

РАЗДЕЛ 1. СОХРАНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Обзорная статья



УДК 502.4

<https://doi.org/10.17072/2410-8553-2025-2-35-48><https://elibrary.ru/ijhgkv>

Международный и российский опыт охраны подземных полостей

Павел Анатольевич Красильников¹, Тимофей Сергеевич Брызгалов², Игорь Анатольевич Лавров³, Светлана Александровна Красильникова⁴

¹ Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

^{2, 4} Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

³ Ассоциация спелеологов Урала, Пермь, Россия

¹ geolnauka@gmail.com

² tim.kunngu@gmail.com

³ igor_lavrov@inbox.ru

⁴ domo05@mail.ru

Аннотация. Описываются основные проблемы и уязвимость подземных полостей, которые необходимо решать, чтобы сохранить эти уникальные природные объекты для последующих поколений людей. В статье также представлены результаты исследования по систематизации и обобщению международного и российского опыта по сохранению подземных полостей. Приводятся общие сведения о нормативно-правовых актах, на основе которых необходимо создавать ООПТ, включающие подземные полости. Приводятся документы, не имеющие юридическую силу, но в которых, благодаря многолетнему труду ученых-исследователей-спелеологов, обобщены основные принципы и мероприятия, которые необходимо соблюдать, чтобы сохранить подземные полости в их естественной природном состоянии и минимизировать техногенное воздействие. Статья является обобщением материалов, опубликованных в открытой печати по вопросу исследования пещер и их охраны. Существенная часть статьи была подготовлена на основе некоторых разделов Атласа пещер России (2019), которые в свою очередь являются компиляцией из работ многих выдающихся исследователей-спелеологов.

Ключевые слова: ООПТ, подземные полости, пещеры, карст

Для цитирования: Красильников П.А., Брызгалов Т.С., Лавров И.А., Красильникова С.А. Международный и российский опыт охраны подземных полостей // Антропогенная трансформация природной среды. 2025. Т. 11. № 2. С. 35-48. <https://doi.org/10.17072/2410-8553-2025-2-35-48>. EDN IJHGKV.

SECTION 1. NATURE AND LANDSCAPE CONSERVATION

Review Paper

International and Russian experience in protecting underground cavities

Pavel A. Krasilnikov¹, Timofei S. Brizgalov², Igor A. Lavrov³, Svetlana A. Krasilnikova⁴

¹ Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

^{2, 4} Perm State University, Perm, Russia

³ Association of Urals Speleologists, Perm, Russia

¹ geolnauka@gmail.com

² tim.kunngu@gmail.com

³ igor_lavrov@inbox.ru

⁴ domo05@mail.ru

Abstract. This article describes the key problems and vulnerabilities of underground caves, which must be addressed to preserve these unique natural sites for future generations. The article also presents the results of a study systematizing and summarizing international and Russian experience in underground caves conservation. It also provides general information on the legal framework that underpins the creation of protected areas that include underground caves. Documents not legally binding are cited, but thanks to the many years of work of speleological researchers, they summarize the basic principles and measures that must be followed to preserve underground caves in their natural state and minimize anthropogenic impacts. This article summarizes materials published in the open press on cave exploration and conservation. Many sections were prepared based on the compiled works of eminent speleological researchers, published in various publications, including the Atlas of Russian Caves, published in 2019.

Keywords: protected areas, underground cavities, caves, karst

For citation: Krasilnikov, P., Brizgalov, T., Lavrov, I. and Krasilnikova S., 2025. International and Russian experience in protecting underground cavities. *Anthropogenic Transformation of Nature*, 11(2), pp. 35-48. <https://doi.org/10.17072/2410-8553-2025-2-35-48>. EDN IJHGKV. (in Russian)



Введение

Особо охраняемые природные территории (далее – ООПТ) – одна из форм сохранения природы, поэтому относятся к объектам общегосударственного достояния, сохраняя уникальные и типичные экосистемы, биологическое и ландшафтное разнообразие.

Истоки создания охраняемых природных территорий уходят корнями в глубокую древность. Люди на самых ранних этапах своего развития обращали внимание на необычные явления природы – водные источники с особо чистой или целебной водой, выходы примечательных горных пород и минералов, деревья-патриархи, места концентрации полезных растений и животных. Понимая их значение, они брали их под охрану, объявляя священными [23].

Практика организации первых ООПТ (изъятие из традиционного природопользования отдельных природных объектов, территорий и установление особого режима охраны) насчитывает несколько тысячелетий. Предпосылки создания таких объектов, которые с рядом оговорок можно считать первыми ООПТ, оказались двоякого рода – духовные и прагматические [14].

С формально-бюрократической точки зрения, о создании сети ООПТ, как особой категории природопользования для сохранения природных систем, люди задумались лишь в XIX в. Причиной стало резкое сокращение площади лесов и исчезновения массы видов растений и уникальных животных в результате промышленной революции и усиления антропогенного влияния на окружающую среду. В начале XIX в. в странах Западной Европы появились первые памятники природы. Это были реликтовые буковые леса, необычные геологические объекты и иные природные достопримечательности. Официальной датой рождения государственных природоохранных территорий считается 1872 г., когда в США был создан Йеллоустонский национальный парк. С тех пор их число неуклонно растет, что свидетельствует о несомненном признании в мире подобной практики [14].

С точки зрения нормативно-правового законодательства управление и контроль отношений в области создания и использования ООПТ регулируется федеральным законом №33-ФЗ от 14.03.1995 г. Согласно этому закону под особо охраняемыми природными территориями понимаются участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, объекты растительного и животного мира, естественные экологические системы, имеющие особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение изъятые решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны [21]. Таким образом, федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» не распространяет свое действие на подземные полости – пещеры. Следовательно, мы не имеем легитимного основания распространять требования по режиму охраны ООПТ на подземные полости.

При этом подземные полости обладают своими уникальными особенностями, их также необходимо берегать и сохранять для будущих поколений.

Анализ нормативно-правовой литературы позволяет установить, что регулирование отношений в области использования и охраны подземных полостей относится к прерогативе Закона РФ «О недрах» от 21.02.1992 №2395-1. В нем дается определение недр, как части земной коры, расположенной ниже почвенного слоя, а при его отсутствии – ниже земной поверхности и дна водоемов и водотоков, простирающейся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения. При этом в статье 6 закона «О недрах» четко прописаны виды пользования недрами [20], среди которых присутствуют:

- образование особо охраняемых геологических объектов, имеющих научное, культурное, эстетическое, санитарно-оздоровительное и иное значение (научные и учебные полигоны, геологические заповедники, заказники, памятники природы, пещеры и другие подземные полости);
- сбор минералогических, палеонтологических и других геологических коллекционных материалов.

При этом следует отметить, что вопросам охраны и рационального использования недр посвящен раздел 3 указанного закона [20]. В нем достаточно много внимания уделяется вопросам охраны месторождений и полного извлечения полезных ископаемых, а вопросам охраны подземных полостей при создании особо охраняемых геологических объектов посвящена одна, достаточно абстрактная фраза: «*предотвращение причинения вреда недрам при осуществлении пользования недрами*». Нет конкретного перечня мероприятий, разрешенных и запрещенных видов деятельности по отношению к подземным полостям, регламентирующих безопасную эксплуатацию этих объектов для их сохранения будущим поколениям.

Все вышеизложенное приводит к необходимости актуализации и пересмотра нормативно-правовых документов в части использования подземных полостей для создания особо охраняемых природных территорий, целесообразности их создания и способов их использования в зависимости от функционального назначения и природоохранной значимости. Необходимо аргументированно подойти к установлению и выдаче рекомендаций по разработке режима охраны ООПТ, включающих подземные полости, на основе международного и российского опыта.

Именно этому посвящена научно-исследовательская работа авторов, и в данной статье приводятся промежуточные результаты, полученные в ходе исследования. На основании фондовых и опубликованных данных рассматривался опыт эксплуатации и охраны подземных полостей, их уязвимость, природоохранная значимость и меры охраны, которые необходимо выполнять, чтобы сохранить эти уникальные природные объекты для последующий поколений. Авторы работы считают, что это позволит аргументированно и обоснованно подготовить предложения по внесению изменений в нормативно-правовые акты для создания ООПТ, включающих подземные полости, призванных к сохранению этих уникальных объектов для последующих поколений.

Проблемы и уязвимость подземных полостей

Охрана и меры по сохранению любых объектов должны опираться на их индивидуальные особенности [25]. Согласно исследованиям многих авторов, элементами пещерного ландшафта, требующими охраны и имеющими природоохранную значимость, являются: пещерные отложения, биота (живые организмы животного и растительного происхождения), климат пещер (температурный режим, влажность, газовый состав воздуха), пещерная гидросфера (качество и количество воды, в том числе, установившаяся циркуляция и взаимосвязь с поверхностными водами). Ниже приводятся характеристика элементов подземного ландшафта и их уязвимые места, которые необходимо учитывать при выработке соответствующих мер и контролировать при эксплуатационной деятельности в пещерах.

Пещерные отложения. В числе первых комплексных исследований пещерных отложений на территории России значится известная монография А.А. Крубера «Карстовая область Горного Крыма» [15]. В ней

автор, опираясь на классификацию Э.А. Мартеля, выделяет несколько типов отложений: натечные формы; отложения, образованные в результате разрушения и осыпания стен пещер; крупнообломочный материал, возникший в результате обвалов и обрушения сводов; глинистые отложения, представляющие собой нерасторимый остаток в карстующихся породах; отложения, принесенные с поверхности; остатки животного и растительного мира; следы деятельности человека (антропогенные отложения); снег и лед.

На данный момент единой, общепринятой классификационной системы пещерных отложений не существует. В российской научной среде широко применяется классификация, разработанная Д.С. Соколовым и Г.А. Максимовичем, которая охватывает восемь различных видов пещерных отложений [18]. Эта классификация, предложенная в начале шестидесятых годов XX в. и представленная в табл. 1 / tabl. 1 (с некоторыми корректировками) остается актуальной и используется до сих пор.

Таблица 1

Генетическая классификация отложений карстовых пещер (по [18])

Table 1

Genetic classification of karst cave deposits (according to [18])

| | Автохтонные // Autochthonous | Аллохтонные // Allochthonous |
|--|---------------------------------|---------------------------------|
| Пещерные отложения // Caves sediments | | |
| 1. Остаточные отложения: элювиальная или пещерная глина // Residual sediments: eluvial or cave clay | + | - |
| 2. Обвальные отложения; глыбы и другие обломочные продукты обрушения сводов пещер // Landslide sediments; boulders and other debris products of cave roof collapses | + | - |
| 3. Водные механические осадки // Aqueous mechanical sediments: | | |
| а) отложения пещерных рек // cave river sediments | + | - |
| б) отложения пещерных озер // cave lake sediments | + | - |
| в) отложения, принесенные в пещеру сверху через трещины, карстовые воронки, колодцы, шахты // sediments brought into the cave from above through cracks, sinkholes, wells, and shafts | - | + |
| 4. Водные хемогенные отложения // Aqueous chemogenic sediments: | | |
| а) натечные образования: сталактиты, сталагмиты, колонны, покровные на стенах и полу пещер // drip-stone formations: stalactites, stalagmites, columns, coatings on the walls and floors of caves | + | - |
| б) кальцитовые образования в пещерных озерах: обрамления, выделения на выступах дна, оторочки на сталагмитах, пленки, оолиты, пизолиты, конкреции, плотины озер // calcite formations in cave lakes: frames, segregations on bottom protrusions, rims on stalagmites, films, oolites, pisolithes, concretions, lake dams | + | - |
| в) кристаллы автохтонных минералов: кальцита, арагонита (в карбонатных отложениях), гипса (в гипсовых и реже в карбонатных), галита (в соли) // crystals of autochthonous minerals: calcite, aragonite in carbonate sediments, gypsum (in gypsum and less often in carbonate sediments), halite (in salt) | + | - |
| 5. Пещерный лед // Cave ice: | | |
| а) атмогенный снег (кристаллы) // atmospheric snow (crystals) | + | + |
| б) гидрогенный: сталактиты, сталагмиты; колонны, покровный на полу, лед подземных озер // hydroogenous: stalactites, stalagmites; columns, ice on the floor, ice of underground lakes | + | - |
| в) гетерогенный: кора обледенения, покровный лед на полу // heterogeneous: glaciation crust, ice on the floor | + | + |
| 6. Органогенные отложения: гуано, скопления костей, костяная брекчия, фосфоритовые земли, фосфориты, селитра и другие // Organogenic deposits: guano, bone accumulations, bone breccia, phosphorite earths, phosphorites, saltpeter, and others | + | - |
| 7. Гидротермальные и другие аллохтонные отложения: сульфиды (пирит, марказит, галенит, сфalerит), барит и многие другие // Hydrothermal and other allochthonous deposits: sulfides (pyrite, marcasite, galena, sphalerite), barite, and many others | - | + |
| 8. Антропогенные отложения культурного слоя пещер // Anthropogenic deposits of the cultural layer of caves | - | + |

Биота. Одним из важнейших элементов подземной экосистемы является пещерная биота — исторически сложившаяся совокупность видов живых организмов,

объединённых общей областью распространения. Организмы пещер представляют огромный интерес, поскольку существуют в особых условиях: отсутствие

света, ограниченность пищевых ресурсов, достаточно стабильная и постоянная температура и влажность, полная или частичная изоляция от поверхности. В этих условиях образуются эндемичные формы, сформировавшиеся из-за необходимости адаптации к этим условиям [22].

Раздел науки, изучающий жизнь под землёй, получил название «биоспелеология». Также часто используется термин «спелеобиология» [22].

С начала исследования пещер и обнаружения в них уникальных живых организмов исследователи ставили перед собой задачу классификации пещерных обитателей. Эти классификации построены на особенностях экологии, поведения и морфологии животных, регистрируемых в пещерах.

Подземные полости служат домом для разнообразных представителей фауны. Наиболее знаменитые и повсеместно встречающиеся обитатели пещер – летучие мыши. Помимо них, в пещерах можно встретить и других позвоночных, таких как пещерные рыбы и саламандры. Однако, самое большое разнообразие представлено беспозвоночными, адаптированными к подземной жизни. Многие из этих существ имеют крайне узкие ареалы распространения.

Исследовательская деятельность в пещерах способна негативно влиять на их обитателей. Это может происходить напрямую, когда мелкие беспозвоночные получают повреждения или перемещаются людьми при передвижении по пещере. Косвенное воздействие включает занесение болезнетворных микроорганизмов, питательных веществ или изменений в окружающую среду. Без должных исследований трудно в полной мере оценить последствия этих действий для биологического разнообразия [22].

Для защиты пещерной фауны можно применять различные стратегии: разработка планов сохранения отдельных видов, информационные кампании, направленные на повышение осведомленности о минимизации воздействия на пещеры, восстановление поврежденных экосистем и ограничение доступа к наиболее чувствительным участкам с помощью зонирования.

В некоторых пещерах внутренний энергетический баланс практически не меняется, и изменения заметны лишь в течении геологических периодов. Даже одно посещение такой пещеры спелеологом может значительно нарушить этот баланс, привнести тепло, свет и питательные вещества. Лишь в 1990-х гг. стало понятно, что исследователи пещер также вносят в пещерную среду микрофлору и микрофауну. В целом, последствия посещения пещер обладают накопительным и взаимоусиливающим эффектом.

В отличие от наземных изменений, следы и последствия антропогенного влияния в подземной среде с умеренной и низкой энергией могут оставаться заметными на протяжении столетий и даже тысячелетий. Например, предполагаемые отпечатки кроманьонцев возрастом до 48 тыс. лет были найдены на осадочных породах в пещере Шове во Франции. Особую тревогу вызывает синдром белого носа – контактизное грибковое заболевание, приведшее к гибели миллионов пещерных летучих мышей в Северной Америке и других регионах с момента его первого выявления в 2006 г. Возбудителем является грибок *Pseudogymnoascus*

destructans, обнаруженный у летучих мышей в Европе и Азии, где он, однако, не вызывал сокращения популяции [26].

Предпочитая влажные условия, этот грибок поражает летучих мышей во время их зимней спячки, оказывая на них негативное воздействие. Визуальные признаки включают белые пятна на носу, теле и крыльях летучих мышей. Часто это приводит к летальному исходу. Впервые возбудитель был обнаружен в североамериканской экскурсионной пещере, вероятнее всего, занесенный туристами из другой страны на обувь. Люди могут способствовать распространению грибка из одной пещеры, где зимуют летучие мыши, в другую, случайно перенося его на обувь, одежду или снаряжение для пещер.

Люди, осматривающие пещеры в рамках экскурсионной программы, также способны переносить данную болезнь. В ряде пещерных комплексов сегодня применяются устройства для обеззараживания обуви. Среди оборудованных для посещения туристами, Мамонтова пещера в штате Кентукки внедрила такую систему, однако подобная практика гораздо чаще встречается в пещерах, используемых для отдыха и развлечений, как в США, так и в других странах [25].

Кроме потенциального воздействия на микробиологическую пещерную среду, посещение пещер людьми несет риск и для здоровья человека. Самая широко распространенная и известная в данном случае инфекция – это гистоплазмоз, вызываемый вдыханием спор грибка, часто встречающегося в помёте птиц и летучих мышей. Последние могут также быть переносчиками других болезней, поэтому трогать их разрешается только опытным исследователям, проводящим официальные работы. Риски для здоровья должны быть частью любой оценки риска в пещерах [25].

Климат пещер. Под климатом пещер понимается режим и динамика микроклиматических элементов: атмосферное давление, движение, температура, влажность, газовый состав воздуха. Ранее, в научной литературе, употреблялся термин «микроклимат» по отношению к пещерам, подразумевая, что он очень сильно отличается от климата или микроклимата окружающей местности. После того, как были обнаружены пещерные системы, занимающие огромные пространства как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях, более корректно стало говорить о климате пещер и о микроклимате их отдельных участков [17].

Внутренние климатические условия пещер и особенности микроклимата отдельных зон оказывают существенное влияние на ход многих физических, химических и физико-химических процессов (таких как коррозия, образование минералов, конденсация влаги и процессы, связанные с низкими температурами). Климат служит одним из определяющих аспектов для существования организмов, адаптированных к жизни в пещерах (троглобионтов) и тех, кто лишь посещает пещеры (троглофилов). Ключевая роль климата пещер заключается в его влиянии на формирование, функционирование и развитие подземных ландшафтов и экосистем. Таким образом, климат выступает важнейшим элементом, определяющим состояние и динамику подземной среды.

Более того, климатические условия подземных полостей играют роль в определении потенциала их эксплуатации в различных сферах деятельности, включая туризм, культурное просвещение, хозяйственные нужды, а также в медицинских целях. Отдельные климатические характеристики, особенно направление и температура воздушных потоков, могут служить индикаторами для обнаружения неисследованных участков карстовых пещер или установления связей между разными их частями [17].

Пещерная гидросфера. Практически все подземные полости в той или иной степени обводнены. Степень обводнённости пещеры может быть различной – от наличия отдельных участков с капелью или конденсатом до постоянного полного заполнения полости водой [27].

При этом следует отметить, что пещерные водные объекты, с одной стороны, являются частью подземной гидросферы Земли (гидрогеосферы), с другой стороны, зачастую имеют черты поверхностных гидрологических объектов. Так, водотокам подземных полостей свойственен турбулентный характер движения, который не встречается в других типах подземных вод, но характерен для поверхностных водотоков. Гидро-графия пещер часто является аналогичной поверхностной гидрографии: наличие постоянных и периодических водотоков, озёр, ванн. Подземные воды являются частью гидросферы Земли, и именно гидрогеологический фактор является первоочередным с точки зрения формирования карстовых полостей, и именно через эту взаимосвязь осуществляется наибольший обмен пещерной изолированной экосистемы с внешним миром. Так, через фильтрацию и поступление воды с поверхности могут поступать различные вещества. Осознанно или не осознанно, влияя на гидрогеологический режим на поверхности (над пещерой), в пределах водохранилищ и скважин, мы оказываем влияние на все компоненты пещерной среды [27].

Уязвимость. Особенностью пещер является то, что они формируются на протяжении тысячелетий или даже миллионов лет. Этот длительный процесс протекает в условиях изолированности от многих внешних факторов воздействия, что создаёт условия для уникального стабильного климата внутри пещер и устойчивости происходящих в них процессов. Этот фактор, с одной стороны, предопределяет уникальность пещерного ландшафта, а с другой, формирует уязвимость компонентов пещерной экосистемы при внешнем воздействии, поскольку у подземных полостей практически полностью отсутствует способность к самовосстановлению [28].

Любая деятельность человека будет оказывать влияние на компоненты пещерной экосистемы. По характеру техногенного воздействия можно выделить тепловое, шумовое, электромагнитное загрязнение; химическое (органические и неорганические соединения, газы, коллоидные растворы); интродукция чужеродных бактерий. Помимо негативного воздействия на пещерные биоценозы, загрязнение может проявляться и в эстетическом аспекте – в виде наскальных надписей или скопления мусора, которое помимо эстетического ущерба может вызвать и деградацию компонентов пещерной системы.

По одной из наиболее распространённых классификаций выделяют: механическое, физическое, химическое, биотическое и биологическое загрязнение. Кроме этого, по происхождению оно может иметь не только антропогенный, но и природный характер.

Вмешательство человека часто приводит к изменению внешнего облика пещер (расширение проходов, создание или разрушение имеющихся в пещерах барьёров), что, в свою очередь, способствует изменению как климатического, так и гидрологического режима подземных полостей. Разные компоненты пещер по-разному реагируют на антропогенное воздействие. Некоторые из них обладают высокой устойчивостью, в то время как другие могут отличаться повышенной ранимостью, при почти полном отсутствии способности восстанавливаться после интенсивного антропогенного воздействия. Так, геологическая среда существенно более устойчива к человеческому присутствию и в большинстве случаев может эксплуатироваться в довольно широких пределах. Иначе обстоит дело с климатом, гидрологией и биоразнообразием пещер [28].

Пещерные ландшафты представляют собой сложные природные системы с исторически сложившимися внутренними связями, которые служат не только цепями передачи внешних воздействий внутрь пещер, но и работают в обратном направлении. Все компоненты подземной экосистемы так или иначе реагируют на появление отдельных воздействий, вызывая взаимосвязанные ответные реакции. Это приводит к смещению установившегося баланса, которое может быть обратимым или необратимым.

Решение актуальных задач охраны пещер требует оценки уязвимости их внутренней среды. Мерой специфической уязвимости пещеры по отношению к определенному воздействию может служить её ёмкость, определяемая интенсивностью реакции системы (изменением компонента внутренней среды) в расчёте на единицу (массы, энергии, силы) приложенного воздействия. Допустимыми воздействиями на внутреннюю среду пещер являются такие, которые не выходят за пределы размаха естественных колебаний компонентов природной среды, в этом случае вызываемый ими эффект обратим [28].

Критическими по отношению к внутренней среде являются воздействия, превышающие допустимые и приводящие к необратимому сдвигу сложившегося равновесия и, в пределе, к разрушению цепей внутренних взаимосвязей системы (например, вытеснение и гибель спелеофауны при внедрении инородных химических и биологических агентов) [16].

За основу классификации пещер по уязвимости предлагается брать их энергетический бюджет или энергетический уровень [12, 31]. В работе [34] предлагается все пещеры разделить на высоко-, средне-, и низкоэнергетические. При этом все три уровня энергетичности могут быть встречены в одной пещере.

Необходимость защиты пещер обусловлена их природоохранной значимостью и уязвимостью к внешним воздействиям. Зачастую, меры охраны разрабатываются без четкого определения объектов и целей природоохранных мероприятий. Это означает, что к сохра-

нению каждой конкретной подземной полости необходимо подходить с учетом ее индивидуальных особенностей (отложений, климата, биоты и гидрологических условий). В связи с этим возникает потребность во всестороннем изучении каждой пещеры для разработки наиболее эффективных мер охраны, которые в полной мере учитывали бы все особенности конкретного объекта.

Международный опыт использования и охраны подземных полостей

Вопросам охраны природы на международном уровне уделяется особое внимание уже более 70 лет. Наиболее значимым и важным шагом в этом вопросе является создание Международного союза охраны природы – IUCN (МСОП), являющегося международной организацией, в состав которой входят как государственные, так и общественные учреждения. Союз предоставляет общественным, частным и неправительственным организациям знания и инструменты, которые способствуют прогрессу, экономическому развитию и сохранению природы. МСОП, созданный в 1948 г., в настоящее время является крупнейшей и наиболее разносторонней экологической сетью в мире, объединяющей знания, ресурсы и влияние более 1,4 тыс. организаций-членов и около 18 тыс. экспертов. Союз занимается сбором данных по защите природы и их анализом. Его широкая сеть позволяет быть инкубатором передового опыта, инструментов и международных стандартов в области охраны природы. Вместе с партнерами и сторонниками МСОП реализует разнообразные портфели природоохранных проектов по всему миру. Сочетая новейшие достижения науки с традиционными знаниями местных сообществ, эти проекты призваны обеспечить охрану уникальных природных объектов, сохранение мест обитания живых организмов и восстановление экосистемы.

Международный союз охраны природы определяет охраняемую территорию как «четко определенное территориальное пространство, созданное специально и управляемое через юридические или другие эффективные инструменты для решения задач охраны и сохранения природы». МСОП установил шесть категорий объектов и четыре типа охраняемых территорий для управления ими. Карстовые ландшафты и пещеры упоминаются в категории III «Природный памятник или объект» – как «области, предназначенные для охраны определенного памятника природы, в качестве которого могут выступать наземные формы рельефа, подводные горы, морские пещеры, геологические объекты, такие как пещеры, или живые объекты, например, древние рощи». Должно казаться, что поверхностные карстовые ландшафты и пещеры в этой категории охраняемых территорий чётко зафиксированы и хорошо защищены. Однако те пещеры и карстовые области, которые входят в состав других категорий, могут быть обделены вниманием, особенно если они являются только малой частью охраняемой территории или её цель состоит в охране других объектов. Эта проблема характерна для разных видов и размеров охраняемых территорий. Например, экологическая организация может приобрести участок земли с целью защиты флоры и фауны. Если карстующиеся по-

роды обнажаются где-либо на этой территории, то, вероятно, в этом месте будут присутствовать карстовые ландшафты и пещеры, которые, возможно, не представляют интереса для владельцев.

Это можно наблюдать на международном уровне. Так, по данным ЮНЕСКО, 23% биосферных резерватов, 5% водно-болотных угодий международного значения (Рамсарская конвенция), 7% объектов Всемирного природного наследия и 38% глобальных геопарков ЮНЕСКО содержат участки карбонатного или эвапоритового карста. Однако эти проценты мало о чем говорят, ведь некоторые объекты могут быть почти полностью карстовыми (например, объект Всемирного наследия Шкоцьянские пещеры в Словении, который является также рамсарским водно-болотным угодьем и биосферным резерватом), тогда как в других объектах большинство участков могут быть некарстовыми с небольшими областями известняков (например, объект Всемирного наследия Тассилин-Адджер (Tassili n'Ajjer) в Алжире). Еще одна проблема возникает там, где участок, который включает пещеры или карстовый ландшафт, охраняется благодаря другим содержащимся в нём объектам – например, несколько объектов Всемирного наследия, в пределах которых имеются пещеры или карстовые объекты, определялись также как объекты культурного интереса. Важно, чтобы все охраняемые территории (не важно, под эгидой МСОП или других организаций), в которых имеется карстовый ландшафт, управлялись с учетом их природных особенностей.

Несмотря на то, что вопросы охраны пещер стали подниматься ещё в 1950-е гг., в том числе на повестке МСОП, вместе с развитием массового спелеотуризма спортивная составляющая спелеопутешествий и несовершенные по современным меркам методики изучения оставили буквально «глубокий след» во многих пещерах. В то же время популяризация краеведения и походов выходного дня обеспечила устойчивый неконтролируемый поток туристов в легкодоступные пещеры. Такой подход к «освоению» подземного пространства ярко проиллюстрирован сотнями пещер, почти полностью утратившими прежний облик в результате массового посещения, а нередко и целенаправленного вандализма.

В рамках международного взаимодействия по использованию пещер в 1965 г. на базе международного спелеологического сообщества создается Международный союз спелеологов – Union Internationale de Spéléologie (UIS или МСС), который является международной организацией для спелеологов. МСС – некоммерческая, неправительственная организация, обеспечивающая взаимодействие между академическими и техническими спелеологами разных стран для развития и координации международной спелеологии во всех её научных, технических, культурных и экономических аспектах. МСС остается основным глобальным научным и спортивным органом, продвигающим охрану пещер на международном уровне. МСС координирует свои усилия с МСОП. По запросу МСС поддерживает международные спелеологические события, усилия государств-членов по защите пещер и карстовых объектов, заявления на включение пещер и кар-

стовых объектов в список Всемирного наследия ЮНЕСКО, заявки в правительства на создание учреждений по изучению и защите карста, а также поддерживает спелеологов и учёных в их усилиях в получении средств для проектов.

С целью охраны и минимизации негативного воздействия на подземные полости, информация об их местоположении часто является достоянием определённого круга лица, по принципу «клубной» системы. Так, с начала и до середины XX в. информация о пещерах, включая местоположение входов, обычно предоставлялась только членам спелеоклубов, что обеспечивало определенную степень их охраны. В некоторых странах так происходит и по сей день, особенно если пещеры уязвимы или в них продолжаются исследования. В США с 1988 г. действует Федеральный закон о защите ресурсов пещер, охраняя их на федеральных землях. Согласно закону, местоположение самых значимых пещер не всегда подлежит раскрытию для широкой общественности. Однако в других местах рост интереса к региональной спелеологии привёл к публикации путеводителей с базовой, а иногда и довольно подробной информацией о местоположении входов в пещеры. В Интернете значительно увеличилось количество информации о пещерах, включая точные координаты входов, позволяющие любому, имеющему GPS, легко определить их местонахождение. Вместе с ростом пользователей социальных сетей увеличивается количество людей и групп, которым не хватает подготовки или опыта, но которые решают посетить пещеры и размещают видео своих посещений в Интернете. Неизбежным следствием этого стало увеличение числа несчастных случаев и повреждений пещер как преднамеренных, таких как надписи на стенах и откалывание «сувениров», так и непреднамеренных, включая несоблюдение маркированных маршрутов в обход хрупких отложений или участков с массивными натёками, а также попытки маркировки маршрутов в пещерах путём устройства пирамидок (туров) из камней или рисования стрелок на стенах.

Это доставляет особые проблемы для охраны этих объектов, поскольку такие посетители не являются частью спелеологического сообщества и зачастую просто не понимают, что такими действиями они губят уникальную природную среду подземных полостей. Информационные плакаты на входах в пещеры или внутри них приносят определенную пользу, но единственное средство способное обеспечить достойную защиту заключается в том, чтобы охранять входы в пещеры и контролировать доступ к особо уязвимым участкам в пределах пещер, обеспечивая соблюдение необходимых мер охраны. При этом необходимо понимать, что установка входных групп требует осторожного индивидуального подхода, поскольку они могут препятствовать движению воздуха или воды, нарушая установившийся баланс. К примеру, в работе [9] освещается проблема естественного кондиционирования воздуха в Кунгурской ледяной пещере.

Понимание этих процессов и консолидация спелеообщества позволили уделить внимание этим проблемам. Беспокойство из-за воздействия посетителей на пещеры привело к разработке во многих странах этических кодексов, правил по охране пещер и норм

минимального воздействия. Цель этих документов состоит в том, чтобы убедить исследователей рассматривать каждое посещение пещер с точки зрения их охранения, а национальные и местные организации спелеологов – уделять первоочередное внимание охране пещер.

Разработка международных этических кодексов по охране пещер в настоящее время имеет достаточное широкое распространение. Так, Международным союзом спелеологов (МСС) в 1997 г. разработан и распространяется «Кодекс этики UIS по разведыванию и исследованию пещер в других странах». Кодекс был принят МСС на Генеральной Ассамблее на 12-м Международном спелеологическом конгрессе (La Chaux-de-Fonds, Швейцария, 1997 г.), изменен Генеральной Ассамблей на 13-м Международном спелеологическом конгрессе (Brasilia, Бразилия, 2001 г.) и 16-м Международном спелеологическом конгрессе (Brno, Чехия, 2013 г.) [32].

Этот важный документ затрагивает разные аспекты использования подземных полостей и разделен на несколько структурированных частей:

- А: общие требования и подходы к спелеологическим исследованиям в вашей собственной стране;
- Б: спелеологические экспедиции в зарубежные страны;
- В: развитие экскурсионных пещер (шоу-пещер);
- Г: приключенческий, гео- и эко-туризм;
- Д: сбор образцов для исследований [32].

Основные принципы этого документа сводятся к тому, что МСС не может навязывать правила своим членам, а также не может нести ответственность за незаконные экспедиции. Документ был задуман как убедительная рекомендация, которая описывает идеальный сценарий для отдельных стран-членов, чтобы они могли реализовать его с необходимыми корректировками, учитывающими конкретные обстоятельства в собственных странах. Цель кодекса состоит в том, чтобы обеспечить уважительную практику посещения пещер и отношений с другими людьми, которые имеют дело с пещерами [32].

Кроме кодекса Международного союза спелеологов отдельные страны практикуют разработку и издание собственных кодексов. Так, *Австралийская спелеологическая федерация* выпустила в 1995 г. один из самых ранних «Пещерных кодексов минимального воздействия», актуализированный (по имеющимся сведениям) в 2010 г. Этот кодекс разделен на две части: одна касается общих принципов посещения пещер, а другая посвящена исследованиям недавно обнаруженных пещер или их участков.

Британская спелеологическая ассоциация выпустила «Руководство по спелеологии с минимальным воздействием» совместно с Natural England, государственным вневедомственным органом правительства Соединённого Королевства, ответственным за обеспечение защиты и улучшение состояния окружающей среды Англии. Руководство стремится минимизировать воздействие на пещеры, а также включает рекомендации по их защите и восстановительным работам – как в пещерах, так и на поверхности.

Новозеландский департамент охраны природы разработал «Кодекс охраны пещер», задача которого

минимизировать воздействие при посещении пещер на окружающую среду и других людей.

Украинская спелеологическая ассоциация подготовила свой кодекс спелеолога. Основные его положения сводятся к следующему: этический кодекс, основанный на согласии, предпочтительнее обязательных правил; ответственные действия более эффективны, чем властные инструкции; спелеологи открывают и исследуют пещеры, делают их известными и доступными миру людей. Они должны осознавать уникальность и уязвимость пещерной среды и брать на себя ответственность за её сохранность; сознательность каждого спелеолога является лучшей защитой для пещер; каждый спелеолог является источником потенциального ущерба для пещер – как при их исследовании, так и при посещении; публикация результатов новых открытий в спелеологических изданиях является долгом исследователя пещер.

Национальное спелеологическое общество (США) имеет набор «Руководств по спелеологии с минимальным воздействием», которые регулярно обновляются. Последние обновления были утверждены в феврале 2021 г. и коснулись аспектов, связанных с пандемией COVID-19. Авторы документа делают важный вывод, что рекомендации необходимо регулярно обновлять по мере поступления и накопления новой информации о компонентах природной среды пещер, на основе которой все посетители должны корректировать свою деятельность в подземных полостях.

В 2022 г. МСС совместно с МСОП издается обновленная и дополненная версия «Рекомендации по охране пещер и карстовых ландшафтов» (далее – «Рекомендации, 2022») [26], приуроченная к международному году карста и пещер под эгидой ЮНЕСКО. Первая версия «Рекомендаций, 2022», прежде всего, затрагивала геологическое наследие. В то время как вторая версия была дополнена информацией и сведениями, связанными с биологическими аспектами (флорой и фауной), представленной в пещерах и карстовых ландшафтах.

В обновленном и дополненном издании рассмотрены вопросы природы карстовых систем, антропогенной активности в карсте и управления карстом в охраняемых областях. Детально рассмотрена особая природа карстовой окружающей среды и пещерных систем, показана её ценность, уникальность и уязвимость. Предложены подходы к организации охраны пещер и карстовых ландшафтов, оборудованию пещер в качестве экскурсионных объектов, использованию карстовых ландшафтов и пещер для рекреационного и приключенческого посещения. Отдельное внимание уделено вопросам охраны карстовых водных объектов, являющихся источником водоснабжения для 10% населения планеты.

Немаловажным является тот факт, что этот документ был официально переведен на русский язык. Россия является членом МСС, и один из официальных языков МСС – русский. Бюро МСС обратилось к переводчику во время 18-го Международного спелеологического конгресса (июль 2022 г., Франция) с соответствующей просьбой для ознакомления с текстом «Рекомендации, 2022» спелеологической общественности

и всех заинтересованных в охране карстовых ландшафтов и пещер в России.

Следует отметить, что этот документ очень важен для русскоязычных специалистов, связанных с изучением, использованием и охраной пещер и карстовых ландшафтов, поскольку в последнее время никаких руководящих документов, утвержденных на законодательном уровне, в России не принималось.

«Рекомендации, 2022» содержат информацию об объектах охраны, её причинах и целесообразности, необходимых шагах в организации и осуществлении охраны пещер и карстовых ландшафтов, а также могут служить примером того, как охрана пещер и других карстовых объектов осуществляется в других странах. Это особенно важно, поскольку в ряде стран (Бразилия, США) охрана подземных полостей утверждена на законодательном уровне. Перевод «Рекомендаций, 2022» также может быть полезен как основа для создания современных рекомендаций по охране пещер и других карстовых объектов на территории России с использованием государственной специфики и законодательных принципов.

Российский опыт использования и охраны подземных полостей.

Первые упоминания о необходимости бережного отношения к богатствам пещер мы находим ещё у естествоиспытателей XVIII-XIX вв. В XX в. решения об охране природы, в том числе и пещер, принимаются уже в первые годы существования Советской власти.

Например, Красная пещера приказом Крымревкома объявлена охраняемым объектом ещё в 1921 г. [13].

Признание Кунгурской ледяной пещеры памятником природы потребовало более 10 лет переписки, а также поддержки посетивших пещеру участников XVII геологического конгресса (1937 г.). Только 12.11.1940 г. была удовлетворена просьба Кунгурского райсовета депутатов трудящихся о признании её памятником природы. В настоящее время Кунгурская ледяная пещера вместе с Ледяной горой образует историко-природный комплекс регионального значения. Более подробно с освещением научной деятельности, проводимой в Кунгурской ледяной пещере, и с публикациями о ней можно познакомиться в работе [19]. К сожалению, за истекшие 80 лет в деле охраны подземных пространств сделано немного. О необходимости их охраны говорилось на всех совещаниях по карсту и спелеологии. На Всесоюзных совещаниях 1975, 1978, 1982, 1986, 1987 гг. этому вопросу было посвящено более ста докладов. Большинство публикаций имеет региональное или даже местное значение (ставится вопрос об охране конкретной полости или карстового участка).

На базе подземных полостей могут создаваться различные стационары. Так, в работе [2] рассматривается вопрос создания спелеологического медико-биологического стационара в Сибири.

Ниже приводится краткое описание наиболее важных публикаций, имеющих концептуальное значение.

Интересный подход к оценке значения карстовых полостей как памятников природы предложен Всероссийским обществом охраны природы и освещен в работе [24]. В «Рекомендациях по выявлению, учёту,

оформлению и организации охраны пещер и карстовых объектов в качестве государственных памятников природы» (далее – «Рекомендации, 1984») излагаются основные положения по охране пещер, вытекающие из действующих в то время нормативных актов, рассматриваются достопримечательности пещер и факторы их уязвимости, предлагаются методы сравнительной оценки объектов, подлежащих охране и определения уровня охраны. Подобная оценка должна быть по возможности количественной, но, вместе с тем, предельно простой, доступной неспециалисту, открывшему новую пещеру или обнаружившему в известной пещере неизвестные ранее достопримечательности.

В работе предлагается балльный метод оценки, согласно которому «обычно встречающиеся в данном карстовом районе достопримечательности» оцениваются в 1 балл, «типичные (характерные) или редкие» – в 10 баллов, «уникальные» – в 100 баллов. Баллы начисляются по 9 группам показателей: подземный ландшафт; геологические, гидрогеологические, археологические, палеонтологические объекты; животный и растительный мир; мемориально-историческая и народно-хозяйственная значимость. Сумма баллов по всем 9 группам показателей позволяет определить рекомендуемый режим охраны [24].

Предложенная методика оценки явилась первой попыткой поставить охрану подземных пространств на научную основу. С методической стороны «Рекомендации, 1984» представляют очень большой интерес, так как впервые переводят проблему из области эмоциональных оценок в практическую плоскость, однако к этой методике существует много вопросов, связанных с объективностью оценивания.

Вторая попытка практического подхода к определению ранга памятника природы карстового происхождения предпринята Ю.И. Берсеневым и изложена в работе [6].

Им также применяется балльный метод, причем значимость объекта районного масштаба принимается равной 1, краевого – 5, республиканского – 15, союзного – 30 баллам.

Начисление баллов производится по трём группам критерии:

- научная представительность (карстологический, геологический, гидрологический, палеогеографический, минералогический, биологический, палеонтологический памятник);
- историческая ценность (археологический, историко-революционный, историко-мемориальный памятник);
- эстетическая ценность (привлекательность поверхностных форм, убранство полости, её доступность, акустические и иные свойства, спортивное значение).

По сумме баллов, набранных по отдельным критериям, определяется ранг памятника (местного, республиканского или союзного значения).

К этой методике тоже имеются вопросы и замечания. К примеру, предварительное определение степени уникальности (от районного до союзного значения) заранее задаёт ту шкалу баллов, по которой будет производиться расчёт (1, 5, 15 или 30 баллов), что немедленно скажется на ранге памятника. Как и в первом случае, выбор балльных шкал произволен.

Третья попытка оценить научную, экологическую и социальную значимость пещер принадлежит Г.А. Бачинскому, работы [3-5]. В своих исследованиях автор отмечает, что пока невозможно в стоимостном отношении оценить значимость пещер, и предлагает выделять четыре категории полостей: А – максимально пригодные, В – пригодные, С – малопригодные, D – непригодные. Для каждого вида использования (сами виды не перечисляются) следует разработать определительные шкалы с наборами качественных показателей, позволяющих определять научную, экологическую, эстетико-познавательную, лечебно-оздоровительную, спортивную и производственную ценность полости. При установлении категорий подземных полостей следует принимать во внимание стоимостные показатели – рассчитывать экономический эффект от предполагаемого функционального использования пещер. Однако последним не следует придавать доминирующее значение: такие показатели являются главными при определении возможностей производственного использования пещер, имеют подчиненное значение при определении их спортивной, лечебно-оздоровительной, эстетико-познавательной пригодности и излишни при установлении экологической или научной ценности. Г.А. Бачинский предлагает определить степень уязвимости полостей относительно разных видов антропогенного воздействия и установить для них предельно допустимые нагрузки (ПДН). Ценность и уязвимость пещер определяют оптимальный режим их использования и охраны, то есть режим природопользования, основанный на социо-экологическом принципе: получение максимального эффекта без превышения ПДН. Работа Г.А. Бачинского является постановочной: в ней сформулированы общие положения социоэкологии применительно к подземным пространствам.

В ряде публикаций других известных российских (например, К.А. Горбуновой, Н.Г. Максимовича, В.Н. Андрейчука [11]) или зарубежных (например, N. Novas с соавторами [35], A. Weigand с соавторами [37], T. Laborra с соавторами [33]) ученых затрагиваются проблемы организации карстологического или карсто-спелеологического мониторинга карстовых полостей, под которым понимается система постоянных наблюдений за состоянием карстовых объектов, позволяющая контролировать и прогнозировать изменения, происходящие под влиянием природных и антропогенных факторов.

Следующим важным этапом в области изучения и разработки рекомендаций по охране и использованию подземных полостей является консолидация спелеообщества, сначала на уровне отдельных регионов, а затем на общероссийском уровне. Беспокойство из-за воздействия человека на пещеры привело к разработке этических кодексов, правил по охране пещер и норм минимального воздействия. Многие спелеологические общества в разрезе своих спелеостран разрабатывали и составляли свои кодексы. Ярким примером является «Этический кодекс АСУ», разработанный в 2012 г. членами Ассоциации спелеологов Урала на основе собственного многолетнего опыта взаимодействия с подземной средой. Главным инициатором этого кодекса стал С.С. Евдокимов [29]. Кодекс направлен как на защиту подземного мира от влияния человека, так и

на безопасность человека при его нахождении в пещерах. Основные его постулаты сводятся к следующему:

- Любое посещение пещеры человеком наносит ей вред, необходимо свести этот вред к минимуму. Посещение пещеры оправдано чётко обозначенной целью (учебно-тренировочной, научно-исследовательской). Недопустимы использование пещер для личных нужд и из корыстных побуждений, коммерческая экскурсионная деятельность в необорудованных и специально не предназначенные для этих целей пещерах, проведение спортивных состязаний по скоростному прохождению пещер.
- Изъятие из пещеры археологических артефактов, палеонтологических находок и минералогических образцов может производиться только с научной целью. Всё, что занесено в пещеру посетителями и исследователями, должно быть извлечено на поверхность. Пометки и надписи на стенах пещеры могут наноситься только при проведении исследования пещеры и лишь при особой необходимости.
- Результаты новых открытий и исследований должны обязательно публиковаться в спелеологической литературе. При этом необходимой мерой для сохранения отдельных уникальных и уязвимых пещер является ограничение в открытом доступе информации об их точном местоположении.
- Спелеологические коллективы должны брать ответственность за сохранность исследуемой пещеры, разрабатывать необходимые мероприятия по её защите, вносить предложения по режиму посещения пещеры и, в тех случаях, когда это целесообразно, по постановке на учёт как памятника природы.

Пещеры, обладающие доступностью и наибольшей привлекательностью для туристов, могут быть оборудованы для посещения [31]. В работе [36] приводятся перспективы и значение карстовых пещер для создания европейских и национальных парков и геопарков. При экскурсионной деятельности, благоустройство проводится с учётом принципа минимизации антропогенного влияния на ход естественных процессов в пещере. Работы должны предваряться комплексными исследованиями на поверхности и под землёй. В процессе функционирования туристско-экскурсионного объекта необходимо проводить регулярный мониторинг природной среды с использованием современных технологий и методов [29].

Ярким примером комплексных исследований, использования и охраны пещер являются работа М.А. Абдулжабарова, посвященная пещерам Южного Узбекистана [1], работа Н.И. Бурчака-Абрамовича, посвященная пещерам Кавказа [7], статья Э.З. Гирфановой, посвященная Иксским пещерам Башкортостана [10].

Другим примером консолидации исследователей в области подземных полостей на Всероссийском уровне является создание в 2017 г. общественной организации – Российского союза спелеологов (далее – РСС). На официальном сайте этой организации указано, что I съезд РСС состоялся 17-19 ноября 2017 г. Целью союза является объединение спелеологического сообщества, ведущего активную познавательную деятельность, интегрированного в социокультур-

ную среду государственных и общественных институтов РФ, а также развитие спелеологического движения в России.

Немаловажным является и тот факт, что РСС особое внимание уделяет и вопросам охраны подземных полостей: об этом свидетельствует тот факт, что в структуре РСС действует специализированная Комиссия по охране и использованию подземных полостей. В задачи комиссии входит:

- изучение различных видов антропогенного воздействия на среду подземных полостей;
- определение критериев и методов оценки ценности и уязвимости пещер;
- разработка методов классификации и определение природоохранного статуса пещер;
- подготовка предложений для органов государственного управления по установлению особо ценных пещерам природоохранного статуса;
- разработка рекомендаций по бережному отношению к подземным полостям для посетителей;
- методическая и организационная помощь членам Союза в проведении экологических мероприятий в подземных полостях;
- ведение перечня пещер России, имеющих, либо соответствующих статусу особо охраняемой природной территории (ООПТ);
- проведение общественной экологической экспертизы проектов, реализуемых в пещерах;
- мониторинг состояния пещер, являющихся ООПТ;
- разработка методики расчета допустимой антропогенной нагрузки на пещеры;
- разработка рекомендаций по использованию подземных полостей в качестве экскурсионных объектов;
- сотрудничество и обмен опытом с природоохранными структурами спелеологических ассоциаций других стран, в том числе международных;
- просветительская и пропагандистская деятельность в сфере охраны подземных полостей, в отношении как членов Союза, так и населения России.

Одним из наиболее значимых, полных и хорошо проработанных документов по охране и использованию пещер является подготовленный Комиссией по охране и использованию подземных полостей РСС одноименных рекомендаций (далее – «Рекомендации, 2021»), изданные в 2021 г. [25]. Документ предназначен для всех, кто интересуется пещерами, либо чья деятельность, так или иначе, связана с подземными пространствами. «Рекомендации, 2021» содержат информацию о том, что такие пещеры, в чём их ценность и уязвимость. Даются советы о том, как вести себя в пещерах, приводятся примеры и опыт создания особо охраняемых природных территорий для защиты пещер с отсылкой на действующие нормативно-правовые акты по этому виду деятельности [25].

Подводя итоги, необходимо отметить, что в настоящее время в отечественной нормативно-правовой литературе единые подходы к оценке и защите подземных пространств как природоохранных объектов пока не выработаны, имеются локальные и всероссийские документы – рекомендации, разработанные на общественных началах кругом заинтересованных и небезразличных к пещерам лиц. Это актуальная тема для

дальнейшего плотного взаимодействия между учеными, исследователями, спелеотуристами и представителями природоохранных структур как на региональном, так и на федеральном уровне.

Анализ открытых источников позволил найти документы, устанавливающие режим охраны отдельных подземных полостей регионального значения. К примеру, постановлением Правительства Красноярского края от 14.12.2017 г. № 747-п пещера Партизанская объявлена памятником природы краевого значения и устанавливается режим особой охраны этой территории. Опубликованный на официальных порталах документ позволяет сделать вывод, что основными объектами охраны являются:

- редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений, занесенные в Красные книги РФ и Красноярского края;
- млекопитающие, относящиеся к отряду Рукокрылые (Chiroptera), занесенные в Красную книгу Красноярского края;
- уникальные натечные образования: сталакиты, сталагмиты, пагоды, кораллиты, кальцитовые покровы стен, гуры.

Согласно этому документу меры охраны подземной части памятника природы сводятся к тому, что в пещере запрещено отбирать образцы флоры и фауны, разрушать натечные образования, наносить надписи и знаки ориентирования. Кроме того, запрещается жечь костры, курить и употреблять алкогольные напитки.

Все это говорит о том, что на текущий момент на государственном уровне охрана пещер осуществляется в рамках стандартного комплекса мероприятий по постановке на учёт и обеспечению режима особо охраняемых природных территорий – памятников природы с общечеловеческими требованиями: «не мусорить и не хулиганить». Разработка и внедрение утвержденных хорошо проработанных нормативно-правовых актов, регулирующих охрану подземных полостей с учетом их специфических условий, является важной задачей, стоящей перед современными спелеологами. Необходима выработка единых критериев оценки, требований по режиму использования, а также паспортизация и учет подземных памятников природы с указанием индивидуальных особенностей охраняемого объекта.

Заключение

Пещеры – уникальные малоустойчивые экосистемы с особой биотой. В связи с повышением уровня антропогенного влияния на них (особенно с увеличением популярности спелеотуризма), загрязнение подземных экосистем резко возросло.

В настоящее время на международном уровне и на уровне РФ охрана большинства уникальных подземных полостей обеспечивается либо путем скрытия информации об их местоположении, либо эколого-просветительской работой в отношении посетителей пещер. Для этого разрабатываются и распространяются кодексы этики спелеологов, в которых содержится информация об уникальности пещер, их природоохранной значимости и приводятся рекомендации по соблюдению общих правил поведения, чтобы минимизировать негативное воздействие на пещеры со стороны посетителей. К сожалению, в большинстве стран мира в

законодательных актах не существует четких требований по мерам охраны и наказаний за негативное воздействие на подземные полости. Следовательно, соблюдение населением и организациями (туристическими, спортивными и прочими) правил, установленных общественными спелеологическими объединениями, возможно только на добровольных началах.

Одним из механизмов защиты и сохранения этих уникальных природных объектов является контроль и охрана силами государства. Для этого этим объектам необходимо придавать статус особо охраняемой природной территории. Тогда правила, прописанные в Федеральных и локальных нормативно-правовых актах, будут обязательны для исполнения всеми, а их неисполнение повлечет административную или уголовную ответственность.

К сожалению, в нормативно-правовой базе федерального уровня существуют неточности и недосказанности в отношении подземных полостей. В отечественной нормативно-правовой литературе единые подходы к оценке и защите подземных пространств как природоохранных объектов, пока не выработаны. Имеются международные общероссийские документы рекомендательного характера. Актуализация федеральных и региональных документов для выработки единых подходов в области управления и охраны подземных полостей является насущной проблемой для дальнейшего плотного взаимодействия между учеными, исследователями, спелеотуристами и представителями природоохранных структур как на региональном, так и на федеральном уровне.

На текущий момент на государственном уровне охрана пещер осуществляется в рамках стандартного комплекса мероприятий по постановке на учёт и обеспечению режима особо охраняемых природных территорий – памятников природы с общечеловеческими требованиями: «не мусорить и не хулиганить». Разработка и внедрение утвержденных хорошо проработанных нормативно-правовых актов, регулирующих охрану подземных полостей с учетом их специфических условий, является важной задачей, стоящей перед современными спелеологами. Необходима выработка единых критериев оценки, требований по режиму использованию с учетом индивидуальных особенностей охраняемого объекта и внесение их в соответствующие законодательные акты.

Сведения об авторском вкладе

П.А. Красильников – постановка задачи исследования, формулировка идеи статьи, научное редактирование, вычитка итоговой версии статьи.

И.А. Лавров – подготовка рукописи, сбор, систематизация сведений о Российском опыте использования и охраны пещер, вычитка итоговой версии статьи.

Т.С. Брызгалов – сбор, систематизация сведений о Международном опыте использования и охраны пещер;

С.А. Красильникова – сбор, систематизация сведений об уязвимости подземных полостей, подготовка отдельных частей рукописи.

Contribution of the authors

P.A. Krasilnikov – research problem statement, article concept formulation, scientific editing, proofreading of the final article.

I.A. Lavrov – manuscript preparation, collection and systematization of information on Russian experience in cave use and protection, proofreading of the final article.

T.S. Bryzgalov – collection and systematization of information on international experience in cave use and protection.

S.A. Krasilnikova – collection, systematization, and identification of vulnerabilities of underground cavities, preparation of individual sections of the manuscript.

Список источников

1. Абдулжабаров М.А. Проблемы комплексных исследований, использования и охраны пещер Южного Узбекистана // Проблемы изучения, экологии и охраны пещер: Тез. докл. V Всесоюз. совещ. по спелеологии и карстоведению. Киев: Институт геологических наук АН УССР, 1987. С. 175-176.
2. Аликин Ю.С., Матюхин В.А. Проект спелеологического медико-биологического стационара в Сибири // Проблемы изучения, экологии и охраны пещер: Тез. докл. V Всесоюз. совещ. по спелеологии и карстоведению. Киев: Институт геологических наук АН УССР, 1987. С. 137-139.
3. Бачинский Г.А. Охрана пещер и геосоциология // 10 Intern. Congr. of speleol. Proc. Budapest, 1989. Р. 449-451.
4. Бачинский Г.А. Социоэкологические аспекты спелеологии // Пещеры: Проблемы изучения. Выпуск 22. Пермь, 1990. С. 86-91.
5. Бачинский Г.А. Тафономическая характеристика местонахождений ископаемых позвоночных в карстовых пещерах Украины // Физическая география и геоморфология (Карст Украины). 1970. № 4. С. 153-159.
6. Берсенев Ю.И. Памятники природы карстового происхождения Приморского края. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. 48 с.
7. Бурчак-Абрамович Н.И. Пещеры Кавказа – памятники природы и истории древней культуры, их изучение и охрана // Проблемы выявления, исследования и сохранения памятников природы. Воронеж: ВООП, 1983. С. 31-32.
8. Васильев А.Н., Хританков А.М. Мхи пещер юга Красноярского края // Проблемы изучения, экологии и охраны пещер: Тез. докл. V Всесоюз. совещ. по спелеологии и карстоведению. Киев: Институт геологических наук АН УССР, 1987. С. 122-123.
9. Вишневская Н.Л., Лукин В.С. Естественное кондиционирование воздуха в Кунгурской ледяной пещере // Проблемы выявления, исследования и сохранения памятников природы. Воронеж: ВООП, 1983. С. 70-71.
10. Гирфанова Э.З. Восстановление и сохранение Иксих пещер как памятника природы Башкортостана. [Электронный ресурс]. URL: <https://test.genyborka.ru/8037/> (дата обращения: 28.08.2025).
11. Горбунова К.А., Максимович Н.Г., Андрейчук В.Н. Техногенное воздействие на геологическую среду Пермской области // Научные доклады Горного института УрО АН. Пермь. 1990. 44 с.
12. Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н., Лавров И.А. Классификация, использование и охрана подземных пространств. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 195 с.
13. Душевский В.П. Использование карстовых полостей предгорного Крыма // Использование пещер: тезисы семинара-совещания. Пермь, 1979. С. 24-26.
14. Иванов А.Н., Чижкова В.П. Охраняемые природные территории. М.: Географический факультет МГУ, 2010. 184 с.
15. Крубер А.А. Карстовая область Горного Крыма. М.: тип. т-ва И.Н. Кушнерев и К°, 1915. 319 с.
16. Мавлюдов Б.Р., Коврижных Е.В., Голод В.М. Оценка уязвимости и задачи охраны пещер // Проблемы изучения, экологии и охраны пещер: Тез. докл. V Всесоюз. совещ. по спелеологии и карстоведению. Киев: Институт геологических наук АН УССР, 1987. С. 9-11.
17. Мавлюдов Б.Р., Токарев С.В. Климат пещер // Атлас пещер России / гл. ред. А.Л. Шелепин. М.: РГО, Российский союз спелеологов, 2019. С. 35-39.
18. Максимович Г.А. Морские пещеры – чудеса Мира // Пещеры. Вып. 12-13. Пермь, 1972. С. 191-196.
19. Максимович Н.Г., Миночкина Ю.Н. Публикации о Кунгурской Ледяной пещере в сборниках научных трудов «Пещеры» // Комплексное использование и охрана подземных пространств: матер. междунар. науч.-практич. конф. Пермь: ГИ УрО РАН, 2014. С. 68-72.
20. О недрах: закон РФ № 2395-1 от 21.02.1992 г.
21. Об особо охраняемых природных территориях: федеральный закон № 33-ФЗ от 14.03.1995 г.
22. Прокопов Г.А. Пещерная биота // Атлас пещер России / гл. ред. А.Л. Шелепин. М.: РГО, Российский союз спелеологов, 2019. С. 47-53.
23. Реймерс Н.Ф., Штильмарк Ф.Р. Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978. 296 с.
24. Рекомендации по выявлению, учёту, оформлению и организации охраны пещер и карстовых объектов в качестве государственных памятников природы. М.: ВООП, 1984. 49 с.
25. Рекомендации по охране и использованию пещер / под общей редакцией И.Н. Бурмак. Всероссийская общественная организация «Российский союз спелеологов». Красноярск: Изд-во ООО «Поликом», 2021. 194 с.
26. Рекомендации по охране пещер и карстовых ландшафтов, 2 издание / под ред. Д.С. Гиллison, Дж. Ганн, А. Аулер, Т. Болгер; Пер. с англ. Б.Р. Мавлюдов. 2025. Москва: ИГРАН. 112 с. [Электронный ресурс]. URL: http://www.igras.ru/sites/default/files/2025_Recomendations.pdf (дата обращения: 28.08.2025).
27. Токарев С.В. Гидрология пещер // Атлас пещер России / гл. ред. А.Л. Шелепин. М.: РГО, Российский союз спелеологов, 2019. С. 33-34.
28. Токарев С.В. Экологические проблемы и уязвимость пещер // Атлас пещер России / гл. ред. А.Л. Шелепин. М.: РГО, Российский союз спелеологов, 2019. С. 105.
29. Этический кодекс Ассоциации спелеологов Урала. [Электронный ресурс]. URL: https://vk.com/topic-22262062_27991887 (дата обращения: 28.08.2025).
30. Cigna A.A. Vulnerability of the Cave Environment // The International Show Cave Association (ISCA) 4th International Congress. Postojna, 2002. P. 185-191.

31. Cigna A.A., Forti P. Caves: the most important geotouristic feature in the world // *Tourism and Karst Areas*. 2013. Vol. 6. Iss. 1. P. 9-26.
32. Code of Ethics for Cave Exploration, and Science in Foreign Countries // International Union of Speleology, 2013. URL: <https://uis-speleo.org/wp-content/uploads/2020/03/Code-of-Ethics-of-the-UIS-English-Language.pdf> (дата обращения: 03.09.2025).
33. Laborra T., Azpilicueta L., Iturri P.L., Aguirre E., Falcone F. Estimation of wireless coverage in complex cave environments for speleology applications // *IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-USRI Radio Science Meeting, 2014*, pp. 120-120. <https://doi.org/10.13140/2.1.1570.3687>
34. Lobo H., Perinotto J., Boggiani P., Karmann I., Zago S., Tomaz F., Poudou S., Junior O. Classifying cave environments based on the energy flow levels (case study of the cave of Santana, São Paulo state, Brazil) // *Proceedings of 15th International Congress of Speleology, held in Kerville, 19-26 July 2009. Kerville, 2009. Vol. 2. P. 1166.*
35. Novas N., Gázquez J.A., MacLennan J., García R.M., Fernández-Ros M., Manzano-Agüilaro F. A real-time underground environment monitoring system for sustainable tourism of caves // *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 142. Part. 4. P. 2707-2721. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.005>
36. Telbisz T., Mari L. The significance of karst areas in European national parks and geoparks // *Open Geosciences*. 2020. Vol. 12. Iss. 1. pp. 117-132. <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0008>
37. Weigand A., Bücs S.-L., Deleva S., Lukic Bilela L., Nyssen P., Paragamian K., Ssymank A., Weigand H., Zakšek V., Zagmajster M., Balázs G., Barjadze S., Bürger K., Burn W., Cailhol D., Decrolière A., Didonna F., Doli A., Drazina T., Dreybrodt J., Dud L., Egri C., Erhard M., Finžgar S., Fröhlich D., Gartrell G., Gazaryan S., Georges M., Godeau J.-F., Grunewald R., Gunn J., Hajenga J., Hofmann P., Knight L., Köble H., Kuharic N., Lüthi C., Munteanu C.M., Novak R., Ozols D., Petkovic M., Stoch F., Vogel B., Vukovic I., Hall Webberg M., Zaenker C., Zaenker S., Feit U., Thies J.-C. Current cave monitoring practices, their variation and recommendations for future improvement in Europe: A synopsis from the 6th EuroSpeleo Protection Symposium // *Research Ideas and Outcomes*, 2022. Vol. 8, Article number e85859, <https://doi.org/10.3897/rio.8.e85859>
- ### References
1. Abduzhabarov, M., 1987. *Problemy kompleksnykh issledovaniy, ispol'zovaniya i okhrany peshcher Yuzhnogo Uzbekistana [Problems of complex research, use and protection of caves of Southern Uzbekistan]*. In: *Problems of study, ecology and protection of caves: Abstract of the report of the 5th All-Union Conference on Speleology and Karst Studies*. Kyiv: Institute of Geological Sciences of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR., pp. 175-176. (in Russian)
 2. Alikin, Yu. and Matyukhin, V., 1987. *Proyekt speleologicheskogo mediko-biologicheskogo statsionara v Sibiri [Project of a speleological medical and biological stationary in Siberia]*. In: *Problems of study, ecology and protection of caves: Abstract of the report of the 5th All-Union Conference on Speleology and Karst Studies*. Kyiv: Institute of Geological Sciences of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR., pp. 137-139. (in Russian)
 3. Bachinskiy, G., 1989. *Okhrana peshcher i geosotsiologiya [Cave protection and geosociology]*. 10 Intern. Congr. of speleol. Proc. Budapest, pp. 449-451. (in Russian)
 4. Bachinskiy, G., 1990. *Sotsioekologicheskiye aspekty speleologii [Socioecological aspects of speleology]*. *Peshchery: Problemy izucheniya*. (22). Perm, pp. 86-91. (in Russian)
 5. Bachinskiy, G., 1970. *Tafonomiceskaya kharakteristika mestonakhozhdeniy iskopayemykh pozvonochnykh v karstovykh peshcherakh Ukrayny [Taphonomic characteristics of fossil vertebrate sites in karst caves of Ukraine]*. *Fizicheskaya geografiya i geomorfologiya (Karst Ukrayny)*. (4), pp. 153-159. (in Russian)
 6. Bersenev, Yu., 1985. *Pamyatniki prirody karstovogo proiskhozhdeniya Primorskogo kraya [Natural monuments of karst origin of Primorsky Krai]*. Vladivostok, Far Eastern Scientific Center of the USSR Academy of Sciences. 48 p. (in Russian)
 7. Burchak-Abramovich, N. *Peshchery Kavkaza – pamiatniki prirody i istorii drevney kul'tury, ikh izu-cheniye i okhrana [Caves of the Caucasus – monuments of nature and history of ancient culture, their study and protection]*. In: *Problemy vyyavleniya, issledovaniya i sokhraneniya pamiatnikov prirody [Problems of identification, research and preservation of natural monuments]*. Voronezh, VOOP, pp. 31-32. (in Russian)
 8. Vasil'yev, A. and Khritankov, A., 1987. *Mkhi peshcher yuga Krasnoyarskogo kraya [Mosses of caves in the south of Krasnoyarsk Krai]*. In: *Problems of study, ecology and protection of caves: Abstract of the report of the 5th All-Union Conference on Speleology and Karst Studies*. Kyiv: Institute of Geological Sciences of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, pp. 122-123. (in Russian)
 9. Vishnevskaya, N. and Lukin, V., 1983. Natural air conditioning in the Kungur ice cave [Natural air conditioning in the Kungur ice cave]. In: *Problemy vyyavleniya, issledovaniya i sokhraneniya pamiatnikov prirody [Problems of identification, research and preservation of natural monuments]*. Voronezh, VOOP, pp. 70-71. (in Russian)
 10. Girfanova, E. Restoration and preservation of the Iksky caves as a natural monument of Bashkortostan. Available from: <https://test.genyborka.ru/8037/> [Accessed 28th August 2025].
 11. Gorbunova, K., Maksimovich, N. and Andreychuk, V., 1990. *Tekhnogennoye vozdeystviye na geologicheskuyu sredu Permskoy oblasti [Technogenic impact on the geological environment of the Perm region]*. In: *Nauchnyye doklady Gornogo instituta UrO AN [Scientific reports of the Mining Institute of the Ural Branch of the Academy of Sciences]*. Perm, Russia. 44 p. (in Russian)
 12. Dublyanskiy, V., Dublyanskaya, G. and Lavrov I., 2001. *Klassifikatsiya, ispol'zovaniye i okhrana podzemnykh prostranstv [Classification, use and protection of underground spaces]*. Yekaterinburg, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 195 p. (in Russian)
 13. Dushevskiy, V., 1979. *Ispol'zovaniye karstovykh polostey predgornogo Kryma [Use of karst cavities of the foothills of Crimea]*. In: *Use of caves: Abstracts of the seminar-meeting*. Perm, pp. 24-26. (in Russian)
 14. Ivanov, A. and Chizhova, V., 2010. *Okhranyayemye prirodnyye territorii [Protected natural areas]*. Moscow, Faculty of Geography of Moscow State University. 184 p. (in Russian)

15. Kruber, A., 1015. *Karst region of the Crimean Mountains* [Karstovaya oblast' Gornogo Kryma]. Moscow, tip. t-va I.N. Kushnerev i K°. 319 p. (in Russian)
16. Mavlyudov, B., Kovrzhnykh, Ye., Golod, V., 1987. *Otsenka uyazvimosti i zadachi okhrany peshcher* [Vulnerability assessment and objectives of cave protection]. In: *Problems of cave study, ecology and protection: Abstract of the report of the 5th All-Union Conference on Speleology and Karst Studies. Kyiv, Institute of Geological Sciences of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR*, pp. 9-11. (in Russian)
17. Mavlyudov, B. and Tokarev, S., 2019. Klimat peshcher [Cave climate]. In: Shelepin, A. (ed.) *Atlas peshcher Rossii* [Atlas of caves of Russia]. Moscow, Russia, RGO, Russian Union of Speleologists. pp. 35-39. (in Russian)
18. Maksimovich, G., 1972. Morskiye peshchery – chudesa Mira [Sea caves – wonders of the world]. *Peshchery*. (12-13), pp. 191-196. (in Russian)
19. Maksimovich, N. and Minochkina, Yu., 2014. *Publikatsii o Kungurskoy Ledyanoy peshchere v sbornikakh nauchnykh trudov «Peshchery»* [Publications about the Kungur Ice Cave in the collections of scientific papers "Caves"]. In: *Complex use and protection of underground spaces: Materials of the international scientific and practical conference. Perm, GI UB RAS*, pp. 68-72. (in Russian)
20. O nedrakh [On subsoil]: Law of the Russian Federation № 2395-1 from 21.02.1992. (in Russian)
21. Ob osobo okhranyayemykh prirodnykh territoriyakh [On specially protected natural areas]: Federal Law № 33-FZ from 14.03.1995. (in Russian)
22. Prokopov, G., 2019. Peshchernaya biota [Cave biota]. In: Shelepin, A. (ed.) *Atlas peshcher Rossii* [Atlas of caves of Russia]. M.: RGO, Russian Union of Speleologists. pp. 47-53. (in Russian)
23. Reymers, N. and Shtil'mark, F. *Osobo okhranyayemye prirodnyye territorii* [Specially protected natural territories]. Moscow, Mysl'. 296 p. (in Russian)
24. *Rekomendatsii po vyvayleniyu, uchotu, oformleniyu i organizatsii okhrany peshcher i karstovykh ob'yektor v kachestve gosudarstvennykh pamiatnikov prirody* [Recommendations for the identification, registration, registration and organization of protection of caves and karst objects as state natural monuments]. Moscow, VOOP, 1984. 49 p. (in Russian)
25. Burmak, I. (ed.), 2021. *Rekomendatsii po okhrane i ispol'zovaniyu peshcher* [Recommendations for the protection and use of caves]. Krasnoyarsk, Izd-vo OOO «Polikom», 2021. 194 p. (in Russian)
26. Gillison, D., Gann, Dzh., Auler, A. and Bolger T. (ed.), 2025. *Guidelines for Cave and Karst Protection*, 2nd Edition. Postojna, Slovenia, International Union of Speleology and Gland. Switzerland, IUCN. 112 p. (in Russian)
27. Tokarev, S., 2019. *Gidrologiya peshchery* [Cave hydrology]. In: Shelepin, A. (ed.) *Atlas peshcher Rossii* [Atlas of caves of Russia]. Moscow, Russia, RGO, Russian Union of Speleologists. pp. 33-34. (in Russian)
28. Tokarev, S., 2019. Ekologicheskiye problemy i uyazvimost' peshcher [Environmental problems and vulnerability of caves]. In: Shelepin, A. (ed.) *Atlas peshcher Rossii* [Atlas of caves of Russia]. Moscow, Russia, RGO, Russian Union of Speleologists. pp. 105. (in Russian)
29. Ethical Code of the Ural Speleologists Association. Available from: https://vk.com/topic-22262062_27991887 [Accessed 28th August 2025].
30. Cigna, A., 2002. *Vulnerability of the Cave Environment*. In: *The International Show Cave Association (ISCA) 4th International Congress. Postojna*, pp. 185-191.
31. Cigna, A. and Forti, P., 2013. Caves: the most important geotouristic feature in the world. *Tourism and Karst Areas*, 6(1), pp. 9-26.
32. Code of Ethics for Cave Exploration, and Science in Foreign Countries. International Union of Speleology, 2013. Available from: <https://uis-speleo.org/wp-content/uploads/2020/03/Code-of-Ethics-of-the-UIS-English-Language.pdf> [Accessed 3th September 2025].
33. Laborra, T., Azpilicueta, L., Iturri, P., Aguirre, E. and Falcone, F., 2014. Estimation of wireless coverage in complex cave environments for speleology applications. In: *IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting, 2014*, pp. 120-120. <https://doi.org/10.13140/2.1.1570.3687>
34. Lobo, H., Perinotto, J., Boggiani, P., Karmann, I., Zago, S., Tomaz, F., Poudou, S. and Junior, O., 2009. Classifying cave environments based on the energy flow levels (case study of the cave of Santana, São Paulo state, Brazil). In: *Proceedings of 15th International Congress of Speleology, held in Kerville, 19-26 July 2009, Kerville, Texas, USA. Kerville, Vol. 2*, pp. 1166.
35. Novas, N., Gázquez, J., MacLennan, J., García, R., Fernández-Ros, M. and Manzano-Agugliaro, F., 2017. A real-time underground environment monitoring system for sustainable tourism of caves. *Journal of Cleaner Production*, 142, part. 4, pp. 2707-2721. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.005>
36. Telbisz, T., Mari, L., 2020. The significance of karst areas in European national parks and geoparks. *Open Geosciences*, 12(1), pp. 117-132. <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0008>
37. Weigand, A., Bücs, S.-L., Deleva, S., Lukić, B., Nyssen, P., Paragamian, K., Ssymank, A., Weigand, H., Zakšek, V., Zagmajster, M., Balázs, G., Barjadze, S., Bürger, K., Burn, W., Cailhol, D., Decrolière, A., Didonna, F., Doli, A., Drazina, T., Dreybrodt, J., Đud, L., Egri, C., Erhard, M., Finžgar, S., Fröhlich, D., Gartrell, G., Gazaryan, S., Georges, M., Godeau, J.-F., Grunewald, R., Gunn, J., Hajenga, J., Hofmann, P., Knight, L., Köble, H., Kuharic, N., Lüthi, C., Munteanu, C., Novak, R., Ozols, D., Petkovic, M., Stoch, F., Vogel, B., Vukovic, I., Hall, W., Zaenker, C., Zaenker, S., Feit, U. and Thies, J.-C., 2022. Current cave monitoring practices, their variation and recommendations for future improvement in Europe: A synopsis from the 6th EuroSpeleo Protection Symposium. *Research Ideas and Outcomes*, 8, Article number e85859. <https://doi.org/10.3897/rio.8.e85859>

Статья поступила в редакцию 15.09.2025; одобрена после рецензирования 30.10.2025; принятая к публикации 17.11.2025.

The article was submitted 15.09.2025; approved after reviewing 30.10.2025; accepted for publication 17.11.2025.