УДК: 621.039 DOI: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-285-296

Шеков В.[1], Ялас П.[2], Йоутсенваара Я.[2], Кисиел Я.[3], Лааксохарью М.[4], Пител В.[5], Хорнер Д.[6], Мишо Х.[6], Гизе Р.[7], Москус В.[8], Забельский Я.[9], Гостило В.[10], Степанов А.[11], Линдборг Т.[12], Кару В.[13], Ахола Х.[14]

ПРОЕКТ BSUIN КАК ИННОВАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГОРНО-ИНДУСТРИАЛЬНОГО НАСЛЕДИЯ РОССИИ

АННОТАЦИЯ

Использование подземного пространства в крепких горных породах после отработки шахт часто вызывает дискуссии об альтернативном использовании оставшейся туннельной системы. Решение заполнить их каменными блоками, бетоном и грунтовыми водами не всегда оптимально, так как эта экологическая работа требует финансовых ресурсов.

Альтернативой закрытию является создание подземных лабораторий (UL) в этих местах и использование подземных помещений для других целей, не связанных с добычей полезных ископаемых. В то же время существует множество проблем, связанных с передачей такого пространства, которое использовалось для технологических целей, в распоряжение исследователей и для развития бизнеса.

Проект ЕС «Подземная инновационная сеть Балтийского моря» (BSUIN) предлагает новые инновационные методы и решения для нового или более эффективного использования возможностей отдельных подземных лабораторий в составе консорциума в регионе Балтийского моря.

Консорциум состоит из существующих или планируемых лабораторий, где подробно изучены геологические свойства (например, геофизические и радиационные), организационная структура, правила безопасности, доступность, настоящее и будущее использование, а также разработка инноваций.

Результатом скоординированных усилий станет более эффективное взаимодействие и использование лабораторий для инноваций и развития бизнеса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подземные лаборатории, регион Балтийского моря, Рускеальский горный парк, подземная инновационная сеть Балтийского моря, BSUIN.

---

[1] Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия, *e-mail:* **shekov@krc.karelia.ru**

[2] Университет Оулу, Оулу, Финляндия, *e-mail:* **Panu.Jalas@oulu.fi, jari.joutsenvaara@oulu.fi**

[3] Силезский университет, Катовицы, Польша, *e-mail:* **Jan.Kisiel@us.edu.pl**

[4] Шведская компания управления отходами и ядерным топливом, Стокгольм, Швеция, *e-mail:* **marcus.laaksoharju@gmail.com**

[5] KGHM S.A., Научно исследовательский центр Cuprum, Вроцлав, Польша, *e-mail:* **w.pytel@cuprum.wroc.pl**

[6] Фрайбергская горная академия, Фрайберг, Германия, e-*mail:* **David.horner@mabb.tu-freiberg.de, Helmut.Mischo@mabb.tu-freiberg.de**

[7] Германский исследовательский центр в области наук о Земле, Потсдам, Германия, *e-mail:* **rudi@gfz-potsdam.de**

[8] Вильнюсский университет, Вильнюс, Литва, *e-mail:* **vytenis.mockus@vm.vu.lt**

[9] Национальный центр по ядерным исследованиям, астрофизическое подразделение в Лодзе, Польша, *e-mail:* **js@zpk.u.lodz.pl**

[10] Балтийский научный инструмент, Рига, Латвия, *e-mail:* **v.gostilo@bsi.lv**

[11] Институт им. Хлопина, Санкт-Петербург, Россия, *e-mail:* **stepanov@khlopin.ru**

[12] Sotkamo Silver AB, Стокгольм, Швеция, *e-mail:* **timo.lindborg@silver.fi**

[13] Таллиннский технологический университет, отдел геологии, Таллинн, Эстония, *e-mail:* **veiko.karu@ttu.ee**

[14] Университет прикладных наук Оулу, Оулу, Финляндия, *e-mail:* **helena.ahola@oamk.fi**

V. Shekov[1], P. Jalas[2], J. Joutsenvaara[2], J. Kisiel[3], M. Laaksoharju[4], W. Pytel[5], D. Horner[6], H. Mischo[6], R. Giese[7], V. Mockus[8], J. Szabelski[9], V. Gostilo[10], A. Stepanov[11], T. Lindborg[12], V. Karu[13], H. Ahola[14]

BSUIN PROJECT AS AN INNOVATIVE PLATFORM FOR MINING&INDUSTRIAL UNDERGROUND HERITAGE INVESTIGATION IN RUSSIA

ABSTRACT

The use of underground space in bedrock after e. g. mining works often cause discussions on alternative use of the remaining tunneling system. A decision to fill them with rock blocks, concrete and groundwater is not always optimal since this environmental regulated work requires also financial resources.

The alternative for closing is to establish underground laboratories (UL's) at these locations and to use the underground spaces for new purposes not related to the mineral extraction. At the same time, there are many challenges related to the transmission of such spaces from production to research and business development. The EU project "Baltic Sea Underground Innovation Network" (BSUIN) offers new innovative methods and solutions for new or a more efficient use of the capabilities of individual UL's as a part of a consortium of Underground Laboratories in the Baltic Sea region.

The consortium consists of existing or planned laboratories where the geological properties (e. g. geophysical and radiation), organizational structure, safety regulations, accessibility, present and future use and innovation handling are studied in detail. The result of the coordinated efforts will be a more efficient networking and use of the laboratories for innovation and business development.

The existing consortium includes six laboratories from various countries in the Baltic region: Äspö Hard Rock Laboratory, Oskarshamn, Sweden; Forschungs- und Lehrbergwerk – Research and Education Mine "Reiche Zeche", Freiberg, Germany; Callio Lab in Pyhäsalmi mine, Pyhäjärvi, Finland; KGHM S.A. mining company, Poland, together with their research organization KGHM CUPRUM, which proposes a conceptual UL prototype is located in one of the KGHM's deep copper mines; Underground laboratory of Khlopin Institute, St Petersburg, Russia; Underground Laboratory "Ruskeala", KRC RAS Karelia, Russia.

KEY WORDS: Underground laboratories, Baltic Sea Region, Ruskeala Marble quarry, Baltic Sea Underground Innovation Network, BSUIN.

---

[1] Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia, *e-mail:* **shekov@krc.karelia.ru**
[2] University of Oulu, Finland, *e-mail:* **Panu.Jalas@oulu.fi, jari.joutsenvaara@oulu.fi**
[3] University of Silesia, Katowice, Poland, *e-mail:* **Jan.Kisiel@us.edu.pl**
[4] Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, Sweden, *e-mail:* **marcus.laaksoharju@gmail.com**
[5] KGHM S.A., Research development center Cuprum, Wroclaw, Poland, *e-mail:* **w.pytel@cuprum.wroc.pl**
[6] TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany, *e-mail:* **David.horner@mabb.tu-freiberg.de, Helmut.Mischo@mabb.tu-freiberg.de**
[7] German Research Centre for Geosciences, Potsdam, Germany, *e-mail:* **rudi@gfz-potsdam.de**
[8] Vilnius University, Vilnius, Lithuania, *e-mail:* **vytenis.mockus@vm.vu.lt**
[9] National Center for Nuclear Research, Astrophysics Division in Lodz, Poland, *e-mail:* **js@zpk.u.lodz.pl**
[10] Baltic Scientific instruments, Riga, Latvia, *e-mail:* **v.gostilo@bsi.lv**
[11] Khlopin Institute, St Petersburg, Russia, *e-mail:* **stepanov@khlopin.ru**
[12] Sotkamo Silver AB, Стокгольм, Швеция, *e-mail:* **timo.lindborg@silver.fi**
[13] Tallinn University of Technology, Department of Geology, Tallinn, Estonia, *e-mail:* **veiko.karu@ttu.ee**
[14] Oulu University of Applied Sciences, Oulu, Finland, *e-mail:* **helena.ahola@oamk.fi**

ВВЕДЕНИЕ

Подземное пространство всё чаще используется в хозяйственной деятельности человека уже не для целей извлечения полезного ископаемого, а для организации различных инфраструктурных объектов, обеспечивающих потребности различных отраслей промышленности.

Вопросам, связанным с использованием подземного пространства, в настоящее время уделяется огромное внимание как в градостроительной деятельности, где оно образуется в результате строительства таких сооружений на значительной глубине, так и в горной промышленности, когда в результате деятельности появляются огромные подземные полости, которые необходимо рекультивировать по окончании работ.

Одним из вызовов современности является проблема использования выработанного горного пространства без его существенной рекультивации. Рекультивация – дорогостоящая процедура, заключающаяся, как правило, в заполнении выработанного пространства ранее извлеченными горными породами. С другой стороны, использование подземного пространства в целях, не связанных с добычей полезного ископаемого, сопряжено со множеством мелких и крупных сложностей, выбором наиболее оптимального и экономически оправданного способа применения его в хозяйстве.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Условно подземные полости можно разделить на несколько групп, в зависимости от источника их происхождения и целей создания:

1. Естественные полости – пещеры, подземные тоннели, каверны, образованные в результате действия сил природы;
2. Искусственные полости, создающиеся строительными методами специально для размещения их под уровнем земной поверхности;
3. Горные выработки, образующиеся после извлечения полезных ископаемых, которые уже при проходке планировались для дальнейшего использования в качестве подземного пространства для различных целей;
4. Горные выработки и выработанное открытое пространство (карьеры), разрабатывавшиеся в прошлом, чаще всего представляющие уже историческое значение и по разным причинам нерекультивированные до настоящего времени.

К особенностям подземных полостей, образованных – в результате действий различных сил природы – руслами подземных рек, выщелачиванием легкорастворимых минералов, тектоническими и другими геологическими процессами, можно отнести то, что они были сформированы в течение длительных отрезков времени. За этот период подземное пространство приняло свои современные формы, в которых то, что должно было разрушиться и находилось в неустойчивом состоянии, уже разрушилось, образовав устойчивые полости в земной коре.

Искусственные полости – подземные гаражи, торговые комплексы, специализированные тоннели (метро и др.) – являются продуктом строительной индустрии, и, как правило, требования к их строительству и эксплуатации не отличаются от подобных требований к другим строительным объектам, то есть к ним не предъявляются требования безопасного поведения под землей в процессе эксплуатации, подобно рудникам и шахтам.

Горные выработки и выработанное пространство, остающиеся при отработке месторождения полезного ископаемого, – это часть технологического процесса, и вопросы долговременного использования таких выработок, как правило, определяются еще на стадии проектирования или технологического использования в качестве альтернативы их рекультивации, то есть их ликвидации без ущерба для земной поверхности.

Четвертая группа выработок, которые можно назвать историческими, поскольку они созданы в недалеком прошлом, отличается от трех предыдущих групп тем, что в то время, когда они сооружались и использовались в технологическом процессе извлечения полезного ископаемого из недр земли, требования к безопасному нахождению в них людей значительно отличались от современных. Проектируя такие выработки, разработчики недр не планировали использования их в других целях, а по окончании работ не уделяли столь серьезного внимания приведению недр в безопасное состояние. Срок существования таких выработок, по сравнению с естественными полостями, очень короток для того, чтобы прийти в безопасное состояние, и составляет десятки, иногда первые сотни лет. Подземные горные выработки четвертого типа очень характерны для России в целом и для Республики Карелия в частности.

При этом следует учесть, что такие выработки представляют практический интерес в настоящее время для современного общества, потому что в них законсервированы технологии прошлого, тесно связанные с историей их геологического изучения, технологическими решениями и соответствующим оборудованием для разработки, а также историей событий, происходивших в обществе того времени, которые сопровождали жизненный цикл этих рудников и шахт. Именно такое сочетание высоко ценится в современном обществе при оценке горно-индустриального наследия, его использовании в качестве привлекательных для туристов объектов.

Эти соображения и сформировали цели и задачи при изучении такого рода подземного пространства в Федеральном исследовательском центре «Карельский научный центр РАН». В настоящее время на его базе была создана «Подземная лаборатория Рускеала», использующая в качестве научной площадки подземные и открытые выработки Рускеальского горного парка как полигона для отработки технологий изучения выработок четвертой группы.

Основным методом исследования являлось совместное обсуждение, выработка мер и предложение мероприятий в рамках выполнения научного проекта Программы Интеррег Балтийского моря – No R037 "Baltic Sea Underground Innovation Network" (BSUIN).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При ответе на любого рода вызовы в современном мире очень важную роль играют правильный выбор целей и адекватная формулировка задач, способных после их выполнения решить выявленные проблемы. Одним из таких вызовов является использование подземного пространства в целях, не связанных с добычей полезного ископаемого.

Основным при таком подходе являются выбор направления, формулировка целей и задач при решении этой проблемы, и работу можно условно разделить на несколько этапов:

1 этап – формирование представлений о направлениях использования подземного пространства, оценка рисков и постановка задач;

2 этап – реализация предложенных задач и внедрение новых решений в практику.

В статье рассматриваются результаты, относящиеся к первому этапу решения проблемы использования подземного пространства в целях, не связанных с добычей полезного ископаемого.

Группа исследователей из 14 различных учреждений, расположенных в 8 странах региона Балтийского моря, организовали международный проект BSUIN (Baltic See Underground Innovation Network), финансируемый Программой Интеррег Балтийского моря для объединения усилий по изучению подземного пространства, используемого для различных целей, объединив в единый комплекс шесть подземных лабораторий различного профиля.

Существующий консорциум включает Лабораторию твердого камня Äspö, Оскаршамн, Швеция [http://www.skb.com/research-and-technology/laboratories/the-aspo-hard-rock-lab/]; Forschungs- und Lehrbergwerk – Исследовательскую и учебную шахту «Рейхе Цехе», Фрайберг, Германия [http://www.besucherbergwerk-freiberg.de/]; Лабораторию Callio Lab в шахте Pyhäsalmi, Pyhäjärvi, Финляндия [www.calliolab.com/callio-lab]; компанию KGHM S.A., совместно с их исследовательской организацией KGHM CUPRUM [http: //www.cuprum.wroc.pl/], в которой предлагается концептуальный прототип подземной лаборатории, расположенной в одной из глубоких медных шахт Польши; Подземную лабораторию Института им. Хлопина, Санкт-Петербург, Россия [http://www.khlopin.ru/]; Подземную лабораторию ФИЦ КарНЦ РАН на базе Рускеальского мраморного карьера, Карелия, Россия [http://ruskeala.info/ru].

Рис. 1. Размещение подземных лабораторий проекта BSUIN
[http://bsuin.eu/underground-labs/, captured on April 30th 2018]
Fig. 1. Location of the underground laboratories operating under the BSUIN project
[http://bsuin.eu/underground-labs/, captured on April 30th 2018[

Партнерами проекта выступают крупные центры и университеты Балтийского региона:

1. University of Oulu, Finland;
2. Oulu University of Applied Sciences, Oulu, Finland;
3. University of Silesia, Katowice, Poland;
4. Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co., Stockholm, Sweden;
5. KGHM S.A., Research development center Cuprum, Wroclaw, Poland;
6. TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany;
7. German Research Centre for Geosciences, Potsdam, Germany;
8. Vilnius University, Vilnius, Lithuania;
9. National Center for Nuclear Research, Astrophysics Division in Lodz, Poland;
10. Baltic Scientific instruments, Riga, Latvia;
11. Karelian Research Center of Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia;
12. Khlopin Institute, St Petersburg, Russia;
13. Sotkamo Silver AB, Stockholm, Sweden;
14. Tallinn University of Technology, Department of Geology, Tallinn, Estonia.

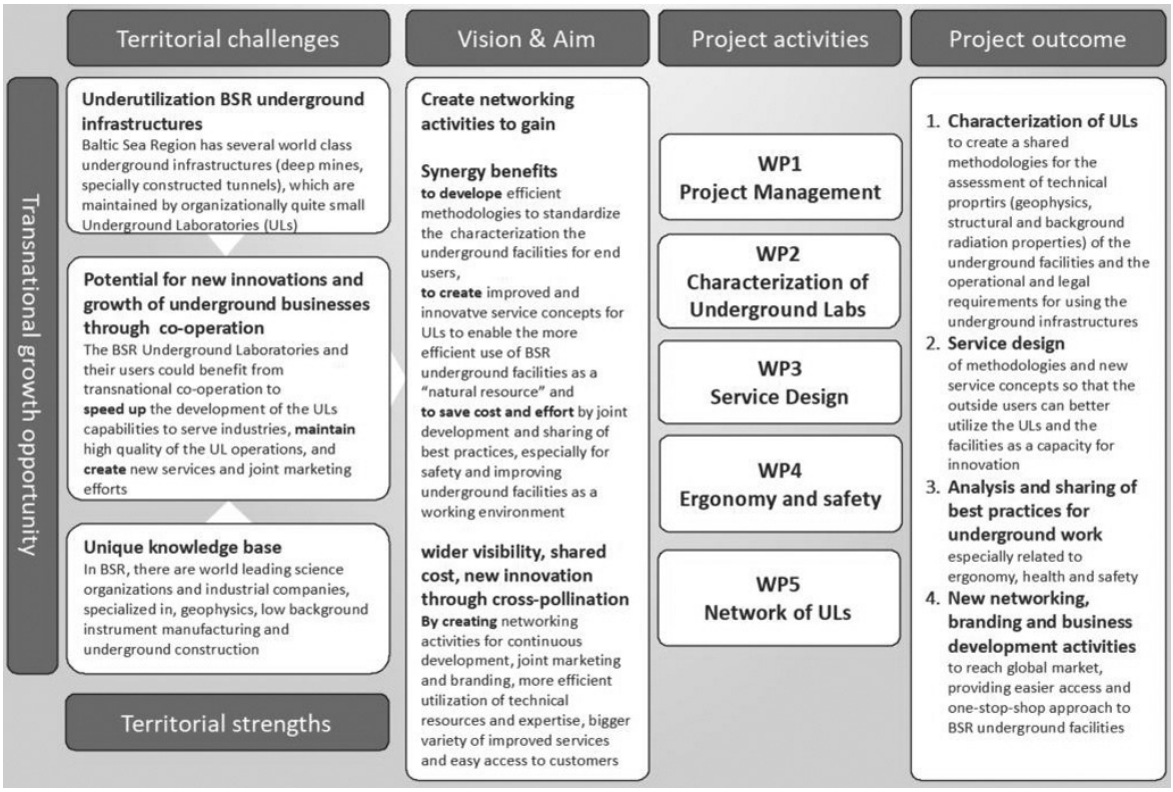

Рис. 2. Структура проекта "Baltic See Underground Innovation Network"
[http://bsuin.eu/underground-labs/, captured on April 30th 2018]
Fig. 2. Structure of the project "Baltic Sea Underground Innovation Network"
[http://bsuin.eu/underground-labs/, captured on April 30th 2018]

Проект BSUIN включает пять рабочих пакетов:

Рабочий пакет 1. Управление проектами и администрирование.

Рабочий пакет 2. Характеристика подземных сооружений.

Рабочий пакет 3. Проект сервис, дизайн рынка и брендинг подземных лабораторий в качестве потенциала для инноваций.

Рабочий пакет 4. Улучшение подземной среды.

Рабочий пакет 5. Сетевое взаимодействие подземных лабораторий и их пользователей.

Целью проекта на начальном этапе является сбор всей технической, структурной, организационной и правовой информации о подземных лабораториях в регионе Балтийского моря, чтобы обеспечить высококачественные данные об этих объектах и улучшить восприятие рынком подземных лабораторий, которые могут быть использованы для коммерческого применения путем создания и сопровождения инновационных методологий оценки подземного пространства. Данные о характеристиках также важны для повышения доступности подземных лабораторий, особенно для малого и среднего предпринимательства.

Предполагается провести оценку методологий использования подземного пространства, передовых методов, используемых для оценки характеристик качества объектов, применяемых в разных странах. Всесторонняя характеристика и высокое качество методов измерений являются существенными факторами в повышении глобальной конкурентоспособности подземных лабораторий в регионе Балтийского моря по сравнению с подобными организациями в других частях мира, а предоставление информации о характеристиках через Интернет, как ожидается, существенно снизит порог привлечения новых клиентов.

Деятельность проекта в соответствии с рабочими пакетами 2–5 сможет повысить способность сети BSUIN обеспечить качество технической характеристики коммерческих клиентов на ведущем мировом уровне. Для достижения указанных целей проект включает большое количество ассоциированных организаций и конечных пользователей для обеспечения обратной связи и их участия в разработке методологий и критериев качества.

Одна из целей проекта заключается в разработке концепций обслуживания, необходимых для преобразования подземных лабораторий из чистой исследовательской инфраструктуры в потенциал инноваций, способных облегчать и стимулировать коммерческую деятельность. Для достижения цели подземные лаборатории должны разработать свои сервисные предложения, чтобы они могли обеспечить контролируемый и хорошо определенный сервисный интерфейс и безопасный доступ к подземному пространству.

Поскольку в подземных условиях требуется конкретное планирование условий труда, особенно в отношении безопасности, целью рабочего пакета 4 являются сбор и дальнейшая разработка передовой практики, которая позволяет использовать средства подземных лабораторий для коммерческих операций и наметить идеи для дальнейшего их развития.

Подготовленность инструкций и отчетов об условиях окружающей среды подземных сооружений также является критерием качества, который далее распространяется в рабочем пакете 5 среди подземных лабораторий региона Балтийского моря, а также их клиентов.

Улучшенные услуги и предложения объектов должны обеспечить лучшую доступность для пользователей, особенно для малых и средних предприятий, которые обычно не имеют ресурсов для управления работами в подземных условиях без сторонней поддержки.

Кроме того, предложение услуг должно быть разработано таким образом, чтобы оно активно продвигало инновационную деятельность пользователей подземных лабораторий и тем самым способствовало инкубации новых идей и предприятий в регионе Балтийского моря.

Управление инновациями является неотъемлемой частью рабочего пакета 3.

Рабочий пакет 2 включает бизнес-анализ работы подземных лабораторий, чтобы предложения услуг были экономически устойчивыми после завершения проекта.

Чтобы достичь проектной цели 2, ассоциированные организации и конечные пользователи участвуют в Рабочем пакете 3 и Рабочем пакете 4, создавая обратную связь.

Важная проектная цель – создание основы для создания сети подземных лабораторий Балтийского моря, которая обеспечит расширенную возможность обмена информацией о подземных лабораториях региона Балтийского моря между собой, пользователями и новыми клиентами. Цель достигается путем создания институционализированной организации, которая будет поддерживать платформенные веб-инструменты для постоянного улучшения доступности, разработки методов оценки и предложений услуг и объединения усилий для глобальной маркетинговой деятельности. Сеть будет разработана, главным образом, в Рабочем пакете 5, но все виды деятельности разработаны в Рабочем пакете 2.

В свете современных представлений о цифровизации различных прикладных областей хозяйствования в проекте рассматривается возможность применения технологии BIM (building information modelling) [https://en.wikipedia.org/wiki/Building_information_modeling], широко используемой в настоящее время при проектировании и эксплуатации строительных объектов, но здесь, в проекте, – уже в качестве информационно-аналитического инструмента при использовании отработанного подземного пространства в различных хозяйственных целях.

Идея информационного моделирования (IM) была одобрена всеми участниками проекта как перспективная методология для повышения структурной характеристики подземной лаборатории. IM-файлы подземных лабораторий могут быть расширены таким образом, чтобы в конечном итоге включить информацию обо всех характеристиках подземных лабораторий, то есть информацию о геофизических свойствах, свойствах окружающей среды и условиях фонового излучения, которые могут со временем сочетаться с 3D-моделями подземного пространства.

На практике все подземные лаборатории проекта BSUIN используют различное программное обеспечение САПР: например, Callio Lab – программу Surpac, Карельский научный центр – программу «Integro» и т. д. Однако подход к информационной модели должен быть независимым от САПР методологий и давать, несмотря на локальную управляемую информацию, возможность получения доступа к IM с помощью стандартизованного API (интерфейса прикладного программирования) и стандартных форматов файлов.

Особенности российского законодательства в области использования подземного пространства в хозяйственных целях регламентируются законом «О недрах» № 261-ФЗ, в котором к ресурсам недр относят твердые, жидкие, газообразные полезные ископаемые, минеральные воды, тепло Земли и подземное пространство. Логика закона определяет, что все виды этих ресурсов должны использоваться в соответствии со специальными лицензиями, которые дают право на их использование, а порядок их использования определен различными регламентами и инструкциями. В общем виде порядок отработки месторождения (введения его в эксплуатацию) характеризуется этапностью: на первых этапах производятся оценка ресурса, подсчет его объемов, расчет эффективности его использования, составление проекта использования ресурсов с последующим строительством инфраструктуры. И лишь после этих процедур возможна эксплуатация полученного ресурса.

Если для основных видов ресурсов – твердых, газообразных, жидких – такие инструкции детально разработаны, то для использования подземного пространства в хозяйственных целях законодательство в Российской Федерации не разработано совершенно. Такой ресурс недр, как подземное пространство, в Республике Карелия в настоящее время не учитывается, несмотря на то что закон «О недрах» № 261-ФЗ, статья 2.3. Участки недр местного значения, к участкам недр местного значения относит:

«1) участки недр, содержащие общераспространенные полезные ископаемые;

2) участки недр, используемые для строительства и эксплуатации подземных сооружений местного и регионального значения, не связанных с добычей полезных ископаемых».

В настоящее время в республике не существует никаких регламентов и законов, определяющих порядок получения лицензий на эксплуатацию подземных сооружений, а также порядок их подготовки и использования. Отсутствует реестр существующих подземных сооружений. В то же время имеется огромное количество заброшенных выработок (остатков рудников) и часть из них уже используется в качестве туристических дестинаций. Ситуация в этом секторе в Российской Федерации несущественно отличается от карельской.

Примером такого объекта в Республике Карелия является Рускеальский горный парк, который включает в себя открытый карьер, заполненный водой, подземное и подводное пространство, используемые для привлечения и обслуживания туристов.

Мрамор из Рускеальского месторождения имеет давнюю интересную историю, о которой написано множество книг. Этот камень стали добывать в 1766 г. [Mining Road, 2014, p. 134]. В 1769 г. только что заложенные в Рускеала мраморные ломки были переданы в Комиссию по постройке Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге. И с тех пор огромное количество этого камня было использовано при строительстве монументальных сооружений Петербурга. И сегодня заброшенные ломки превратились в один из лучших туристических объектов России. В первой трети XIX в. камень стали использовать и для производства извести, а уже в XX в. производили только известь.

В 2005 г. началась подготовка объекта для туристических целей. Были сооружены дорожки, освещение, подготовлены экскурсии. Парк развивался. И лишь после того, как было решено использовать подземное пространство, стало понятно, насколько законодательство России в вопросах использования подземного пространства не разработано.

В настоящее время ФИЦ «КарНЦ РАН» совместно с компанией «Колмас плюс», создав «Подземную лабораторию Рускеала», проводят широкие исследования по изучению подземного пространства парка. Основной задачей является оценка:

– нарушенности массива;

– состояния горных выработок;

– изучение вещественного состава пород;

– физико-механических характеристик мраморов.

В качестве методов исследований применяются:

– тектоно-физические, для выявления основных компонент напряжений и деформаций;

– геологические, для оценки геологического строения объекта. (Последняя сокращенная геологическая оценка участка была выполнена в 1954 г.);

– геофизические. В качестве перспективных рассматриваются микросейсмические методы для построения томографической модели массива;

– гидрологические, для оценки условий фильтрации и трещиноватости массива.

Рис. 3. Характер доступа в подземные горные выработки.
Фото Антона Юшко, 2009 г.
Fig. 3. Access to the underground workings.
Photo by Anton Yushko, 2009

Рис. 4. Состояние кровли и стен выработок.
Фото Антона Юшко, 2009 г.
Fig. 4. The condition of the roof and walls of the workings.
Photos by Anton Yushko, 2009

Участниками проекта разработана и установлена система контроля за движением кровли и стен выработок на основе лазерных дальномеров, ведется систематическая работа по наблюдению за гидрологическим режимом, влиянием процессов замораживания – оттаивания на устойчивость выработок. Ведутся также изучение и отладка методов, наиболее пригодных для поддержания безопасности при посещении подземного пространства.

Одной из самых главных задач при выполнении работ на этом объекте является разработка методической основы оценки заброшенных подземных выработок, которые могут быть интересны с точки зрения использования их в туристическом бизнесе, для обеспечения системы государственного лицензирования подземного пространства.

И здесь следует отметить инновационность проекта BSUIN, который только за счет объединения подземных лабораторий различной направленности в единый консорциум создает эффект, позволяющий комплексно решать проблемы использования подземного пространства, за счет стран, имеющих серьезный опыт использования подземного пространства в различных направлениях. Изучение опыта разрешительных работ в различных странах – участниках проекта – позволит выделить наиболее удачные примеры использования европейского законодательства в решении вопросов использования горных выработок в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых, предложить комплексные оптимизированные решения для экономически эффективного управления ресурсами подземного пространства, в том числе и в целях создания памятников горно-индустриального наследия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема отбора, сохранения и использования объектов индустриального наследия актуальна не только для России. С начала 2000-х годов интенсивно развиваются идеи, связанные с устойчивым, ответственным и эффективным природопользованием. Многие проблемы прошлого века сохраняют свою актуальность и сегодня, в частности, проблемы повышения эффективности управления экономическими ресурсами и минимизации вредного техногенного воздействия на окружающую среду, а также ревитализации индустриальных ландшафтов и их адаптации для использования человеком.

Ранее проведенные исследования позволили уточнить основные понятия, в общем виде разработать методологию оценки объектов геологического и горно-индустриального наследия России как ценного ресурса экономики, выделить основные этапы благоустройства и коммерциализации таких объектов и выявить факторы, сопутствующие включению этих объектов в систему туристской экономики.

Прогнозы о повышении экономической роли геологических и горнотехнических памятников, в том числе заброшенных горных выработок, базируются на концепции о функционировании взаимосвязанных между собой информационно наполненными туристическими маршрутами якорных объектов (музеев, информационных центров, геологических и ландшафтных парков и т. п.), имеющих развитую транспортную и социальную инфраструктуру. В основе подхода – ориентация на долгосрочное безубыточное функционирование бывшего индустриального объекта в роли обновленной территории. Оценка имеющихся в Республике Карелия сохранившихся свидетельств геологической истории и истории горного дела в дальнейшем позволит расширить перечень перспективных направлений для устойчивого и эко-ответственного развития региональной экономики.

Положения теоретико-методической платформы комплексной оценки ресурсов геологического и горно-индустриального наследия неоднократно обсуждались в ходе многочисленных конференций как российского, так и международного уровня.

Используемые методы являются перспективными при решении задач по изучению, отбору, сохранению и музеефикации историко-геологических объектов, и не последнюю роль в этих процессах должен сыграть проект Программы Интеррег Балтийского моря – BSUIN.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены в соответствии с государственным заданием в ФИЦ «Карельский научный центр Российской академии наук» (тема № АААА-А18-118020290175-2 и при поддержке Проекта No R037 "Baltic Sea Underground Innovation Network" (BSUIN), финансируемого программой ЕС «Интеррег Регион Балтийского моря».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out under state order to the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences (project No AAAA-A18-118020290175-2) and with the support of Project No R037 "Baltic Sea Underground Innovation Network" (BSUIN) financed by the EU Program "Interreg Baltic Sea Region".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mining Road, Publishing Editor V.A. Shekov, Petrozavodsk: Karelian Research Center, RAS, 2014, 320 p.

REFERENCES

1. Mining Road. Edited by V.A. Shekov, Petrozavodsk: Karelian Research Centre, RAS, 2014, 320 p.