред.

Анализ существующих физических и расчетных моделей, отражающих формирование тектонических структур.

Выявление геодинамических ансамблей, типоморфных для подвижных поясов различных регионов Земли. Корреляция выделенных типоморфных ансамблей с минерагеническими особенностями и степенью геоэкологических рисков.

Построение описательных, графических, аналоговых и цифровых моделей частных структур, их парагенезов и ансамблей, отдельных сегментов и горного сооружения Тянь-Шаня в целом.

Общий план работ на весь срок выполнения проекта:

Сбор, анализ и обобщение существующих на сегодняшний день геолого-геофизических материалов по всем аспектам поставленных в проекте задач (2016 г.).

Подбор новых публикуемых данных и их предварительная интерпретация (2016 г. – первая половина 2017 г.).

Проведение полевых работ на ключевых объектах: геокартирование, структурные геолого- геофизические исследования, отбор каменного материала для проведения литолого- петрографических, петрологических, изотопно-геохронологических и других видов прецизионных исследований (летние сезоны 2016–2018 гг.).

Обработка каменного материала, литолого-петрографические, петрологические, изотопно-геохронологические и другие виды прецизионных исследований (2016– 2018 гг.)

Построение промежуточных рабочих геофизических, тектонических и геодинамических моделей ключевых объектов (2016 – первая половина 2018 гг.)

Выявление и характеристика типоморфных структурно-геодинамических парагенезов механизмов и геодинамических режимов регионального и надрегионального плана, ответственных за становление и тектоническую эволюцию консолидированной земной коры Тянь-Шаня (2017- 2018 гг.).

Построение обобщающей модели строения и геодинамической эволюции изученной территории (2018 г.).

Ожидаемые результаты:

Выявление и комплексная геолого-геофизическая характеристика типоморфных верхнекоровых и корово-мантийных геодинамических ансамблей (ТА), определяющих особенности современной структуры и эволюции внутриконтинентальных орогенов.

Определение механизмов формирования ТА с учетом структурной дисгармонии на главных поверхностях раздела коры и литосферы (чехол/фундамент, внутрикоровые разделы, поверхность М).

Сравнительная характеристика ТА, соответствующих различным типам коры и разным сегментам орогена.

Построение описательных, графических и расчетных двух- и трехмерных моделей поверхностной и глубинной структуры региона.

Определение места типоморфных ансамблей в общей структуре орогенного пояса Тянь-Шаня и их фундаментального значения для понимания строения и эволюции внутриконтинентальных орогенов Евразийского континента.

Корреляция ТА с особенностями минерализации и уровнем геологических рисков.

Подготовка к печати 2 монографий: коллективной монографии (рабочее название - «Граниты: постмагматическая тектоника и углеводородный потенциал») и монографии В.Ю. Баталева (рабочее название - «Структурно-вещественная модель литосферы Центрального Тянь-Шаня: интерпретация геоэлектрических параметров»).

Подготовка к печати и публикация серии из 9 статей в ведущих рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science: Journal of Geodynamics (Impact Factor - 2,217), Journal of Asian Earth Sciences (Impact Factor – 2,74); Геотектоника (Impact Factor - 1,275), Бюл. МОИП (Impact Factor – 0,153), Доклады АН (Impact Factor - 0.392), Геология и геофизика (Impact Factor - 1.050), Физика Земли (Impact Factor - 0.405) и др.

на английском языке

Proposed methods and approaches:

Realization of researches on different spatial and temporal level dimension: from the study of the micro- and meso-structures (the dimension of the section, the sample outcrops) and short-term (in the geological sense) events (earthquakes, avalanches, landslides, short volumetric displacement of rock masses) to megastructures (dimension of the ridges and their systems) and long-term development process (moving plates mega-blocks of the crust, deformation mobile belts);

A pooled analysis of the surface structure, morphology and the deep structure of the territory which is carried out by means of deciphering satellite images, field multiscale structural geological and geophysical studies of morphostructural analysis, statistical processing of the orientations of faults and fractures, microstructural analysis of crystalline strata;

Revealing in the deep tectonic structures of the Tien Shan fractured permeable zones allocated to the emanations of the mantle helium, and which are channels for the migration of mantle fluids.

Investigation of crustal and upper mantle horizons by remote sensing methods (seismic, magnetotelluric, GPS-measuring and so on.).

Carrying out of laboratory physical experiments and engaging data mesomechanics and mechanics of granular media.

Analysis of existing physical and computational models which reflect the formation of tectonic structures.

Identification of geodynamic ensembles the typomorphic for mobile belts of various regions of the Earth.

Correlation selected the typomorphic ensembles mineragenous features and the degree of geo-ecological risks.

Construction of descriptive, graphic, analog and digital models of particular structures and their parageneses and ensembles, separate segments and mountain construction of the Tien Shan in general.

The general plan of work for the entire duration of the project:

The collection, analysis and compilation of currently existing geological and geophysical data on all aspects of assigned tasks in the project (2016).

Selection of new published data and their preliminary interpretation (2016 - first half of 2017).

Carrying out a field work on key areas: geology mapping, structural geological and geophysical studies, selection of samples for lithological-petrographic, petrological, geochronological, isotopic and other types of precision studies (summer seasons 2016-2018.).

Processing of samples, lithological and petrographic, petrological, isotopic geochronology and other types of precision studies (2016- 2018.).

The construction of the intermediate working geophysical, tectonic and geodynamic models of key areas (2016 - first half of 2018).

Identification and characterization of typomorphic structural-geodynamic parageneses mechanisms and geodynamic regimes of regional and supra-regional scale, responsible for the formation and tectonic evolution of the consolidated Tien Shan crust (2015- 2016.).

The construction of a generalized model of the structure and geodynamic evolution of the study area (2016).

Expected results:

Detection and complex geological and geophysical characteristics the typomorphic upper crust and crust-mantle geodynamic ensembles (TA), the defining features of modern structure and evolution of intracontinental orogens.

Definition of mechanisms of formation (TA) and taking into account the structural disharmony on the main separation surfaces in the crust and lithosphere (cover / foundation, intracrustal boundaries, surface M).

Comparative characteristics of (TA), corresponding to different types crust and various segments of the orogen.

Development of descriptive, graphic and computational of two- and three-dimensional models of surface and deep structures of the region.

Determining the place the typomorphic ensembles in the general structure of orogenic belt of Tien Shan and their fundamental importance for understanding the structure and evolution of intracontinental orogens of Eurasia.

Correlation (TA) with features of mineragenetic and the level of geo-ecological risks.

Preparing 2 monographs for publication: the collective monograph (working title - "Granite: post-magmatic tectonics and their hydrocarbon potential") and monographs of Batalev V.Yu. (working title - "Structural-material model of the lithosphere of the Central Tien Shan: the interpretation of geoelectric parameters").

Preparation for the printing and publication of a series of 9 articles in leading peer-reviewed scientific journals indexed in the database Web of Science: Journal of Geodynamics (Impact Factor - 2,217), Journal of Asian Earth Sciences (Impact Factor – 2,74); Geotectonics (Impact Factor - 1,275), Bul. Moscow Society of Naturalists (Impact Factor - 0,153), Doklady AN (Impact Factor - 0.392), Geology and geophysics (Impact Factor - 1.050), Physics of the Earth (Impact Factor - 0.405), and others.

Имеющийся у научного коллектива научный задел по проекту (указываются полученные ранее результаты, разработанные программы и методы)

Коллектив исполнителей имеет существенный научный задел в области исследований тектоники и геодинамики платформ и складчатых поясов, в том числе и по территории Тянь-Шаня [Леонов М., Леонов М., и др., 1994, 2013]. На основе анализа геолого-геофизических материалов и результатов структурных исследований разработана модель строения и эволюции западной ветви Гиссаро-Алайской горной системы [1988,1993, 2013, др.].

Участники проекта располагают материалами уникальной базы геологических, геофизических, геодезических и сейсмологических данных, созданной в Научной станции РАН в г.Бишкеке. В настоящее время успешно функционирует научно-исследовательская инфраструктура - комплексный геофизический полигон, в рамках которой Научная станция РАН проводит исследования по сети пунктов геофизических режимных наблюдений на территории Тяньшанского региона и сопредельных областей. По длительности непрерывных рядов наблюдений, комплексности используемых методов и плотности наблюдательной сети Научная станция, как экспериментально-исследовательский геофизический полигон, не имеет аналогов в мире. Результаты комплексных геофизических исследований Тянь-Шаня, полученные ранее участниками проекта, представлены в целом ряде публикаций [Рыбин и др., 2010; Рыбин, 2011; Баталева, Баталев, Рыбин, 2013; Баталев, Баталева, 2013, Мансуров, 2013] и др.

Существенный задел имеется и в области методологического подхода к решению поставленных задач, связанный с разработкой парадигмы 3D – подвижности кристаллических масс, применением законов механики гранулированных сред и мезомеханики, механизмов экзгумации кристаллических протрузий и пр. [Леонов, 1994, 2008, 2012, 2013; Пржиялговский и др., 2008, 2011, 2013, 2014].

В распоряжении авторов проекта имеются картографические материалы, имеются цветные спектрально-зональные космоснимки масштаба 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000 (США, НАСА, миссии ЛАНДСАТ 4-7, 2000 г.), данные спутниковой альтиметрии различного разрешения, карты геофизических полей для территории Тянь-Шанского региона. При обработке материалов, полученных с помощью дистанционных методов, будут использоваться компьютерные программы, основанные на ГИС технологиях (компьютерные программы ArcGis 9.3, ГИС КАРТА 2000, GPS. Net Global Positioning).

Одной из важнейших составляющих успешного решения сформулированных задач является рациональный выбор методологического подхода и наиболее эффективных методов исследования. Широкий спектр поставленных вопросов предопределяет и широту научно-исследовательского подхода, включая исследования нескольких направлений: геологические, структурно-геологические, петролого-геохимические, геофизические, модельные и др. Именно комплексность подхода при решении такой малоизученной и пока еще слабо освещенной в литературе проблемы служит залогом ее вероятного положительного решения.

Перечень оборудования, материалов, информационных и других ресурсов, имеющихся у научного коллектива для выполнения проекта (в том числе – описывается необходимость их использования для реализации проекта)

Четыре 5-канальные широкодиапазонные магнитотеллурические измерительные станции MTU-5 компании Phoenix Geophysics. Региональная и локальная сеть GPS наблюдений. Сеть цифровых широкополосных телеметрических сейсмологических станций (KNET). Методические и программные средства обработки и анализа геолого-геофизической информации. Вычислительный центр на базе современных персональных компьютеров и скоростного Интернет-канала.

План работы на первый год выполнения проекта (в том числе указываются запланированные командировки по проекту)

на русском языке

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.

на английском языке

In the first year of the project is supposed to carry out the following work:

Analysis of literature data relating to research, treatment of previously collected data, the characteristic post-magmatic granite tectonics Kyrgyz ridge; characteristic of "zones of tectonic stitching" Hissar-Alai mountain region.

Collection and analysis of currently existing geophysical data on the deep structure of the western and central segments of the inland Tien Shan Orogen.

Drawing up of structural and kinematic scheme zones of dislocation for orogenic stage of the Northern Tien Shan based on structural decoding remote landscape images and analysis of regional geological and geophysical data.

Drafting transversal geological-geophysical cross sections across the boards of Kochkor and Issyk-Kul depression.

Description of neotectonic structural parageneses of board zones of Issyk-Kul basin in key areas.

Analysis of the phases of intraplate activity and neotectonic structural parageneses Southern-Kochkor zone based on detailed structural and geological mapping. Analysis of meso and microstructures Paleozoic granitoid southern margin of the Kochkor depression. Preparation of publications and abstracts to the conference.

Evaluation of geodynamic conditions of formation of the young basin structures of Northern and Middle Tien Shan based on kinematic analysis and the results of structural and geological mapping of key areas.

Preparation for printing of publications on the topic of research.

Business trips (4 pers.), Bishkek, Research Station RAS to carry out field research within the Tien Shan.

Планируемое на первый год содержание работы каждого основного исполнителя проекта (включая руководителя проекта)

Баталев В.Ю. Обзор и анализ региональных геолого-геофизических материалов по Центральному Тянь-Шаню. Участие в полевых работах по отбору проб газо-водяной смеси и проведению магнитотеллурических зондирований на ключевых объектах. Выполнение качественной и количественной интерпретации полученных полевых данных. Расчет двумерных геоэлектрических моделей зоны сочленения Иссък-Кульской и Кочкорской впадин с южным бортом и для территории Северного Тянь-Шаня (Бишкекский геодинамический полигон). Подготовка публикаций по теме исследований и материалов доклада для научной конференции.

Забинякова О.Б. Сбор и анализ материалов ранее выполненных полевых геофизических измерений. Подготовка априорной информации для проведения инверсии магнитотеллурических данных. Построение поперечных геоэлектрических разрезов по южному борту Иссък-Кульской впадины. Участие в подготовке публикаций по теме исследований.

Лаврушина Е.В. 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.

Леонов М.Г. – анализ литературного материала по теме исследований, камеральная обработка ранее собранных данных, характеристика постмагматической тектоники гранитных массивов Киргизского хребта; характеристика «зон тектонического сшивания» Гиссаро-Алайской горной области; участие в полевых работах на ключевых объектах; участие в подготовке публикаций по теме исследований.

Мансуров А.Н. Исследование влияния трехмерного распределения геоэлектрических свойств среды на результаты наблюдений методами МТЗ-МВЗ на отдельных участках Центрального Тянь-Шаня. Построение промежуточной трехмерной региональной геоэлектрической модели Иссък-Кульской

впадины и ее смежного горного обрамления. Обзор и анализ материалов региональных GPS измерений. Участие в подготовке публикаций по теме исследований.

Матюков В.Е. Построение поперечных геоэлектрических разрезов по южному борту Кочкорской впадины. Сбор и анализ материалов магнитотеллурических зондирований по западному сегменту Тянь-Шанского орогена (Гиссаро-Алайская область). Участие в подготовке публикаций по теме исследований.

Пржиялговский Е.С. Составление структурно-кинематической схемы главных линейных дислокационных зон орогенного этапа Северного Тянь-Шаня на основе данных структурного дешифрирования дистанционных ландшафтных снимков и анализа региональных геолого-геофизических материалов. Построение поперечных разрезов через прибортовые зоны Иссык-Кульской и Кочкорской внутригорных впадин. Анализ этапности внутриплитной активности и неотектонических структурных парагенезов бортовых зон Иссыккульской впадины на ключевых участках. Подготовка статьи в рецензируемый журнал по материалам исследований.

Рыбин А.К. Обзор и анализ региональных геофизических материалов. Обработка, анализ и интерпретация полученных полевых материалов магнитотеллурических зондирований. Расчет геоэлектрических моделей для ключевых объектов исследования. Подготовка публикаций по теме исследований.

Нелин В.О. Участие в полевых работах на ключевых объектах, работа с фондовыми материалами, подготовка априорной геологической информации для инверсии магнитотеллурических данных. Участие в подготовке публикаций по теме исследований.

Щелочков Г.Г. Обзор и анализ региональных геофизических материалов. Расчет геоэлектрических моделей для территории Северного Тянь-Шаня (Бишкекский геодинамический полигон). Участие в подготовке публикаций по теме исследований.

Ожидаемые в конце первого года конкретные научные результаты (форма изложения должна дать возможность провести экспертизу результатов и оценить степень выполнения заявленного в проекте плана работы).

на русском языке

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 описание 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»

на английском языке

As a result of researches of the first year of the project will be prepared:

- Scheme of kinematics of regional dislocation areas of the Northern Tien Shan;
- Structural and geological maps (scale 1: 20000) and phased structural and kinematic schemes of key areas of Kochkor depression;
- Stereograms of cracks orientations and table of comparison paleo stress field and description of deformation microstructures in granite massifs of south sides Kochkor and Issyk-Kul depressions;
- Characteristics postum structure of granites within the "dome-protrusive" class typomorphic structures granite basement (massifs "Prishib", Kaji-Sai, Kyzyl-Bulak, Kyzyl-Choku);
- Geoelectric cross sections of key areas Kochkor and Issyk-Kul depressions and dislocation zones of the Northern Tien Shan (the territory of Bishkek geodynamic test site);
- The database of materials of magnetotelluric and magnetovariational sounding for the creation a regional geoelectric model of the western segment of the Tien Shan orogen (Hissar-Alai region);
- Scientific publications on the subject of research in the form of conference proceedings and 2 articles: "Tectonics and infrastructure of the Chonkurchsk depression basement" (Reports of the Academy of Sciences); "Post-magmatic structure of the Northern Tien Shan granites" (Geotectonics).

Перечень планируемых к приобретению за счет гранта оборудования, материалов, информационных и других ресурсов для выполнения проекта (в том числе – описывается необходимость их использования для реализации проекта)

Компьютерная техника.

Горюче-смазочные материалы (бензин) для проведения полевых геолого-геофизических работ.

Полевое снаряжение и элементы аппаратурно-измерительного комплекса.

Расходные материалы