



ГЕОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛОКАЛЬНОЙ ГЕОСИСТЕМЫ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИДНЕСТРОВЬЯ

Б. И. Кочуров, доктор географических наук, профессор, Институт географии
Российской академии наук, samertonmagazin@mail.ru, г. Москва, Россия,

Н. А. Марунич, заведующий кафедрой, Бендерский политехнический филиал ПГУ
им. Т. Г. Шевченко, taruni484@mail.ru, г. Бендеры, Приднестровье,

Н. В. Чубченко, аспирант, Ульяновский государственный университет, chubchenko.nadya@mail.ru,
г. Ульяновск, Россия,

А. И. Иванов, методист по экологическому просвещению национального парка «Угра»,
ivanovndrei1967@yandex.ru, г. Калуга, Россия,

А. А. Горюнов, кандидат биологических наук, ФГБУ «ЦЛАТИ по ПФО»,
Goryunovbazarniy3@gmail.com, г. Саратов, Россия,

В. В. Аникин, доцент кафедры естественно-научных дисциплин Негосударственное
образовательное частное учреждение высшего образования «Московский университет «Синергия»,
anikin.vva@yandex.ru, г. Москва, Россия,

Т. А. Долгачева, доцент кафедры естественно-научных дисциплин, Негосударственное
образовательное частное учреждение высшего образования «Московский университет «Синергия»,
tdolgacheva@yandex.ru, г. Москва, Россия

Аннотация. Быстрый рост потребления энергоресурсов ведет к геоэкологической катастрофе. Современная энергетическая отрасль России и других стран мира претерпевает значительную трансформацию, связанную с развитием альтернативных источников энергии. Отсутствие единой системы оценки энергоресурсов существенно затрудняет поиск путей эффективного использования альтернативной энергетики, зависимой от функционирования природных геосистем. Определение ресурса возобновляемой энергетики чрезвычайно важно для устойчивого развития многих регионов и стран мира, и в том числе Приднестровской Молдавской Республики (ПМР) и Республики Молдова. Целью статьи является выполнение геоэнергетической оценки локальной геосистемы — урочища Калагур в Приднестровье, определение наиболее перспективных потоков природной энергии для развития возобновляемой энергетики в регионе. Геоэнергетический подход и основанная на нем методика позволила выполнить количественные расчеты по оценке энергоресурсов локальных геосистем. Установлено, что главным ресурсным потенциалом зеленой энергетики на локальном уровне является энергия солнца и ветра. На основе геоэнергетической оценки локальной лесной геосистемы определен потенциал возобновляемых источников энергии ПМР и Республики Молдова. Она составляет величину порядка $45,14 \times 10^{12}$ Дж/год. Учитывая острые энергетические проблемы и истощаемость энергетических ресурсов в регионе, срочно требуется развивать и внедрять эффективную оценку альтернативной энергетики.

Abstract. The rapid growth of energy consumption leads to a geo-ecological catastrophe. The modern energy industry in Russia and other countries of the world is undergoing a significant transformation related to the development of alternative energy sources. The lack of a unified energy resource assessment system makes it difficult to find ways to effectively use alternative energy sources that depend on the functioning of natural geosystems. The definition of a renewable energy resource is extremely important for the sustainable development of many regions and countries of the world, including the Pridnestrovian Moldavian Republic (PMR) and the Republic of Moldova. The purpose of the article is to perform a geo-energetic assessment of the local geosystem — the Kalagur tract in Transnistria, to determine the most promising natural energy flows for the development of renewable energy in the region. The geo-energetic approach and the methodology based on it made it possible to perform quantitative calculations for estimating the energy resources of local geosystems. It has been established that the main resource potential of green energy at the local level is solar and wind energy. Based on the geoenergetic assessment of the local forest geosystem, the potential of renewable energy sources of the PMR and the Republic of Moldova has been identified. It is of the order of 45.14×10^{12} Joules/year. Given the acute energy problems and the depletion of energy resources in the region, it is urgently necessary to develop and implement an effective assessment of alternative energy.

Ключевые слова: геоэнергетика, геоэнергетический подход, лесные геосистемы и ландшафты, биогеоценозы, экосистемы, устойчивое развитие, рациональное природопользование.

Keywords: geo-energetics, geo-energetic approach, forest ecosystems and landscapes, biogeocenoses, ecosystems, sustainable development, rational use of natural resources.

Введение

В структуре новых генерирующих мощностей в мире на возобновляемые источники энергии приходится более 50 %. Доля возобновляемых источников энергии в глобальном потреблении энергии в 2018 году уже составила более 10 %. Однако в настоящее время нет единой строгой общепринятой методики, не разработаны теоретические и методологические основы оценки потенциала использования системы возобновляемой энергетики [1–4].

Энергетические проблемы выходят на первое место в мире среди важнейших проблем и задач, которые предстоит решить обществу в XXI веке и в третьем тысячелетии в целом. Сложившаяся ресурсная база энергетики, на которой строится вся хозяйственная деятельность человечества, истощается, причем уже в обозримом будущем. В связи с этим вопросы энергосбережения, развития и внедрения систем альтернативной энергетики становятся одними из самых актуальных при осуществлении планирования экономической деятельности на принципах устойчивого развития на локальном и региональном уровнях.

Методы и объекты исследования

Геоэнергетический подход — совокупность разных способов исследования для решения проблем по переходу энергетики на высокоэффективный и альтернативный путь развития [5–9]. Он ориентируется на изучение пространственных особенностей происхождения различных видов энергии (природной и антропогенной) в геосистемах. С его помощью можно определить баланс природных (энергия солнца, ветра, осадков, биомассы) и антропогенных источников энергии (основных и оборотных средств производства и трудовых ресурсов), в энергетической структуре природного и природно-антропогенного ландшафта. Так как сложившаяся ресурсная база энергетики, на которой строится вся экономическая деятельность, истощается либо становится недоступной, то вопрос энергосбережения развития и внедрения систем альтернативной энергетики становится одним из самых важных и актуальных при планировании хозяйственной деятельности на принципах устойчивого развития.

В основу геоэнергетического подхода положены научные работы А. В. Позднякова [5–7] и методы экодиагностики природных и природно-антропогенных геосистем [8–10]. Энергетическая оценка производилась в единых энергетических единицах — джоулях.

В качестве локальной геосистемы авторами был выбран тестовый участок леса — дубрава Ка-

лагур на севере Приднестровья площадью 740 га. Он был выбран не случайно, это один из немногих сохранившихся природных объектов республики с преобладающей лесообразующей породой региона — дубом черешчатым [11–13].

Методика геоэнергетического подхода включает оценку энергии солнца, осадков, биомассы, а также комплексный анализ природных условий изучаемой территории, эколого-географический и статистический анализы, картографическую визуализацию полученных результатов, а также оценку возобновляемых источников энергии ландшафта, эколого-экономическую интерпретацию результатов исследования в цифровой виртуальной единице расчетов. Это необходимо для того, чтобы провести сравнение между полученными геоэнергетическими величинами и изменяющимися рыночными показателями современной экономики. Для интерпретации результатов авторами используется эквивалент в 2,77 кВт/час электроэнергии, что соответствует заявленным 10 МДж. Перевод в электроэнергию обоснован принципами зеленой энергетики, где она играет ключевую роль в современной экономической системе.

Результаты исследования

Геоэнергетическая оценка локальной геосистемы урочища Калагур показала следующие результаты (табл. 1).

Количество солнечной энергии, поступающей на 1 га лесной геосистемы урочища Калагур равно 45,140 ГДж в год. Большую часть энергии, приходящей на 1 га лесной геосистемы, составляет солнечное излучение [8–10]. Энергия биомассы, выпадающих осадков и древесной растительности составляет 145,247 ГДж в год. Из них на выпадающие осадки приходится 0,247 ГДж в год.

Как показали исследования [1–2, 5, 15], лучше всего располагать мощности для выработки солнечной и ветровой энергии в ПМР и Республики Молдова на различного рода застроенных землях, на склонах южной экспозиции и на неудобьях, где качество земель в значительной своей части невысокое и не всегда представляет сельскохозяйственную ценность.

Таблица 1
Геоэнергетический потенциал гектара дубового леса

Энергия солнца	45,000 ГДж/год
Энергия осадков	0,247 ГДж/год
Биопродуктивность леса	145 ГДж
Всего:	45,140 ГДж/год

Надвигающийся масштабный энергетический кризис в ПМР и Республике Молдова оправдывает многие затраты на установление оборудования и создание соответствующей инфраструктуры, так как без экологически чистой и доступной энергии с современным засушливым климатом регион будет испытывать энергетический голод. Энергия солнца и ветра — это экологически и экономически оправданные ресурсы для системы возобновляемой энергетики этих республик [1—2, 5, 15].

Вырубка лесов и распашка степей — основные антропогенные факторы, приведшие к нарушению и деградации природных ландшафтов ПМР и Республики Молдова. В регионе повсеместно наблюдается сокращение видового разнообразия лесных растений и животных, что нарушило экологическое равновесие природных ландшафтов [11—13, 16—18]. Необходимы срочные меры по эколого-хозяйственному сбалансированному развитию региона, ландшафтному землеустройству и землепользованию.

Естественные леса Приднестровья — это малочисленные фрагменты бывших массивов, сохранившиеся на склонах возвышенностей и речных долин в относительно трудно доступных местобитаниях лесостепной зоны. Этим определяется актуальность их восстановления с определением наиболее перспективных технологий возобновления. Они являются своеобразными природно-экологическим каркасом региона, но он выполняет свои функции на пределе.

В дубовом урочище были проанализированы три подхода оптимизации и восстановления леса (табл. 2) [8—10]:

— сплошная обработка лесной площади с помощью тяжелых тракторов и других средств механизации, максимальное антропогенное вмешательство в лесную геосистему;

— высадка дубов желудями, инновационный подход, позволяющий лесной среде формироваться в максимально естественных условиях;

— высадка дубков саженцами из лесного питомника в ненарушенную лесную среду, где сохранен подрост и кустарники.

Изучив геоэнергетический потенциал лесных геосистем на примере тестового участка — урочища Калагур (см. табл. 1), были предложены мероприятия по восстановлению и оптимизации нарушенных лесных биогеоценозов с использованием входящего потока солнечной энергии и энергопотенциала самого лесостепного ландшафта (табл. 3).

Для оценки сравнения предложенных вариантов лесовосстановления с использованием технологических карт лесхоза была рассчитана энергоемкость предлагаемых разработок. Она предусматривала следующее:

— расчеты ожидаемого экономического эффекта от внедрения технологий № 2 и № 3;

— за эталон достигаемой продуктивности взят запас 75-летних естественных семенных насаждений дуба, три бонитета.

Таблица 2

Геоэнергетические затраты лесохозяйственного предприятия по вариантам лесовосстановления в урочище Калагур, МДж/га

Затраты энергии, МДж/га	Варианты лесовосстановления в урочище Калагур, МДж/га		
	первый	второй	третий
Основные средства производства	4 468 652	21 212	5945
Оборотные средства производства	6385	881	5498
Трудовые затраты	184	246	16
Итого:	4 475 221	22 339	11 459

Таблица 3

Энергетические затраты по основным средствам производства технологий лесовосстановления и их энергоемкость, МДж/га

	Технологии лесовосстановления		
	Технология лесовосстановления № 1	Технология лесовосстановления № 2	Технология лесовосстановления № 3
Основные средства производства	4 468 651,79	21 211,49	5945,37
Энергоемкость	3,09	0,008	0,004

Сопоставление полученных данных выявило, что вариант лесовосстановления № 3 более эффективен, менее энергоемок и учитывает эколого-биологические особенности лесного биогеоценоза значительно лучше, чем вариант № 2, а тем более № 1 (табл. 3). Вмешательство человека и технических средств в варианте лесовосстановления № 3 минимальное.

По варианту лесовосстановления № 2 энергоемкость геосистемы вдвое выше (0,008), чем по варианту № 3. По варианту № 1 энергоемкость многократно выше всех остальных (3,9). Вариант лесовосстановления № 3 с наименьшей энергоемкостью (0,004) значительно эффективнее остальных.

Эколого-экономическая эффективность лесовосстановления по варианту № 3 составляет 2,662 ТДж на 1 га. При этом значительно повышается устойчивость лесных биогеоценозов, их долговечность и сохраняется их биоразнообразие. Полученные результаты подтвердили ранее сделанные выводы [8–10]. Энергетический эффект в пересчете составит 267 000 геоэнергетических купонов на 1 га, в современных рыночных реалиях Молдавии это 182 183 долл. США.

Выводы

1. Разработана методика геоэнергетического подхода для оценки сложных систем, в том числе самоорганизующихся лесных геосистем.

2. Проведенный анализ показал, что гектар дубового леса в Рыбницком районе имеет потенциал 45,140 ГДж в год, где львиная доля энергии солнечная.

3. Такие потенциальные геоэнергетические возможности позволяют с наибольшей эффективностью проводить мероприятия по восстановлению лесных геосистем, использующие входящий поток энергии лесостепного ландшафта.

4. Полученные результаты свидетельствуют о том, что технология лесовосстановления со значительным сохранением природной составляющей геосистемы менее энергоемка и учитывает биолого-экологические особенности лесного ландшафта.

5. Восстановление дубрав в лесостепных ландшафтах Приднестровья и Республики Молдовы ведет к сокращению доли антропогенной энергии не только в пределах локальных геосистем, но и в целом на территории двух республик.

6. Предложенный геоэнергетический подход по восстановлению дубрав решает важные эколого-энергетические задачи: увеличение использования альтернативной энергетики и сохранение уникальных природных геосистем двух республик, испытывающих в последние годы острый геоэнергетический голод.

8. В лесных геосистемах необходимо повысить качество древостоев за счет увеличения в них доли дуба черешчатого (*Quercus robur* L.).

Библиографический список

1. Мингалеева Р. Д., Зайцев В. С., Бессель В. В. Оценка технического потенциала ветровой и солнечной энергетики России // *Территория нефтегаз*. — 2014. — № 3. — С. 82–91.
2. Чебан В. Развитие возобновляемых источников энергии и потенциал Республики Молдова / Доклад министерства экономики и торговли Молдовы. — Кишинев, 2010. — 14 с.
3. Соколов А. Н., Кочуров Б. И. Критерии сравнения эффективности энергоресурсов, «пределы роста» или экономика «Кротких» // *Проблемы региональной экологии*. — 2013. — № 1. — С. 115–123.
4. Кочуров Б. И., Соколов А. Н. О некоторых аспектах проблемы пика добычи нефти в контексте «Экономики кротких» // *Проблемы региональной экологии*. — 2013. — № 2. — С. 7–14.
5. Поздняков А. В., Шуркина К. А. Новый методологический подход к анализу функционирования агроэкосистем // *Вестник Томского государственного университета*. — 2008. — № 316. — С. 206–212.
6. Синергетика — современная научная парадигма и методология исследования сложных самоорганизующихся структур / [Электронный ресурс]. — 2012. — URL: <http://pozdneyakov.tut.su/Public/st0205.htm> (дата обращения 14.08.22).
7. Поздняков А. В. Концептуальные основы решения проблемы устойчивого развития / А. В. Поздняков. — Томск: Спектр, 1995. — 150 с.
8. Кочуров Б. И., Марунич Н. А. Оценка эмерджентных свойств ландшафтов Приднестровья методами геоэнергетического подхода // *Экологические системы и приборы*. — 2020. — № 5. — С. 35–41.
9. Кочуров Б. И., Марунич Н. А., Лобковский В. А., Хазиахметова Ю. А., Фомина Н. В. Геоэнергетическая оценка лесных экосистем Приднестровья // *Проблемы непрерывного географического образования и картографии*. — 2018. — Вып. 28. — С. 54–60.
10. Кочуров Б. И., Марунич Н. А. Геоэнергетическая оценка потерь стока Днестра в связи с зарегулированием реки // *Экология речных бассейнов: Труды 9-й Международной научно-практической конференции*. — Суздаль: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (Владимир), 2018. — С. 52–57.
11. Кравчук Ю. П. Проблемы лесов Приднестровья // *Охрана природы Молдавии*. — 1968. — № 6. — С. 59–75.
12. Куза П. А. Особенности роста генеративного потомства дуба черешчатого в Молдове // *Лесоведение*. — 2010. — № 1. — С. 37–43.

13. Маяцкий И. Н. Технология восстановления насаждений с преобладанием дуба // Экологические проблемы Приднестровья. — Бендеры, 2010. — С. 79—94.
14. Яворский Б. М., Детлаф А. А. Справочник по физике. — М.: Наука, 1981. — 99 с.
15. Ахмедова Л. Ш., Гасанов Ш. Ш. Информационно-статистический метод оперативной оценки показателей солнечной радиации на территории Дагестана: Труды географ, об-ва Дагестана. Вып. 31—32; Махачкала, 2004. — С. 106—109.
16. Кулаков К. Ф. Дубравы СССР и задачи по повышению их устойчивости и продуктивности / К. Ф. Кулаков // Тезисы доклада на Всесоюзном научно-техническом совещании. — Томск, 1978. — С. 3—10.
17. Кулаков К. Ф. Состояние дубрав СССР и задачи по повышению их устойчивости и продуктивности / К. Ф. Кулаков // Дубравы и повышение их продуктивности. — Киев, 1981. — С. 5—13.
18. Сотников В. В. Современное состояние лесного фонда, проблемы лесной отрасли Приднестровья // Экологические проблемы Приднестровья. — Бендеры, 2010. — С. 48—56.
19. Вернадский В. И. Биогеохимические очерки 1922—1932 гг. / В. И. Вернадский — М.; Л.: Изд-во: АН СССР, 1940. — 250 с.
20. Иванова М. М. Эколого-энергетический анализ процессов восстановления лесов Томской области (на примере сосны обыкновенной) // Вестник Томского государственного университета. — 2010. — № 336. — С. 187—191.
21. Хорошев А. В. Эмерджентные эффекты пространственной структуры ландшафта // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: Материалы XII Международной ландшафтной конференции в 3 т.: Т. 1. — Тюмень—Тобольск: Тюменский государственный университет, 2017. — С. 154—158.
22. Белозерский Г. Н., Дмитриев В. В. Становление геоэкологии как важный этап в развитии географии XX столетия // Известия РАН. Серия географическая. — 2007. — № 2. — С. 19—28.

GEO-ENERGETIC ASSESSMENT OF THE LOCAL GEOSYSTEM OF THE FOREST-STEPPE LANDSCAPES OF TRANSNISTRIA

B. I. Kochurov, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences (RAS), Moscow, Russia,

N. A. Marunich, Bendery Polytechnic Branch of Taras Shevchenko National University, Bendery, Transnistria,

N. V. Chubchenko, Ulyanovsk State University (ULSU), Moscow, Russia,

A. I. Ivanov, National park "Ugra", Kaluga, Russia,

A. A. Goryunov, Branch of the Center for Laboratory Analysis and Technical Measurements in the Saratov Region of the federal state budgetary institution center for laboratory analysis and technical measurements in the Volga federal district, Saratov, Russia,

V. V. Anikin, Non-governmental Educational Private Institution of Higher Education "Moscow University "Synergy" Moscow, Russia,

T. A. Dolgacheva, Non-governmental Educational Private Institution of Higher Education "Moscow University "Synergy" Russia, Moscow

References

1. Mingaleeva R. D., Zaitsev V. S., Bessel' V. V. Ocenka tekhnicheskogo potentsiala vetrovoj i solnechnoj energetiki Rossii [Assessment of the technical potential of wind and solar energy in Russia]. *Territoriya neftegaz*. 2014. No. 3. P. 82—91 [in Russian].
2. Cheban V. Razvitie vozobnovlyaemyh istochnikov energii i potencial Respubliki Moldova [Development of renewable energy sources and potential of the Republic of Moldova]. *Doklad ministerstva ekonomiki i trgovli Moldovy*. Kishinev, 2010. 14 p. [in Russian].
3. Sokolov A. N., Kochurov B. I. Kriterii sravneniya effektivnosti energoresursov, "predely rosta" ili ekonomika "Krotkih" [Energy efficiency comparison criteria, "limits of growth" or the economy of the "Meek"]. *Problemy regional'noj ekologii*. 2013. No. 1. P. 115—123 [in Russian].
4. Kochurov B. I., Sokolov A. N. O nekotoryh aspektah problemy pika dobychi nefi v kontekste "Ekonomiki krotkih" [On some aspects of the peak oil production problem in the context of the "Economy of the Meek"]. *Problemy regional'noj ekologii*. 2013. No. 2. P. 7—14 [in Russian].
5. Pozdnyakov A. V., Shurkina K. A. Novyj metodologicheskij podhod k analizu funkcionirovaniya agroekosistem [A new methodological approach to the analysis of the functioning of agroecosystems]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2008. No. 316. P. 206—212 [in Russian].
6. Sinergetika — sovremennaya nauchnaya paradigma i metodologiya issledovaniya slozhnyh samoorganizuyushchihya struktur [Synergetics is a modern scientific paradigm and methodology for the study of complex self-organizing structures] / [Elektronnyj resurs]. 2012. URL: <http://pozdnyakov.tut.su/Public/st0205.htm> (data obrashcheniya 14.08.22) [in Russian].
7. Pozdnyakov A. V. Konceptual'nye osnovy resheniya problemy ustojchivogo razvitiya [Conceptual framework for solving the problem of sustainable development] / A. V. Pozdnyakov. T.: Spektr, 1995. 150 p. [in Russian].

8. Kochurov B. I., Marunich N. A. Ocenka emerdzhenykh svoystv landshaftov Pridnestrov'ya metodami geoenergeticheskogo podhoda [Assessment of the emergent properties of Transnistrian landscapes by methods of the geoenergetic approach]. *Ekologicheskie sistemy i pribory*. 2020. No. 5. P. 35—41 [in Russian].
9. Kochurov B. I., Marunich N. A., Lobkovskiy V. A., Khaziakhmetova Yu. A., Fomina N. V. Geoenergeticheskaya ocenka lesnykh ekosistem Pridnestrov'ya [Geoenergetic assessment of Pridnestrovian forest ecosystems]. *Problemy nepreryvnogo geograficheskogo obrazovaniya i kartografii*. 2018. No. 28. P. 54—60 [in Russian].
10. Kochurov B. I., Marunich N. A. Geoenergeticheskaya ocenka poter' stoka Dnestra v svyazi s zaregulirovaniem reki [Geoenergetic assessment of Dniester flow losses due to river overregulation]. *Ekologiya rechnykh bassejnov: tr. 9-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Suzdal': Vladimirkij gosudarstvennyj universitet imeni Aleksandra Grigor'evicha i Nikolaya Grigor'evicha Stoletovykh (Vladimir)*, 2018. P. 52—57 [in Russian].
11. Kravchuk Yu. P. Problemy lesov Pridnestrov'ya [Problems of Transnistrian forests]. *Ohrana prirody Moldavii*. 1968. No. 6. P. 59—75 [in Russian].
12. Kuza P. A. Osobennosti rosta generativnogo potomstva duba chereshchatogo v Moldove [Features of the growth of the generative offspring of the black oak in Moldova]. *Lesovedenie*. 2010. No. 1. P. 37—43 [in Russian].
13. Mayackij I. N. Tekhnologiya vosstanovleniya nasazhdenij s preobladaniem duba [Technology of restoration of oak-dominated plantations]. *Ekologicheskie problemy Pridnestrov'ya: Bendery*, 2010. P. 79—94 [in Russian].
14. Yavorskiy B. M., Detlaf A. A. Spravochnik po fizike [Handbook of Physics]. Moscow, Nauka, 1981. 99 p. [in Russian].
15. Akhmedova L. Sh., Gasanov Sh. Sh. Informacionno-statisticheskij metod operativnoj ocenki pokazatelej solnechnoj radiacii na territorii Dagestana [Information and statistical method of operational assessment of solar radiation indicators in Dagestan]: *trudy geograf, ob-va Dagestana*. No. 31—32; Mahachkala, 2004. P. 106—109 [in Russian].
16. Kulakov K. F. Dubravyy SSSR i zadachi po povysheniyu ih ustojchivosti i produktivnosti [Oak forests of the USSR and the tasks of increasing their sustainability and productivity]. *Tezisy doklada na Vsesoyuznom nauchno-tekhnicheskome soveshchani*. 1978. P. 3—10 [in Russian].
17. Kulakov K. F. Sostoyanie dubrav SSSR i zadachi po povysheniyu ih ustojchivosti i produktivnosti [The state of the oak forests of the USSR and the tasks of increasing their sustainability and productivity]. *Dubravyy i povyshenie ih produktivnosti*. 1981. P. 5—13 [in Russian].
18. Sotnikov V. V. Sovremennoe sostoyanie lesnogo fonda, problemy lesnoj otrasli Pridnestrov'ya [The current state of the forest fund, problems of the forest industry of Pridnestrovie]. *Ekologicheskie problemy Pridnestrov'ya: Bendery*, 2010. P. 48—56 [in Russian].
19. Vernadskiy V. I. Biogeochemicheskie ocherki 1922—1932 gg. [Biogeochemical essays of 1922—1932.]. Moscow, Leningrad, Izd-vo: AN SSSR, 1940. 250 p. [in Russian].
20. Ivanova M. M. Ekologo-energeticheskij analiz processov vosstanovleniya lesov Tomskoj oblasti (na primere sosny obyknovnoy) [Ecological and energy analysis of the processes of forest restoration in the Tomsk Region (using the example of the common pine)]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2010. No. 336. P. 187—191 [in Russian].
21. Khoroshev A. V. Emerdzhenyie efekty prostranstvennoy struktury landshafta. V kn.: Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustojchivogo razvitiya [Emergent effects of the spatial structure of the landscape. In: Landscape Science: theory, methods, landscape and environmental management and sustainable development]: *Materialy XII Mezhdunarodnoj landshaftnoj konferencii v 3 tomah: Vol. I*. Tyumen'—Tobol'sk: Tyumenskij gosudarstvennyj universitet, 2017. P. 154—158 [in Russian].
22. Belozerskiy G. N., Dmitriev V. V. Stanovlenie geoekologii kak vazhnyj etap v razvitiy geografii XX stoletiya [The formation of geoecology as an important stage in the development of geography of the 20th century]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*. 2007. No. 2. P. 19—28 [in Russian].

*Рукопись поступила в редакцию 26.02.2025
Принята к печати 02.04.2025*