

## Эколого-геокриологическая специфика проектируемого магистрального газопровода «Алтай»

**М. М. Шац, к.г.н., в.н.с.,**  
Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН,  
677010, Россия, г. Якутск, ул. Мерзлотная, д. 36,  
e-mail: mmshatz@mail.ru

Показана специфика извлечения углеводородов в Сибири, связанная с отрицательным влиянием объектов добычи, транспортировки и переработки жидких и газообразных видов этого полезного ископаемого на окружающую среду. Цель данной публикации состоит в прогнозе масштабов преобразования природной среды в зоне влияния проектируемой магистральной газотранспортной системы (ГТС) Новый Уренгой – Сургут – КНР «Алтай» и основных тенденций её негативной динамики. Освещены актуальность создания грандиозного объекта, история принятия решения по его созданию и перспективы, сложные природная и геотехническая обстановки зоны его влияния и т. д.

В статье использованы как обзорные материалы из сводок и карт, так и результаты непосредственных наблюдений сотрудников Института мерзлотоведения СО РАН прошлых лет, а также современные данные, в том числе и анализ дистанционных снимков. Показано, что территории, на которые распространяется влияние трубопровода, отличаются сложной ландшафтной структурой (высокая сейсмичность и динамичность мерзлотной обстановки). Многолетнемерзлые породы (ММП) на большей части трассы имеют преимущественно островное, редко прерывистое распространение. На основе ландшафтно-криоиндикационного подхода установлено, что мощность многолетнемерзлой толщи горных пород варьирует от 30–50 м (на отметках 1900–2200 м) до 250–300 м (на высотах порядка 2700–2900 м) в зависимости от состава пород, растительности, экспозиции и т. д.

Охарактеризованы геоэкологические проблемы, свойственные всем стадиям создания объекта и освоения территории Западной Сибири и Центральной Азии, связанные с негативной динамикой природной среды.

В заключении отмечено, что игнорирование приведённых материалов и выявленных особенностей, недостаточное изучение последствий нарушения естественных процессов тепло-массообмена в горных породах с изменением их свойств неизбежно вызовут серьёзные осложнения при строительстве и эксплуатации объектов ГТС «Алтай», сопровождающиеся нарушением их устойчивости и нерациональными экономическими затратами на исправление ситуации.

**Ключевые слова:** магистральная газопроводная система, зоны влияния трубопровода, стадии освоения территории, мерзлые породы.

## Ecological-permafrost specificity designed the main gas pipeline «Altai»

**M. M. Shats,**  
Permafrost Institute P. I. Melnikova, SB RAS,  
36, st. Merzlotnaya, Yakutsk, Russia, 677010,  
e-mail: mmshatz@mail.ru

In this article the specificity of hydrocarbon extraction in Siberia is shown, which is connected with the negative impact of production, transportation and processing of liquid and gaseous forms of the mineral on the environment.

The purpose of this publication is to forecast the extent of transformation of the natural environment in the area of the designed main gas pipeline system (GTS) Novy Urengoy – Surgut – PRC (People's Republic of China) «Altai» impact, and the main trends of its negative dynamics.

The relevance of building the grand object is highlighted, as well as the history of the decision on its creation and prospects, complex natural and geotechnical situations of its zone of influence, etc.

The article considers the data from survey reports and maps, as well as the results of direct observations of the Permafrost Institute scientists from 1970 up to and the current state. The analysis shows that the area under the impact of the pipeline has a variegated complex landscape structure. First of all, it is high seismicity and dynamics of permafrost conditions. Long-term permafrost in most of the tracks has a predominantly massive island-like, rarely interrupted distribution. On the basis of landscape cryo-indicational approach it was found that the thickness of long-term permafrost rocks varies from 30–50 m (at elevations of 1900–2200 m) up to 250–300 m (at altitudes of 2700–2900 m), depending on the composition of rocks, vegetation, exposure, etc.

Geo-environmental problems have been defined, typical for all stages of the object creation and development of Western Siberia and Central Asia territory, which is connected with negative dynamics of the natural environment.

In the conclusion it is noted, that in case of ignoring the information mentioned and the features identified, as well as lack of study of violations of the natural processes of heat and mass transfer in the rocks with changes in their properties consequences, would inevitably result in serious complications during the construction and operation of the hydraulic structures «Altai», their stability would be disturbed of and unsustainable economic costs of remedying the situation would be required.

**Keywords:** trunk gas pipeline system, the zone of influence of the pipeline, stages of territory development, frozen rocks.

Специфика добычи и транспортировки углеводородов в Сибири охарактеризована в ряде специальных работ [1–3]. Было показано отрицательное влияние объектов добычи, транспортировки и переработки жидких и газообразных углеводородов на окружающую среду, связанное с загрязнением атмосферы, почвенно-растительного покрова, природных вод, с изменением инженерно-геологических, геокриологических и гидрогеологических условий. Часть этих последствий носят региональный характер [4, 5].

Игнорирование этих особенностей, недостаточное изучение последствий нарушения естественных процессов тепло-массообмена в горных породах с изменением их свойств вызывают серьёзные осложнения при строительстве и эксплуатации линейных объектов нефтегазового комплекса – трубопроводов, сопровождающееся нарушением их устойчивости и нерациональными экономическими затратами на исправление ситуации.

### История проекта «Алтай»

Ранее [3, 5] была показана непростая история борьбы за различные варианты прокладки новых проектируемых магистральных газо-транспортных систем (ГТС), в том числе предполагаемых в коридоре Восточная Сибирь – Тихий океан (ВСТО). Данный вариант логичен, удешевит работы за счёт экономии на землеотводах, инфраструктуре и т. д.

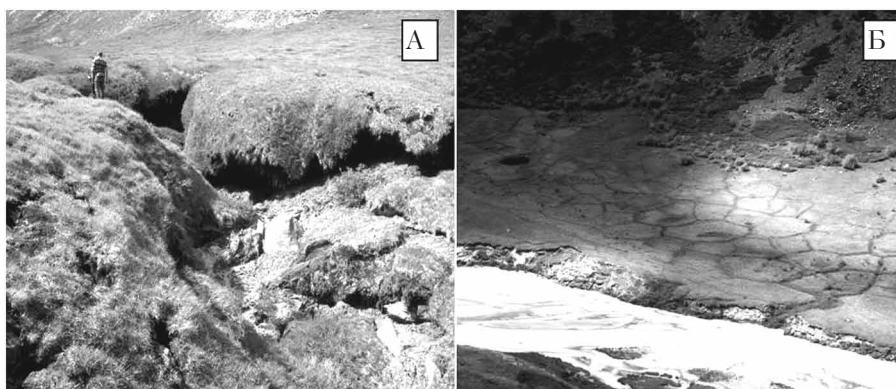
В отличие от восточносибирского региона проект ГТС «Алтай», пересекающей Западную Сибирь с севера на юг, имеет более противоречивую историю. Ещё весной 2006 г. в ходе визита в КНР В. В. Путин заявил, что в 2011 г. в эту страну из России будет построена экспортная ГТС, по которой в перспективе будет транспортироваться до 80 млрд м<sup>3</sup> природного газа в год. Газ пойдёт в Китай по двум маршрутам – как из Восточной, так и Западной Сибири. Возможно создание новой трубопроводной системы с условным названием «Алтай» через западную границу РФ и КНР.

В соответствии с предварительным проектом общая протяжённость газопровода составляет почти 2,7 тыс. км, он пройдет по Ямало-Ненецкому и Ханты-Мансийскому округам, Томской и Новосибирской областям, Алтайскому краю и Республике Алтай, из которой должен перейти в Синьцзян-Уйгурский автономный район Китая. Тогда же глава «Газпрома» А. Миллер заявил, что стоимость нового газопровода может составить около 10 млрд \$.

В «Газпроме» приоритетной базой для поставок в страны Юго-Восточной Азии считается такая очередность освоения: о. Сахалин, затем Якутия и только после этого – месторождения Иркутской и Красноярской областей. Сотрудники агентства RusEnergy считают, что строительство «Алтая» затрудняют два обстоятельства: высокая, нежелательная для китайцев цена и то, что плато Укок, по которому должна была пройти труба, является священным местом для местных жителей, а к тому же крайне сложным в инженерно-геологическом плане [6].

### Характеристика природных условий трассы

Очевидно, что в настоящее время детально осветить природные условия трассы «Алтая», особенно пролегающих высокогорных и труднодоступных участков, невозможно. Судя по обзорным сводкам и картам, в той или иной степени освещающим природные условия трассы, можно отметить, что территории, на которые распространяется влияние трубопровода, отличаются сложной ландшафтной структурой. В первую очередь, это высокая сейсмичность и динамичность мерзлотной обстановки. Являющиеся литогенной основой трубы многолетнемерзлые породы (ММП) на большей части трассы имеют преимущественно островное, реже прерывистое распространение. Их мощность колеблется от нескольких до 300 м и более, а среднегодовые температуры на подошве слоя их сезонных колебаний (8–12 м) изменяются в среднем от 0 до –4 °С. Глубины сезонного оттаивания грунтов, являющиеся принципиальным параметром при выборе



**Рис. 1.** Криогенные процессы и образования высокогорья Алтая:

А) глубокие термокарстовые просадки, образовавшиеся в долине безымянного ручья, впадающего в р. Аккол (левый приток), Б) морозобойное растрескивание и образование повторно-жильного льда на первой надпойменной террасе в долине р. Аккол. Фото С. И. Серикова

способа прокладки трубы, в зависимости от их состава, свойств и экспозиции участка изменяются от 1,5 м во влажных мелкодисперсных до 4,0 м в сухих песчаных отложениях.

Наиболее сложными и экстремальными в инженерно-геологическом плане являются высокогорные пространства, самое примечательное из которых – район плоскогорья Укок. Чаще оно именуется плато и находится в южной наиболее возвышенной части Алтая, на стыке границ России, Казахстана, Китая и Монголии, среди скалистых гор, достигающих высоты около 3 000 м. Особую известность оно получило после открытия в шестидесятые годы двадцатого века в его пределах разнообразных скифских курганов с замёрзшими хорошо сохранившимися погребениями. Очень важно, что памятники дошли до исследователей в совершенно ненарушенном состоянии,



**Рис. 2.** Деструктивные процессы в высокогорье.  
Фото С. И. Серикова

когда суровые условия Укока сохранили в ряде курганов мерзлоту. Этот природный консервант способствовал сохранности уникальных предметов эпохи раннего железного века из кожи, дерева, войлока и шерсти, которые в других условиях просто разрушаются. Плато Укок включено в список всемирного природного наследия ЮНЕСКО, а та его часть, где находятся знаменитые курганы, объявлена «зоной покоя». Обширная всхолмленная часть поверхности плато включает две господствующие депрессии, чаще именуемые в литературе котловинами: Тархатинскую и Бертекскую, а также серию более мелких впадин: Акалахинскую, Калгутинскую и другие.

Сочетание природных условий плато обуславливает формирование обширных горных остепнённых и опустыненных пространств, слабую инфильтрацию атмосферных осадков и в результате – сильное заболачивание.

В результате здесь сформировались многолетнемёрзлые породы, имеющие, судя по результатам обзорных геокриологических исследований, проведённых сотрудниками Института мерзлотоведения СО РАН в 1970–1973 гг. в Алтае-Саянской горной стране, а в 1973 г. непосредственно в пределах плато Укок [7], и работ 2014 г., слабо прерывистый характер. Мощность многолетнемёрзлой толщи горных пород, оцененная на основе ландшафтно-криоиндикационного подхода, базирующегося на материалах непосредственных маршрутных наблюдений и инструментальных геотермических замеров, а также анализе дистанционных снимков слабодоступных площадей, варьирует от 30–50 м (на отметках 1900–2200 м) до 250–300 м (на высотах порядка 2700–2900 м) в зависимости от состава пород, растительности, экспозиции и т. д.

Эти же факторы определяют также и широкое развитие криогенных явлений, в том числе нередко обнажающихся летом в обрывах небольших рек и термокарстовых озёр подземных пластовых и жильных льдов (рис. 1, 2).

Ландшафтообразующая роль ещё одного вида природных льдов – наледей заключается, главным образом, в перераспределении поверхностного стока с осени на весну и лето, а в ряде случаев – на июль-начало августа. В Юго-Восточном Алтае наледи часто связаны с новейшими разломами, через которые может происходить разгрузка подземных вод. Именно так формируются и наледи западной части котловин плато Укок, имеющие важное рельефообразующее значение, усиливая интенсивность морозного выветривания и активности текучих вод. Кроме этого, за счёт наледей происходит увлажнение и прилегающих снизу к наледям участков, на которых в результате создаются условия для развития более влаголюбивой растительности, широко развиты криогенные процессы: термокарст (рис. 2) и пучение.

В целом район плоскогорья Укок суров и там развиты практически все присущие внутриконтинентальному высокогорью катастрофические и особо опасные природные процессы: «лавиная» солифлюкция, оползни и обвалы ледниковых участков, «лавиновый» термокарст, высокая сейсмичность и т. д.

### Геоэкологические и геотехнические условия проекта

Начальная стадия проектирования ГТС пока не позволяет высказать конкретные соображения по компенсационным геоэкологическим и геотехническим мероприятиям, необходимым для наиболее сложных, существенно отличающихся по особенностям прокладки трубы, участков трассы. Более благоприятны в этом отношении площади с близким к поверхности залеганием пород коренной основы, серьёзно упрощающим условия строительства. Наиболее сложными являются участки развития каменных развалов – курумов, пучения, подземных льдов инъекционного и сегрегационного характера, термокарста и термоэрозии, где строителей могут ожидать значительные трудности технологического характера.

Избежать проблем там возможно лишь при условии систематического контроля как за состоянием трубы, так и вмещающих её пород, т. е. геотехнического и геоэкологического мониторингов, реализуемых на всех этапах:

изыскательском, строительном и эксплуатационном. При этом на начальном, входящем в состав изысканий этапе основным видом работ должно стать комплексное изучение современного, т. е. близкого к естественному состоянию природной среды в сочетании с прогнозом её возможных техногенных изменений.

Для трассы слабо изученного «Алтая» наметить способ заложения трубы на конкретных участках проявления опасных геоэкологических и геотехнических проблем пока преждевременно, но полностью исключить их было бы неразумно.

### Перспективы проекта

Реализация проекта «Алтай» позволит повысить надёжность газоснабжения региона, создать новые рабочие места, существенно пополнить региональный и местные бюджеты за счёт налоговых отчислений.

Газификация позволит улучшить экологическую обстановку в Горно-Алтайске и его пригородах, где на сегодняшний день, особенно в зимний период, продолжают работать несколько десятков угольных котельных.

Соглашение о сотрудничестве между ОАО «Газпром» и Администрацией Республики Алтай предусматривает его финансовое участие в реализации социальных проектов региона. Соглашением, в частности, предусмотрены газоснабжение сёл, реконструкция дорог и мостов, взлётно-посадочной полосы Горно-Алтайского аэропорта и т. д.

Трасса проектируемого магистрального газопровода «Алтай» пройдёт по территории шести вышеупомянутых субъектов РФ и повысит их инвестиционную привлекательность, позволит организовать ряд новых высокоэффективных производств и отраслей промышленности, повысит конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Нормативной базой сотрудничества регионов с ОАО «Газпром» служат подписанные ранее соглашения о сотрудничестве, в рамках которых, в соответствии с действующим законодательством, будут осуществляться природоохранные и компенсационные мероприятия.

Особое значение, с геоэкономической точки зрения, имеет конкретное пространственное расположение трасс ГТС. 22 марта 2013 г. в Москве председатель КНР Си Цзиньпин, президент Национальной нефтяной компании Чжоу Цзипин со стороны КНР и В. В. Путин, и А. Миллер со стороны РФ, подписали пакет



документов по новому проекту трубопроводных поставок природного газа в Китай [8].

21 мая 2014 г. между «Газпромом» и Китайской национальной нефтегазовой корпорацией (CNPC) был подписан долгосрочный контракт на поставку российского газа в Китай сроком на 30 лет. Он предполагает поставку газа «не только через газопровод «Сила Сибири», но и подписание контракта на 30 млрд м<sup>3</sup> дополнительно по западному маршруту» – отметил А. Миллер. По его словам, переговоры по западному маршруту начались сразу после подписания в мае исторического 30-летнего контракта с КНР на поставку 38 млрд м<sup>3</sup> газа из Восточной Сибири. И наконец, недавно было достигнуто соглашение на поставку в Китай еще 30 млрд м<sup>3</sup> газа в год по западному маршруту через «Алтай» [8].

Таким образом, «Газпром» сможет поставлять в КНР 68 млрд м<sup>3</sup> газа в год. Это почти половина того, что сейчас Россия продаёт в Европу. За 30 лет «Газпром» отправит в Китай только по одному майскому контракту больше, чем потребляют в год газа США, Россия и Китай вместе взятые. Эксперты подсчитывали, что речь идёт о поставках более 1 трлн м<sup>3</sup> газа за время действия первого контракта, а второй – сможет увеличить этот объём вдвое. Спрос на газ в Китае уже в 2013 г. составил 170 млрд м<sup>3</sup>, а к 2020 г. ожидается его колоссальный рост до 420 млрд м<sup>3</sup>, и Пекин желает зарезервировать себе большие объёмы российского газа.

Напомним, что Китай сначала был намерен покупать у России как раз этот объём – 68 млрд м<sup>3</sup> газа. Переговоры шли о поставках топлива как по восточному, так и по западному маршрутам.

Стоимость газа во втором контракте может быть прописана чуть ниже, считает директор Фонда энергетического развития Сергей Пикин [9]. Он объясняет, что на цену оказывает влияние ряд новых факторов. Во-первых, инвестиции в строительство газопровода «Алтай», сопутствующую инфраструктуру и разработку месторождений для газовых поставок по западному маршруту будут значительно меньше, чем по восточному. Газопровод «Алтай» в Западной и Южной Сибири в два раза короче «Силы Сибири» в Восточной Сибири. Сопутствующая инфраструктура в Западной Сибири также более развита, чем в Восточной. И наконец, в Западной Сибири не требуется разрабатывать совершенно новые месторождения, как в Восточной.

По оценке специалистов, пока идёт только детальное проектирование трассы газопровода с привязкой к местности, при этом, разумеется, «выбирается такой маршрут, который бы никоим

образом не повредил памятники истории [10]. При этом аналогичные работы ведутся и с китайской стороны, в Алтайском округе Синьцзян-Уйгурского автономного района Китая.

### Заключение

Реализация столь значимого для страны проекта должна базироваться на ряде особых, специально разработанных и адаптированных к местным условиям технических решений. Существенно упрощает ситуацию факт, что значительная часть этих решений для восточного варианта была ранее подготовлена проектировщиками в тесном взаимодействии с ведущими НИИ Сибири и Дальнего Востока ещё при создании нефтепровода и вполне может быть использована для газопровода «Алтай» [9].

Суть проводимой государством политики состоит в создании в Сибири новых топливно-энергетических баз, которые будут способствовать повышению энергетической безопасности России, восстановлению и усилению нарушенных топливно-энергетических связей между регионами, решению многих принципиально важных задач федерального, межрегионального и регионального уровней. Создание на востоке России и в Центральной Азии развитой энергетической инфраструктуры в виде межгосударственных газо-, нефтепроводов, ЛЭП должна снизить стоимость энергоносителей, повысить надёжность энерго- и топливоснабжения как потребителей в азиатской части РФ, так и в странах АТР.

К числу одного из важнейших условий всех упомянутых преобразований и относится создание новой мощной ГТС «Алтай», включающее ряд положительных и негативных моментов.

Так работы, сделанные ещё для трасс ВСТО и «Силы Сибири», позволят уже на стадии проектирования учесть сложную ландшафтную структуру с высокой сейсмичностью и динамичностью мерзлотной обстановки и предусмотреть специальные мероприятия, существенно уменьшающие ущерб от освоения.

В то же время инженерно-геологические условия западного варианта, особенно его наиболее высокогорного и труднодоступного района плато Укок, пока изучены крайне ограниченно, что создаст неизбежные проблемы при завершении проектирования, и особенно при строительстве и эксплуатации ГТС «Алтай». При оценке целесообразности и безопасности его создания особо следует учитывать, что согласно предварительному проекту планируется

провести трассу через территорию природного парка – уникального высокогорного плато Укок.

По мнению ряда экспертов, строительство газопровода нарушит уникальный природно-исторический комплекс этих мест.

– Вдоль трассы в период строительства будет полностью разрушен почвенно-растительный покров. В суровых условиях Укока, где биологический круговорот веществ замедлен, процессы самовосстановления природных комплексов могут занимать довольно значительное время, а для ряда уникальных геосистем просто невозможны.

– Предполагаемая трасса пересечёт участки с ММП, нарушение которых вызовет общую дестабилизацию пород, а также усиление деструктивных процессов (термокарста, термоэрозии и т. д.).

– По мнению местных специалистов, часть территории, по которой может пройти газопровод (горное обрамление плато Укок), расположена в зоне 8–9-балльной сейсмичности, и бурение там может активизировать сейсмо-тектонические процессы.

По мнению автора, все эти опасности несколько преувеличены, а последнее положение вообще сомнительно, и его сторонники, безусловно, преувеличивают опасность, ставя в один энергетический ряд явления разного уровня – тектонические и техногенные. В то же время необходимо учесть, что прямой, без транзитных стран, маршрут газопровода может пройти только по плато Укок и в окрестностях озера Канас, расположенного в Синьцзяне (КНР).

Как известно, сопутствующая инфраструктура в Западной Сибири более развита, чем в Восточной. И наконец, в Западной Сибири не требуется осваивать совершенно новые месторождения, как в Восточной, а ресурсная база для газопровода «Алтай» – это традиционные разрабатываемые с советских времен месторождения Западной Сибири.

Таким образом, важным условием обязательной при проектировании достоверной оценки целесообразности и эффективности создания ГТС «Алтай» является комплексный объективный и проблемно-ориентированный анализ специалистов, учитывающий как экономическую и экологическую, так и геокриологическую специфику региона.

### Литература

1. Шац М.М. Геозекологические проблемы нефтегазовой отрасли Якутии // Промышленная безопасность и экология. 2009. № 10 (43). С. 36–42.

2. Макаров В.Н., Шац М.М. Геозекологический мониторинг районов добычи и транспортировки углеводородов Якутии // Материалы международной конференции «Мониторинг криосферы». Пушино: 20–23 апреля 1999 г. С. 185–189.

3. Макаров В.Н., Шац М.М. Масштабные изменения среды Якутии, связанные с промышленной деятельностью // Наука и образование. 2001. № 1. С. 109–114.

4. Макаров В.Н., Шац М.М., Слепцов А.Н. Геозекологические условия территории нефтяного комплекса Талакан-Витим // Наука и образование. 1998. № 2. С. 100–106.

5. Шац М.М. ВСТО: проблемы реальные и мнимые // Трубопроводный транспорт: теория и практика. 2011. № 2. С. 32–37.

6. VestiRegion.ru [Электронный ресурс] <http://vestiregion.ru/2010/03/12/prezident-yakutii-i-glava-gazproma-podpisali-gensxemu-gazifikacii-respubliki/>

7. Шац М.М. Геокриологические условия Алтае-Саянской горной страны. Новосибирск: Наука, 1978. 78 с.

8. Юрий Барсуков [Электронный ресурс] <http://news.mail.ru/economics/17224245/?frommail=1>.

9. Сергей Пикин. Источник: Взгляд. [Электронный ресурс] <http://news.ykt.ru/article/22454>.

10. «Газпром» ведёт на Укоке изучение трассы газопровода «Алтай» [Электронный ресурс] <http://www.regnum.ru/news/1443174.html#ixzz2x7kz6aiY>.

### References

1. Shats M.M. Geoenvironmental problems of the oil and gas industry of Yakutia // Promyshlennaya bezopasnost i ekologiya. 2009. № 10 (43). P. 36–42 (in Russian).

2. Makarov V.N., Shats M.M. Geo-environmental monitoring areas of production and transportation of hydrocarbons in Yakutia // Materialy mezhdunarodnoy konferentsii «Monitoring Kriptosfery». Pushchino: 20–23 Aprelya 1999 g. P. 185–189 (in Russian).

3. Makarov V.N., Shats M.M. Large-scale changes in the environment of Yakutia caused by industrial activity // Nauka i obrazovanie. 2001. № 1. P. 109–114 (in Russian).

4. Makarov V.N., Shats M.M., Sleptsov A.N. Geoeological conditions on the territory of the oil complex Talakan-Vitim // Nauka i obrazovanie. 1998. № 2. P. 100–106 (in Russian).

5. Shats M.M. VSTO: problems real and imaginary // Truboprovodnyy transport: teoriya i praktika. 2011. № 2. P. 32–37 (in Russian).

6. VestiRegion.ru [Electronic resource] <http://vestiregion.ru/2010/03/12/prezident-yakutii-i-glava-gazproma-podpisali-gensxemu-gazifikacii-respubliki/> (in Russian).

7. Shats M.M. Permafrost conditions of the Altai-Sayan mountain country. Novosibirsk: Nauka, 1978. 78 p. (in Russian).

8. Yury Barsukov [Electronic resource] <http://news.mail.ru/economics/17224245/?frommail=1> (in Russian).

9. Sergey Pikin. Source: Vzglyad. [Electronic resource] <http://news.ykt.ru/article/22454> (in Russian).

10. «Gazprom» leads on Ukoko the study of the gas pipeline «Altai» [Electronic resource] <http://www.regnum.ru/news/1443174.html#ixzz2x7kz6aiY> (in Russian).