

УДК 502.1

DOI: 10.46698/s0256-6501-1732-h

Оригинальная статья

Современные представления о предмете и задачах геоэкологии

Э.А. Лихачева¹, И.В. Чеснокова², В.А. Широкова³

¹ Институт географии РАН, Россия, 119017, г. Москва,
Старомонетный пер., 29;

² Институт водных проблем РАН, Россия, 119333, г. Москва,
ул. Губкина, 3, e-mail: ichesn@rambler.ru;

³ Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН,
Россия, 117861, г. Москва, ул. Обручева, 30а

Статья поступила: 12.05.2025, доработана: 11.11.2025, принята к публикации: 13.11.2025

Резюме: Актуальность работы. Современные представления о предмете геоэкологии необходимы для комплексного изучения природных и антропогенных систем и разработки механизмов управления ими. Геоэкология – относительно новая отрасль в науках о Земле, но уже получившая большое разнообразие толкований как научного направления, так и проблем, и задач этого направления. **Цель исследований** заключается не столько в обсуждении существующих определений и терминологий, сколько в попытке объединить разнородные представления в системное научное направление о среде жизни, закономерностях ее формирования, развития, трансформации, а также определить особый круг геолого-географических объектов и задач исследования, их экологических свойств. В статье использованы общенаучные **методы** естественно-исторического анализа и синтеза, а также метод систематизации и классификации. **Результаты.** Авторами предложена структура научного направления относительно молодой науки «Геоэкология», которая в настоящее время является обязательной дисциплиной при подготовке научных и научно-педагогических кадров. В качестве практической реализации проведенной работы предлагается в паспорте научной специальности 1.6.21. «Геоэкология», рассматривать четыре блока исследований: палеогеоэкология, геоэкология природопользования, геоэкология антропосферы и социосферы, экзодинамическая геоэкология.

Ключевые слова: геоэкология, геоэкосистема, биолитогенез, антропогенез, антропогенный морфолитогенез, структура исследований, логическая модель.

Благодарности: Работа выполнена в рамках тем Государственного задания № FMWZ-2025-0002 ИВГП РАН, № 1022041500043-8-6.3.2. ИИЕТ РАН и № FMWS-2024-0005 ИГ РАН.

Для цитирования: Лихачева Э.А., Чеснокова И.В., Широкова В.А. Современные представления о предмете и задачах геоэкологии. *Геология и геофизика Юга России*. 2025. 15(4): 211–221. DOI: 10.46698/s0256-6501-1732-h

DOI: 10.46698/s0256-6501-1732-h

Original paper

Modern concepts on the subject and tasks of geoecology

E.A. Likhacheva¹, I.V. Chesnokova², V.A. Shirokova³

¹ Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 29 Staromonetnyi lane, Moscow 119017, Russian Federation;

² Water Problems Institute, Russian Academy of Sciences, 3 Gubkina Str., Moscow 119333, Russian Federation, e-mail: ichesn@rambler.ru;

³ S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, Russian Academy of Sciences, 30a Obrucheva Str., Moscow 117861, Russian Federation

Received: 12.05.2025, revised: 11.11.2025, accepted: 13.11.2025

Abstract: Relevance. Modern understanding of geoecology is essential for the comprehensive study of natural and anthropogenic systems and the development of mechanisms for their management. Geoecology is a relatively new branch of the Earth sciences, but it has already received a wide variety of interpretations of both its scientific direction and its problems and objectives. **The aim** of this research is not so much a discussion of existing definitions and terminology, but rather an attempt to unite diverse concepts into a systemic scientific direction on the living environment, the patterns of its formation, development, and transformation, as well as to identify a specific range of geological and geographical objects and research objectives, as well as their ecological properties. The article utilizes general scientific **methods** of natural history analysis and synthesis, as well as a method of systematization and classification. **Results.** The authors propose a structure for the relatively young science of "Geoecology", which is currently a mandatory discipline in the training of scientific and teaching personnel. The practical implementation of the conducted work is proposed in the passport of the scientific specialty 1.6.21. "Geoecology", consider four blocks of research: paleoecology, geoecology of nature management, geoecology of the anthroposphere and biosphere, exodynamic geoecology.

Keywords: geoecology, geoecosystem, biolithogenesis, anthropogenesis, anthropogenic morpholithogenesis, research structure, logical model.

Acknowledgments: This work was carried out within the framework of the State Assignment No. FMWZ-2025-0002 WPI RAS, No. 1022041500043-8-6.3.2. IHST RAS and No. FMWS-2024-0005 IG RAS.

For citation: Likhacheva E.A., Chesnokova I.V., Shirokova V.A. Modern concepts on the subject and tasks of geoecology. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2025. 15(4): 211–221. DOI: 10.46698/s0256-6501-1732-h

Введение

С середины 1990-х годов активно развивается антропоцентрическое направление в исследованиях природы [Hamidi, 2022]. Наиболее употребительным стало толкование этого понятия как совокупности естественных условий существования человеческого общества [ГЭС ..., 1988]. Рассматриваются природные геосистемы, а также «вторая природа» – преобразованные ландшафты. Возникла, по выражению Сен-Марка [1977], тенденция «социализации природы». Все чаще стала происходить замена понятия «природа» на понятие «окружающая среда» и «среда обитания», где в качестве «хозяина» рассматривается все человечество. Изменяется и смысл понятия «геоэкология» как геолого-географической науки, изучающей

процессы и явления в природной среде и биосфере, возникшие в результате антропогенного воздействия, которая исследует процессы взаимодействия человека и окружающей среды, их экологические, социальные, экономические последствия [ГЭС ..., 1988].

Понятие *геоэкологии* как науки об условиях «живой природы» (биоценоза/биогеоценоза/экосистемы) все чаще сосредотачивает внимание на *человеке*, физико-географических, геологических и социально-экономических особенностях его местообитания. Возникает вопрос о «насыщении» термина – понятия «геоэкология», а точнее о его конкретизации.

Понятия «природа», «географическая оболочка», «окружающая среда», «среда обитания», «природная геосистема», «биосфера», «биогеоценоз», «экосистема» используются как синонимы.

С 1970-х годов начали развиваться научные основы охраны природы и рационального использования природных ресурсов [Трофимов, 2021]. Социализация природы в науках о Земле привела к тому, что она стала рассматриваться не только и не столько как естественная оболочка планеты Земля, в которой есть *жизнь*, а как «арена» – «база», на которой создается антропогенная – *социальная* среда жизни с заданными условиями. По существу, произошло слияние двух направлений – экологии человека и ландшафтной экологии.

Методы исследования

Естественно-исторический анализ термина «геоэкология»

1866 г. – Э. Геккель в книге «Всеобщая морфология организмов» для обозначения отрасли биологии, которая занималась этими исследованиями, использовал термин «экология». По сути, Геккель понимал под этим термином физиологический механизм взаимоотношений живых организмов с окружающей средой. *Экология* – наука о взаимоотношениях организмов и их сообществ с окружающей средой. Исследуются биоценозы, биосфера, а также экосистемы [ГЭС ..., 1988].

1875 г. – Э. Зюсс: *биосфера* – одна из оболочек (сфер) Земли, состав, структура и энергетика которой обусловлены главным образом деятельностью живых организмов. Живые организмы и среда их обитания тесно взаимосвязаны друг с другом. Они взаимодействуют, образуя динамические системы разных уровней – биомы, биогеоценозы (экосистемы) [ГЭС ..., 1988]. Большой вклад в теорию внес В.И. Вернадский [1967].

1877 г. – К. Мёбиус ввел термин *биоценоз* [Охрана ландшафтов ..., 1982].

1902 г. – Д.А. Анучин для обозначения человечества, понимаемого как целое, планетарное географическое явление, предложил термин *антропосфера* [Анучин, 1949].

1921 г. – З. Парк, Э. Бёрджес: *экология человека* – социальная экология [ГЭС ..., 1988].

1930-е годы – А.А. Григорьев: *географическая оболочка* – «Только в ней есть жизнь». Представление А.А. Григорьева [1936] о географической оболочке сходно с понятием биосфера, но, по мнению М.И. Будыко [Будыко, 1984], более емкое, так как рассматриваются не только геохимические, но и геофизические аспекты динамических процессов, формирующих пространственное разнообразие среды жизни: от биосферы к антропосфере.

1935 г. – А. Тенсли: *экосистема* – природный комплекс, состоящий из совокупности живых организмов и окружающей среды [ГЭС ..., 1988]. Формирование экосистемы тесно связано с историей геологического развития.

1937 г. – К. Тролль: *ландшафтная экология (экология ландшафтов)*. Термин введен, чтобы отразить целесообразность объединения двух подходов – «горизонтального», состоящего в изучении пространственного взаимодействия природных явлений и «вертикального», суть которого в изучении взаимоотношений в рамках экосистемы [Тролль, 1972].

1944 г. – В.И. Сукачев ввел термин *биогеоценоз* в качестве синонима понятия экосистемы, а также заложил основы научного направления – биоценологии [Сукачев, 1949]. Оформление биоценологии как науки совпало с резким подъемом интереса ученых к проблемам взаимодействия человека со средой его обитания.

1963 г. – В.Б. Сочава: *геосистема* – сокращенный вариант термина «географическая система». Родовое понятие – система, совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой и образующих определенную целостность, единство. Термин был введен для того, чтобы подчеркнуть характер сложных географических объектов, целостность, взаимосвязь гетерогенных (неоднородных по составу) элементов [Охрана ландшафтов ..., 1982]: географическая система, географическое образование, состоящее из множества взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов географической оболочки; фундаментальная структурная единица географического ландшафта, объединяющая геоморфологические, климатические и гидрологические элементы и экосистемы на определенном участке земной поверхности... любое физико-географическое образование от фации до географической оболочки. Употребляется и в понимании геологической, и геолого-географической, и геоморфологической системы [ГЭС ..., 1988; Лихачева, Тимофеев, 2004; Rajakaruna, Boyd, 2014].

В статье, опубликованной в Известиях АН СССР в 1972 г. К. Тролль: «...На данном этапе развития науки очень важно заполнить пробел между географическими и биологическими исследованиями с помощью междисциплинарных работ» [с. 117]. Термин «ландшафтная экология» [Yu et al., 2019] должен включать в себя два подхода: изучение взаимодействия природных явлений «горизонтально» (собственно науки о ландшафте) и «вертикально» (специфическая биолого-экологическая наука). В.Н. Сукачев в 1964 г. назвал это направление исследований биогеоценологией, «что по-видимому идентично термину «ландшафтная экология». Для того чтобы улучшить взаимопонимание ученых из разных стран, я недавно предложил термин «геоэкология». Термин *геоэкология* был утвержден ЮНЕСКО в 1966 г. [Тролль, 1972].

1971 г. – предложен термин «территориальная антропоэкосистема» [Гохман и др., 1971]. Центральным элементом системы могут выступать многие характеристики человека – биологические, производственные, этнические и другие. Синонимами выступают – «территориальная демоэкосистема», «территориальная саноэкосистема», а также менее удачные словообразования «антропогеоценоз», «антропо-биоценоз», «биогеоантропоценоз» [Охрана ландшафтов ..., 1982, с. 25-27].

1996 г. – предложено рассматривать город, городскую территорию как экосистему человека или особый тип антропоэкосистемы и геоэкосистемы [Лихачева, Тимофеев, 2004; ЭЭС ..., 1999].

Результаты и обсуждение

На основе анализа существующих определений (в том числе и наших представлений) геоэкология – раздел наук о Земле – система знаний о законах *взаимодействия* литосферы и биосферы [Снакин, 2000];

– о *пространственно-временных закономерностях* возникновения, формирования, развития сферы жизни – географической оболочки – биосферы [Айбулатов, Артюхин, 1993; ЭЭС ..., 1999];

– наука об *организованности биосферы* [Горшков, 1998].

Геоэкологию часто рассматривают как науку, изучающую комплекс проблем, связанных с *взаимодействием природы и общества* [ГЭС ..., 1988].

Первое ключевое слово в этих определениях – законы. Но эти законы давно известны: закон развития природной системы за счет окружающей ее среды; закон динамического равновесия; закон оптимальности. Это теоретические постулаты для исследований зависимостей в природной системе, которые в том числе обусловлены связями, существующими между физической географией, ландшафтоведением, геологией и экологией: «*Всё связано со всем*» – закон развития природной системы за счет окружающей ее среды (следствие из начал термодинамики) [Природопользование ..., 1990; Лихачева, Тимофеев, 2004].

Второе ключевое слово – взаимодействие. Факт наличия взаимодействия необходимо доказать. Поэтому задачами геоэкологии было определено изучение: законов взаимодействия литосферы и биосферы [Бурдзиева и др., 2024]; структуры и функционирования природных комплексов; необратимых процессов и явлений в природной среде и биосфере, возникающих в результате антропогенного воздействия; механизмов разрушения биосферы.

Третье слово – организованность. Предполагается, что геоэкология исследует взаимосвязи и взаимозависимости компонентов биосферы, обеспечивающие ее существование и развитие. Нами предложен термин организованность геоморфологической системы: свойство, обеспечиваемое совокупностью связей и взаимозависимостей (иерархических, генетических, морфолитологических, морфодинамических), определяющих целостность и сбалансированное развитие геоморфологической системы. Вероятно, по отношению к биосфере, можно понятие организованность несколько расширить. А именно, ... определяющих развитие жизни – жизнетворящих условий и биогеоценоза, в целом.

Активное наполнение термина произошло в 1990-х годах. Но в основном внимание было акцентировано на антропогенном факторе, на изучении свойств, структуры, устойчивости, изменчивости геолого-географических (гидро-, био-, педо-) условий и ресурсов под влиянием техногенеза [Лихачева, Тимофеев, 2004; Поздеев, 2004; Trofimov, 2021; Trofimov et al., 2024].

Изучение ресурсов – это не новый аспект исследования, а акцентирование внимания на той совокупности условий среды, «которые позволяют удовлетворять или делают возможным удовлетворение нужд человека и которые способствуют достижению поставленных обществом целей». Следовательно, это совокупность *условий*, необходимых для: среды обитания всего живого – биосферы; среды жизни людей – антропосферы; среды активного существования и формирования экосистемы человека – социосферы. Эти условия можно назвать *геоэкологическими* (рис. 1).

Формирование геоэкологических условий среды жизни, определяется развитием комплекса геолого-географических процессов, формирующих *геоэкосистему*, то есть условий, необходимых для:

- 1) существования каких-либо определенных форм жизни (биогенез);
- 2) накопления, формирования, возникновения какого-либо нового компонента среды – биолита, который впоследствии определяется как ресурс – полезное ископаемое, необходимое для существования человечества. Но, в то же время и формирования геопатогенных зон, ограничивающих его развитие (биолитогенез);
- 3) существования человечества и формирования антропосферы (антропогенный морфолитогенез: первобытный, агрогенный, урбогенный, техногенный);
- 4) формирования и существования социосферы – «второй природы».

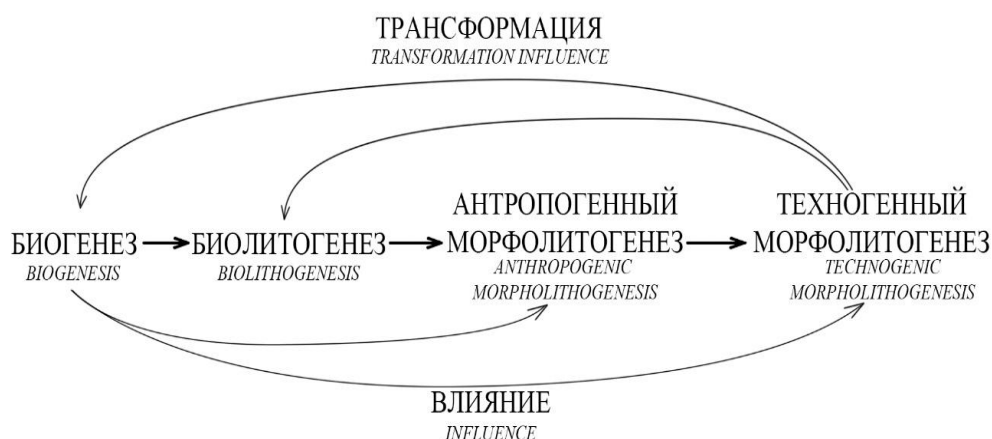


Рис. 1. Формирование геоэкологических условий /
Fig. 1. Formation of geoeological conditions

Термин «*геоэкосистема*» не получил на наш взгляд определения как предмета исследований геоэкологии, поэтому предлагаем следующее: геолого-географическая система, обладающая свойствами (условиями и ресурсами) для развития жизни биогеоценозов – экосистем. Но, прежде всего, *экосистем человека*: наземные, подземные (которые все чаще осваиваются для жизни людей), водные, маргинальные (пограничные). Жизнетворящие и пагубные особенности функционирования определяют синтез процессов биогенеза, биолитогенеза, антропогенного и техногенного морфолитогенеза.

При формировании антропосферы происходит уничтожение структуры некоторых процессов саморазвития и самоочищения, и возникают новые, по аналогии с природными, условия. Возникающие «новоделы» хотя и созданы по образцу и подобию природным, представляют другое геоэкологическое образование, другую форму существования, которая требует изучения. И, в частности, это городские (урбанизированные) территории с их полномасштабными процессами урбогенного морфолитогенеза [Gomez-Marquez, 2025].

Этот блок исследований тесно связан с экономической и социальной географией и разработкой прогнозов развития территорий в связи с изменением климата, численности населения и приоритетов социально-экономического развития. Существует понятие «территориальная антропоэкосистема» [Гохман и др., 1971], которое наиболее широко используется при изучении пространственно выраженных

связей между здоровьем [Grishchenko et al., 2023] человека, состоянием и качеством окружающей его среды. Оно весьма существенно с позиций охраны и улучшения окружающей человека среды – геоэкосистемы [Охрана ландшафтов ..., 1982].

Общая логическая модель формирования и функционирования среды жизни людей представлена на рисунке 2.

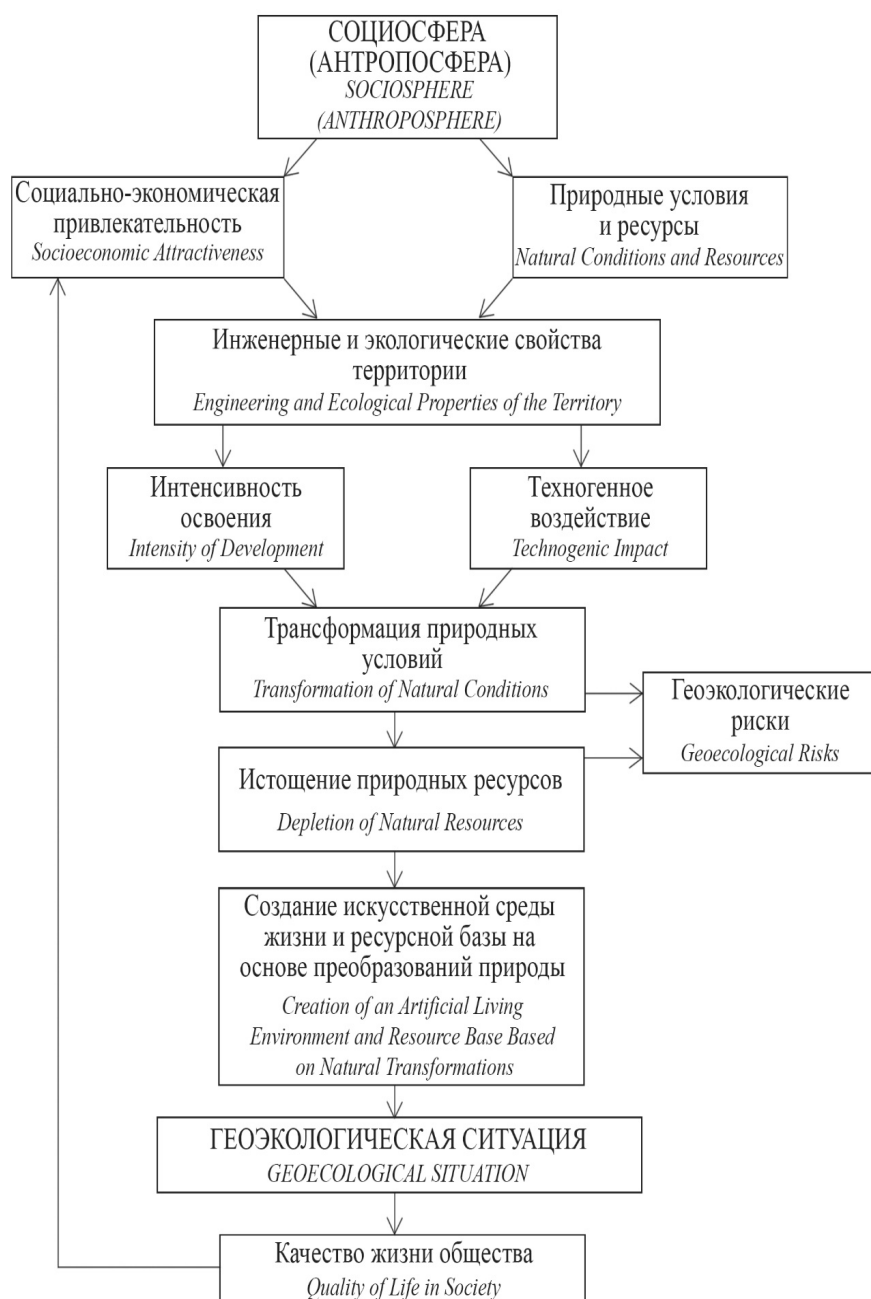


Рис. 2. Логическая модель формирования и функционирования среды жизни людей /
Fig. 2. Logical model of the formation and functioning of the environment of people living

Геоэкология – наука междисциплинарная, так как рассматриваются экологические свойства ландшафта: геологические, геоморфологические, гидро-климатические, почвенно-ботанические условия для развития жизни. Связь геоэкологии с другими науками проиллюстрирована на рисунке 3.



Рис. 3. Схема соотношения геоэкологии с другими научными направлениями /
Fig. 3. Scheme of the relationship between geoeology and other scientific fields

Геоэкология синтезирует теоретические и практические знания географии, биологии, геологии, на которых параллельно и во взаимосвязи развивается научное направление природопользование [Природопользование ..., 2014; Baryshev et al., 2019; Лихачева, Чеснокова, 2024]. Однако, если главной целью природопользования является исследование воздействия человеческого общества на среду жизни, т.е. антропогенный морфолитогенез, то геоэкология сосредотачивает свое внимание на формировании и развитии среды жизни или по А.А. Григорьеву географической оболочки. При этом в сферу исследований геоэкологии входят и биогеоценоз, и биолитогенез, и антропогенный морфолитогенез как ведущие процессы формирования геоэкосистемы.

Выводы

Таким образом, можно выделить как минимум четыре блока исследований геоэкологии.

I – Палеогеоэкология – история развития и формирования среды жизни. Исследования, основанные на анализе и синтезе данных о формировании среды жизни – биосферы – в геологическом прошлом.

II – геофизика и геохимия биотехносферы. В основе исследований лежат данные о свойствах, составе и особенностях развития компонентов среды жизни. Для решения задач необходимы разработки структуры мониторинга, в том числе использование уже существующих данных в других отраслях науки.

III – Геоэкология природопользования или землепользования. На основе исторических данных, картографических материалов о преобразованиях, эксплуатации земельных, лесных, водных ресурсов разрабатываются методы их использования с пользой и выгодой для человечества и наименьшим ущербом для природы. Этот блок исследований тесно сотрудничает с природопользованием. Отличие – акцент на особенности функционирования *геоэкосистемы*. В этом блоке уже развивается региональный геоэкологический анализ. В структуру землепользования входят

процессы рекультивации и санитарно-гигиенические мероприятия – способы восстановления и нейтрализации негативного влияния техногенеза на геоэкосистему.

IV – Геоэкология антропоферы и социосферы – антропогеоэкология. У этого блока исследований есть один аспект, который ранее не рассматривался (или почти не рассматривался) – трансформация необходимых для существования людей компонентов среды и трансформация организма человека. Это скорее медицинский аспект антропогеоэкологии, который вяло развивается в рамках медицинской географии. Но, очевидно, что подобные исследования необходимо проводить и тогда можно будет ожидать прорыва в решении задачи «природа здоровья человека».

Таким образом, геоэкология – наука, изучающая сферу жизни, закономерности ее формирования, развития, трансформации, составляющие ее биогеоценозы, в том числе и в историческом (геолого-географическом) аспекте. А также наука о формировании и трансформации условий и ресурсов, необходимых для существования антропоферы и социосферы.

Предлагаемая нами структура научного направления может быть учтена и в паспорте научной специальности ВАК 1.6.21 «Геоэкология» в группе научных специальностей 1.6. «Науки о Земле и окружающей среде», и в учебных курсах, так как при всей её (структуры) ёмкости, остается простор для развития этой довольно молодой науки. И, в частности, развития новых технологий как в сфере эксплуатации и использования природных ресурсов, так и разработки новых технологий строительства, переработки отходов, приготовления и изобретения продуктов питания (как для людей, так и животных) и многое другое. И тогда более системно, как того и хотел основатель данного направления К. Тролль, «...будут развиваться комплексные исследования Земли и жизни на ней».

Литература

1. Айбулатов Н.А., Артюхин Ю.В. Геоэкология шельфа и берегов Мирового океана. – СПб: Гидрометеиздат, 1993. – 304 с.
2. Анучин Д.Н. Избранные географические работы. / Под ред. Л.С. Берга. – М.: Гос. изд-во географической литературы, 1949. – 388 с.
3. Будыко М.И. Географическая оболочка и жизнь. // Известия Академии наук СССР. Серия географическая. – 1984. – № 2. – С. 13–23.
4. Бурдзиева О.Г., Ревазов М.О., Кортиев А.Л., Гогичев Р.Р. Влияние воздействия геодинамических процессов на геоэкологическую нагрузку горного региона. // Геология и геофизика Юга России. – 2024. – Т. 14. № 4. – С. 166–179. DOI: 10.46698/VNC.2024.50.44.014.
5. Вернадский В.И. Биосфера. М.: Мысль, 1967. – 376 с.
6. Горшков С.П. Концептуальные основы геоэкологии: учебное пособие. Смоленск: Изд-во Смоленского гуманитарного университета, 1998. – 448 с.
7. Гохман В.М., Минц А.А., Преображенский В.С. Системный подход в географии. // Вопросы географии. – 1971. – № 88. – С. 65–75.
8. Григорьев А.А. О некоторых взаимоотношениях основных элементов физико-географической среды и их эволюции. // Проблемы физической географии. – 1936. – Вып. 3. – С. 3.
9. ГЭС – географический энциклопедический словарь. Понятия и термины. / Гл. редактор А.Ф. Трёшников. – М.: Советская энциклопедия, 1988. – 432 с.
10. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. Экологическая геоморфология: словарь-справочник. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2004. – 240 с.
11. Лихачева Э.А., Чеснокова И.В. Геоэкология: Развитие теоретических основ. // Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии. Минск: БГУ, 2024. – С. 127–131.

12. Охрана ландшафтов. Толковый словарь. / Ред. Т.А. Ольсевич. – М.: Прогресс, 1982. – 272 с.
13. Поздеев В.Б. Становление и современное состояние геоэкологии. Смоленск: Маджента, – 2004. 324 с.
14. Природопользование в территориальном развитии современной России. / Под ред. И.Н. Волковой, Н.Н. Ключева. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2014. – 360 с.
15. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 639 с.
16. Сен-Марк Ф. Социализация природы. М.: Прогресс, 1977. – 435 с.
17. Снакин В.В. Экология и охрана природы. Словарь-справочник. / Ред. акад. А.Л. Яншин. – М.: Academia, 2000. – 384 с.
18. Сукачев В.Н. О соотношении понятий географический ландшафт и биогеоценоз. // Вопросы географии. – 1949. – № 16. – С. 45–60.
19. Тролль К. Ландшафтная экология (геоэкология) и биоценология. Терминологическое исследование. // Известия Академии наук СССР. Серия географическая. – 1972. – № 3. С. 114–120.
20. ЭЭС – экологический энциклопедический словарь. / Отв. ред. В.И. Данилов-Данильян. – М.: Ноосфера, 1999. – 930 с.
21. Baryshev E., Shmakova K., Yakshina N. Types of geoecological research and areas of their application. // In: IOP Conference Series Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 572. No. 1. – Art. No. 012090. DOI: 10.1088/1757-899X/572/1/012090.
22. Gomez-Marquez J. The anthropogenic factor as a driver of ecosystem changes. // Anthropocene Science. – 2025. – Vol. 4. – pp. 59–65.
23. Grishchenko M.Y., Fazleeva N.M., Shartova N.V., Titova M.G. Satellite images interpretation for health studies of urban areas. // Geography, Environment, Sustainability. – 2023. – Vol. 16. Issue 3. – pp. 6–13.
24. Hamidi H.A Comprehensive exploration of Earth's systems: geography, ecology, and environmental dynamics. // Social Science Chronicle. – 2022. – Vol. 2. Issue 1. – pp. 1–21.
25. Rajakaruna N., Boyd R.S. Geoecology. 2014. Oxford Bibliographies in Ecology. 67 p. DOI: 10.1093/OBO/9780199830060-0125.
26. Trofimov V.T. The theoretical grounds of geoecology as an interdisciplinary science based on the concept of ecological functions of the Earth's abiotic spheres. // Moscow University Geology Bulletin. – 2021. – Vol. 76. – pp. 589–599.
27. Trofimov V.T., Korolev V.A., Kharkina M.A. ecological functions as fundamental integral characteristics of peculiarities of abiotic environments of ecosystem: lithosphere, pedosphere, atmosphere, and hydrosphere. // Moscow University Geology Bulletin. – 2024. – Vol. 79. – pp. 467–476.
28. Yu H., Liu X., Bo Kong, Li R., Landscape ecology development supported by geospatial technologies: A review. // Ecological Informatics. – 2019. – Vol. 51. – pp. 185–192.

References

1. Aibulatov N.A. Artyukhin Yu.V. Geoecology of the shelf and coasts of the World Ocean. Saint Petersburg. Gidrometeoizdat. 1993. 304 p. (In Russ.)
2. Anuchin D.N. Selected geographical papers. Ed. L.S. Berg. Moscow. State Publishing House of Geographical Literature. 1949. 388 p. (In Russ.)
3. Budyko M.I. Geographical Shell and Life. Izvestiya Akademii Nauk USSR. Seriya Geograficheskaya. 1984. No. 2. pp. 13–23. (In Russ.)
4. Burdzieva O.G., Revazov M.O., Kortiev A.L., Gogichev R.R. Influence of geodynamic processes on the geoecological load of a mountainous region. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2024. Vol. 14. No. 4. pp. 166–179. DOI: 10.46698/VNC.2024.50.44.014. (In Russ.)
5. Vernadsky V.I. Biosphere. Moscow. Mysl. 1967. 376 p. (In Russ.)

6. Gorshkov S.P. Conceptual foundations of geoecology: textbook. Smolensk. Publishing house of Smolensk Humanitarian University. 1998. 448 p. (In Russ.)
7. Gokhman V.M., Mintz A.A., Preobrazhensky V.S. Systems approach in geography. Problems of Geography. 1971. No. 88. pp. 65–75. (In Russ.)
8. Grigoriev A.A. On some relationships between the main elements of the physical-geographical environment and their evolution. Problems of Physical Geography. 1936. Issue 3. p. 3. (In Russ.)
9. GED – geographical encyclopedic dictionary. Concepts and terms. Ed. A.F. Treshnikov. Moscow. Soviet Encyclopedia. 1988. 432 p. (In Russ.)
10. Likhacheva E.A., Timofeev D.A. Ecological Geomorphology: reference dictionary. Moscow. Media-PRESS. 2004. 240 p. (In Russ.)
11. Likhacheva E.A., Chesnokova I.V. Geoecology: Development of theoretical foundations. Modern Problems of Landscape Science and Geoecology. Minsk. BSU. 2024. pp. 127–131. (In Russ.)
12. Landscape Protection. Explanatory dictionary. Ed. T.A. Olsevich. Moscow. Progress. 1982. 272 p. (In Russ.)
13. Pozdeev V.B. Formation and current state of geoecology. Smolensk. Magenta. 2004. 324 p. (In Russ.)
14. Environmental management in the territorial development of modern Russia. Eds. I.N. Volkova, N.N. Klyuev. Moscow. Media-PRESS. 2014. 360 p. (In Russ.)
15. Environmental management: reference dictionary. Ed. N.F. Reimers. Moscow. Mysl. 1990. 639 p. (In Russ.)
16. Saint-Marc F. Socialization of nature. Moscow. Progress. 1977. 435 p. (In Russ.)
17. Snakin V.V. Ecology and nature conservation. Reference dictionary. Ed. academician A.L. Yanshin. Moscow. Academia. 2000. 384 p. (In Russ.)
18. Sukachev V.N. On the relationship between geographical landscape and biogeocenosis. Problems of Geography. 1949. No. 16. pp. 45–60. (In Russ.)
19. Troll K. Landscape ecology (geoecology) and biocenology. Terminological study. Izvestiya Akademii Nauk USSR. Seriya Geograficheskaya. 1972. No. 3. pp. 114–120. (In Russ.)
20. EED – ecological encyclopedic dictionary. Ed. V.I. Danilov-Danilyan. Moscow. Noosphere. 1999. 930 p. (In Russ.)
21. Baryshev E., Shmakova K., Yakshina N. Types of geoecological research and areas of their application. In: IOP Conference Series Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 572. No. 1. Art. No. 012090. DOI: 10.1088/1757-899X/572/1/012090.
22. Gomez-Marquez J. The anthropogenic factor as a driver of ecosystem changes. Anthropocene Science. 2025. Vol. 4. pp. 59–65.
23. Grishchenko M.Y., Fazleeva N.M., Shartova N.V., Titova M.G. Satellite images interpretation for health studies of urban areas. Geography, Environment, Sustainability. 2023. Vol. 16. Issue 3. pp. 6–13.
24. Hamidi H.A. Comprehensive exploration of Earth's systems: geography, ecology, and environmental dynamics. Social Science Chronicle. 2022. Vol. 2. Issue 1. pp. 1–21.
25. Rajakaruna N., Boyd R.S. Geoecology. 2014. Oxford Bibliographies in Ecology. 67 p. DOI: 10.1093/OBO/9780199830060-0125.
26. Trofimov V.T. The theoretical grounds of geoecology as an interdisciplinary science based on the concept of ecological functions of the Earth's abiotic spheres. Moscow University Geology Bulletin. 2021. Vol. 76. pp. 589–599.
27. Trofimov V.T., Korolev V.A., Kharkina M.A. ecological functions as fundamental integral characteristics of peculiarities of abiotic environments of ecosystem: lithosphere, pedosphere, atmosphere, and hydrosphere. Moscow University Geology Bulletin. 2024. Vol. 79. pp. 467–476.
28. Yu H., Liu X., Bo Kong, Li R., Landscape ecology development supported by geospatial technologies: A review. Ecological Informatics. 2019. Vol. 51. pp. 185–192.