

ЛИТОТОПЫ КАК ЖИЗНЕОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ РЕСУРС ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В.А. Королев¹, В.Т. Трофимов¹, А.Н. Галкин²

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

¹ МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, 119234, Москва, ул. Ленинские горы, д. 1

² Витебский государственный университет им. П.М. Машерова, 210038, Белоруссия, г. Витебск, Московский пр-кт, д. 33

E-mail: va-korolev@bk.ru, trofimov@rector.msu.ru, galkin-alexandr@yandex.ru

Под эколого-геологической системой (ЭГС) понимают открытую динамичную систему, включающую подсистемные блоки: абиотический (литотоп), биокосный (эдафотоп), биотический (микробоценоз, фитоценоз, зооценоз, человеческое сообщество - социум), а также источники природных и техногенных воздействий, тесно связанные прямыми и обратными причинно-следственными связями, обуславливающими ее структурно-функциональное единство [15]. ЭГС представляет собой основной объект исследований экологической геологии [16].

В структуре любой ЭГС определяющую роль играет ее основной абиотический компонент – *литотоп*, представляющий собой геологическое пространство эколого-геологической системы и входящий в состав её биотопа. Он может быть образован массивами грунтов различного состава (от скальных [14] до дисперсных [2-11]), состояния (талые или мерзлые [13]) и строения, обуславливая широкое разнообразие как природных, так и техногенных эколого-геологических систем. Их общая систематика была предложена нами в ряде работ [1,12,15]. Положение литотопа в общей структуре природных ЭГС показано на рис.1.

Исходя из структуры природной ЭГС [15,16] компонентами литотопа являются (см. рис.1): 1 – массивы грунтов (грунтовые толщи), представляющие собой литогенную основу для данной ЭГС; 2 – рельеф территории литотопа; 3 – подземные воды, входящие в состав гидротопы данной ЭГС; 4 – геохимические поля, формирующие геохимические потоки и аномалии; 5 – геодинамические поля, определяющие наличие геодинамических процессов; 6 – геофизические поля, определяющие геофизическую экологическую функцию.

Все указанные компоненты литотопа могут быть как природными, так и техногенными. В последнем случае они определяют степень техногенной трансформации как литотопа, так и всей ЭГС в целом, которая в зависимости от техногенной измененности, может быть техно-природной (изменена на менее чем 50%), природно-техногенной (изменена >50%), либо антропогенной (полностью искусственно созданной).

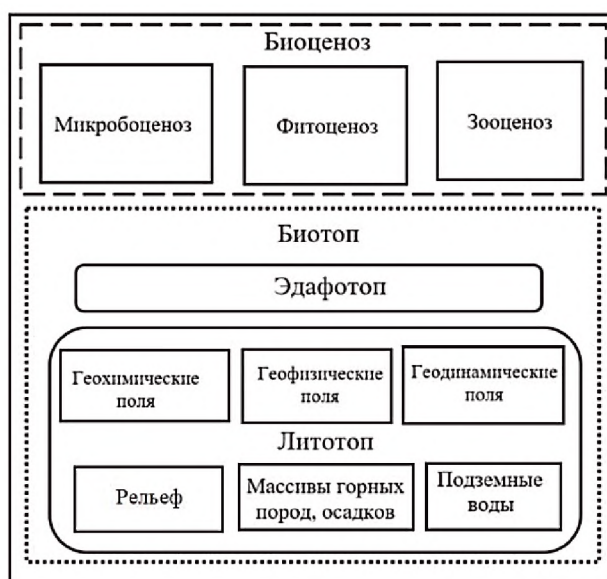


Рис. 1. Модель структуры природной сухопутной эколого-геологической системы

Как известно ресурсная экологическая функция литосферы определяет роль минеральных, органических и органоминеральных ресурсов и геологического пространства литосферы для жизни и деятельности биоты как в качестве биогеоценоза, так и человеческого сообщества [16]. Это обуславливает лидирующее, базовое положение ресурсной экологической функции литосферы по отношению к другим её экологическим функциям: геохимической, геодинамической и геофизической. Она не только определяет комфортность проживания биоты, но и саму возможность ее существования и развития в данных условиях. При этом ведущая роль в реализации этой функции принадлежит именно литотопу.

К экологическим свойствам литотопов, реализующим ресурсную экологическую функцию литосферы, относятся:

1. Состав и содержание минеральных, органических, органоминеральных ресурсов, необходимых для биоты и человеческого сообщества.
2. Состав и содержание элементов биофильного ряда, необходимых для биоты.
3. Способность литосферы к созданию возобновляемых запасов подземных вод, используемых биотой и человеком.
4. Пространственная (площадная и объемная) емкость геологического пространства, обеспечивающая расселение и существование живых организмов и развитие человеческой цивилизации.
5. Качество территориального ресурса применительно к разным видам его освоения и обживания, обусловленное вещественными и энергетическими параметрами литосферы.

Исходя из этого, литотоп играет определяющую роль в формировании и функционировании природных ЭГС по следующим причинам:

1. Он обеспечивает ресурс геологического пространства для биоты, обитающей (временно или постоянно) в грунтовой толще.
2. Он обуславливает питательные и энергетические ресурсы для микробных сообществ и отчасти для макроорганизмов, обитающих в грунтах.
3. На поверхности литотопа формируется соответствующий ему *эдафотоп*, обуславливающий почвенное плодородие, ресурс почвенного пространства для биоты, питательные и энергетические ресурсы для микро- и макроорганизмов (лишайников, грибов, растений, животных).
4. От особенностей литотопа (генетических, литолого-петрографических, химико-минеральных, структурно-текстурных, термо-влажностных и др.) зависят состав и характеристики всех биотических компонентов - микробо-, фито- и зооценозов, развивающихся в пределах данной ЭГС. Так, например, на литотопах массивов скальных грунтов формируются фитоценозы, представленные лишайниками-эпилитами и растениями петрофитами [14]; на литотопах массивов крупнообломочных грунтов фитоценозы представлены растениями-хазмофитами и накипными лишайниками [4,5]; на литотопах массивов песчаных грунтов – растениями-псаммофитами [2,6,7,9]; на литотопах массивов лёссовых [3,10,11] и глинистых [8] грунтов - растениями-пелитофитами; на литотопах массивов засоленных грунтов – растениями-галофитами, солеросами [3]; на литотопах массивов торфяных и заторфованных грунтов – растениями геолфитами и т.п.
5. Литотоп тесным образом связан с особенностями *рельефа* в границах конкретной ЭГС (тип рельефа, расчлененность и т.п.). Они в свою очередь определяются составом и структурой грунтового массива, а с другой стороны – влияют на тепло-влагообеспеченность в ЭГС.
6. Литотоп обуславливает тип и характер влагообеспеченности эколого-геологической системы, особенности *подземных вод*, как части гидротопы, формирующих водный ресурс, необходимый для существования биоты.

На техногенно-освоенных территориях литотоп выполняет те же роли, что и перечислены выше для природных ЭГС, но дополнительно у него появляются функции жизнеобеспечения для человека (социума), которые формируют:

- 1) ресурсы геологического пространства (вместилище для подземных сооружений разных типов и назначения, места складирования и захоронения отходов и др.), необходимые для жизнедеятельности человека;
- 2) ресурсы полезных ископаемых (минерально-сырьевые), необходимые для человеческого общества как социоструктуры, включают четыре основных категории минеральных ресурсов: черные и легирующие металлы, цветные металлы, неметаллические полезные ископаемые, подземные воды.
- 3) топливно-энергетические ресурсы (нефть, газ, каменный уголь, торф, горючие сланцы и др.).

Кроме того, ведущая роль литотопа в формировании ЭГС, обусловлена еще и особенностями геодинамических, геохимических и геофизических полей, развитых в ее пределах. Это обуславливает реализацию экологической геодинамической, геохимической и геофизической функций, соответственно.

При этом, *геодинамическое поле* в пределах природных ЭГС формирует характерный парагенез эндогенных и экзогенных геологических процессов, особенности которых обусловлены типом и свойствами данного литотопа. Так, например, для литотопов массивов скальных грунтов будут прежде всего характерны такие геодинамические процессы как обвалы, осыпи, каменные лавины, выветривание, а для литотопов массивов дисперсных грунтов – склоновая эрозия, оползни, сели, сплывы и т.п.

Геохимическое поле литотопа в пределах природных ЭГС формирует процессы миграции химических элементов, образование или разрушение геохимических барьеров и геохимических аномалий. Функциональными территориальными (точнее, объемными) единицами эколого-геохимических исследований литотопа являются геохимические зоны, геохимические провинции и геохимические аномалии, которые могут быть объединены под общим названием «геохимические неоднородности литотопа» и которые обусловлены как повышенным содержанием элементов относительно фона, так и пониженным их содержанием по сравнению с фоновым.

При этом на техногенно-освоенных территориях в сферу изучения геохимических полей литотопа в первую очередь попадают вопросы медико-санитарного изучения ЭГС, а также преимущественно те геохимические неоднородности литотопа, которые представляют потенциальную опасность или, наоборот, обеспечивают наибольшую комфортабельность жизнедеятельности биоты, в т.ч. и человека как биологического вида. По сути, именно этим определяется и круг решаемых в рамках изучения геохимической функции литосферы задач.

Геофизическое поле литотопа в пределах природных ЭГС отражает свойство природных и техногенных геофизических полей данного грунтового массива влиять на состояние биоты и здоровье человека. Эту функцию следует понимать также как «способность» литотопа обеспечивать и поддерживать на поверхности Земли и в приповерхностной ее части энергетические условия, пригодные для существования живых организмов. При этом из геофизических полей литотопа наибольшее жизнеобеспечивающее значение имеют поля температуры, силы тяжести и радиационное. Именно их сочетание в определенных пределах создает необходимые условия для существования и развития биоты, а также человеческого сообщества. В целом же геодинамические, геохимические и геофизические поля в грунтовых массивах литотопа должны рассматриваться как система, как единое целое вместе с другими компонентами литотопа.

Из вышеизложенного следует, что именно литотоп, как ведущий фактор формирования ЭГС, должен являться основой для систематизации и классифицирования как природных, так и техногенных эколого-геологических систем. Этот методологический принцип и был реализован авторами в ряде работ по систематике ЭГС [1,12].

Таким образом, можно заключить, что:

1. Именно литотоп является важнейшим жизнеобеспечивающим компонентом как природных, так и техногенно измененных эколого-геологических систем.
2. Особенности конкретного литотопа обеспечивают реализацию всех экологических функций: ресурсной, геодинамической, геохимической и геофизической.
3. Литотоп, как литогенная основа любой эколого-геологической системы, определяет специфические черты и состав ее основных биокосных и абиотических компонентов: микро-, фито- и зооценоза.
4. Определяющая роль литотопа в ЭГС позволяет обоснованно подходить к вопросам систематизации и классифицирования различных эколого-геологических систем.

Литература

1. Галкин А. Н., Королёв В. А. Классификация эколого-геологических систем Беларуси на основе учета особенностей литотопов и инженерно-хозяйственных объектов // *Літасфера*. 2023. Т. 58, № 1. С. 99–110
2. Королёв В. А. Особенности эколого-геологической системы Арчединско-Донских песков // *Экосистемы*. 2023. № 35. С. 138–154.

3. Королёв В. А. Эколого-геологические системы массивов лёссовых грунтов Таджикистана // Вестник Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе. Серия естественных наук. 2023. Т. 1, № 3. С. 97–107
4. Королёв В. А. Эколого-геологические системы массивов крупнообломочных грунтов бассейна реки Ирикчат (Кабардино-Балкария) // ГеоИнфо. 2023. № 5. С. 6–16.
5. Королёв В. А. Особенности эколого-геологических систем массивов крупнообломочных грунтов // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2024. Т. 27, № 1. С. 67–82
6. Королёв В. А., Балыкова С. Д. Эколого-геологические системы тукуланов // Инженерная геология. 2023. № 3. С. 22–35.
7. Королёв В. А., Балыкова С. Д. Эколого-геологические системы тукуланов Махатта и Кысыл-Сыр (Якутия) // Экосистемы. 2023. № 35. С. 82–102
8. Королёв В. А., Галкин А. Н. Особенности природных эколого-геологических систем массивов глинистых грунтов Белоруссии // Электронный журнал ГеоИнфо. 2023. № 9/10. С. 12–21
9. Королёв В. А., Галкин А. Н. Природные эколого-геологические системы массивов песчаных грунтов Белоруссии // Инженерная геология. 2023. Т. 18, № 4. С. 38–49.
10. Королёв В. А., Галкин А. Н. Особенности эколого-геологических систем лёссовых грунтов Белоруссии // Электронный журнал ГеоИнфо. 2024. № 1/2. С. 48–62
11. Королев В. А., Григорьева И. Ю. Эколого-геологические системы массивов лессовых грунтов // Инженерная геология. 2022. Т. 17, № 2. С. 42–64.
12. Королёв В.А., Трофимов В.Т. К построению общей классификации континентальных эколого-геологических систем. // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2022. № 1. С. 54–61.
13. Королев В. А., Трофимов В. Т., Васильчук Ю. К. Эколого-геологические системы массивов мерзлых грунтов и их особенности // Инженерная геология. 2023. Т. 18, № 1. С. 52–67.
14. Королёв В. А., Трофимов В. Т., Харьковина М. А. Особенности эколого-геологических систем массивов скальных грунтов // ГеоИнфо. 2023. № 2. С. 6–17.
15. Трофимов В.И. Эколого-геологическая система, ее типы и положение в структуре экосистемы // Вестник Моск. ун-та. Серия 4. Геология. 2009, №2. С. 48-52.
16. Трофимов В. Т. Эколого-геологическая система – объект эколого-геологических исследований // Экологические проблемы недропользования. Наука и образование. / Мат-лы. 5-й Междунар. науч. конф. 19–24 ноября 2012 г. СПб: СПбГУ. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2012. С. 288–291.