

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Дорогие коллеги!

Динамическое равновесие в биосфере опирается на систему круговоротов, созданных и поддерживаемых биосферой. Эти круговороты охватывают не только приповерхностную зону Земли – экзосферу, но и глубинные горизонты. Эволюция биосферы является частью эволюции Земли как саморазвивающейся системы от зарождения жизни до появления человека и формирования техносферы. Понимание, как общей тенденции этой эволюции, так и отдельных ее этапов важно не только в плане получения фундаментальных знаний, но и в практическом плане для прогнозирования будущего человечества и всей биосферы. Интенсификация техногенного воздействия на биосферу, достигшего, как писал В.И. Вернадский, к началу XX века масштабов геологических процессов, угрожает ее устойчивости. Поэтому предложенная тематика конференции чрезвычайно актуальна. Подтверждение тому – большое число поданных заявок, свидетельствующих о большом интересе научной общественности к этим вопросам.

Широкий тематический диапазон докладов и высокая квалификация докладчиков являются залогом успешной работы конференции, позволяют надеяться, что обсуждение затрагиваемых вопросов пройдет на высоком уровне, которые внесут достойный вклад в концепцию современного естествознания.

Николай Сигачев
Алексей Птицын

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ СИБИРИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ОСВОЕНИЯ

Похиленко Н.П., Афанасьев В.П., Толстов А.В.

Институт геологии и минералогии им. В.С.Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия
e-mail: chief@igm.nsc.ru

Абстракт: Представлена информация о состоянии работ по оценке ресурсов стратегически важных твердых полезных ископаемых арктической зоны Сибири, перспективах их расширения, их значения для развития высокотехнологичных отраслей промышленности и экономики страны в целом, а также о характере проблем и сложностей освоения, включая экологические, месторождений подобных ресурсов в Арктике.

Ключевые слова: Арктика, Сибирь, алмазы, редкие металлы, редкоземельные металлы, Томтор, ресурсы, перспективы, высокотехнологичная промышленность, экология.

Арктические территории Сибири – это огромная по площади, интересная в географическом и геологическом отношении, богатая природными ресурсами часть РФ. Здесь обсуждаются проблемы освоения важных для современной высокотехнологичной промышленности полезных ископаемых, огромные ресурсы которых уже выявлены в арктических районах Сибири [2], но их большая часть еще ждет своих первооткрывателей. Рассмотрена ситуация с ресурсами именно этих материалов в Сибирской Арктике, на территории Красноярского края и республики Саха(Якутия). ИГМ им. В.С. Соболева СО РАН в течение 2007-2012 гг. проводил оценку перспективности коренной алмазоносности арктических областей Сибирской платформы, в результате чего были установлены надежные признаки наличия алмазоносных кимберлитов в арктической части Западной Якутии. Для двух из них оценены и апробированы по методике, принятой в «Роснедра», прогнозные ресурсы по категории Р₃, составляющие 243 млн. карат.

Основные перспективы коренной алмазоносности северной части Якутской алмазоносной провинции связываются со среднепалеозойскими кимберлитами [1, 6, 7]. Их присутствие на с-в платформы обосновывается наличием выявленных слабоалмазоносных кимберлитовых тел в пределах этого региона, наличием в регионе алмазоносных гравелитов среднепалеозойского возраста и наличием в россыпях кимберлитовых гранатов, корродированных в латеритной коре выветривания позднедевонского возраста.

Существенная часть арктической зоны территории Якутской алмазоносной провинции представлена мощным тектоническим блоком, его называют Биректинским террейном. Возраст его стабилизации был определен ранее как палеопротерозойский, причем полученные ранее наиболее древние U-Pb датировки цирконов давали возраст стабилизации примерно 2,4 млрд. лет, что дало основание считать территорию бесперспективной на крупные коренные месторождения алмазов, потому что по правилу Клиффорда коренные месторождения алмазов могут быть на территориях крупных блоков с архейским основанием. Однако проведенные нами в предыдущие годы в этом регионе полевые исследования дали результаты, которые противоречили негативной оценке перспективности этой территории на коренные месторождения и, наоборот, прямо указывали на наличие в ее пределах высокоалмазоносных кимберлитов среднепалеозойского возраста [1, 6, 9]. Эти результаты явились основанием для проведения дополнительных ревизионных работ по оценке реального возраста стабилизации Биректинского террейна. С использованием метода LAM-ICPMS было проведено U-Pb датирование коровых цирконов из концентрата тяжелой фракции кимберлитов Куойкского поля. В результате проведенных исследований установлено, что 8% исследованных цирконов имеют архейский возраст (>2,5 млрд. лет). Полученные результаты свидетельствуют об архейском возрасте фундамента Биректинского террейна и имеют особое значение, поскольку в соответствии с правилом Клиффорда алмазоносные кимберлиты локализуются в пределах архейских кратонов (террейнов). Таким образом, новые данные о возрасте фундамента Биректинского террейна в соответствии с этим правилом свидетельствуют о возможности обнаружения алмазоносных кимберлитов на с-в Сибирской платформы, в обрамлении Кютюнгинского прогиба, в бассейнах рек Куойка, Беенчима и в обрамлении Уджинского поднятия. Это в корне меняет перспективу Лено-Анабарского междуречья на коренную

алмазоносность и хорошо увязывается с находками алмазов и индикаторных минералов кимберлитов, которые характерны для высокоалмазоносных кимберлитов [7].

В декабре 2012 г. Президентом России В.В. Путиным была утверждена программа развития и повышения конкурентоспособности нашей промышленности, и главной целью программы является перевод отечественной промышленности на 6-й технологический уклад. Из 27 критических технологий, входящих в эту программу, реализация 14 немыслима без создания отечественной добывающей и перерабатывающей промышленности РЗЭ. В складывающейся ситуации в самой ближайшей перспективе спрос на РЗЭ в России должен расти опережающими темпами, что диктует необходимость создания ресурсной базы для отвечающей экологическим нормам добывающей и перерабатывающей промышленности.

На с-з РС(Я) выявлено уникальное по запасам и характеристикам чрезвычайно богатых РЗЭ и ниобием руд Томторское месторождение. Запасы редких элементов в пределах участка Буранный при нынешней конъюнктуре могут обеспечить потребности России на сотни лет [9], а они составляют около одной десятой от ресурсов РЗЭ месторождения Томтор. Для оценки стратегической важности этого региона следует отметить, что в той же рудоконтролирующей зоне есть еще три других щелочных комплекса, лишь два из них слабо изучены, получены лишь самые первые данные, показывающие, что они по строению весьма похожи на массив Томтор.

Таким образом, ресурсы этого района по РЗЭ могут быть просто колоссальными. Здесь уместно также упомянуть полученные якутскими коллегами новые данные о высоких содержаниях россыпных платины и золота в аллювии региона, причем в крупных зернах платины содержатся включения минералов щелочных пород. Это прямо указывает на их генетическую связь со щелочными массивами. В ИХХТ СО РАН группой д.х.н. В.И. Кузьмина разработаны два варианта технологий переработки сложных руд Томторского месторождения, обеспечивающие высокие уровни извлечения полезных компонентов, при достаточно широкой линейке извлекаемых металлов.

Для вовлечения Томтора в промышленное освоение на первом этапе необходимо выполнить научно-исследовательские работы, которые позволят разработать технологический регламент и рекомендации по стратегии освоения месторождения [9]. Реализация этой программы возможна на базе вовлечения кадрового, аналитического и технологического потенциалов институтов СО РАН: ИГМ, ИГАБМ, ИГХ, ИХХТ, ИЭОПП. Конечная цель выполнения этих работ – разработка научных основ создания качественной сырьевой базы добывающей редкоземельной промышленности, технологий перерабатывающей промышленности и объективного экономического обоснования различных вариантов на этапах создания и функционирования такой промышленности.

Попигайский кратер с гигантскими ресурсами сверхтвердого алмаз-лонсдейлитового абразива расположен на северной окраине Анабарского щита. Первооткрывателем и автором его импактной природы является известный российский геолог, профессор В.Л. Масайтис [4, 5]. В последние годы установлено, что при Р-Т параметрах импактного события кристаллы графита в породах мишени трансформировались в агрегаты из нанокристаллитов двух фаз углерода: кубического алмаза и лонсдейлита – более плотной модификации углерода [11]. Содержание зерен, сложенных алмаз-лонсдейлитовым агрегатом, достигает уникальных параметров (100 карат на тонну). Размеры зерен этого сырья составляют доли миллиметра, но встречаются и более крупные, до 1 см и крупнее. Ресурсы этого сырья колоссальны – триллионы карат. Разведана только 1/300 (0,3 %) от площади кратера, на баланс поставлены 147 млрд. карат – это почти в 30 раз больше разведанных мировых запасов алмазов (примерно 5,12 млрд. карат), связанных с кимберлитовыми трубками [2].

Вместе с коллегами из Института сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАНУ нами проведены технологические испытания и изучение характеристик этого материала. Разработан технологический регламент получения абразивных порошков из алмаз-лонсдейлитового сырья, абразивная способность которых в 2-2,5 раза превышает таковую для порошков, изготовленных из природных или синтетических алмазов, что сулит рост производительности в широком диапазоне отраслей обрабатывающей промышленности.

Проблемы освоения уникальных ресурсов стратегических твердых полезных ископаемых крайне сложны в географических, климатических и экономических условиях арктической зоны Якутии. Во-первых, это дефицит финансирования, во-вторых, сложности

создания инфраструктуры в климатических условиях Арктики, в-третьих, технические и экологические сложности освоения и дороговизна создания надежных транспортных коридоров, и, в-четвертых, необходимость создания надежного диверсифицированного рынка для сбыта продукции и связанные с этим проблемы борьбы за этот рынок с конкурентами. Тем не менее, уникальность месторождений стратегически важных видов минерального сырья арктических районов Сибири, несомненно, послужит основанием необходимости их скорейшего освоения.

Список литературы

1. Афанасьев В.П., Лобанов С.С., Похилenko Н.П., Коптиль В.И., Митюхин С.И., Герасимчук А.В., Помазанский Б.С., Горев Н.И. Полигенез алмазов Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 3. С. 335-353.
2. Бежанова М.П., Стругова Л.И. Ресурсы, запасы, добыча, потребление и цены важнейших полезных ископаемых мира (на начало 2014 г.). Москва: Изд. ОАО «ВНИИЗАРУБЕЖГЕОЛОГИЯ», 2015. 160 с.
3. Добрецов Н.Л., Похилenko Н.П. Минеральные ресурсы Российской Арктики и проблемы их освоения в современных условиях // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. №1. С. 126-141.
4. Масайтис В.Л., Гневушев М.А., Футергендлер С.И. Алмазы в импактиках Попигайского метеоритного кратера. Зап. ВМО, 1972. Ч. 101. В.1. С.108-112.
5. Масайтис В.Л., Мащак М.С., Райхлин А.И., Селивановская Т.В., Шафрановский Г.И. Алмазоносные импактиты Попигайской астроблемы. СПб.: ВСЕГЕИ, 1998. 179 с.
6. Похилenko Н.П. Мантийные парагенезисы в кимберлитах, их происхождение и поисковое значение. Автореф. диссер. на соискание степени д.г.-мин. наук. Новосибирск, 1990. 42 стр.
7. Похилenko Н.П., Афанасьев В.П., Агашев А.М., Мальковец В.Г. Перспективы выявления новых коренных месторождений алмазов на севере Сибирской платформы. // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Северо-Востока России. Материалы 5 Всероссийской научно-практической конференции. Якутск: Издательский дом СВФУ, 2015. С. 376-379.
8. Похилenko Н.П., Афанасьев В.П., Толстов А.В., Ягольницер М.А. Импактные алмазы – новый вид высокотехнологичного сырья // ЭКО. 2012. № 12. С. 5-11.
9. Похилenko Н.П., Толстов А.В. Перспективы освоения Томторского месторождения комплексных ниобий-редкоземельных руд // ЭКО. 2012. № 11. С. 17-27.
10. Pokhilenko N.P., Sobolev N.V., Kuligin S.S., Shimizu N. Peculiarities of distribution of pyroxenite paragenesis garnets in Yakutian kimberlites and some aspects of evolution of the Siberian craton lithospheric mantle // 7th Intern. Kimb.Conf. Cape Town. Red Roof Design, 1999. P. 790-707.
11. Yelisseev A., Khrenov A., Afanasiev V., Pustovarov V., Gromilov S., Panchenko A., Pokhilenko N., Litasov K. Luminescence of natural nanomaterial: Impact diamonds from the Popigai crater // Diamond and Related Materials. 58 (2015). P. 69-77.

MINERAL RESOURCES OF THE ARCTIC ZONE OF SIBERIA AND ECOLOGICAL FEATURES OF DEVELOPMENT

Pokhilenko N.P., Afanasyev V.P., Tolstov A.V.

Institute of Geology and Mineralogy. V.S. Soboleva SB RAS, Novosibirsk, Russia

e-mail: chief@igm.nsc.ru

Abstract: The information on the status of the evaluation of resources strategically important solid mineral resources of the Arctic zone of Siberia, the prospects for their expansion, their importance for the development of high-tech industries and the economy as a whole, as well as on the nature of the problems and development difficulties, including environmental, deposits of such resources in Arctic.

Keywords: Arctic, Siberia, diamonds, rare and rare earth metals, Tomtor, resources, prospects, high-tech industry, environment.

ПРИРОДА И МЕХАНИЗМЫ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ

Шварцев С.Л.

Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Томск, Россия
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия
e-mail: tomsk@igng.tsc.ru

Абстракт: В статье показано, что система вода – порода обладает рядом фундаментальных свойств, которые обеспечивают внутреннюю ее эволюцию. Основные механизмы этой эволюции позже унаследованы живой материей. Обсуждается суть этой эволюции, ее движущие силы, управляющие параметры.

Ключевые слова: вода-порода, вода-органическое вещество, взаимодействие, эволюция, механизмы и программа эволюции, равновесие, управляющий параметр.

Окружающий мир непрерывно меняется. Почему? Ответ на этот вопрос ищут многие науки, в том числе и геология. Долгое время считалось, что мир не меняется или меняется только под влиянием катастроф. Но постепенно стало очевидным, что все-таки изменения в окружающем мире происходят непрерывно и масштабно. Но опять же казалось, что процессы и механизмы, которые ведут к этим изменениям, остаются неизменными. Это базовое положение принципа актуализма (униформизма), который достаточно долго господствовал в геологии. И только в середине XX в. на смену униформизму в геологии пришло фундаментальное учение об эволюции геологических процессов – «перспективное как с мировоззренческой, так и с практической точки зрения» [10]. С этого времени в науке наряду с биологической, стали выделять и геологическую эволюцию, хотя многие геологи ее не признают до сих пор. Геологическая и биологическая эволюции иногда объединяются в одну под названием глобальной.

Слабое распространение учения о геологической эволюции имеет свои причины. Еще Ж.-Б. Ламарк – один из ведущих основоположников учения об эволюции пришел к выводу, что эволюция имеет место только в живых системах, в неживых – она невозможна. Под влиянием идей Ж.-Б. Ламарка такой же точки зрения придерживался и В.И. Вернадский, авторитет которого в науке очень высок. Кроме того, геология до сих пор не нашла внутренних механизмов, определяющих эволюцию в неживой материи, хотя такую мысль развивает и современная синергетика [4].

Под геологической эволюцией все еще понимаются изменения, протекающие под действием внешних факторов, таких как снижение во времени интенсивности мантийного теплового потока, увеличение массы континентальной коры, сокращение площадей с мобильным тектоническим режимом за счет расширения участков со стабильной корой, рост влияния жизни, нарастание интенсивности окислительных процессов, изменение состава атмосферы, гидросферы и т.д. [10]. При таком подходе остаются неясными механизмы эволюции, их внутренняя природа, связь геологической эволюции с биологической (есть ли она вообще?). Поэтому каждая из этих форм эволюции часто рассматривается независимо одна от другой. Все это тормозит развитие науки, затрудняет решение многих биологических и геологических проблем. Поэтому наличие геологической эволюции иногда берется под сомнение.

В то же самое время и биология испытывает большие трудности при решении многих проблем биологической эволюции. Одним из главных остается вопрос о том, какие силы направляют эволюцию в сторону непрерывного усложнения. Отвергнув идею жизненной силы Ж.-Б. Ламарка, Ч. Дарвин предложил в качестве движущего фактора эволюции естественный отбор, который один из наиболее популярных английских биологов Р. Докинз считает единственным из известных нам способов получения сложного из простого, хотя известно, что естественный отбор так же, как и жизненная сила Ламарка, оставляет не проясненными механизмы, лежащие в основе процесса усложнения вещества. Теория естественного отбора опирается на представление о случайности (случайные мутации), но, когда речь идет о таком масштабном, в высшей степени устойчивом, многоплановом и разнообразном явлении, как эволюция, которую тот же Р. Докинз называет «самым грандиозным шоу на Земле» [2], трудно поверить, что оно развивается не по каким-то базовым законам, а обязано своим появлением и продолжительным существованием исключительно действию случайных факторов.

Дарвинизм не дает также ответа на вопрос о времени начала эволюционного процесса, а его возникновение описывается как разовое и случайное событие. Докинз, один из наиболее активных апологетов учения Ч. Дарвина, пишет по этому поводу: «*Свидетельств относительно момента начала эволюции на планете у нас нет. Это могло быть событие невероятной редкости: ведь произойти оно должно было лишь однажды, и, насколько мы знаем, так это и есть. Более того, возможно, оно произошло единственный раз во Вселенной* (курсив мой. – С.Ш.)» [2].

На наш взгляд, основная причина сложившегося положения заключается в недооценке роли воды в преобразовании земного вещества. Как показывают наши данные, глобальная эволюция началась в минеральном царстве в результате взаимодействия воды с горными породами, поскольку эта система обладает всеми свойствами диссипативных структур, способных к непрерывной эволюции [5]. Эволюция системы вода–порода подготовила необходимые условия и для возникновения жизни. В этом плане мы согласны с академиком Г.А. Заварзиным, доказавшим, что живой организм вне геосферной среды не может существовать и тем более изменяться. Изменения возможны только при взаимодействии с другими компонентами среды [3], а вода является важнейшим из них [8]. Рассмотрим природу геологической эволюции более подробно.

На большом фактическом материале нами установлено, что вода почти всегда неравновесна с магматическими минералами, которые она непрерывно растворяет, но равновесна с теми вторичными минералами, которые она образует. Более того, в природе имеются минералы, с которыми установление равновесия между ними и водным раствором в принципе невозможно. Оказалось, что к таким минералам относятся силикаты и алюмосиликаты Ca, Mg и Fe – основные минералы базальтов, изначально образовавшие нашу планету [6].

Причина этого явления состоит в том, что поступающие из базальтов в раствор химические элементы связываются новыми минеральными соединениями, формирующимися в этой системе: оксидами, гидроксидами, глинами, карбонатами, цеолитами и т.д. Перечисленные вторичные минералы выступают геохимическими барьерами на пути установления равновесия подземных вод с первичными минералами базальтов. Поэтому вода всегда неравновесна с минералами базальтов, которые она непрерывно их растворяет и формирует новые и новые образования, ассоциирующие со строго определенным геохимическим типом воды.

На рис. 1 в качестве примера показана достаточно простая геологическая система, состоящая из анортита, кальцита и природной воды разного состава. Расположение точек на рисунке показывает, что все воды с минерализацией более 0,6-0,8 г/л равновесны или пересыщены к кальциту, но находятся далеко от равновесия с анортитом. Поэтому они растворяют анортит, но осаждают кальцит. Следовательно, кальций из одного минерала через раствор переходит в другой. В течение геологического времени количество анортита в системе будет уменьшаться, а кальцита – расти. При этом содержание кальция в контролирующей с этими минералами воде увеличиваться будет только до предела, определяемого параметрами геохимической среды, так как образования кальцита служит барьером и ограничивает рост Ca^{2+} в растворе и тем самым не позволяет достигнуть равновесия с анортитом, который поэтому будет растворяться всегда, пока есть вода [5].

Принципиально важно, что растворение одних минералов и формирование других происходит под действием не внешних, а только внутренних факторов. Вода всегда растворяет базальты потому, что таково ее строение и состав, которые несовместимы со структурой базальтовых пород. Именно особенности внутреннего строения воды определяют сущность и характер ее взаимодействия с базальтами и другими алюмосиликатами, которое породило абиогенную эволюцию минерального вещества [7].

Главной движущей силой такой эволюции выступает постоянная неравновесность воды с ведущими минералами пород эндогенного генезиса. Эта неравновесность определяет изменение состава раствора, а значит и вторичных минералов, поскольку изменение состава воды со временем ведет к изменению и состава вторичных минеральных комплексов. Состав же воды определяется временем взаимодействия воды с горными породами. Поэтому оказалось, что время является главным фактором, определяющим состав вторичных образований [6].

Благодаря этому в верхней части земной коры, там, где находится жидкая вода, развивается один из наиболее масштабных процессов мобилизации водой химических

элементов, преобразования одних горных пород в другие, непрерывного формирования новых геохимических типов воды, новых минералов и гидрогенно-минеральных комплексов. Следовательно, вода с горными породами формирует уникальную систему, которая способна к длительной геологической эволюции даже без участия живой материи.

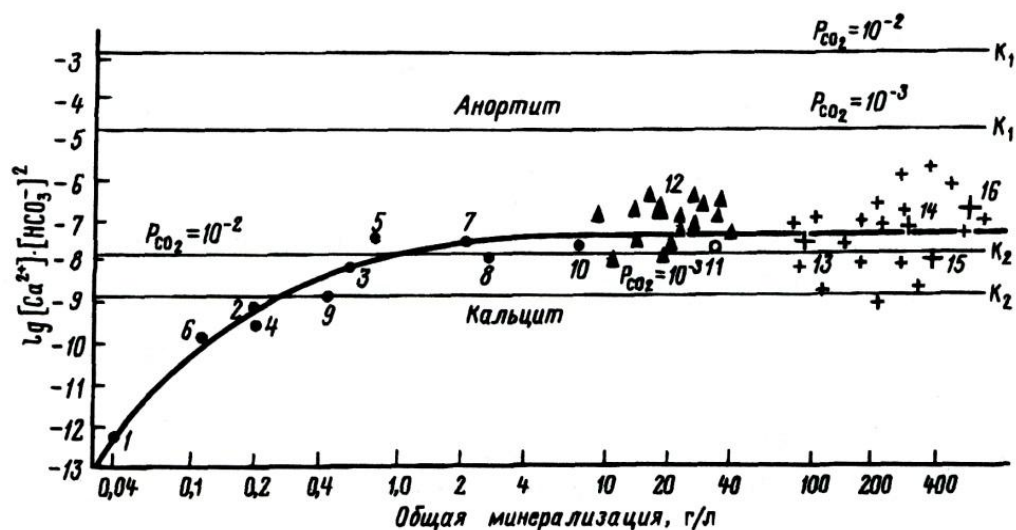


Рис. 1. Степень насыщения подземных вод разной минерализации относительно кальцита и аноррита: K_1 – константа растворения аноррита при разных парциальных давлениях CO_2 ; K_2 – то же, кальцита; 1-9 – подземные воды зоны гипергенеза разных регионов мира; 10 – соленые воды Донбасса; 11 – океаническая вода; 12 – соленые седиментационные воды Западно-Сибирского артезианского бассейна; 13-16 – рассолы Сибирской платформы разной солёности.

Таким образом, между базальтами и водой существует глубокое противоречие, которое приводит к непрерывному растворению этих пород и образованию принципиально иных. Иначе говоря, между водой и породой всегда имеет место энергетический барьер, благодаря которому порода всегда растворяется. Сам факт помещения горной породы в водный раствор приводит к ее растворению. Следовательно, растворение – это сила, которая обеспечивает непрерывность эволюции. Тем самым мы считаем, что найдена сила, которую искал еще Ж.-Б. Ламарк и называл ее жизненной силой. Такой силой оказалось растворение, поскольку вода обеспечивает разрыв связей между ионами и молекулами в твердом теле и переход их в раствор, а затем соединение, но уже в других пропорциях [9].

После появления жизни на нашей планете началась биологическая эволюция, которая унаследовала основные черты абиогенной, особенно все то, что связано с водой. Так, появившись в результате фотосинтеза, молекулы растительного происхождения оказались в той или иной водной среде, в которой уже шло образование минеральных соединений. Сформированная ранее динамически стабильная и термодинамически устойчивая среда при появлении, хотя и простых органических молекул типа CH_2O , получила возможность формировать по тому же механизму гидролиза более сложные и более устойчивые в конкретных условиях среды органические соединения. Так появление фотосинтеза запустило новый гигантский процесс формирования растительности, состоящей в основном из целлюлозы, синтез которой вероятно был одним из наиболее ранних.

Такие процессы протекают в условиях равновесно – неравновесного состояния системы вода – органическое вещество, которая развивается в области, далекой от равновесия. Таким путем обеспечивается синтез в водном растворе сложных органических соединений, что гарантирует их стабильность в строго определенных биохимических средах. Следовательно, растения получают солнечную энергию в процессе фотосинтеза, а питательные вещества из воды, которая в свою очередь берет их из горных пород или атмосферы. Так организуется взаимодействие всех основных компонентов окружающего мира: воды, породы, газов и органических соединений. Но и здесь вода остается главным фактором внутренней эволюции, так как она контролирует состав образующихся соединений, характер среды, энергетическое состояние системы, направленность эволюции, растворение одних органических соединений и синтез не только новых образований, но и целых органов [8].

Животные, в отличие от растений питаются не только водой, но и растительной и мясной пищей, которая неравновесна со средой живого организма и не может усваиваться без предварительного перевода ее в растворенное состояние. Для этого у животных имеется специальная система – желудочно-кишечный тракт. Только в растворённом состоянии ионы и молекулы поступают непосредственно в организм, у теплокровных животных – в кровь. В конечном счете, любой живой организм непрерывно получает пищу в растворённом виде. Увеличение концентрации в водной среде организма разных соединений обеспечивает образование зародышей многочисленных сложнейших органических веществ в строгом соответствии с законами термодинамики. Здесь главным фактором опять же выступает состав раствора, а все формирующиеся вторичные соединения равновесны со средой, в которой рождаются, и потому остаются устойчивыми в течение достаточно длительного времени. Именно эти соединения выступают строительным материалом для отдельных органов, резко отличающихся один от другого не только по составу, но и по морфологии, структуре, формам организации, упорядоченности и т.д.

Итак, каждая из трёх природных систем (царств), включая человека, создаётся водой путём взаимодействия с горными породами, газами и органическим веществом. Именно водный раствор в силу особых свойств представляет собой уникальную физико-химическую и биологическую среду, в которой ионы, молекулы, клетки получают возможность формировать новые, ранее не существовавшие на Земле твёрдые соединения, которые по мере усложнения состава раствора в ходе его эволюции в открытых, неравновесных, нелинейных и необратимых системах становятся всё более сложными (рис. 2). При этом эволюцию водного раствора можно разделить на три этапа: на первом усложнение происходит за счёт растворения горных пород (на рисунке ветвь А), на втором – добавляется взаимодействие с продуктами фотосинтеза (ветвь В), на третьем – процесс растворения поступающей в организм животного и человека пищи (ветвь С). Таков, по нашему мнению, основной механизм глобальной эволюции, включая геологическую ветвь. Без воды никакое усложнение невозможно, следовательно, эволюция вещества на Земле является результатом непрерывного усложнения состава водной среды и отдельных вторичных продуктов, строительным материалом для которых первоначально выступают вода, горные породы и газы (CO_2 , N_2 , O_2 и др.), а затем – органическое вещество.

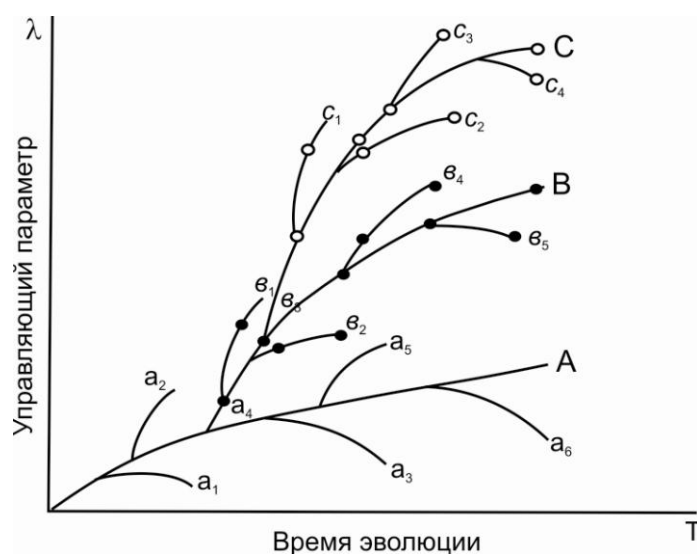


Рис. 2. Схема последовательного усложнения состава водного раствора в ходе глобальной эволюции: *Материнские системы*: А – вода – порода; В – вода – растения; С – вода – животные *дочерние системы*: a_1 – a_n -ветви А; b_1 – b_n -ветви В; c_1 – c_n -ветви С.

Эволюция базируется на тесном гидродинамическом и химическом взаимодействии всех компонентов системы В.И. Вернадского: воды, породы, газа и органического вещества [1]. Вода играет в эволюции ключевую роль, поскольку является неизменной составляющей той среды, которая определяет принципиальную возможность усложнения вновь возникающих соединений, относящихся как к неживой, так и к живой материи. Можно

сказать, что «власть жизни», выделенная Ж.Б. Ламарком в качестве созидательной природной силы, существует везде, где имеется вода, и проявляется в очень простой форме – способности растворять одни соединения и формировать другие, не похожие на растворимые. Поскольку вода пронизывает все геологические и биологические образования, граница живого с неживым не может прочерчиваться столь резко, как это было сделано Ж.Б. Ламарком. Также нельзя согласиться с представлением об эволюции как случайном событии, поскольку выявленная сила эволюции – фундаментальное и неотъемлемое свойство водных растворов, проявляющееся всегда и везде. В природе нет сил, которые могли бы лишить воду способности растворить уже имеющиеся в окружающей среде соединения и формировать принципиально новые, а значит, нельзя остановить грандиозный поступательный процесс преобразования мира, начавшийся на Земле с появлением воды. В соответствии с законами синергетики он протекает от простого к сложному [4].

Из всего сказанного, очевидно, что геологическая эволюция не просто является частью глобальной, она эту эволюцию породила благодаря особым свойствам воды. Позже вода явилась основой эволюции биологической. Более того она же связала эволюцию косной материи с живой и является главным веществом обеих этих образований.

Список литературы

1. Вернадский В.И. История природных вод. М.: Наука, 2003. 751 с.
2. Докинз Р. Самое грандиозное шоу на Земле. Доказательство эволюции. М.: Астрель: Corpus, 2003. 496 с.
3. Заварзин Г.А. Эволюция геосферно-биосферной системы // Природа. 2003. №1. С. 27-35 с.
4. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986. 431 с.
5. Шварцев С.Л. Прогрессивно самоорганизующиеся абиогенные диссипативные структуры в геологической истории Земли // Литосфера. 2007. №1. С. 65-89.
6. Шварцев С.Л. С чего началась глобальная эволюция? // Вестник РАН. 2010. №3. С. 235-244.
7. Шварцев С.Л. Внутренняя эволюция геологической системы вода-порода // Вестник РАН. 2012. №3. С. 242-251
8. Шварцев С.Л. Как образуются сложности? // Вестник РАН. 2014. Т. 84. № 7. С. 618-628.
9. Шварцев С.Л. Основное противоречие, определившее механизмы и направленность глобальной эволюции // Вестник РАН. 2015. Т. 85. № 7. С. 632-642.
10. Яншин А.Л. Возникновение проблемы эволюции геологических процессов // Эволюция геологических процессов в истории земли. М.: Наука, 1993. С. 9-20.

THE NATURE AND MECHANISMS OF GLOBAL EVOLUTION

Shvartsev S.L.

Tomsk Branch of the Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Tomsk, Russia

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

e-mail: tomsk@igng.tsc.ru

Abstract: The article shows that the system water - rock has a number of fundamental properties that provide its internal evolution. The basic mechanisms of evolution of living matter later inherited. We discuss the nature and evolution of the program, its driving forces, the control parameters.

Keywords: water, rock, water, organic matter, interaction, evolution, mechanisms and program evolution, control parameter.

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Крутиков В.А.

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия,
e-mail: krutikov@imces.ru*

Абстракт: Обсуждается комплексная программа ИМКЭС СО РАН по разработке научных основ и инструментальных средств для создания современных информационно-измерительных технологий мониторинга состояния окружающей среды. Приводятся примеры практической реализации её результатов для научных исследований, а также различных отраслей и ведомств России.

Ключевые слова: инструментальные средства мониторинга окружающей среды.

Исследование глобальных процессов изменения климатической системы Земли – одна из наиболее сложных современных научных задач, которая с такой остротой стоит перед человечеством. К тому же, эта комплексная проблема с 90-х годов прошлого века стала составной частью глобальной мировой политики, определяющей стратегию экономической и промышленно-технологической деятельности всего человечества. При этом во всех аналитических материалах и документах констатируется существенная территориальная неоднородность потенциального отклика на изменение климата и подчеркивается важность интегрированных фундаментальных региональных исследований природно-климатических изменений. Это необходимо, как для более полного понимания и уточнения представленных оценок характеристик глобальных процессов, так и для разработки и практической реализации рекомендаций по возможным адаптационным мерам для смягчения их негативных последствий на региональном уровне. Полученные к настоящему времени результаты позволили сделать следующие, важные для определения основных направлений дальнейших исследований и развития современных средств мониторинга состояния окружающей среды, заключения:

1. Существующие сети целевого мониторинга (гидрометеорологического, аэрозольно-радиационного, газопарникового и других) необходимы, но недостаточны. Необходима сеть комплексного мониторинга природно-климатических процессов.

2. Инертность отклика (фазовые сдвиги) региональных систем на глобальные факторы воздействия указывают на необходимость сопряженного регламента по мониторингу региональных и глобальных процессов.

3. Учитывая мезомасштабную неоднородность наблюдаемых природно-климатических изменений в Сибири, сеть комплексного мониторинга должна быть географически распределенной и учитывать масштабы характерных экосистем Сибири (лесных, болотных, степных, горных, арктических и др.).

В последнее десятилетие ИМКЭС СО РАН активно включился в комплексное изучение региональных климатообразующих процессов. Цель этой Программы – научное обоснование информационно-измерительной технологии мониторинга для современного и палеоклиматического анализа и моделирования атмосферных, гидросферных и литосферных процессов на региональном уровне в их взаимосвязи и для оценки природно-климатических изменений. При этом необходимо обеспечить принципиальную возможность проведения мониторинга не только с более высоким пространственным разрешением, чем это реализовано при исследовании глобальных климатических процессов, но и осуществить прямые инструментальные измерения на совокупности ключевых участков различных экосистем Сибири. Также необходимо разработать методическую основу для оценки характеристик и параметров этих процессов в прошлом, проведя комплексные исследования информационных свойств биоиндикаторов климатогенных процессов с использованием современных аналитических средств физико-химического, микроэлементного, изотопного и биологического анализа.

Институт имеет многолетний положительный опыт в разработке научных основ и инструментальных средств для создания и развития современных информационно-измерительных технологий мониторинга состояния окружающей среды в следующих

направлениях: 1) информационно-измерительные системы мониторинга метеорологической и экологической ситуации; 2) инструментальные пассивные радиоволновые средства для инженерной геофизики, контроля геодинамических процессов и сейсмической активности; 3) контроль состава многокомпонентных газовых смесей. В настоящее время, наиболее востребованные из них первые два направления.

Инструментальную основу первого направления составляют различные модификации (базовые и мобильные) ультразвукового метеорологического комплекса АМК-03, осуществляющего измерение мгновенных и средних значений основных метеорологических величин: скорости и направления ветра, температуры и влажности воздуха и почвы, атмосферного давления. Примером практического использования базового варианта может служить созданный Институтом метеоконкомплекс на космодроме «Восточный», а мобильная модификация – переносной АМК – 1Б65 используется в Вооруженных Силах РФ в составе различных радиотехнических и аэрологических комплексов. Также перспективным направлением работы для нас является системная работа Института в составе большого количества исполнителей для решения комплексной задачи управления полётами и обеспечения безопасности работы аэропортов различного класса и назначения.

В последние годы в Институте ведётся целенаправленная работа по разработке блочной системы автономных измерителей метеорологической и экологической ситуации типа АПИК на основе Автономного Контроллера Регистратора – АКР. АКР – это интеграция микропроцессора, контроллера датчиков, интегрированной памяти, системы связи и передачи данных, энергосберегающей системы автономного питания, специального защитного корпуса. АКР – это измерение профилей температуры и влажности атмосферы и грунта, скорости и направления ветра, атмосферных осадков, характеристик снегового покрова, параметров солнечной радиации, высоты и балла облачности; уровня, проводимости и pH воды в водоёмах и грунте, ... и пр. Модификации: АКР, АКР-Ethernet, АКР-WiFi, АКР-XBee, АКР-GSM, АКР-SAT. Использование таких специализированных блоков в качестве дополнительных измерительных средств позволяет существенно расширить функциональные возможности и базового ультразвукового метеорологического комплекса АМК-03.

Отличительной особенностью работы Института является современное метеорологическое обеспечение разработки инструментальных технологий мониторинга. В их числе различные испытательные стенды и комплексы, климатические камеры тепла и влаги, термобарокамера, а также специализированная аэродинамическая труба – для выполнения калибровки и лабораторных испытаний метеорологических станций по измерению скорости ветра. Кроме того, для выполнения калибровки и лабораторных испытаний метеорологических станций по измерению скорости ветра и температуры в местах их использования разработан уникальный портативный комплекс контроля ультразвуковых термоанемометров.

Основу второго направления составляют технологии ОНЧ-мониторинга литосферных структур и аномальных процессов, которые успешно применяются на практике для оперативной оценки, контроля и прогноза экологической и инженерной устойчивости грунтов. В их основе – пассивные радиоволновые методы и оригинальные вычислительные технологии с использованием специализированных инструментальных средств, разработанных в Институте – многоканальных геофизических регистраторов типа «МГР-01». Регистраторы «МГР-01» сертифицированы, зарегистрированы в государственном реестре средств измерений и допущены к применению в Российской Федерации. Импульсы электромагнитного поля, несущие информацию о строении земной коры и используемые в данном способе, возникают в массивах горных пород вследствие естественного, постоянно существующего геодинамического и приливного движения земной коры. Процессы механоэлектрических преобразований энергии, вызванные этим движением, сопровождаются потоком электромагнитных импульсов, интенсивность и амплитудно-частотный состав которого определяется структурным и литологическим строением подстилающих пород, их напряженно-деформированным состоянием и подготовкой опасных геологических процессов (активизация оползней, горных ударов, осыпей, землетрясений). Практическое использование этой технологии для обеспечения безопасной транспортировки газа было начато нами в конце 2007 года, когда была запущена в опытную эксплуатацию первая очередь автоматизированной системы контроля геодинамических процессов оползневого склона на трассе магистрального

газопровода Уренгой – Помары – Ужгород в районе перехода через реку Кама. В настоящее время эта система успешно используется в штатном режиме ОАО «Газпром трансгаз Чайковский». Аналогичные работы и структурное геодинамическое картирование было проведено на подрабатываемых территориях по трассе магистрального газопровода «Чайковский – Березники – Соликамск», на оползнеопасных участках магистральных газопроводов горных районов Кавказа («Моздок-Казимагомед» и «Дзуарикау – Цхинвал»), выявлены и картированы участки вероятных проявлений опасных геологических процессов на трассе газопровода к городу Петропавловск-Камчатский.

Информационно-вычислительные технологии являются важной составной частью этой комплексной Программы научных исследований и разработок. Приоритетные направления: 1) специализированное программное обеспечение для инструментальных систем мониторинга различного назначения, а также для комплексирования инструментальных и аэрокосмических систем мониторинга; 2) Веб-ГИС системы для анализа взаимосвязи различных параметров состояния окружающей среды и моделирования динамических процессов в климатических и экологических системах различного пространственно-временного разрешения.

Институт предлагает всем коллегам сотрудничество в проведении совместных работ в рамках формируемого Комплексного плана научных исследований и разработок по тематике «Глобальные изменения климата и региональное состояние природной среды» (КПНИ «Климат – Сибирский блок»).

INFORMATION-MEASURING TECHNOLOGIES FOR REGIONAL ENVIRONMENTAL STUDIES

Krutikov V.A.

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia

e-mail: krutikov@imces.ru

Abstract: Comprehensive program of IMCES SB RAS is discussed aimed at creation of scientific basis and development of tools for modern information-measuring technologies for environmental monitoring. Examples are presented of its practical implementation in researches, as well as in various Russian industrial sectors and departments.

Keywords: environmental monitoring tools.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЗИЦИОННОГО РАЙОНА КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ» И РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ ОТДЕЛЯЕМЫХ ЧАСТЕЙ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Пузанов А.В.¹, Самброс В.В.², Безматерных Д.М.¹, Алексеев И.А.¹, Балыкин Д.Н.¹, Балыкин С.Н.¹, Кузник Я.Э.¹, Горбачев И.В.¹, Салтыков А.В.¹, Вдовина О.Н.¹

¹ *Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия*

² *ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры», г. Москва, Россия
e-mail: puzanov@iwer.ru*

Абстракт: Охарактеризована современная экологическая обстановка на территории позиционного района космодрома «Восточный» и районов падения отделяемых частей ракет-носителей. Дана оценка последствий современного воздействия процессов строительства и эксплуатации объектов космодрома на прилегающие экосистемы. Предложены научно-методические подходы к созданию системы экологического мониторинга космодрома «Восточный».

Ключевые слова: космодром «Восточный», экологический мониторинг, Амурская область.

«Восточный» – новый российский космодром в Амурской области. Его строительство началось в 2011 г., ввод в первой очереди эксплуатацию осуществлен в апреле 2016 г. Поскольку эта территория в течение длительного времени является режимной, то данные об ее экологическом состоянии отрывочны [5].

Целью выполненной работы была оценка современного экологического состояния территории позиционного района космодрома (ПРК) «Восточный» на различных этапах строительства его объектов и районов падения отделяемых частей ракет-носителей (РП), а также разработка предложений по экологическому мониторингу его функционирования.

На основе анализа фондовых материалов, опубликованных данных и результатов собственных исследований проведена комплексная экологическая оценка ландшафтов и их компонентов территории космодрома до начала строительства, обоснована их устойчивость к техногенному воздействию на разных этапах функционирования космодрома. Разработаны ландшафтно-экологические планы всех площадок космодрома до начала строительства. Также проанализировано экологическое состояние запланированных РП [3].

На основании анализа 30-летних рядов наблюдения дана оценка изменения погодных и климатических параметров исследуемой территории, отмечено повышение температуры воздуха на 2°C. Установлены фоновые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Проведена оценка фоновой экологической ситуации водотоков, расположенных на территории космодрома, и р. Зея, вода которой относится к категории чистой и чистой – умеренно загрязненной. Выполнен анализ гидрогеологических условий, оценены количество и качество ресурсов подземных вод.

Проанализировано экологическое состояние почвенного покрова, изучены основные физико-химические, физические и химические свойства почв, определяющих биогеохимическое поведение приоритетных токсикантов в ландшафтах. Оценена устойчивость почвенного покрова к различным видам техногенного воздействия. Заложены основные мониторинговые полигоны на всех проектируемых площадках. Проведена оценка состояния растительности и животного мира и осуществлен прогноз их устойчивости к техногенным нагрузкам. Выявлено, что уровень общей радиоактивности на территории космодрома соответствовал санитарно-гигиеническим нормативам.

Ландшафтно-экологическая ситуация в пределах территории ПРК до начала строительства объектов его инфраструктуры характеризовалась наличием участков с различными уровнями антропогенной трансформации [1].

Оценено воздействие строительства космодрома на компоненты окружающей среды. Создана сеть комплексных мониторинговых площадок для долгосрочных исследований, охватывающая основные экосистемы. Выявлено локальное загрязнение приземной атмосферы и

снежного покрова твердым аэрозолем разной дисперсности. Прилегающие к построенным временным дорогам ландшафты загрязняются пылью на расстоянии не более 300 метров.

Основным аккумулятором поступления загрязняющих веществ из атмосферы в зимний период является снежный покров. Концентрация большинства исследуемых элементов и радионуклидов в снеговых водах космодрома и близлежащих населённых пунктах находится ниже пределов обнаружения, за исключением Fe, Mn и Zn.

Начало строительства объектов инфраструктуры космодрома в IV квартале 2011 г. не изменило коренным образом уже сложившуюся ландшафтную структуру. Изменение на локализованных участках растительно-почвенной основы практически не оказывает значительного влияния на биогеоценозы [1].

Проведена комплексная водно-экологическая оценка территории космодрома в период строительства [2]. Строительство космодрома на отдельных участках водосборных бассейнов привело к изменению поверхностного стока и водного режима малых водотоков, вплоть до формирования бессточных участков. В результате строительства дорог на некоторых участках поймы и береговая полоса водотоков нарушены, при строительстве объектов линейной инфраструктуры созданы условия для замедления миграции грунтовых вод.

Водотоки ПРК являются типичными малыми и средними водотоками бассейна р. Зеи. Значительная проточность водотоков вследствие их расположения в условиях муссонного климата, а также высокое содержание кислорода, отсутствие загрязнения органическими веществами и тяжелыми металлами обеспечивают высокий потенциал самоочищения. Современная водно-экологическая обстановка ПРК соответствует категории «относительно удовлетворительная». Последствий негативного воздействия процессов строительства объектов космодрома на экосистемы водотоков не выявлено [2].

Установлено, что процессы строительства на космодроме не оказывают влияния на уровень содержания тяжелых металлов, радионуклидов в почвах и фитоценозах. Несмотря на превышение мировых кларков, которое связано с геохимическими аномалиями региона, содержание многих исследуемых элементов и радионуклидов в основных компонентах ландшафтов космодрома и близлежащих населённых пунктов остается в пределах ПДК и ОДК, за исключением некоторых случаев. Технологические процессы строительства объектов космодрома не повлияли на уровень общей радиоактивности территории [5].

Для анализа фоновое экологическое состояние районов падения исследовали снежный покров. В большинстве проб снеговой воды содержание тяжелых металлов находится ниже пределов обнаружения. Материалы исследований включены в базу данных «Контролируемые параметры при проведении экологического мониторинга в РП и на космодроме» [3].

Предложены научно-методические подходы к созданию системы экологического мониторинга объектов ПРК. Показано, что система мониторинга космодрома должна стать составной частью системы ведомственного экологического мониторинга Роскосмоса, но при этом ей необходимо тесно взаимодействовать с существующей системой наблюдения Росгидромета. Даны рекомендации по формированию программы мониторинга, предложены оптимальные пункты для регулярного обора проб и методы биологического анализа [4].

После пуска ракеты-носителя Союз 2-1а 28 апреля 2016 г. начались работы по комплексной экологической оценке функционирования космодрома. Дана оценка состояния окружающей среды в РП 981, 983, 985 и на территории космодрома «Восточный» до и после пуска. Проведенные исследования не выявили существенного негативного воздействия на экосистемы ПРК и РП, уровень воздействия на окружающую среду квалифицируется как допустимый и экологически безопасный.

Список литературы

1. Алексеев И.А., Пузанов А.В., Самброс В.В. Ландшафтно-экологический анализ территории позиционного района космодрома «Восточный» // Космодром «Восточный» – будущее космической отрасли России матер. II всерос. научно-практ. конф. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2013. Т. 1. С. 123-148.
2. Безматерных Д.М., Кириллов В.В., Пузанов А.В., Алексеев И.А., Вдовина О.Н. Оценка современного экологического состояния водотоков позиционного района космодрома «Восточный» как основа создания системы его экологического мониторинга // Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии. В 2 т. Барнаул, 2015. Т. 1. С. 292-296.

3. Дмитриев О.Ю., Пузанов А.В., Самброс В.В., Балыкин С.Н., Алексеев И.А., Шестеркин В.П., Савеленок А.Н. Экологическая оценка состояния окружающей природной среды в районах падения ОЧ РН, планируемых к запуску с космодрома «Восточный» // Космодром «Восточный» – будущее космической отрасли России материалы II всероссийской научно-практической конференции. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2013. Т. 1. С. 192-201.

4. Пузанов А.В., Безматерных Д.М., Кириллов В.В., Вдовина О.Н. Научно-методические подходы к созданию системы экологического мониторинга водных объектов позиционного района космодрома «Восточный» (Амурская область) // Проблемы региональной экологии. 2015. №2. С. 97-102.

5. Пузанов А.В., Самброс В.В., Безматерных Д.М., Алексеев И.А. Оценка влияния строительства космодрома «Восточный» на окружающую среду // Приоритетные задачи экологической безопасности в районах падения Сибирского региона и пути их решения: сб. ст. научно-практ. семинара. М.: Изд-во «Спутник+», 2016. С. 110-118.

**ASSESSMENT OF MODERN ECOLOGICAL STATE OF THE POSITION AREA AT
THE SPACEPORT "VOSTOCHNY" INCLUDING THE AREAS OF FALLING CARRIER
ROCKET MODULES AS THE BASIS FOR THE ENVIRONMENTAL MONITORING
ESTABLISHMENT**

**Puzanov A.V.¹, Sambros V.V.², Bezmaternykh D.M.¹, Alekseev I.A.¹, Balykin D.N.¹,
Balykin S.N.¹, Kuznyak Y.E.¹, Gorbachev I.V.¹, Saltykov A.V.¹, Vdovina O.N.¹**

¹ *Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia,*

² *FSUE "Center for exploitation of space ground-based infrastructure," Moscow, Russia*
e-mail: puzanov@iwep.ru

Abstract: The current ecological situation on the territory of the position area of the spaceport "Vostochny" and in the areas of falling the carrier rocket modules is described. The assessment of effects of the cosmodrome construction and the exploitation of its objects on the adjacent ecosystems is given. Scientific and methodological approaches to the establishment of the environmental monitoring at the spaceport are proposed.

Keywords: spaceport "Vostochny", environmental monitoring, Amur Oblast'.

ТЕХНОГЕНЕЗ И БИОСФЕРА: МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ДИСКУРС И ВЫЗОВЫ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Водичев Е.Г., Узбекиова Ю.И.

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Россия*

e-mail: vodichev@mail.ru, uzbekovay@ipgg.sbras.ru

Абстракт: В статье анализируется методологический дискурс комплексных исследований природно-антропогенной среды. Интерпретируются концептуальные рассогласования базовых парадигм в приложении к таким понятиям, как техногенез и антропогенез, ставится вопрос о рисках междисциплинарных коммуникаций.

Ключевые слова: антропоцен, техногенез, техносфера, методология техногенеза, техногенное воздействие.

Проблема антропогенного воздействия на окружающий мир привлекла внимание научного сообщества на рубеже XIX-XX вв., когда технологии, а значит и деятельность человека по изменению природы получили новое измерение. Началась генерация терминов для отражения процессов: геолог А.П. Павлов, биолог А. Тэнсли рассматривали в своих работах проблему «антропогенного воздействия» применительно к разным объектам природы. В.И. Вернадский дал глубокое методологическое обоснование, выделив в географической оболочке новую систему — ноосферу, основным признаком которой является техногенная миграция (техногенез) элементов. В дальнейшем, А.Е. Ферсман, занимаясь изучением интенсивности использования элементов от их положения в Периодической системе, сформулировал понятие техногенеза: это совокупность геохимических и геофизических процессов, связанных с деятельностью человечества. Геохимические процессы являются центральными, когда мы говорим о влиянии техногенеза на биосферу, это этапы извлечения химических элементов из природной среды; их перегруппировки и рассеяния. Побочным и отрицательным эффектом техногенеза стало загрязнение природной среды, критерием которого является состояние и функционирование живых организмов, присущих данной экосистеме (согласно представлениям В.И. Вернадского о ведущей роли живого вещества в биосфере) [1].

В широком смысле техногенез трактуется как процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека. Смежное понятие — «антропогенез»: начальный этап воздействия общества на природную среду, который по мере развития производительных сил постепенно сменился техногенезом. Современные процессы таковы, что со второй половины XX в. производственная деятельность человечества по масштабам начала превосходить природные геологические процессы. Около трети поверхности Земли оказалась под влиянием техногенеза и стала представлять собой особую систему — биотехносферу. От биосферы ее отличает максимально ускоренная миграция элементов, в результате чего в границах биосферы развиваются системы техносферы.

В западной науке не прижилось понятия «техногенеза» в том виде, которым широко оперируют отечественные геохимики и представители других наук, хотя учение В.И. Вернадского о биосфере введено в методологический оборот. Наиболее востребован термин «антропогенное воздействие» и его производные, которые включают в себя множество конкретных воздействий человеческого фактора на природные комплексы. В практике измерения этих воздействий используется ряд дискуссионных методов, например, «экологический след» У. Риза и М. Вакернагеля (соотношение между объемом потребленного природного ресурса и территории нетронутой природы, необходимой для восстановления баланса). Наконец, продолжается дискуссия по выделению новой геологической эпохи, следующей за голоценом — антропоцена, — которая бы отразила весь спектр перемен в биосфере под воздействием технологической деятельности человечества.

Сам термин периодически встречался в работах советских геологов (наряду с «техноценом» — новым геологическим этапом в истории Земли [2]), а с 1980-х он начал использоваться экологом Юджином Стормером и затем Паулем Крутценом в другом методологическом смысле как новый значимый этап для литосферы Земли [3]. В 2008 г. формально было предложено зафиксировать антропоцен как новую геологическую эпоху, и

хотя официально этого еще не произошло (комиссия по данному вопросу продолжает работать), неформально термин уже используется. Дискуссионным остается начало антропоцена: а) оно фактически совпадает с голоценом (12 тыс. лет назад); б) согласно данным изменения атмосферы, антропоцен начался в период индустриальной революции конца 18 в.; в) за точку отсчета следует взять первые ядерные испытания «Тринити» в 1945 г., а также ряд других дат [4]. Это лишь подтверждает то, что столь растянутый во времени геологический процесс невозможно привязать к четкой дате. Финальное решение, станет ли антропоцен официально считаться геологической эпохой, будет принято в конце 2016 г.

Отечественные исследователи работают в рамках «традиционного», теоретического направления, где центральное место отведено геохимии, поскольку именно трансформация химических веществ в ходе производственной деятельности и оказывает радикальное влияние на биосферу. Понятийный аппарат довольно детализирован и расширяется другими дисциплинами (экология, экономика, философия). В философском и социологическом дискурсе биосфера, а именно та ее часть, которая подвергается деятельности человека, получила определение «техносферы» и сопровождается веером других понятий – «техническая реальность», «техногенная среда», т.е. техносфера рассматривается как неотъемлемая часть социокультурной среды, которая обуславливает процессы жизнеобеспечения, социализации, коммуникации членов социума. Подобные исследования требуют комплексного социоприродного подхода к социальной и естественной истории. Такой подход основан на совместном анализе истории человечества и эволюции биосферы, т.о. развивающаяся биосфера и общество составляют единую систему жизни [5].

Степень воздействия техногенеза на биосферу является, безусловно, центральным в данном дискурсе. Однозначной и единой для многих дисциплин методологии в этом вопросе создать не удастся. Во-первых, различны дисциплинарные подходы к объектам и предметам исследования. Во-вторых, эмпирический материал с трудом поддается стереотипизации: в разных локальных геосистемах имеет собственное своеобразие природных факторов, ландшафтов, геохимических показателей и т.д. Это затрудняет определение единого уровня концентрации тех или иных веществ, вызывающих негативный эффект при техногенных изменениях. Поэтому на практике наибольшее значение приобретает учет особенностей конкретных территорий и «индивидуальный» подход.

Точки расхождения в междисциплинарной коммуникации находятся на пересечении дисциплин. Так, геохимия и экология исследуют одни процессы, но для первой в центре – превращение элементов и объективные многолетние процессы в условиях конкретного ландшафта и территорий. Вторая концентрируется на балансе локальных экосистем и безопасности среды для обитания человека, потому внимание привлекают различные аномалии и негативные эффекты техногенеза. В свою очередь исследования по социально-философским, экономическим аспектам эволюции биосферы ставят в центре внимания общество. Например, рост продолжительности жизни людей приводит исследователей к выводу о том, что динамика техногенных изменений скорее положительна, чем отрицательна. Тогда как в широком спектре исследований по оценке экологического состояния биосистем результаты окажутся прямо противоположны. Таким образом, в настоящее время полноценная коммуникация затруднена как различиями понятийного аппарата, характерного для разных дисциплин, так и дифференциацией теоретических подходов к процессу техногенеза. Это существенно осложняет комплексный анализ процессов и последствий антропогенного воздействия на окружающую среду. Вместе с тем, потребность в согласовании подходов и методологий очевидна, поскольку это приводит к увеличению эвристических возможностей междисциплинарных исследований в данной проблемной области.

Список литературы

1. Алексеенко В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. М.: Недра, 1990. 142 с.
2. Зубаков В.А. Техногей и плейстоцен // Периодизация и геохронология плейстоцена. Л.: Географическое общество СССР, 1970. С. 10-14.
3. Crutzen, P.J., Stoermer, E.F. The Anthropocene. Global Change Newsletter. 2000. V. 41. P. 17-18.
4. Waters, Colin N., Jan Zalasiewicz, Colin Summerhayes, Anthony D. Barnosky, Clément Poirier, Agnieszka Gałuszka, Alejandro Cearreta, Matt Edgeworth, Erle C Ellis. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene // Science. 2016. V. 351, Issue 6269; Steffen, W., Grinevald, J.,

Crutzen, P., McNeill, J., The Anthropocene: conceptual and historical perspectives // Philosophical Transactions of the Royal Society. 2011. V. 369. P. 842-867.

5. Шаповалова И.С., Гоженко Г.И, Понятие техносферы: аналитический обзор формирования и изучения // Научный результат. Серия «Социология и управление». В. 2. 2015. С. 51-57.

TECHNOGENESIS AND BIOSPHERE: METHODOLOGIC DISCOURSE AND CHALLENGES OF THE INTERDISCIPLINARY COMMUNICATIONS

Vodichev E.G., Uzbekova Yu.I.

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia

e-mail: vodichev@mail.ru, uzbekovay@ipgg.sbras.ru

Abstract: The article reviews methodologic discourse of comprehensive research of the natural-anthropogenic environment. Conceptual discrepancies between basic paradigms are explained in reference to the notions of 'technogenesis' and 'anthropocene'; a threat to interdisciplinary communications is addressed.

Keywords: anthropocene, technogenesis, technosphere, methodology of technogenesis, human impact.

ПОЧВЫ ВНУТРЕННЕЙ АЗИИ В УСЛОВИЯХ АРИДИЗАЦИИ И ОПУСТЫНИВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ АГРАРНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Убугунов Л.Л., Куликов А.И., Убугунова В.И.

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия
e-mail: l-ulze@mail.ru*

Абстракт: Разнообразие почвенного покрова Внутренней Азии представлено почвами всех 4 стволоч почвообразования (первичного, постлитогенного, синлитогенного и органогенного) и 46 основными типами. Установлено, что в почвах отмечается проявление 12 видов деструкционных процессов. В целях оптимизации аграрного землепользования в регионе предлагаются комплекс основных мероприятий по анализу, оценке и управлению рисками опустынивания агроландшафтов, а также эколого-агрохимические технологии управления почвенным плодородием в Байкальском регионе и прилегающих к нему территориях.

Ключевые слова: почва, аридизация, деградация, оптимизация аграрного землепользования.

В последние десятилетия на территории Внутренней Азии, как и в других регионах мира, возникли экологические риски и опасности из-за глобальных явлений потепления и связанной с этим аридизации климата, усиливающегося антропогенного пресса, дальнейшего усугубления процессов опустынивания. В связи с этим все более актуальными становятся исследования по изучению и оценке экологического состояния почв, сохранению и восстановлению биосферных и ресурсных функций почвенно-растительного покрова.

Использовались традиционные для почвенно-биологической и аграрной наук сравнительно-географические, экологические, картографические и аналитические методы.

Анализ проведенных ранее исследований и собственных научных материалов по Монголии, Забайкалью и южному Прибайкалью выявили сложную пространственную организацию почв. Географические закономерности почвенного покрова в этом регионе чрезвычайно сложны, т.к. на горных территориях более выражена высотно-вертикальная поясность, а широтная зональность в большей степени имеет подчиненное значение. На водосборной территории оз. Байкал выделены следующие почвенные провинции: высокогорные, среднегорные, низкогорные таежные, предгорные, котловинно-долинные, лесостепные, степные. По литолого-геоморфологическим признакам выделено 28 округов. В формировании различий почвенного покрова провинций ведущую роль играют биоклиматические факторы, а внутри них – литолого-геоморфологические. На изученной территории встречаются почвы всех 4 стволоч почвообразования: первичного, синлитогенного, постлитогенного и органогенного. Горный рельеф и климатические особенности региона обусловили формирование 46 основных типов почв, образующих закономерные, но контрастные ряды в рельефе (от подбуров до каштановых) и геохимических элементарных ландшафтах (от кислых до засоленных щелочных).

В докладе приводится разнообразие основных типов почв по отделам и типам. Также представлены карты почвенного покрова Республики Бурятия и бассейна озера Байкал (включая и монгольскую часть), составленные на основе новой классификации почв России.

На 1/4 земной суши в настоящее время происходит деградация почв, которая затрагивает продовольственную безопасность около 2 млрд. людей. Эта глобальная проблема относится и к территории Внутренней Азии. Деструктивные процессы опустынивания в регионе представлены 12 видами: дефляцией, эрозией, засолением, осолонцеванием, переуплотнением, слитизацией, затоплением, подтоплением, заболачиванием, дегумификацией, криогенезом и посткриогенными явлениями. Например, из общей площади сельскохозяйственных угодий Республики Бурятия (более 2500 тыс. га) опустыниванием охвачены около 37 %. Наибольшую опасность в регионе представляют эрозия и дефляция.

Антропогенный пресс, проявляющийся при распашке земель, интенсификации пастбищной нагрузки, нерегламентированных рубках леса, пожарах в условиях происходящей аридизации климата, вызывает ряд необратимых изменений в функционировании экосистем. Наименее устойчивыми являются малогумусные песчаные почвы. Травянистые растения в многовековом цикле их функционирования выработали эффективный адаптационный механизм

выживания, как в периоды климатического оптимума, так и в условиях аридизации, и прежде всего, за счет мощной корневой системы. В сухих и опустыненных степях соотношение надземной и подземной фитомасс изменяется в широких пределах: от 1:20-30 до 1:60-70. Основным источником органического вещества являются именно корни. При распашке земель и нерациональном ведении сельскохозяйственного производства на малогумусных песчаных почвах произошли катастрофические процессы. Проведенными исследованиями выявлено, что восстановления залежных земель практически не происходит на песчаных возвышенностях Баргузинской котловины. На дефлированных пахотных угодьях отмечается «закоривание» язв дефляции, препятствующих восстановлению естественной растительности.

Авторами работы дана количественная оценка рисков элементарных процессов опустынивания и установлено, что по значениям удельного риска наибольшую опасность для сельскохозяйственных земель представляет дефляция (ветровая эрозия). Согласно расчетам, удельный физический риск для сельскохозяйственных земель из-за площадной дефляции земель происходит с интенсивностью 2.2 год^{-1} , полный физический риск равен 89 га/год, а экономический – примерно 700 руб/га в год. Среди остальных элементарных процессов деградации экосистем и опустынивания ландшафтов существенная роль принадлежит также водной эрозии, менее – совместному проявлению водной эрозии и дефляции и засолению.

Для оптимизации аграрного землепользования в регионе предлагается комплекс основных мероприятий по анализу, оценке и управлению рисками опустынивания агроландшафтов, рекомендуются агрохимические технологии сохранения и расширения воспроизводства плодородия. Эти технологии предусматривают использование экологически безопасных доз минеральных и различных (в том числе и нетрадиционных) органических удобрений, агроруд и агромелиорантов, а также разработанных нами с соавторами различных удобрительных композиций. На данные разработки в настоящее время получено более 20 патентов. Это экологически безопасные и экономически выгодные удобрения нового поколения пролонгированного действия из местного органического и минерального сырья. Многолетние испытания выявили их высокую агрономическую и биоэнергетическую эффективность, что является реальным инновационным потенциалом для управления рисками опустынивания для почв Внутренней Азии.

SOILS OF INNER ASIA UNDER ARIDIZATION AND DESERTIFICATION, AND OPTIMIZATION OF AGRICULTURAL LAND USE

Ubugunov L.L., Kulikov A.I., Ubugunova V.I.

Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russia

e-mail: l-ulze@mail.ru

Abstract: Soil diversity of Inner Asia is presented by the soils of all 4 trunks of soil formation (primary, postlithogenic, sinlithogenic and organogenic) and 46 main soil types. It is noted 12 types of destruction processes in soils. For the purposes of optimization of agrarian land use in the region it is offers a complex of key measures for the analysis, assessment and desertification risk management in agricultural lands, as well as ecological and agrochemical technologies for soil fertility management in the Baikal region and adjacent territories.

Keywords: soil, aridity, degradation, optimization of agrarian land use.

ЭКОНОМИКА РОССЫПНОГО ЗОЛОТА: ДОХОДЫ, ТРАНСАКЦИОННЫЕ ИЗДЕРЖКИ И ОХРАНА ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

Глазырина И.П., Михеев И.Е., Элоян А.Ю.

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия
e-mail: iglazyrina@bk.ru

Абстракт: Доля россыпного золота в общей добыче в России сокращается, но в восточных регионах страны объемы его добычи не снижаются и даже растут. Увеличиваются и масштабы деградации природных систем. Природоохранные институты России, призванные защищать качество среды обитания, оказываются бессильны перед этими тенденциями. В данной работе сделана попытка найти ответ на вопрос о причинах такого положения вещей в отношении негативного воздействия на водные объекты.

Ключевые слова: добыча россыпного золота, экологическая деградация, транзакционные издержки, платежи за негативное воздействие на водные объекты.

Тенденция сокращения доли россыпного и увеличения доли рудного золота в общей добыче наблюдается почти во всем мире в течение последних десятилетий. Одна из основных причин – несопоставимая с экономическими результатами антропогенная нагрузка на речные экосистемы, часто приводящая к их масштабной деградации и необратимым изменениям среды обитания [1, 3].

Качество россыпей неуклонно ухудшается, практически все богатые участки уже отработаны. К концу 20 века среднее содержание золота в песках снизилось в 2-3 раза, в настоящее время около 40% россыпного золота в России – в месторождениях с содержанием металла менее 300 мг/м³ [3]. Это усугубляет экологические риски: «Чем беднее россыпи, тем больше живых рек надо убить, чтобы добыть тот же объем металла» [1, стр. 9].

Хотя доля россыпного золота в общей добыче в России сокращается, в восточных регионах страны объемы его добычи не снижаются и даже растут [2]. Увеличиваются и масштабы деградации природных систем. Природоохранные институты России, призванные защищать качество среды обитания, оказываются бессильны перед этими тенденциями. В данной работе сделана попытка найти ответ на вопрос о причинах такого положения вещей в отношении негативного воздействия на водные объекты.

Обязанность следить за выполнением природоохранного законодательства возложена на федеральный орган исполнительной власти – Росприроднадзор, который в каждом регионе имеет свои подразделения. Однако вряд ли можно утверждать, что это ведомство получает достоверную информацию обо всех старательских артелях в условиях обширных и часто труднодоступных территорий на востоке России. Контрольно-надзорные органы проводят плановые проверки соблюдения требований законодательства не чаще 1 раза в 3 года, и обязаны предупредить о предстоящей проверке за не менее чем за 3 дня, в случае внеплановой проверки – не менее чем за 1 день до начала. В Забайкальском крае за 2013-2015 гг было 14 таких проверок, при том, что ежегодно работают более 20 предприятий, добывающих россыпное золото.

Платежи за сброс в водные объекты осуществляются на основе данных экологического контроля, который заключается в ежемесячном анализе проб воды взятых из водного объекта выше и ниже места осуществления хозяйственной деятельности. Обязанность проведения анализа проб только аттестованной лабораторией закреплена законодательно, это проводят региональные отделы Федерального государственного бюджетного учреждения «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Сибирскому федеральному округу (далее – ЦЛАТИ), относящегося к Росприроднадзору. Но де-факто предприятия самостоятельно отбирают и привозят в лабораторию пробы воды, и они несут ответственность за достоверность отбора проб. Учитывая их заинтересованность, нет гарантий, что недропользователи не будут умышленно подменять пробы воды на менее загрязненные.

Это предположение косвенно подтверждается данными Росприроднадзора: предприятия, прошедшие проверку, платят за негативное воздействие примерно в 2,5 раза больше (в расчете на 1кг добытого золота), чем в среднем по всем артелям.

Однако то, что ускользает от федеральных органов, должно было бы стать объектом внимания муниципалитетов и местных жителей, поскольку они, как правило, видят нарушения

«невооруженным глазом» и сами страдают от ухудшения качества воды, разрушения берегов, утраты нерестилищ и т.д. В районных администрациях, как правило, работают специалисты, на которых также возложена ответственность за соблюдение экологических норм и правил. Установлены платежи за негативное воздействие на водные объекты, 40% которых поступает в местный бюджет. То есть существуют, в том числе, формальные, институты на местном уровне, нацеленные на охрану природы. Но они демонстрируют свою неэффективность, причина которой, на наш взгляд, заложена в самой «экономике россыпного золота».

Золотодобывающие артели – это частные предприятия, экономическая информация о которых надежно защищена законами о коммерческой тайне. Проведенный в настоящей работе анализ основан на официальной информации ведомств, добровольно предоставленных данных о 12 компаниях (по проектной документации), добывающих россыпное золото в Забайкальском крае, и экспертных оценках. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Добыча россыпного золота в Забайкальском крае: усредненные показатели
(ЗВ – загрязняющие вещества)

1	Средняя себестоимость 1 кг. золота (C_{av}), тыс. руб.	1177
2	Средневзвешенная рентабельность (R_{av}), %	52,85
3	Среднегодовой удельный налог на прибыль (в расчете на 1 кг. золота) (G_{av}), тыс. руб.	150,96
4	Среднегодовой удельный налог на прибыль, поступающий в местный бюджет в расчете на 1 кг. золота (G_{loc}), тыс. руб.	135,86
5	Среднегодовая плата за сброс ЗВ в водные объекты в расчете на 1 кг. золота (S), руб. (по всем предприятиям, добывающим россыпное золото в Забайкальском крае за 2013-2015 гг.), в т.ч.:	37,66
	плата за сброс ЗВ в водные объекты в местный бюджет расчете на 1 кг золота (S_{loc}), руб.	17,37
6	Общая сумма платежей за сбросы ЗВ в водные объекты по всем предприятиям, добывающим россыпное золото в Забайкальском крае за 3 года (2013-2015), руб.	701
		513

Обращает на себя внимание огромная (в четыре порядка) разница между удельными (в расчете на 1кг золота) платежами налога на прибыль, 90% которого направляется в местные бюджеты, и платежами за загрязнение водных объектов. Местные органы власти оказываются прямо заинтересованными в увеличении добычи россыпного золота, а также в лояльности артелей, которая выражается в регистрации предприятия в данном муниципалитете. Мотивация усиления контроля за соблюдением природоохранного законодательства с целью взимания дополнительных платежей в этих условиях просто отсутствует, к тому же усиление этого контроля может отрицательно сказаться на лояльности недропользователей.

Еще одной причиной для усиления экологического контроля на местном уровне может быть недовольство местных жителей, страдающих от негативного антропогенного воздействия, и зависимость местных органов власти от своих избирателей. Однако на практике это нивелируется участием золотодобывающих артелей в проведении местных праздников, ремонте дорог, поддержке социально значимых объектов. (В селе Кыра Забайкальского края одна из компаний даже построила православный храм). Местные власти вместе с компаниями заинтересованы в создании положительного имиджа недропользователей как «благотворителей» и «партнеров». Кроме того, на практике местные органы управления в гораздо большей степени зависят от «вертикали власти» – в широком смысле слова – чем от своих избирателей. Поэтому этот канал обратной связи работает очень ненадежно. Исключением бывают отдельные случаи, когда районная администрация проявляет принципиальность в экологических вопросах, исходя из понимания конституционных прав граждан и несмотря на экономические риски такой позиции, но они очень редки. Поэтому граждане чаще обращаются не в местные, а в региональные и даже федеральные органы и СМИ, но этих обращений также немного – сказывается зависимость людей, проживающих в отдаленных населенных пунктах, от местных властей

Таким образом, институты, призванные обеспечивать согласование экологический контроль, практически не решают тех задач, для которых они были созданы, по крайней мере в

случае отработки месторождений россыпного золота, а на местном уровне даже создают «ложные» мотивации – экологические права граждан приносятся в жертву экономическим интересам, которые оказываются доминирующими. В современных условиях вероятность изменения локальных мотиваций очень невелика.

Представляется, что более результативным было бы усиление контроля со стороны федеральных органов, прежде всего, Росприроднадзора. Первым шагом на этом пути должно стать повышение платежей за загрязнение водных объектов, причем наиболее кардинально – за сверхнормативные сбросы. Эти отчисления не относятся на себестоимость, они производятся из прибыли. Поэтому их увеличение прямо не приведет к сокращению налогов на прибыль. Они должны быть по размерам сопоставимы с суммами налога на прибыль. Тогда можно рассчитывать на «чувствительность» недропользователей в этом регулирующем механизме. Необходимо повысить и ставки платежей в рамках предельно допустимых и временно согласованных сбросов. Нынешние ставки не способствуют не только предотвращению аварийных сбросов, но и внедрению более щадящих технологий добычи. Предприятия, товарная продукция которых составляет десятки миллионов в год, вносят плату за сброс ЗВ порядка нескольких сот или (редко) тысяч рублей. Понятно, что такая форма «экономического стимулирования» не создает мотивации для экологической модернизации производства.

Опыт стран ОЭСР говорит о том, что усиление систем экологического контроля всегда связан в ростом транзакционных издержек (ТИ) природопользователей. Вопрос о транзакционных издержках в контексте управления природными ресурсами, впервые поставленный в работе Коуза в 1960 г., до сих пор привлекает значительное внимание ресурсных экономистов, независимо от принадлежности к той или иной исследовательской школе. По данным анализа на основе баз данных ISI Web of Knowledge [4], в наиболее влиятельных научных журналах в последнее десятилетие устойчиво появляется свыше 40 статей в год, посвященных этой тематике. Исследования ТИ проводятся при изучении различных проблем, связанных с использованием природных ресурсов: охраны окружающей среды, изменения климата, эффективное использование природных благ, сохранение биоразнообразия и т.д.

Возникает естественный вопрос о том, насколько усиление контроля может увеличить транзакционные издержки (ТИ) золотодобывающих предприятий и не станет ли это причиной существенного снижения их экономической эффективности. В настоящее время транзакционные издержки, связанные с охраной окружающей среды, для предприятий россыпного золота невелики. Плата за разрешение составляет порядка 200 тыс. рублей за один участок. Кроме того, предусмотрена плата за анализы проб воды (ежемесячно): 859,04 руб. за взвешенные вещества, 1288,57 руб. за нефтепродукты. Анализ данных за 2013-2015 год показал, что годовые ТИ в расчете на 1 кг добытого россыпного золота в Забайкальском крае составили в среднем 807 руб., или около 0,07% от себестоимости добычи; из них только десятая часть приходится на затраты, связанные с регулярным мониторингом (ex-post ТИ [4]). В случае отбора проб специализированной организацией (а не самими недропользователями) стоимость регулярного мониторинга может возрасти; но даже если она вырастет десятикратно, доля ТИ в себестоимости составит менее 0,1%. При средневзвешенной рентабельности 52,85% (табл. 1) такое увеличение себестоимости продукции не может критически отразиться на экономической устойчивости предприятий.

Однако добыча россыпного золота даже при лучших существующих технологиях остается сектором высокого экологического риска. Необходим постепенный переход к полному отказу от этого вида деятельности в пользу разработки месторождений рудного золота. Такая стратегия реализуется не только в развитых странах, но в последние годы – уже и в КНР и Монголии [1].

Работа выполняется при поддержке проекта РНФ №16-18-00073 «Транзакционные издержки в управлении природными ресурсами в условиях трансграничных экономических отношений на востоке России». Экспертные оценки эффективности добычи россыпного золота в Забайкальском крае выполнены в рамках работ по проекту фундаментальных исследований СО РАН IX.88.1.6.

Список литературы

1. Золотые реки: Выпуск 1 / Амурский бассейн // Под редакцией Е.А. Симонова. Владивосток: «Апельсин», 2012. 120 с.
2. Минерально-сырьевой сектор Азиатской России: как обеспечить социально-экономическую отдачу? / под ред. акад. РАН В.В. Кулешова. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2015. 352 с.
3. Спутниковый мониторинг добычи россыпного золота [Электронный ресурс]: // URL: <http://transparentworld.ru/ru/environment/monitoring/rossypzoloto/>
4. Garrick D., McCann L., Pannel D.J. Transaction cost and environmental policy: taking stock, looking forward//Ecological economics. 2013. V. 88. P. 182-184.

THE ECONOMY OF STREAM-GOLD: REVENUES, TRANSACTION COSTS AND PROTECTION OF NATURAL SYSTEMS

Glazyrina I.P., Mikheev I.E., Eloyan A.Yu.

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

e-mail: iglazyrina@bk.ru

Abstract: The share of stream-gold in the total production in Russia is declining, but in the Eastern regions of the country the volume of its production is not decreasing and even increasing, with further degradation of natural systems. Environmental institutions in Russia designed to protect the quality of habitat, find themselves powerless in the face of these trends. In this paper we made an attempt to find the answer to the question about the reasons for this state of affairs in relation to the negative impact on water bodies.

Keywords: stream-gold production, environmental degradation, transaction costs, payments for negative impact on water objects.

АНОМАЛИИ СВОЙСТВ ПЕРЕОХЛАЖДЕННОЙ ВОДЫ В ОБЛАСТИ «NO MAN'S LAND»

Бордонский Г.С., Гурулев А.А., Орлов А.О.

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия
e-mail: lgc255@mail.ru*

Абстракт: Исследован коэффициент затухания микроволнового излучения в увлажненном нанопористом силикате в области температур от 0°C до -120°C. Установлено заметное отличие этого параметра от расчетного в области температур ниже -41°C. Предполагается, что это связано со второй критической точкой воды, которая предполагается при -53°C и давлении 30 МПа.

Ключевые слова: переохлажденная вода, микроволновое излучение, диэлектрическая проницаемость, нанопористый силикат, критическая точка воды.

Вода в жидкокапельных облаках может быть переохлаждена до температуры -39°C (температура гомогенной нуклеации) [6]. Однако в лабораторных экспериментах с объемной водой переохлаждение редко удается достичь ниже -37°C. По этой причине область температур от -37°C до -120°C называют «no man's land», что приблизительно переводится, как «недоступная область» [1]. Ниже -120°C, если воду переохладить специальными методами, происходит ее стеклование, т.е. образуется аморфный лед.

Вместе с тем, по данным калориметрических измерений, ЯМР и дифракции нейтронов, вода остается жидкой в области «no man's land», если она захвачена в среду с порами экстремально низких размеров порядка единиц нанометров [2]. Свойства такой воды изучены недостаточно.

В настоящей работе исследованы микроволновые свойства воды в интервале от 0°C до -120°C, находящейся в нанопористых силикатах. Исследованы пропускающие электромагнитное излучение свойства при его распространении через увлажненные силикагели разных марок со средними размерами пор от 6 нм до 9 нм. Охлаждение образцов осуществляли с использованием холодных паров азота. Из эксперимента были найдены значения коэффициента затухания α , который характеризует погонное затухание интенсивности излучения $I: I = I_0 \exp(-\alpha z)$, где z – пройденное волной расстояние. Зная влажность среды, т.е. толщину слоя воды, можно связать α и диэлектрические параметры воды ϵ' и ϵ'' (действительную и мнимую части относительной диэлектрической проницаемости). α можно найти расчетным путем, т.к. ϵ' и ϵ'' ранее были измерены до -18°C и данные об этих параметрах обобщены для переохлажденной объемной воды в [3]. Поэтому одна из целей работы – сравнить известные данные для переохлажденной объемной воды и измеренные для поровой воды.

Измерение α выполнялось на различных частотах в интервале от 11 ГГц до 140 ГГц. Один из результатов измерения представлен на рисунке для частоты 34 ГГц. Использовали силикагель для хроматографии марки ACROS (производства Бельгии) с размерам пор 6 нм. Штриховая линия соответствует результатам расчета по данным [3]. Из представленных графиков следует, что поровая вода имеет существенно больше значение α для температур ниже -41°C и удовлетворительное совпадение в области температур 0°C÷-20°C.

В работе [4] отмечалось, что температура -45°C соответствует влиянию гипотетической второй критической точки жидкой воды. Хотя устойчивая объемная вода при такой температуре не может быть получена, она, в принципе, может существовать весьма короткое время. В случае поровой воды, как показал эксперимент, часть воды не замерзает ниже -41°C за время наблюдения до температуры -120°C. Наличие поглощения энергии в области ниже -41°C можно трактовать, как некоторое соответствие переохлажденной достаточно стабильной поровой воды и гипотетической, полученной из данных компьютерного моделирования переохлажденной объемной воды. Для нее также предсказано существование второй критической точки (-53°C и давлении 30 МПа). Для такой воды предсказана особая линия на фазовой диаграмме, исходящая из второй критической точки, называемая линией Видома. Линия Видома пересекает ось давлений 0.1 МПа (1 бар) при температуре -45°C. На этой линии должны наблюдаться сильные флуктуации энтропии и плотности воды, что приводит к аномалиям ее физико-химических свойств.

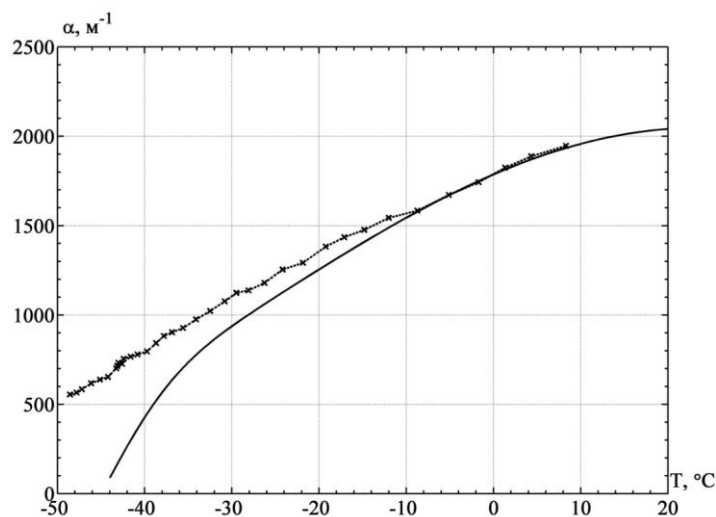


Рисунок. Результаты измерения коэффициента затухания переохлажденной поровой воды на частоте 34 ГГц в зависимости от температуры.

Это предположение было экспериментально подтверждено в нашей работе [5], где наблюдали образование жидкой воды при прокачивании сухого охлажденного силикагеля газообразным водородом. Калориметрические и микроволновые измерения показали появление жидкой воды при -45°C в узком интервале температуры $\sim 1^{\circ}\text{C}$, что соответствует линии Видома и инициированию на ней химической реакции водорода и гидроксидов стенок пор.

Таким образом, показано, что свойства поровой воды, по-видимому, определяются влиянием второй критической точки, что приводит к существованию жидкости в области температур «no man's land», а также проявлению свойств жидкой воды у этой субстанции. Самую воду в порах в «недоступной области» можно связать с неавтономной средой, которая не существует сама по себе. Обнаруженное свойство позволяет высказать новые предположения об особенностях эволюции биосферы в холодный период геологической истории Земли, когда ее поверхность была покрыта льдом и снегом.

Список литературы

1. Emily B. Moore, Valeria Molinero Structural transformation in supercooled water controls the crystallization rate of ice // *Nature*. 2011. V.479. P. 506–508.
2. Limmer D. T., Chandler D. Phase diagram of supercooled water confined to hydrophilic nanopores // *J. Chem. Phys.* 2012. V. 137. P. 044509/11.
3. Meissner Th., Wentz F. J. The complex dielectric constant of pure and sea water from microwave satellite observations // *IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing*. 2004. V. 42. N. 9. P. 1836-1849.
4. Анисимов М.А. Холодная и переохлажденная вода как необычный сверхкритический флюид // *Сверхкритические флюиды: Теория и практика*. 2012. Т. 7. № 2. С. 19-37.
5. Бордонский Г.С., Гурулев А.А. Экспериментальное доказательство существования линии Видома по особенностям поведения водорода в нанопористом силикате при -45°C и атмосферном давлении // *Письма в журнал технической физики* (в печати).
6. Жмакин А.И. Физические основы криобиологии // *Успехи физических наук*. 2008. Т. 178. № 3. С. 243-266.

ANOMALIES OF THE PROPERTIES OF SUPERCOOLED WATER IN THE AREA «NO MAN'S LAND»

Bordonskiy G.S., Gurulev A.A., Orlov A.O.

Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia

e-mail: lgc255@mail.ru

Abstract: The microwave radiation attenuation coefficient in a wet nanoporous silicate at temperatures of up to 0°C down to 120°C . It is founded a significant difference of this parameter from the calculated at temperatures below -41°C . It is assumed that this is effect connected with the second critical point of water, which predicted when temperature -53°C at a pressure of 30 MPa.

Keywords: supercooled water, microwave radiation, dielectric constant, nanoporous silicate, critical point of water.

ВОЗМОЖНОСТЬ НАХОДОК НОВЫХ МЕСТОНАХОЖДЕНИЙ ОПЕРЕННЫХ ДИНОЗАВРОВ В МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Годефруа П.¹, Синица С.М.², Болотский Ю.Л.³, Болотский И.Ю.³, Решетова С.А.²

¹Департамент Земли и истории жизни КБИЕН, г. Брюссель, Бельгия

²Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

³Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск, Россия

e-mail: pascal.godefroit@naturalsciences.be

Абстракт: В Азии известны местонахождения юрских и меловых оперенных динозавров: это единственное позднеюрское местонахождение растительноядных динозавров Кулинда в Забайкалье и десятки меловых местонахождений в формациях Исянь, Цзюфотан, Чаомидианжи провинций Хэбэй, Ляонин, Внутренней Монголии, представленных в основном хищниками. В Забайкалье можно выделить перспективные разрезы для поисков новых местонахождений юрских оперенных растительноядных динозавров, сопоставляя эти перспективные разрезы по маркирующим слоям с разрезами укुरейской свиты местонахождения Кулинда. В отложениях Джэохольской группы, переходной между юрскими и меловыми отложениями, обнаружены остатки оперенных хищных динозавров совместно с остатками конхострак, насекомых, остракод, рыб, растений с элементами позднеюрского-раннемелового тургинского комплекса Забайкалья, являющегося маркирующим для корреляции забайкальских и китайских разрезов.

Ключевые слова: оперенные растительноядные, хищные динозавры, местонахождения Кулинда, провинции Хэбэй, Ляонин, Внутренней Монголии; маркирующие слои.

В Азии известны оперенные растительноядные позднеюрские захоронения динозавров Кулинда (Забайкалье) и юрско-меловые оперенные хищные динозавры местонахождений Хэбэя, Ляониня, Внутренней Монголии (Китай).

Позднеюрское местонахождение оперенных растительноядных динозавров Кулинда (Забайкалье) расположено на левобережье р. Шилка, по левому борту пади Кулинда в Оловской межгорной впадине и представлено туфогенно-осадочными и осадочными озерными и пролювиальными отложениями укुरейской свиты. Свита расчленена на три подсвиты. Нижняя подсвита состоит из трех пачек: песчаниково-алевролитовой, туфогенно-осадочной и туфогенной, которые фациально замещаются дресвяниками-осадками временных водотоков. В отложениях нижней подсвиты обнаружены остатки самых маленьких на планете растительноядных оперенных динозавров *Kulindadromeus zabaikalicus* [4]. В песчаниково-алевролитовой пачке (канава 4) костный материал представлен раздавленными черепами, отдельными челюстями с зубным аппаратом, доминируют изолированные кости конечностей, тазового и плечевого поясов, разнообразные позвонки, кисти с когтями, фаланги, ребра, фрагменты разно бугорчатой кожи, грубое и тонкое оперение, чешуйчатое покрытие хвостов и ног. Большая часть костного материала объемная, замещенная соединениями железа или марганца. Сопутствующая фауна состоит из домиков ручейников *Terrindusia*, более редки *Folindusia*, биокласт щитней *Prolepidurus*, единичные конхостраки *Palaeolynceus*, *Pseudestheria*, остракоды *Daurina*, куколки комаров *Diptera*, надкрылья жуков *Coleoptera*, следы илоедов. Отмечаются напластования игольчатых листьев чекановские *Czekanowskia*, фрагментов талломов печеночных мхов *Hepaticites*, более редки стебли хвощей *Equisetites* и их корневая система (хвощевая почва) [2].

В туфогенно-осадочной пачке (канава 3(3)) присутствует тот же костный материал динозавров в виде отпечатков, однако, при этом отмечается отсутствие чешуйчатых покровов хвостов, появление тонкого, как пух, оперения, часто с микрочешуйками, а также тонко бугорчатой кожи. Найдена единственная небная кость с зубами посередине, возможно принадлежащая амфибиям, и небольшие челюсти с острыми зубами, возможно, ящериц. Сопутствующая фауна представлена доминантами-домиками ручейников *Terrindusia*, часто раздавленными и как бы жеванными, редки одиночные коробочки сплахновых мхов, напластования игольчатых листьев чекановские. В пепловых туффитах обычен биокласт панцирей щитней [4].

В туфогенной пачке (канава 3) обнаружен аналогичный костный материал динозавров, однако, отсутствуют фрагменты кожи, чешуйчатого покрытия хвостов и ног, тонкого оперения.

Отмечается массовое напластование игольчатых листьев чекановскиева, талломов печеночных мхов и коробочек сплахновых мхов. Редки домики ручейников, отдельные створки конхострак, остракод, обнаружено несколько напластований следов илоедов. Особенностью палеонтологической характеристики канавы 3 является наличие единственного зуба хищного динозавра из аллозаврид [1, 4]. Среди сопутствующей беспозвоночной фауны определены виды-индексы позднеюрского ундино-даинского комплекса как *Prolepidurus schewija*-*Palaeolynceus tshernyshevi* - *Xeta olovica*. Абсолютный возраст лав палеовулканов, продуцировавших пирокластический материал в Кулиндинское озеро, определен в пределах 188-155-104 млн. лет. Спорово-пыльцевые спектры представлены среднеюрскими видами.

В Забайкалье можно выделить разрезы, перспективные для поисков новых местонахождений юрских оперенных растительноядных динозавров, коррелируя их с разрезом местонахождения Кулинда по маркирующим слоям [2]. К таким слоям относятся:

- пепловые горизонтально слойчатые туффиты с остатками панцирей щитней *Prolepidurus*;

- туфоалевролиты со следами ползания и питания илоедов *Falsania*, *Reperolithos*;

- туфоалевролиты с напластованиями коробочек сплахновых мхов *Paleoovoitia*;

- туфоалевролиты с напластованиями талломов печеночных мхов *Hepaticites*.

К забайкальским юрским разрезам, перспективным для поисков новых местонахождений юрских оперенных динозавров и выделенных на основании маркирующих слоев, можно отнести:

- выходы отложений нижней подвиты укурейской свиты в Оловской впадине;

- разрозненные разрезы отложений укурейской свиты в Оловской (Сухой Байгул; Арета; Олов; Старый Олов), Зюльзинской, Новоберезовской (Хайгурте), Пришилкинской (Бичектуй) впадинах;

- выходы отложений ундино-даинской серии (тергенская, глушковская, чалунихинская свиты; Унда; Дая; Савина) в Ундино-Даинской впадине;

- разрозненные разрезы туфогенных пород приаргунской серии в Южно-Аргунской впадине (Айрык; Бянкина; Болбой; Уртуй);

- выходы туфогенных пород в Северо-Аргунской впадине (Онохой; Серебрянка; Олочи);

- разрезы осадочных и туфогенных пород усть-карской свиты в одноименной впадине.

Данные о местонахождениях юрских оперенных динозавров в провинции Ляонин (формация Тяоцзишань, 156-153 млн) появились в 2013-2014 гг в результате работ группы палеонтологов под руководством П. Годафруа [4].

Это были остатки небольшого оперенного динозавра из группы манирапторов, отличающегося от остальных оперенных юрских динозавров короткими перьями, отсутствием перьев на ногах и длинных перьев на хвосте и другими анатомическими особенностями. Эти данные позволили П. Годафруа и его группе сделать вывод о том, что видовое многообразие оперенных динозавров существовало уже в юрском периоде, а не в середине- конце мелового, как считалось до этих находок.

В отложениях провинции Хэбэй, Ляонин и Внутренней Монголии (джехольская группа) (Китай) установлены десятки местонахождений оперенных хищных динозавров [4]. Кроме разрозненных костей, обнаружены целые скелеты, чему способствовало погребение их пеплом извергающихся вулканов в северо-восточном Китае. Остатки растительноядных динозавров редки и фрагментарны [5]. Отложения местонахождения Ляонин по ряду литологических и палеонтологических признаков схожи с тургинскими разрезами Забайкалья. К ним относятся пепловые тонко горизонтально слойчатые туффиты, бумажные «рыбные сланцы» с напластованиями раковин конхострак баирдэстерий, поденок эфемеропсисов, костистых рыб ликоптер, листьев чекановскиева, беннеттитовых, хвойных и т.д. Органические остатки тургинской свиты выделены в тургинский комплекс с видами-индексами *Bairdetheria middendorffii* – *Ephemeropsis trisetalis* – *Lycoptera middendorffii*-*Ussuriocypris ussuraica*, возраст которого дискутируется от позднеюрского до раннемелового [5]. В Забайкалье можно выделить разрезы тургинской свиты, перспективные для поисков новых местонахождений оперенных динозавров. Такие разрезы известны практически в большей части межгорных впадин региона: Тургино-Харанорская (Турга), Газимурская (Янки), Серебрянская (Павловка), Елизаветинская (Семен), Южно-Аргунская (Гарда, Церен, Тунгусский Торум), Северо-Аргунская (Олочи,

Березовка, Аргунь-Ключи), разрезы Витимского плоскогорья (Конда, Ингур, Юмурчен, Слюдя), Усть-Карская (Полосатик) впадины Забайкалья и др.

Выявление новых местонахождений юрских и меловых динозавров в Забайкалье даст новый стратиграфический и палеонтологический материал, позволит решить ряд вопросов, касающихся стратиграфического положения динозавровых сообществ, эволюции оперенных динозавров, их связей с птицами, наличия органогенных веществ в уцелевших мягких покровных тканях динозавров.

Список литературы

1. Градзинский Р., Костецкая А., Радомский А., Унруг Р. Седиментология. М.: Недра, 1980. 646 с.
2. Обстановки осадконакопления и фации. М.: Мир, 1990. Т. 1. 351 с.
3. Янин Б.Т. Основы тафономии. М.: Недра, 1983. 184 с.
4. Godefroit P., Sinitsa S.M., Dhouailly D., Bolotsky J., Sizov A., McNamara M.E., Benton M.J., Spagna P. Jurassic ornithischian dinosaur from Siberia with both feathers and scales // Science. 2014. V. 345. Issue 6195. P. 451-455
5. Mee-mann Chang, Pei-Ji Chen, Yuan-ging Wang, Yuan Wang. The Jehol Biota: The Emergence of Feather Dinosaur, Beaked Birds and Flowering Plants // Shanghai Scientific and Technical Publishers. China, 2003. 208 p.

POSSIBILITY OF FINDING OF NEW LOCALITIES OF FEATHERED DINOSAURS IN MESOSOIC SEDIMENTS OF TRANSBAIKALIA

Godefroit P.¹, Sinitsa S.M.², Bolotsky Yu.L., Bolotsky I.Yu.³, Reshetova S.A.²

¹*Department of Earth and History of Life, Royal Belgian Institute of Natural Sciences,
Brussels, Belgium*

²*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology SB RAS, Chita, Russia*

³*Institute of Geology and Nature Management, FEB RAS, Blagoveshensk, Russia
e-mail: pascal.godefroit@naturalsciences.be*

Abstract: Asia is known for the localities of Jurassic and Cretaceous feathered dinosaurs: there is the only Late Jurassic Kulinda Locality of herbivorous dinosaurs in Transbaikalia and score of cretaceous localities in formations of Isyan, Tsufotan, Chaomidiandshi in Hebei Province, Liaoning in Inner Mongolia which are represented mostly by carnivorous dinosaurs. In Transbaikalia there are several prospective sections for the search of new localities of Jurassic feathered herbivorous dinosaurs according to the marker beds in comparison with the Ukureyskaya suite of Kulinda Locality. The remains of feathered carnivorous dinosaurs as well as the remains of conchostraca, insects, fishes, plants with the elements of Late Jurassic-Early Cretaceous Turga complex of Transbaikalia were found in the sediments of Joholsky group which is considered to be transitory between Jurassic and Cretaceous sediments. This complex is the marker one for the correlation of Transbaikalia and Chinese sections.

Keywords: feathered herbivorous, carnivorous dinosaurs, Kulinda Locality, Hebei Province, Liaoning, Inner Mongolia, marker beds.