

УДК 553.61

DOI: 10.21209/2227-9245-2020-26-1-23-33

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КЛАСТЕР КАК СТРАТЕГИЯ ИЗУЧЕНИЯ И КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦЕОЛИТОВ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

RESEARCH AND PRODUCTION CLUSTER AS A STRATEGY FOR THE STUDY AND INTEGRATED USE OF ZEOLITES IN EAST TRANSBAIKALIA

Ю. В. Павленко, Забайкальский государственный университет, г. Чита
payurva@mail.ru

Yu. Pavlenko, Transbaikal State University, Chita



В канун XXI столетия в Восточном Забайкалье для исполнения «Продовольственной программы СССР до 1990 г.» специализированными геологическими исследованиями сделано крупное открытие – в крайней юго-восточной части установлена аномально высокая концентрация цеолитовой минерализации, ресурсный потенциал которой в несколько раз превышает таковой остальной территории России. Выявлены десятки проявлений цеолитсодержащих пород (ЦП, далее цеолитов), оценены несколько потенциальных месторождений, детально разведаны первоочередные участки очень крупных Шивиртуйского и Холинского месторождений. Промышленные запасы высококачественных цеолитов, способные обеспечить потребности страны несколько веков, в новых экономических условиях страны оказались «забытыми».

В период бурного развития научно-технического прогресса цеолиты – «интеллектуальные минералы XXI века», призванные своими уникальными свойствами находиться на «острие» технологического развития более 40 отраслей промышленности, сельского хозяйства, а также совершенствования природоохранных мероприятий, оказались не востребованы. Среди причин основной является информационный вакуум – цеолиты известны ограниченному кругу специалистов. Природные цеолиты изучены выборочно, нормативные документы их использования либо устарели, либо вообще не разрабатывались. Из семи минеральных видов, способных образовать промышленные концентрации, достаточно полно исследованы лишь клиноптилолиты.

Специфические свойства природного клиноптилолита позволяют утверждать, что цеолиты представляют собой вещество переходное от неживой материи к живой. Эта особенность привлекательна для наукоемких физико-химических, медико-биологических и других точных наук и перспективна в создании экзотических материалов, технологий на нано- и более низком уровне. Полученные революционные результаты исследований открывают широкие перспективы использования в мировой практике. Однако они возможны только при иной, более совершенной, «индивидуальной» организации изучения и практической реализации исследований сырья многоцелевого использования. Стратегически выверенным и организационно-перспективным представляется создание регионального научно-производственного кластера, объединяющего разрозненные целевые направления исследований в единую наукоемкую систему, состоящую из геологов, строителей, химиков, физиков, медиков, ветеринаров, биологов, технологов и других специалистов

Ключевые слова: природные цеолиты; месторождения; запасы; свойства цеолитов; актуальность изучения; медико-биологические свойства; использования цеолитов; научно-производственный кластер; Восточное Забайкалье; Шивиртуйское и Холинское месторождения

On the eve of the XXI century in Eastern Transbaikalia, pursuant to the state “Food Program of the USSR until 1990”, specialized geological research made a major discovery – in the extreme south-eastern part an abnormally high concentration of zeolite mineralization has been established, the resource potential of which is several times higher than that of the rest of Russia. Dozens of manifestations of zeolite-containing rocks (CPU, hereinafter zeolites) have been identified, several potential deposits have been evaluated; priority areas of very large

Shivyrtyu and Kholinsky deposits have been explored in detail. Industrial stocks of high-quality zeolites, capable of meeting the needs of the country for several centuries, in the new economic conditions of the country have been “forgotten”.

It is striking that during the period of rapid development of scientific and technological progress zeolites – “intellectual minerals of the XXI century”, designed to be on the “edge” of technological development of more than 40 industries, agriculture, as well as improvement of environmental measures are simply not in demand. Among the reasons the main one is the information vacuum – zeolites are known to a limited number of persons skilled in the art. Natural zeolites have been studied very selectively today, and regulatory documents for their use have either become obsolete or have not been developed at all. Of the seven mineral species capable of forming industrial concentrations, only clinoptilolites have been studied quite fully.

Unpredictable, original, very specific properties of natural clinoptilolite make it possible to claim that zeolites represent a transitional substance from non-living matter to living matter. This mysterious feature of them is attractive both for very knowledge-intensive physical-chemical, medical-biological and other exact sciences, and is promising in the creation of exotic materials, technologies on nano- and lower level. The revolutionary results of research have opened up wide prospects for use in world practice. However, they are possible only with a different, more advanced, “individual” organization of study and practical implementation of research of raw materials of multipurpose use. Strategically verified and organizational and promising is the creation of a regional scientific and production cluster, combining scattered target areas of research into a single knowledge-intensive system consisting of geologists, builders, chemists, physicists, doctors, veterinary scientists, biologists, technologists and other specialists

Key words: natural zeolites; deposits; reserves; properties of zeolites; relevance of study; medical and biological properties; use of zeolites; scientific and production cluster; East Transbaikalia; Shivyrtyu and Kholinsky deposits

Введение. Цеолиты – широко распространенная группа алюмосиликатных минералов класса силикатов, в который входит порядка 800 минеральных видов, составляющих около 90 % массы вещества земной коры и 75 % всех минералов литосферы. По распространенности цеолиты (группа из 43 минералов) занимают 6-е место в мире (вслед за карбонатами) [6; 18], но из-за сложности определения минерального вида они известны лишь ограниченному кругу специалистов. Приблизительно на 1/5 территории России встречаются семь минералов этой группы, которые могут представлять промышленный интерес в виде цеолитсодержащих пород (ЦП), практически не требующих обогащения [22].

В России выделены девять цеолитоносных провинций, семь из которых находятся в Сибири и на Дальнем Востоке [10]. Аномально высокая концентрация объектов ЦП Монголо-Охотской провинции сосредоточена в южной части Забайкальского края. Здесь учтены 22 млрд т прогнозных ресурсов ЦП, содержащих клиноптилолит [13], морденит и шабазит в 28 проявлениях и 3 месторождениях, детально разведаны первоочередные участки очень крупных Шивыртуйского и Холинского месторождений с суммарными запасами промышленных категорий $B+C_1+C_2$

более 1,3 млрд т (среднее содержание полезных компонентов более 60 %) [11; 12].

Ресурсный потенциал ЦП региона в несколько раз превышает таковые остальной территории России. Геологические результаты исследований несомненно относятся к выдающимся научным достижениям.

Свойства цеолитов. Бурный рост с середины XX в. нефтехимической, нефтеперерабатывающей и других отраслей промышленности потребовал адсорбенты, катализаторы и иные энергетически активные материалы, спрос на которые покрывался производством искусственных (синтетических) очень дорогих цеолитов. В нашей стране потребность в многочисленных видах цеолитов в значительной степени удовлетворялась их импортом преимущественно из Японии. Наряду с синтетическими цеолитами, нарастающий интерес в Японии, США, а затем в ряде других стран с 50-х гг. прошлого столетия вызывали природные цеолиты, практическое использование которых существенно расширило области их возможного эффективного использования в промышленности, сельском хозяйстве и экологии [23].

Природные цеолиты являются водными каркасными алюмосиликатами щелочных и щелочноземельных металлов. Кристаллическая решетка цеолитов представлена

четырёх-, пяти-, шестичленными и более сложными кольцами, в которых часть атомов кремния замещена алюминием. В результате такого строения формируется микропористая структура [16].

Природные цеолиты – относительно новый, весьма перспективный вид нерудных полезных ископаемых, которые, благодаря своим уникальным адсорбционным, катионообменным, каталитическим, молекулярно-ситовым и иным свойствам, возможности применения в самых различных областях мировой экономики, заслужили эпитеты «звезд интеллектуальных минералов» и «минералов XXI века». Основные свойства цеолитов, связанные с микропористой структурой кристаллического каркаса, нуждались в дополнительном изучении, обусловленном целесообразностью использования в сельскохозяйственных отраслях при производстве продуктов питания. Низкая себестоимость и специфические свойства природных цеолитов, возможность управлять этими свойствами с помощью несложных технологических процессов оправдали надежды исследователей, расширив область их применения по сравнению с синтетическими цеолитами.

Скелетный каркас цеолитов разнообразен и представляет собой совокупность алюмосиликатных тетраэдров, которые содержат полости, каналы, размером 1,5...200 нм [22] суммарным объемом до 47 %. Полости, соединяющиеся между собой, заполнены молекулами воды, крупными ионами калия, натрия, кальция, реже – катионами бария, стронция, лития, нейтрализующими отрицательный заряд анионного каркаса минерала. При изменении внешних условий адсорбированные молекулы могут удаляться, а обменные катионы замещаться другими, в результате чего цеолиты регенерируются и могут работать в многоциклическом режиме. Обработка кислотами, щелочами и солями позволяет модифицировать цеолиты и целенаправленно изменять их свойства. Электролитоподобная катионная жидкость, имея значительную свободу перемещения, способна к ионному обмену, катализу и к обратимой дегидратации (т. е. обезвоживанию). Узор формирующих каркас атомов кремния с алюминием (алюмосиликатная решетка) и обменных катионов чрезвычайно изменчив даже в минеральном виде, а размеры элементарной ячейки и каналов значительно

колеблются. При нагревании вместе с изменением каркаса трансформируются многие физико-химические свойства вещества, которые при охлаждении способны частично восстанавливаться. Однако при достижении критической температуры каркас теряет устойчивость, кристалл «умирает». Все это напоминает свойства живых организмов.

Порядок расположения молекул воды и катионов в решетке определяется физико-химическими свойствами среды, а прочность связей между ионами каркаса и обменными ионами прямо зависит от размеров катионов, их соотношения, способности к поляризации [17]. Изучение сложнейших физико-химических, структурных преобразований выявило ряд новых технологических, строительно-технических свойств цеолитов (кислотоустойчивость, термостабильность, химическая активность, вспениваемость, вспучиваемость и др.), а также токсикологических, медико-биологических, радиационно-гигиенических и др. [7; 9; 20]. Поскольку последние свойства чужды минеральным веществам, а в цеолитах проявляются очень ярко, природные цеолиты следует относить к веществу, переходному от неживой материи к материи живой. Названные свойства определились в клиноптилолите, являющемся биологически активным минералом. Свойства не соответствуют в полном объеме другим минеральным видам, которые не только структурно, но и по катионному составу в разных геологических условиях существенно разнятся и могут оказаться весьма опасными не только для человека. В этом заключается уникальность цеолитов.

Актуальность изучения свойств цеолитов определяется перспективами крупномасштабного использования во многих сферах человеческой деятельности и изменчивостью свойств цеолитов [19]. До сих пор наиболее значимые перспективы ЦП реализовывались в сельском хозяйстве, в животноводстве как возможном массовом потребителе; затраты 1 р. обеспечивали чистую прибыль 5...15 р. (в ценах 1989 г.) [4]. Такой экономический эффект соответствовал решению задач «Продовольственной программы СССР до 1990 г.». Однако разведка месторождений ЦП для животноводства существенно осложнялась необходимостью изучения многих свойств и соблюдения норм медико-биологических, санитарно-гигиени-

ческих и других требований, важных для живых организмов. Сложность решения этой задачи также заключалась в том, что результаты подобных исследований не могут в полной мере использоваться для качественной оценки цеолитов других месторождений, так как статистика изменчивости уникальных свойств не изучена.

Специфика ЦП обязывает среди основных критериев горно-геологической, количественной, технологической ценности полезного ископаемого и географо-экономического положения месторождения главным считать качество полезного ископаемого. Оценка качества цеолитов для геологов является не регламентированной и наиболее сложной задачей. Решение вопроса о промышленной значимости месторождения возможно лишь при участии биологов, медиков, ветеринаров и ряда других специалистов, так как требует специальных исследований, особой тщательности при изучении влияния химических элементов полезного ископаемого на биологические объекты.

Актуальная проблема медико-биологических испытаний цеолитов крупнейшего в стране Шивиртуйского месторождения впервые решалась на государственном уровне, поскольку массовые испытания на животных запрещались ветеринарным кодексом. Для выполнения «Продовольственной программы СССР» в части практического использования цеолитов выполнены следующие мероприятия [11]:

– Советом министров РСФСР принято постановление № 344 от 01.08.1986 г. «О применении природных цеолитов в народном хозяйстве РСФСР»;

– в 1987 г. Госпланом РСФСР принято постановление № 167 «О республиканской программе “Опытно-промышленные испытания и определение масштабов использования природных цеолитов в народном хозяйстве РСФСР в 1987–1990 гг. (РНТП Р.087.03)”» и дополнение № 39-49 к этой программе от 17.02.1989 г. «О Всесоюзной программе проведения научно-исследовательских испытаний цеолитов Шивиртуйского месторождения в животноводстве»;

– коллегией Мингео РСФСР принята программа № 3-5 1/1603 от 04.10.1983 г. «О развитии геологоразведочных работ для нужд сельского хозяйства на период до 1990 г.» (в рамках программы с 1985 г. выполнялись

опытно-методические работы в Читинской области), приказами Мингео РСФСР № 589 от 08.09.1987 г., ПГО «Читагеология» № 276-П от 01.10.1987 г. предусмотрено форсированное изучение месторождения, а Читинским облисполкомом постановлением № 357 от 13.08.1987 г. намечены мероприятия по проведению испытаний ЦП на территории области;

– в ЦК КПСС на специальном совещании 02.09.1988 г. рассмотрены вопросы расширения, координации работ по оценке и использованию ЦП.

Кроме того, шивиртуйские ЦП изучались по программам «Сибирь» (подпрограмма «Цеолиты Сибири»), «Цеолиты России» и «Ресурсосберегающие технологически безопасные процессы горно-металлургического производства». В течение трех лет в форсированном изучении ЦП участвовали 13 ведущих НИИ страны различного профиля, многие производственные организации и учебные заведения, что позволило впервые выполнить полную физико-химическую, токсиколого-гигиеническую, медико-биологическую оценку, определить нормы и режимы применения ЦП [14; 24]. Шивиртуйское – единственное в стране месторождение, для которого определены нормы, режимы применения ЦП [14; 24] и выполнена оценка безопасного использования природного клиноптилолита. Шивиртуйское месторождение является не только эталоном для оценки безопасности клиноптилолита, но и показывает объем научных исследований, необходимый для полного и качественного изучения цеолитов других месторождений.

Медико-биологические свойства шивиртуина (МЦП с содержанием монтмориллонита и цеолита более 70 %) изучались в семи медицинских институтах, в лабораториях канцерогенеза Всесоюзного онкологического научного центра, во Всероссийском государственном НИИ контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов, во Всероссийском НИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, НИИ ветеринарии Восточной Сибири, НИИ экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока. Безопасность продуктов питания изучена институтом гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, институтом питания АМН и рядом учебных медицинских институтов [21].

Комплексными исследованиями установлена безвредность дозированного применения цеолитов для человека, безвредность продукции животноводства, овцеводства, птицеводства, рыбоводства, а также продукции растениеводства, выращенной в защищенном грунте на цеолитовых и органоцеолитовых субстратах. Основная часть исследований проведена по методикам Фармсовета – государственного надзорного органа. По результатам комплексных токсиколого-гигиенических и медико-биологических исследований разработаны первые в стране постоянные ТУ 10 РСФСР 359-88 для применения ЦП в животноводстве [3]. Исследованиями под руководством академика А. П. Шицковой (Институт питания) установлена оптимальная доза скармливания МЦП (4 %), безвредная для человека [21].

Основные результаты медико-биологических испытаний [4; 7; 12; 14; 19; 20; 21; 24] показали, что шивыртуин:

- не обладает острой токсичностью; в хронических экспериментах отмечаются морфологические изменения в виде гиперплазии лимфоидной ткани, утолщение стенки желудочно-кишечного канала, дистрофии внутренних органов и пр.;
- не обладает эмбриотоксическими и тератогенными свойствами;
- в легочной ткани проявляет цитотоксические (на уровне каолина), мутагенные, фиброгенные (ниже кварца) свойства, цеолит вызывает воспалительные процессы в альвеолах и терминальных бронхиолах. ПДК пыли не должно превышать 2 г/м³;
- не обладает сенсibiliзирующими и аллергенными свойствами;
- слабо канцерогенен, в т. ч. за счет бенз(а)пирена, накапливающегося в легочной перинхиме;
- в дозе до 4 % обеспечивает получение гигиенически чистого мяса;
- не вызывает патологических изменений в печени и почках; структурные изменения касаются секреторных и всасывающих механизмов;
- обладает высокой сорбционной способностью к микроорганизмам воды, снижает обсемененность безалкогольных напитков;
- жизненно важными для организма животного и птицы являются Ca, Na, K, Mn, Mg, Co, Zn;

– при дозе потребления 4 % токсичные Pb, Zn, Cd, Hg, As, Cu во внутренних органах животных и птиц не накапливаются, эти элементы частично извлекаются из минеральных форм ЦП;

– радиопротекторные свойства проявляются в способности шивыртуина приблизительно в 5 раз быстрее выводить из организма цезий-137 и стронций;

– комплексно влияет на прирост живой массы (в среднем около 10 %), повышает усвояемость питательных веществ рациона, сохранность молодняка и т. д.;

– в ветеринарии применим для профилактики и лечения ЖКТ животных и птицы, улучшения микроклимата животноводческих помещений, повышения санитарного качества воды и продуктов животноводства;

– обеспечивает удаление из организма животных газообразных токсичных продуктов, опасных катионов, тяжелых металлов, адсорбирует избыточную воду, ослабляет перистальтику кишечника, замедляет прохождение через ЖКТ питательных веществ, обеспечивая лучшую их усвояемость;

– перспективны в качестве основы для лекарственных препаратов серы, серосодержащих соединений, кормовых фосфатов, микроэлементов, мочевины ветеринарного назначения, синтетических азотных веществ в виде кормовых добавок;

– способны значительно повышать чувствительность микрофлоры к антибиотикам, пролонгировать свойства ферментов, антибиотиков, антисептиков;

– содержат химические элементы, способные участвовать в поддержании в организме электролитного баланса жидких сред, формировать тканевые составляющие, ферментные, медиаторные и иные системы, а также обладают биологически активными свойствами к регенерации нарушенных тканей.

Все эти результаты однозначно свидетельствуют, что шивыртуин является биологически активным веществом, опасным для животных и человека в дозах потребления свыше 4 %; в третьем поколении меняется состав крови, размеры внутренних органов.

Использование природных цеолитов. Огромный научный интерес исследователей к цеолитам страны доказывают свыше 1000 свидетельств на открытия и изобретения, десятки кандидатских, докторских диссертаций и государственные премии. Наиболее пол-

но результаты комплексных научных исследований 40 НИИ страны по использованию природных цеолитов в агропромышленном комплексе представлены в коллективной монографии [21].

Забайкальский край является практически монополистом цеолитов России. Край располагает уникальными возможностями для детального научного изучения и освоения этого природного сырья различных минеральных видов. Природные цеолиты являются одним из реальных факторов социально-экономического роста и научно-технического прогресса региона.

Управляемые многочисленными физико-химические, биологические, радиационно-гигиенические и другие эффекты этих минералов относятся к разряду нанотехнологий и лежат в основе новой отрасли производства на основе природных цеолитов. Эти свойства минералов заслуживают пристального внимания науки, открывают возможность получения новых экзотических материалов и разработки необычных технологических решений. Качественные различия цеолитов различных месторождений, возможность сочетания многочисленных оригинальных эффектов природных цеолитов, их активации, модифицирования, создания композиционных материалов применительно к отдельным минеральным видам существенно расширяют сферу практического и перспективного использования минерального сырья. В мире насчитывается более 40 перспективных направлений применения этого экзотического и интеллектуального сырья.

Использование цеолитов Забайкалья приоритетно по следующим причинам:

- наличие разведанных запасов приблизительно на 100 лет и огромных ресурсов, сосредоточенных в благоприятных географо-экономических районах Забайкальского края (могут использоваться до 2000 лет);

- благоприятные геологические, горнотехнические и экономические условия освоения и разработки месторождений, характеризующиеся простотой строения, их открытой разработкой, элементарной технологией переработки сырья (дробление, фракционирование, расфасовка), безотходность и многоцелевое эффективное использование продукта в промышленности, сельском хозяйстве, экологии с большими положительными социальными последствиями;

- высокая технологичность минерального сырья, открывающая возможность разработки принципиально новых экологически чистых технологий, композиционных материалов, катализаторов, различного рода профилактических средств защиты, накопления, утилизации, очистки и т. д. При этом сырье может использоваться в природном виде или служить основой для получения активированных, модифицированных и синтетических цеолитов с еще более выраженными и управляемыми специфическими свойствами;

- уникальные сорбционные, ионообменные, каталитические и масса иных особенностей цеолитов, вызывающих биологический эффект, который с успехом может использоваться в альтернативной медицине, для профилактики заболеваний людей и животных, улучшения санитарно-гигиенической обстановки и экологии промышленных центров;

- многократное использование ЦП в некоторых технологических процессах и возможность переработки, утилизации отработанного и загрязненного продукта без заметных воздействий на окружающую среду.

Освоение и широкое использование ЦП отвечает стратегическим направлениям развития Забайкальского края на период до 2025 г. (Закон от 25.11.2009 г.) в части формирования горнорудных комплексов на основе минерально-сырьевых ресурсов края, включающих высокотехнологичные предприятия по добыче и переработке полезных ископаемых. Реализация проекта позволит повысить эффективность и комплексность использования природных ресурсов, освоить новые прогрессивные технологии в крае, в том числе нанотехнологии, обеспечивающие выход экономики на новый, качественно более высокий уровень развития.

Цель проблемы изучения недр и применения цеолитов – реализовать огромные перспективы региона, освоить разведанные запасы уникального минерального сырья, доведя его комплексное использование до достигнутого мирового уровня. Для этого необходимо:

- принятие Правительством Забайкальского края политического решения о целесообразности освоения и интенсификации использования природных цеолитов как основы для развития новой отрасли производства с большими положительными социально-экономическими последствиями;

– стабильное и достаточное финансирование в период длительного срока научных исследований и освоения технологий практического использования минерального сырья;

– выполнение наукоемких научно-исследовательских работ для разработки и апробации нормативной документации по внедряемым технологиям, продуктам, создание патентной базы, базы сертификации и прочее, т. е. всего комплекса исследовательской части, включая лабораторную базу;

– создание производственной базы, горно-технологического предприятия, способного добывать и перерабатывать минеральное сырье, оперативно реализовывать научные разработки в виде готового продукта;

– организация коммерческой службы, обеспечивающей рекламу, поставки, материально-техническое и прочее обеспечение, а также реализацию готового продукта;

– создание научно-организационной структуры, обеспечивающей производство и координацию исследований по программе «Цеолиты Забайкалья».

Основные задачи программы определяются возможностью получения реальной экономической отдачи уже на первом этапе использования сырья, а в дальнейшем – освоением новых продуктов и технологий по следующим наиболее социально значимым направлениям использования сырья:

– экологическому – наиболее востребованному и все более актуальному с неограниченным спросом на цеолиты, которые практически применимы по всему спектру экологических требований. Приоритетными являются подготовка, очистка, улучшение качества питьевой воды (многие регионы лишены чистой воды), воздушного пространства крупных городов и промышленных центров, оздоровление районов радиоактивного заражения, очистка, утилизация вредных коммунальных отходов, биологических жидкостей, вредных газов в лечебных учреждениях, на фермах и пр. [15; 16];

– новому перспективному медико-санитарному профилактическому, связанному с оздоровлением людей и животных. Имеются результаты многочисленных опытов, свидетельствующих о чрезвычайно высокой эффективности цеолитов при использовании биологических активных пищевых добавок, лекарственных композиций, действенных дешевых медикаментов и ветеринарных

средств, хирургических и прочих препаратов нового поколения для гемосорбции, плазмосорбции, лимфосорбции, ликворсорбции, колонок гемодиализа. Зарождается перспективная отрасль материального производства для массового потребления с низкой себестоимостью продукции и высокой эффективностью использования в области кардиологии, педиатрии, гастроэнтерологии, стоматологии, хирургии, комплексной терапии, онкологии, урологии, радиологии, способная вытеснить в своем большинстве дорогие лекарственные, а также ветеринарные средства [1– 3; 5; 25; 27];

– сельскохозяйственному, обеспечивающему получение экологически чистой, высококачественной продукции, существенное повышение продуктивности животноводства, растениеводства (особенно на плохих почвах и в тепличных условиях), рыбоводства, звероводства, повышение сохранности продукции, создание новых композиционных почв, удобрений, производство эффективных ветеринарных препаратов, полиминеральных подкормок, премиксов для профилактики заболеваний сельскохозяйственных животных и птиц, комбикормов, антисельживателей удобрений и пр. [7; 14; 21; 24; 26];

– микробиологическому и биотехнологическому – новые биотехнологии добычи, обогащения полезных ископаемых, создание перспективных вакцин, сывороток, композитных материалов с участием бактерий, грибов, микроэлементов, бактериальные препараты, бактериальные монокультуры и пр.; экзотичных товаров народного потребления, косметических, бытовых средств, производства специализированных масел, скрабов, кремов на основе цеолитов и монтмориллонита, осушителей, фильтров и пр.;

– промышленному – осушка газовых и жидких систем, очистка газовых систем, обогащение воздуха кислородом, дезактивация радиоактивных сточных вод, извлечение металлов из растворов, производство бумаги, резины, строительных пористых материалов, присадок, строительных смесей;

– строительной индустрии – новые строительные материалы типа сибирфома, теплона на порядок лучше известных в мире строительных материалов. Они предназначены для массового жилищного и промышленного строительства, способны преобразить города и быт граждан благодаря высоким

звуко-теплоизолирующим, микропористым, радиационно-защитным, декоративным свойствам, чрезвычайной экономичности, легкости, долговечности, экологичности и пр. [8; 9];

– научных изысканий на основе нанотехнологий новых экзотичных, по современным меркам, материалов путем изучения известных и освоения еще не выявленных в регионе минеральных видов природных цеолитов, фундаментальных исследований природы поверхности, пористости, адсорбционной способности, модификации и других физико-химических свойств цеолитов для прогнозирования технологических свойств, в том числе создание органоцеолитных композиций [17];

– создание физико-химической лаборатории для анализа качества и свойств минерального сырья различных объектов и опытных партий;

– поиск, оценка новых перспективных видов природных цеолитов.

Таковы возможности комплексного использования месторождений известных видов ЦП Забайкалья. Однако обозначены далеко не все направления использования цеолитов: отсутствуют получение пленочных материалов, нефтехимическая, пищевая промышленность, энергетика и т. д., вплоть до получения взрывчатого вещества.

Заключение. Изучение и многоцелевое использование цеолитов невозможно без

государственной поддержки. Она обусловлена необходимостью организации многочисленных исследований, принципиальной новизной и эффективностью ожидаемых технических, технологических, научно-методических, научно-технических решений и мероприятий, обеспечением финансирования работ, координацией органами исполнительной государственной власти и края деятельности различных организаций для решения перспективной цеолитовой проблемы.

Эти мероприятия может выполнить лишь новая, более совершенная и конкретная форма организации и реализации исследований – научно-производственный кластер, объединяющий разрозненные целевые направления исследований в единую наукоемкую систему, состоящую из геологов, строителей, химиков, физиков, медиков, ветеринаров, биологов, технологов и других специалистов. Этот список обязателен для изучения и использования перспективного, но сложного сырья, имеющего свойства и живого, и неживого вещества. В современных экономических условиях только специализированный научно-производственный кластер способен открыть тайны природных цеолитов, открыть горизонты науки для улучшения социально-экономических условий региона. Однако «интеллектуальные минералы XXI столетия» в течение приблизительно 25 лет остаются невостребованы.

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Антонов А. Р., Архипов С. А. Природные минералы на службе здоровья человека. Новосибирск, 1999. 148 с.
2. Бгатова Н. П., Новоселов Я. Б. Использование биологически активных пищевых добавок на основе природных минералов для детоксикации организма. Новосибирск, 2000. 240 с.
3. Благитко Е. М., Бгатов В. И., Ефремов А. В. Профилактические и лечебные свойства природных цеолитов (Биологически активные пищевые добавки типа «Литовит»). Новосибирск: Экор, 1999. 160 с.
4. Болтян В. А. Использование клиноптилолитовых туфов Шивиртуйского месторождения в кормлении свиней: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02. Дубровицы, 1990. 19 с.
5. Бородин Ю. И., Горчаков В. Н., Бгатова Н. П., Асташов В. В., Асташова Т. А., Обухова Л. А., Шурлыгина А. В., Грязева Н. И., Казаков О. В., Вербицкая Л. В., Федорова А. И. Морфофункциональная оценка воздействия биологически активной добавки «Литовит» на органы и системы организма. Новосибирск: Экор, 1999. 78 с.
6. Буров А. И., Тюрин А. Н., Якимов А. В., Ишкаев Т. Х. Цеолитсодержащие породы Татарстана и их применение. Казань: Фэн, 2001. 176 с.
7. Ветеринарные проблемы Забайкалья: сб. науч. тр. / под ред. В. Г. Черных. Новосибирск: СО РАСХН, 1993. 98 с.
8. Дабижа О. Н., Коновалова Н. А. Совершенствование методов модификации природных цеолитов Забайкалья. Чита: ЗаБИЖТ, 2016. 248 с.

9. Казанцева Л. К. Формирование ячеистой структуры и технология пеноматериалов из цеолитосодержащего сырья: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.11. Томск, 2002. 42 с.
10. Колодезников К. Е. Цеолитоносные провинции востока Сибирской платформы. Якутск, 2003. 221 с.
11. Павленко Ю. В. Промышленная цеолитоносность орогенно-активизированных структур Восточного Забайкалья: автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук: 04.00.11. Чита, 2000. 45 с.
12. Павленко Ю. В. Цеолитовые месторождения Восточного Забайкалья. Чита: ЧитГТУ, 2000. 101 с.
13. Павленко Ю. В., Белицкий И. А., Сереткин Ю. В. Шивыртуин – цеолитсодержащий туф Восточного Забайкалья // Геология и геофизика, 1989. № 7. С. 116–119.
14. Природные минералы Забайкалья в обеспечении сохранения и поддержания здоровья животных / под ред. Л. А. Мининой, Е. Б. Прудеевой, В. В. Цыреновой. Улан-Удэ: БГСХА им. В. Р. Филиппова, 2011. 71 с.
15. Природные минералы на службе здоровья человека (Минеральная среда и жизнь): материалы науч.-практ. конф. / под ред. А. Г. Щедриной, Я. Б. Новоселова. Новосибирск, 1999. 212 с.
16. Природные цеолиты России: в 2 т. Т. 1. Геология, физико-химические свойства и применение в промышленности и охране окружающей среды / под ред. И. А. Белицкого. Новосибирск, 1992. 171 с.
17. Старостин Е. Г., Габышев А. Н. Исследование содержания содержания незамерзшей воды в цеолите по термограмме замораживания // Наука и образование. 2014. № 1. С. 58–62.
18. Супрычев В. А., Кирикилица С. И. Генетическая типизация цеолитов стратиформных формаций. М., 1980. 50 с.
19. Теоретические и прикладные проблемы внедрения цеолитов в народном хозяйстве РСФСР: сб. ст. / отв. ред. А. Г. Руммель. Кемерово, 1988. 141 с.
20. Физико-химические и медико-биологические свойства природных цеолитов: сб. науч. тр. / отв. ред. Л. Е. Панин. Новосибирск: ИГиГ, 1990. 145 с.
21. Цеолиты: эффективность и применение в сельском хозяйстве / под ред. Г. А. Романова. М.: Росинформагроцех, 2000. 632 с.
22. Цицишвили Г. В., Андроникашвили Т. Г., Киров Г. Н., Филизова Л. Д. Природные цеолиты. М.: Химия, 1985. 224 с.
23. Цхакая Н. Ш., Квашали Н. Ф. Японский опыт по использованию природных цеолитов. Тбилиси: Мецниереба, 1984. 129 с.
24. Шивыртуинские цеолиты на службе здоровья животных и человека / под ред. Н. И. Богомолова, Л. А. Мининой, А. М. Паничевой. Чита: Экспресс-издательство, 2005. 148 с.
25. Armstrong L., Maresh C. Vitamin and mineral supplements as nutritional aids to exercise performance and health // Nutrition Reviews. 1996. Vol. 54. P. 148–158.
26. Bornstein S. R., Ehrhart-Bornstein M. E., Scherbaum W. A. Morphological and functional studies of the paracrine interaction between cortex and medulla in the adrenal gland // Microscopy Research and Technique. 1997. Vol. 36, No. 6. P. 520–533.
27. Richter K. K., Fink L. M., Hughes B. M., Shmaysani H. M., Sung C. C., Hauer-Jensen M. Differential effect of radiation on endothelial cell function in rectal cancer and normal rectum // American Journal of Surgery. 1998. Vol. 176. P. 642–647.

References

1. Agadzhanian N. A., Antonov A. R., Arkhipov S. A. *Prirodnye mineraly na sluzhbe zdoroviya cheloveka* (Natural minerals in the service of human health). Novosibirsk, 1999. 148 p.
2. Bgatova N. P., Novoselov Ya. B. *Ispolzovanie biologicheskii aktivnykh pishchevykh dobavok na osnove prirodnnykh mineralov dlya detoksikatsii organizma* (Use of biologically active food additives based on natural minerals for detoxification of the body). Novosibirsk, 2000. 240 p.
3. Blagitko E. M., Bgatov V. I., Efremov A. V. *Profilakticheskie i lechebnye svoystva prirodnnykh tseolitov (Bioogicheski aktivnye pishchevye dobavki tipa "Litovit")* (Preventive and therapeutic properties of natural zeolites (Biologically active food additives of the "Litovit" type)). Novosibirsk: Ekor, 1999. 160 p.
4. Boltyan V. A. *Ispolzovanie klinoptilolitovykh tufov Shivyrtuyskogo mestorozhdeniya v kormlenii sviney: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.02.02* (The use of clinoptilolite tufts of the Shivyrtuy deposit in feeding pigs: abstract dis. ... cand. agricultural sciences: 02.02.02). Dubrovitsy, 1990. 19 p.
5. Borodin Yu. I., Gorchakov V. N., Bgatova N. P., Astashov V. V., Astashova T. A., Obuhova L. A., Shurlygina A. V., Gryazeva N. I., Kazakov O. V., Verbitskaya L. V., Fedorova A. I. *Morfofunktsionalnaya otsenka vozdeystviya biologicheskii aktivnoy dobavki "Litovit" na organy i sistemy organizma* (Morphofunctional assessment of the effect of biologically active additives "Litovit" on the organs and systems of the body). Novosibirsk: Ekor, 1999. 78 p.

6. Burov A. I., Tyurin A. N., Yakimov A. V., Ishkaev T. H. *Tseolitsoderzhashchie porody Tatarstana i ih primeneniye* (Zeolite-containing rocks of Tatarstan and their application). Kazan: Fen, 2001. 176 p.
7. *Veterinarnyye problemy Zabaykaliya: sb. nauch. tr.* (Veterinary problems of Transbaikalia: collected scientific works) / ed. V. G. Chernykh. Novosibirsk: SB RASHN, 1993. 98 p.
8. Dabizha O. N., Konovalova N. A. *Sovershenstvovanie metodov modifikatsii prirodnnykh tseolitov Zabaykaliya* (Improvement of methods for the modification of natural zeolites of Transbaikalia). Chita: ZablZhT, 2016. 248 p.
9. Kazantseva L. K. *Formirovaniye yacheistoy struktury i tekhnologiya penomaterialov iz tseolitsoderzhashchego syriya: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.17.11* (The formation of the cellular structure and technology of foams from zeolite-containing raw materials: abstract. dis. ... dr. tech. sciences: 05.17.11). Tomsk, 2002. 42 p.
10. Kolodeznikov K. E. *Tseolitonosnyye provintsii vostoka Sibirskoy platformy* (Zeolithic provinces of the east of the Siberian platform). Yakutsk, 2003. 221 p.
11. Pavlenko Yu. V. *Promyshlennaya tseolitonosnost orogenno-aktivizirovannykh struktur Vostochnogo Zabaykaliya: avtoref. dis. ... d-ra geol.-miner. nauk: 04.00.11* (Industrial zeolite bearing of oxygen-activated structures of East Transbaikalia: abstract. dis. ... dr. geol.-miner. science: 04.00.11). Chita, 2000. 45 p.
12. Pavlenko Yu. V. *Tseolitovyye mestorozhdeniya Vostochnogo Zabaykaliya* (Zeolite deposits of East Transbaikalia). Chita: Chita State Technical University, 2000. 101 p.
13. Pavlenko Yu. V., Belitsky I. A., Seretkin Yu. V. *Geologiya i geofizika* (Geology and Geophysics), 1989, no. 7, pp. 116–119.
14. *Prirodnyye mineraly Zabaykaliya v obespechenii sohraneniya i podderzhaniya zdoroviya zhivotnykh* (Natural minerals of Transbaikalia in ensuring the preservation and maintenance of animal health) / ed. L. A. Minin, E. B. Prudeev, V. V. Tsyrenov. Ulan-Ude: BSAA them. V. R. Filippova, 2011. 71 p.
15. *Prirodnyye mineraly na sluzhbe zdoroviya cheloveka (Mineralnaya sreda i zhizn): materialy nauch.-prakt. konf.* (Natural minerals in the service of human health (Mineral environment and life): materials scientific conf.) / ed. A. G. Schedrin, Ya. B. Novoselov. Novosibirsk, 1999. 221 p.
16. *Prirodnyye tseolity Rossii: v 2 t. T. 1. Geologiya, fiziko-himicheskie svoystva i primeneniye v promyshlennosti i ohrane okruzhayushchey sredy* (Natural zeolites of Russia: in 2 vol. Vol. 1. Geology, physico-chemical properties and applications in industry and environmental protection) / ed. I. A. Belitsky. Novosibirsk, 1992. 171 p.
17. Starostin E. G., Gabyshev A. N. *Nauka i obrazovanie* (Science and Education), 2014, no. 1, pp. 58–62.
18. Suprychev V. A., Kirikilitsa S. I. *Geneticheskaya tipizatsiya tseolitov stratiformnykh formatsiy* (Genetic typification of zeolites of stratiform formations). Moscow, 1980. 50 p.
19. *Teoreticheskie i prikladnyye problemy vnedreniya tseolitov v narodnom hozyaystve RSFSR: sb. st.* (Theoretical and applied problems of the introduction of zeolites in the national economy of the RSFSR: sat. art.) / ed. A. G. Rummel. Kemerovo, 1988. 141 p.
20. *Fiziko-himicheskie i mediko-biologicheskie svoystva prirodnnykh tseolitov: sb. nauch. tr.* (Physico-chemical and biomedical properties of natural zeolites: collected scientific works) / ed. L. E. Panin. Novosibirsk: IGI, 1990. 145 p.
21. *Tseolity: effektivnost i primeneniye v selskom hozyaystve* (Zeolites: efficiency and application in agriculture) / ed. G. A. Romanov. M.: Rosinformagrootsekh, 2000. 632 p.
22. Tsitsishvili G. V., Andronikashvili T. G., Kirov G. N., Filizova L. D. *Prirodnyye tseolity* (Natural zeolites). Moscow: Chemistry, 1985. 222 p.
23. Tskhakaya N. Sh., Kvashali N. F. *Yaponskiy opyt po ispolzovaniyu prirodnnykh tseolitov* (Japanese experience in the use of natural zeolites). Tbilisi: Metzniereba, 1984. 129 p.
24. *Shivirtuyuskie tseolity na sluzhbe zdoroviya zhivotnykh i cheloveka* (Shivirtuy zeolites in the service of animal and human health) / ed. N. I. Bogomolov, L. A. Minin, A. M. Panichev. Chita: Express Publishing, 2005. 148 p.
25. Armstrong L., Maresh C. *Nutrition Reviews* (Nutrition Reviews), 1996, vol. 54, pp. 148–158.
26. Bornstein S. R., Ehrhart-Bornstein M. E., Scherbaum W. A. *Microcopy Research and Technique* (Microcopy Research and Technique), 1997, vol. 36, no. 6, pp. 520–533.
27. Richter K. K., Fink L. M., Hughes B. M., Shmaysani H. M., Sung C. C., Hauer-Jensen M. *American Journal of Surgery* (American Journal of Surgery). 1998, vol. 176, pp. 642–647.

Коротко об авторе _____ **Briefly about the author**

Павленко Юрий Васильевич, д-р геол.-минер. наук, профессор, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: мелко-среднемасштабное геологическое картирование, прогнозирование, поиски, разведка месторождений
pavurva@mail.ru

Yuriy Pavlenko, doctor of geological mineralogical sciences, professor, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: small-medium-scale geological mapping, forecasting, prospecting, exploration of deposits

Образец цитирования _____

Павленко Ю. В. Научно-производственный кластер как стратегия изучения и комплексного использования цеолитов Восточного Забайкалья // Вестник Забайкальского государственного университета. 2020. Т. 26, № 1. С. 23–33. DOI: 10.21209/2227-9245-2020-26-1-23-33.

Pavlenko Yu. Research and production cluster as a strategy for the study and integrated use of zeolites in East Transbaikalia // Transbaikal State University Journal, 2020, vol. 26, no. 1, pp. 23–33. DOI: 10.21209/2227-9245-2020-26-1-23-33.

Статья поступила в редакцию: 12.12.2019 г.
Статья принята к публикации: 14.01.2020 г.