

УДК 911.3:630

Борис Кочуров*

д. геогр. н., профессор

e-mail: b.i.kochurov@igras.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8351-3658>**Николай Марунич**

в. н. с. Республиканского института экологии и природных ресурсов,

Каховский тупик, 2, г. Бендеры, MD-3200, Молдова

e-mail: maruni484@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9737-4380>**Василий Лобковский***

к. геогр. н., н. с.

e-mail: v.a.lobkovskiy@igras.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9138-0739>**Юлия Хазиахметова***

к. геогр. н., н. с.

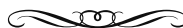
*Институт географии РАН, Старомонетный пер., 29, г. Москва, 119017, Россия

e-mail: haziahmetova@igras.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6314-4739>**Нина Фомина**

аспирант кафедры географии

Московский городской педагогический университет,

2-й Сельскохозяйственный проезд, 4, г. Москва, 129226, Россия

e-mail: fominanina12@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6717-8960>

ГЕОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИДНЕСТРОВЬЯ

На основе предложенного геоэнергетического подхода проведена оценка энергоэффективности лесного хозяйства и экосистем Приднестровской Молдавской Республики. Основу модели устойчивого развития лесной экосистемы Приднестровья составляет энергоэффективная технология лесовосстановления.

Исследования проводились в урочище Калагур. Описана технология лесовосстановления, где применение механизации минимальное, а использование лесной среды материнских насаждений максимальное. Энергоёмкость предложенной технологии в несколько раз меньше по сравнению с другими технологиями лесовосстановления в ПМР. Эта технология позволяет повысить энергопотенциал леса, создать высокопродуктивные лесные массивы, ценные с экономической и экологической точек зрения.

В перспективной энергосберегающей модели лесовосстановления с минимальным использованием средств механизации и других видов работ получается экономия энергоресурсов и сохраняется биоразнообразие природных систем.

Ключевые слова: геоэнергетический подход, энергоэффективность, энергопотенциал, лесовосстановление, Приднестровье.

Борис Кочуров, Микола Марунич, Василь Лобковський, Юлія Хазіахметова, Ніна Фомина

ГЕОЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ПРИДНІСТРОВ'Я

На основі запропонованого геоенергетичного підходу проведена оцінка енергоефективності лісового господарства та екосистем Придністровської Молдавської Республіки. Основу моделі сталого розвитку лісової екосистеми Придністров'я становить енергоефективна технологія лісовідновлення.

Дослідження проводились в урочищі Калагур. Описана технологія лісовідновлення, де застосування механізації мінімальне, а використання лісового середовища материнських насаджень максимальне. Енергоємність запропонованої технології в кілька разів менша у порівнянні з іншими технологіями лісовідновлення у ПМР. Ця технологія дозволяє підвищити енергопотенціал лісу, створити високопродуктивні лісові масиви, цінні з економічної та екологічної точок зору.

У перспективній енергосберегаючій моделі лісовідновлення з мінімальним використанням засобів механізації та інших видів робіт виходить економія енергоресурсів і зберігається біорізноманіття природних систем.

Ключові слова: геоенергетичний підхід, енергоефективність, енергопотенціал, лісовідновлення, Придністров'я.

Boris Kochurov, Nikolai Marunich, Vasily Lobkovsky, Yulia Khaziakhmetova, Nina Fomina

GEOENERGY ASSESSMENT OF FOREST ECOSYSTEMS OF TRANSNISTRIA

On the basis of the proposed geoenergy approach, the energy efficiency of forestry and ecosystems of the Transnistrian Moldavian Republic in a single energy unit – joules has been studied. Relevance of the study is explained by the fact that the energy crisis in the 1970s has dramatically increased interest in the problem of energy consumption and energy saving. Despite the calls and practice of energy saving over a hundred years, the specific energy costs increased by 8-10 times. All these data indicate the need to introduce energy-efficient technologies of environmental management in all spheres of human activity.

The geoenergy approach allows us to identify ways to optimize functioning of the forest ecosystems of Transnistria. The existing practice of forestry enterprises of the Republic leads to the destructive use of natural resources and the loss of oak plantations – the main forest-forming species of Transnistria. The final product of the enterprises is the volume of wood and not full restoration on a natural type of forests.

The basis for the sustainable development model of the forest ecosystem of Transnistria is energy-efficient reforestation technology.

Based on studies conducted in the Kalagur tract the article describes a technique for laying oak plantation by planting two-year seedlings (automated and manually) using forest environment, maternal spaces and the elements of natural regeneration associated rocks and

shrubs. The use of mechanization is minimal in this reforestation technology and the use of the forest environment of the mother plantings is maximal. The energy intensity of the proposed reforestation technology is 0.004, which is several times lower than other reforestation technologies used in the country.

The studies carried out in the Kalagur tract have also made it possible to assess the energy potential of forest ecosystems and the energy efficiency of forest management throughout the country. The proposed technology of optimization of forest ecosystems functioning allows not only to increase the energy potential of the forest, but also to create highly productive forests, valuable from economic and environmental points of view.

In a promising energy-saving model of reforestation with minimal use of mechanization and other types of work we not only save energy (the cost of mechanization, fuel and labor), but also preserve the biodiversity of natural systems and increase the use of solar energy and precipitation.

Keywords: geoneergy approach, energy efficiency, energy potential, reforestation, Transnistria.

Введение. Энергетический кризис в 1970-х гг., давший значительный толчок к исследованию взаимосвязей между энергией и общественным производством, резко усилил интерес к определению затрат энергии в природных и антропогенных системах. Нарастающий экологический кризис на планете в значительной мере детерминирован энергетической проблемой. Несмотря на призывы и практику энергосбережения, за сто лет в мире удельные затраты энергии увеличились в 8-10 раз. Всё это свидетельствует о необходимости существенного внедрения энергосбережения во всех сферах человеческой деятельности, стимулирующего более рациональное использование природных ресурсов, снижение уровня загрязнения среды, а также обеспечение более эффективного развития экономики и создание благоприятных условий существования человека. Нами предлагается использовать геозенергетический подход, основанный на энергосбережении, для оценки эффективности восстановления и функционирования лесных геосистем в условиях не истощительного – рационального природопользования в Приднестровье [1 - 4].

Лесной фонд планеты – лесные земли общей площадью несколько более 4 млрд га. В расчёте на одного человека лесная площадь составляет в среднем около 0,6 га. Лесные площади и соответственно ресурсы древесины на душу населения составляют в Канаде – 9,4 га, России – 5,2 га, Финляндии – 4,9 га, Швеции – 2,5 га, США – 0,9 га. По данным Министерства сельского хозяйства и природных ресурсов ПМР лесной фонд Приднестровья имеет площадь 27 514 га, что составляет 7,6% территории Республики, или 0,049 га леса на душу населения. Это значительно меньше, чем в странах мира, указанных выше. Леса в Приднестровье представлены, в основном, лиственными породами – 82% площади всех лесов; удельный вес хвойных пород – 18%. Около трети (29%) площади занимают насаждения дуба. Основной лесообразующей породой Приднестровья является дуб черешчатый.

Для характеристики процесса создания, передачи и потребления энергии, а также оценки возможности энергосбережения на различных объектах (будь то организация, жилой район, регион, государство, экосистема) и правильного выбора энергосберегающих подходов необходимо применять

различные критерии энергетической эффективности. Как правило, самым распространённым из такого рода критериев является h_3 - отношение полученного полезного результата к общим затратам:

$$h_3 = \text{использованная энергия} / \text{расход энергии.}$$

Джоуль при этом выступает как константа, универсальная сопоставимая единица.

Цель исследования – дать геозенергетическую характеристику лесной экосистемы с целью определения оптимального пути функционирования и самовосстановления, лесовосстановления на примере Приднестровской Молдавской Республики по разработанной методике геозенергетической оценки.

Геозенергетический подход позволяет не только сравнивать энергетические вклады природы с вкладами человека в какой-либо товар, но и определять энергетические потоки в различных геосистемах (агро-, эко-, урбосистемах и др.), сравнивать их по эффективности использования ресурсов. С помощью этого подхода можно объективно оценивать различные варианты новых и старых технологий, устойчивость функционирования любых природных и антропогенных систем.

В Приднестровье проблема нарушения естественного баланса лесных экосистем стоит достаточно остро, повсеместно наблюдается выпадение основных лесообразующих пород, разрушение естественного состояния лесной среды и, как следствие, нарушение всех основных экологических процессов. Леса Приднестровья относятся к лесам I группы – лесам, выполняющим природоохранные функции. Поэтому в этом случае основной задачей является оценка потенциала и поиск путей не истощительного природопользования.

Суть разработанного геозенергетического подхода, известного по трудам отечественных и зарубежных авторов [1 - 4], заключается в оценке функционирования экосистемы в единых энергетических показателях для поиска путей рационального хозяйствования, восстановления и поддержания в равновесном состоянии процессов лесной экосистемы. Этот подход был успешно использован в оценках функционирования агроэкосистем Центрального Казахстана и Томской области.

Принципиальное отличие геоэнергетического подхода от энергетического состоит в том, что осуществляется не просто оценка в универсальных единицах энергии (в Джоулях), а идёт характеристика соотношения существующего и возможного потенциала как экосистемы, так и всей географической системы (геосистемы) с учётом изменения принципов хозяйствования. Также оценивается доля антропогенной энергии в оптимизации функционирования лесной экосистемы.

Объекты и методы исследования. Разработанная методика геоэнергетической оценки включает в себя расчёт таких энергетических критериев, как:

- солнечная энергия, поступающая на изучаемую территорию;
- потенциальная энергия выпадающих атмосферных осадков;
- энергетический потенциал, содержащийся в лесном массиве [1, 3, 4]. Перечисленные критерии позволяют дать геоэнергетическую характеристику исследуемой лесной экосистемы или изучаемой территории.

Расчёты выполнялись по следующей схеме:

1. Количество солнечной энергии (E_s), поступающей на 1 гектар леса:

$$E_s = I \times S,$$

где I – интенсивность солнечного излучения, кВт×час/м²;

S – площадь рассматриваемой территории, м².

2. Энергетический потенциал выпадающих осадков ($E_{пр}$) в виде дождя и снега по формуле Г. Одум:

$$E_{пр} = S \times Q \times G,$$

где S – площадь рассматриваемой территории, м²;

Q – количество выпадающих осадков, мм/год;

G – свободная химическая энергия Гиббса без учёта транспирации растениями, Дж/г.

3. Энергопотенциал 1 гектара леса ($E_{пе}$):

$$E_{пе} = E_m \times Z,$$

где E_m – количество энергии в 1 м³ древесины, МДж;

Z – запас древесины участка, м³/га.

По методике геоэнергетической оценки также определялись критерии, отражающие энергетическую эффективность изменения принципов хозяйствования:

1. Соотношение возможного потенциала экосистемы к существующему потенциалу с учётом изменения принципов хозяйствования:

$$e_r = E_B / E_C,$$

где e_r – эффективность использования природной энергетической ренты;

E_B – возможный энергопотенциал экосистемы, Дж;

E_C – существующий энергопотенциал экосистемы, Дж.

2. Доля антропогенной энергии в оптимизации функционирования лесной экосистемы:

$$D_A = A_B / A_C,$$

где D_A – доля антропогенной энергии в оптимизации функционирования лесной экосистемы;

A_B – возможные затраты антропогенной энергии при изменении варианта оптимизации функционирования лесной экосистемы, Дж;

A_C – существующие затраты антропогенной энергии в оптимизации функционирования лесной экосистемы, Дж.

Результаты и обсуждения. На примере урочища Калагур в Рыбницком районе Приднестровской Молдавской Республики были проведены сбор, обобщение и использование результатов собственных полевых и камеральных исследований, обработка статистического материала и фактических данных, полученных в результате пятилетнего (2010-2015 гг.) изучения процессов функционирования лесной экосистемы.

В ходе расчётов определили:

а) количество солнечной энергии, поступающей на 1 гектар леса, - 45×10^{12} Дж в год; на всю площадь урочища поступает $33,3 \times 10^{15}$ Дж в год;

б) потенциал выпадающих осадков на 1 га лесной экосистемы - $2,47 \times 10^7$ Дж в год; в целом по урочищу – $1,82 \times 10^{10}$ Дж в год;

в) энергопотенциал: 1 га леса с преобладанием дуба черешчатого имеет запас $124,5$ м³/га и содержит $14,5 \times 10^{10}$ Дж; энергопотенциал урочища Калагур - $10,7 \times 10^{13}$ Дж.

Существующие технологии ведения лесного хозяйства в Приднестровье ведут к разрушительному природопользованию, к потере насаждений дуба черешчатого. Управление лесными массивами осуществляется без учёта биологических и экологических особенностей лесных экосистем. Конечной продукцией лесохозяйственного предприятия является древесина, а не полноценные восстановленные по природному типу лесные экосистемы.

Основу модели устойчивого развития лесной экосистемы Приднестровья составляет энергоэффективная технология лесовосстановления. Суть её заключается в закладке культуры дуба черешчатого посадкой двухлетних насаждений саженцев (механизированной и ручной) с использованием лесной среды материнских насаждений и элементов естественного возобновления сопутствующих пород и кустарников. В основу предложенной энергоэффективной технологии лесовосстановления были положены принципы ведущего лесоведа Приднестровья И.Н. Маяцкого:

1. В максимальной степени использование лесной среды срубаемых насаждений.

2. Использование ниш, образующихся в процессе формирования (естественного прореживания, деградации) или сплошной вырубке насаждения.

3. Создание ниш путём вырубке части насаждений (первый приём сплошных рубок – прореживание древостоев), прорубка коридоров, частичная обработка почвы и др.).

4. Использование самосева дуба, появившегося в урожайные годы (однако в последнее десятилетие урожай на деревьях дуба минимальный, в связи с этим предложено использовать двухлетние саженцы дуба черешчатого; данное нововведение делает вариант оптимизации функционирования лесных экосистем гарантировано успешным в антропогенно измененных экологических условиях региона).

5. Максимальное использование элементов естественного возобновления сопутствующих и кустарниковых пород.

Особо стоит отметить, что при проведении таких лесопосадок применение механизированных работ – минимальное, а использование лесной среды материнских насаждений – максимальное. Энергоёмкость предложенной технологии оказалась в несколько раз меньше по сравнению с технологиями лесовосстановления, применяющимися в регионе.

В ходе оценок энергоэффективности технологий лесовосстановления была выявлена необходимость эколого-экономической оценки – через понятие «энергорубль».

Предложено оценить:

Номинал – инвариант: 1 копейка – 1000000,0 джоулей; 3 копейки – 3000000,0 джоулей; 5 копеек – 5000000,0 джоулей; 10 копеек – 10000000,0 джоулей; 20 копеек – 20000000,0 джоулей; 50 копеек – 50000000,0 джоулей; 1 рубль – 100000000,0 джоулей; 3 рубля – 300000000,0 джоулей; 5 рублей – 500000000,0 джоулей; 10 рублей – 1000000000,0 джоулей; 25 рублей – 2500000000,0 джоулей; 50 рублей – 5000000000,0 джоулей; 100 рублей – 10000000000,0 джоулей.

В одном «энергорубле» инвариант равен 100.000.000,0 джоулей, что по расчётам авторов соответствует 2,5 кВт·ч электроэнергии (электроэнергия является одним из наиболее доступных к производству видов энергий в мире).

Любые затраты энергии на процессы оптимизации функционирования также другие геоэнергетические оценки оптимизации функционирования системы можно перевести по номиналу в энергорубли.

Предложенная энергоэффективная технология лесовосстановления в сравнении с другими применяющимися в Приднестровье технологиями оптимизации функционирования лесных экосистем даст прибыль в размере 2,662 ТДж, или, по предложенной системе инварианта, 26 622,9 энергорубля на 1 га лесной экосистемы.

Расчёт энергетических критериев позволил также дать геоэнергетическую характеристику всей

территории Приднестровья, оценить потенциал энергетической составляющей природной ренты (рис.1).

Из полученных расчётных данных следует, что наибольшей природной рентой располагает Каменский район на севере, а наименьшей – Слободзейский район на юге Приднестровской Молдавской Республики. Расчётные данные свидетельствуют о разных энергетических возможностях районов. В расчётах введён новый параметр – площадь района, и это позволило предположить, что на юге Приднестровья можно более эффективно использовать природную энергию для повышения степени самоорганизации лесных экосистем, а на севере сохранить выявленную тенденцию повышения их устойчивости.

Была также проведена оценка энергопотенциала лесного фонда Приднестровья за пятилетний период исследований (2010-2015 гг.).

Из анализа полученных данных (рис.2) следует, что в лесах Приднестровья по направлению с севера на юг снижается энергопотенциал лесных экосистем. Это отрицательно сказывается на степени самоорганизации лесных экосистем и их устойчивости к антропогенным нагрузкам. Самым низким энергопотенциалом (до 2800,0 ТДж) обладают леса Григориопольского и Слободзейского районов (здесь высока степень антропогенной трансформации). В лесах центральной и северной части изученной территории он значительно выше (до 9400,0 ТДж), но основная лесобразующая порода – дуб черешчатый и здесь повсеместно сокращается по распространению.

Для лесовосстановления в южных районах необходимы гораздо большие затраты энергии в связи с тем, что участки лесных экосистем здесь занимают значительно меньшие площади, ниже плотность леса и доля участия дуба по сравнению с центральными и северными районами.

Для исправления сложившейся критической ситуации по восстановлению лесных экосистем были рассмотрены несколько вариантов оптимизации лесопользования, после которых авторы [1] пришли к заключению о наибольшей эффективности варианта с механизированной и ручной закладкой двухлетних саженцев дуба черешчатого среди естественно сохранившихся древесных и кустарниковых растений, о чём мы писали выше на примере урочища Калагур.

При использовании предложенного варианта оптимизации функционирования лесной экосистемы эффективность использования природной энергетической ренты e_r лесной экосистемы существенно возрастёт и составит:

$$e_r = 19,7 \times 10^{13} \text{ Дж} / 10,7 \times 10^{13} \text{ Дж} \approx 1,84.$$

Доля антропогенной энергии D_A существенно снизится за счёт использования потенциала при-

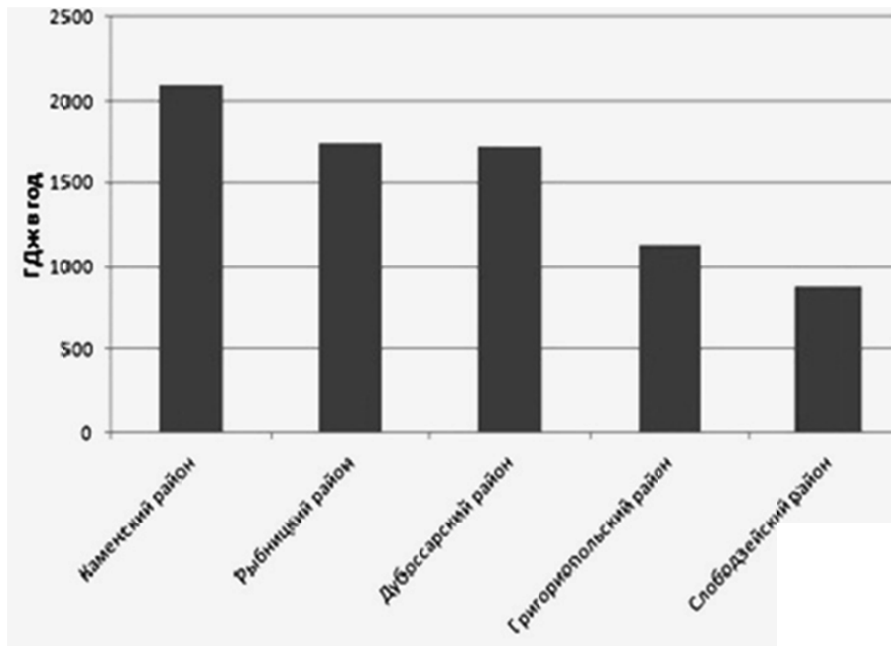


Рис.1. Енергетическая природная рента лесных экосистем по районам Приднестровья, ГДж в год

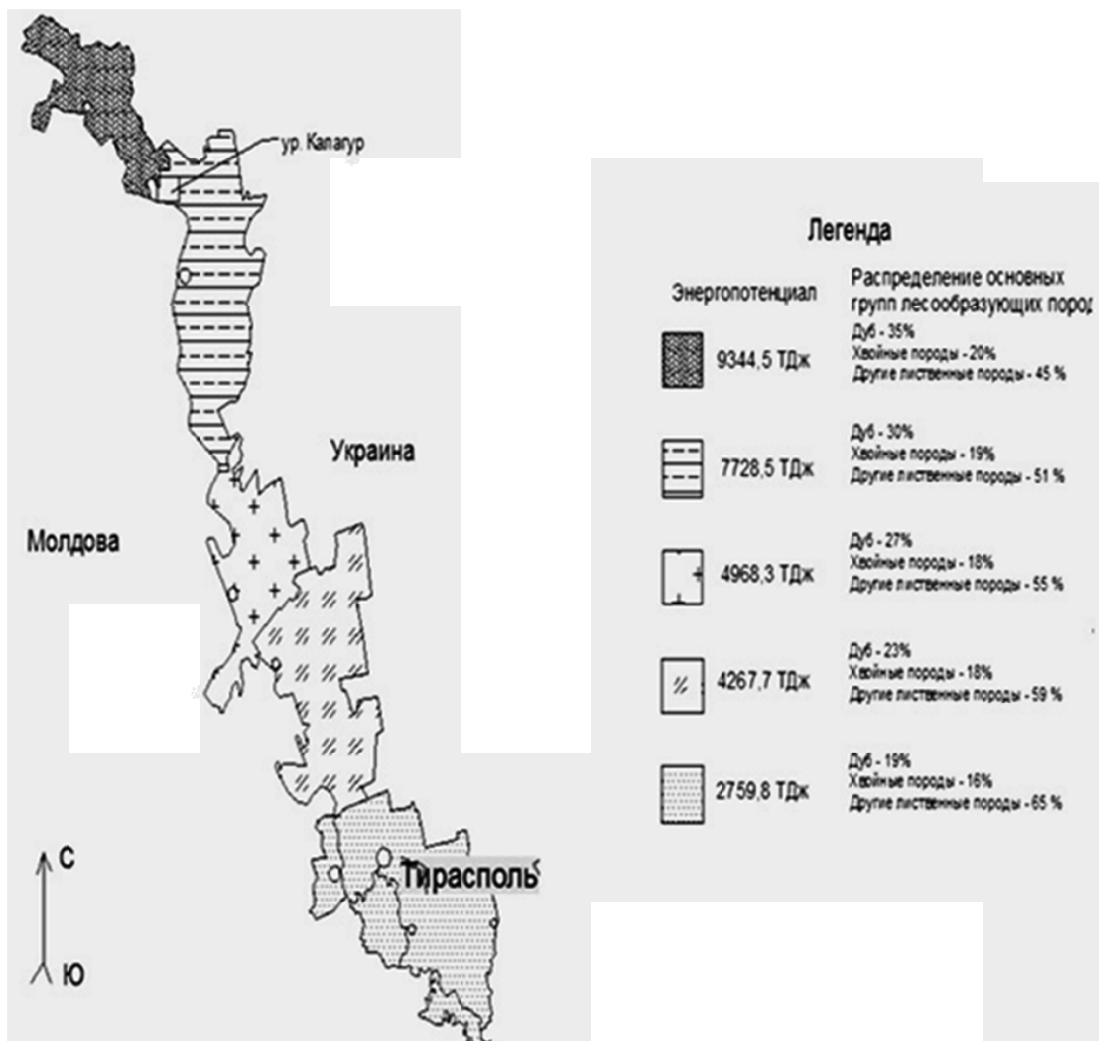


Рис.2. Энергопотенциал (ТДж) и распределение основных групп лесобразующих пород (%) в лесных экосистемах Приднестровья

родной среды, то есть энергетической природной ренты и составит:

$$D_A = 11459,07 \times 10^6 \text{ Дж} / 4475220,7 \times 10^6 \text{ Дж} \approx 0,002.$$

В Рыбницком районе такой вариант был успешно применён, на отдельных участках возросли доля дуба, устойчивость к антропогенным нагрузкам и энергопотенциал лесной экосистемы.

Выводы.

1. Оценка энергопотенциала лесной экосистемы в урочище Калагур с использованием геоэнергетического подхода позволила распространить этот опыт в масштабе всего Приднестровья. Полученные результаты указывают на снижение энергопотенциала лесных экосистем на юге Приднестровской Молдавской Республики в 3,3 раза по сравнению с северными районами, что обусловлено не только сокращением лесных площадей, но и снижением качества древостоев, уменьшением доли дуба черешчатого в лесных сообществах.

2. Предложен вариант оптимизации лесопользования с закладкой саженцев дуба среди естественно сохранившихся растительных сообществ.

3. Энергетический кризис, продолжающийся на Земле уже несколько десятилетий, дал существенный толчок к исследованию взаимосвязей между энергией и промышленным и сельскохозяйственным производством, резко усилил интерес к определению затрат энергии в природно-антропогенных геосистемах.

4. При оценке современного состояния природной среды можно отметить, что нарастающий экологический кризис на планете в значительной мере определяется энергетической проблемой. При этом плотность потребления энергии весьма неоднородна на различных территориях – от десятка тысяч Дж/км² в год до значений, сопоставимых с количеством поступающей солнечной радиации [1, 4].

5. Эколого-экономическая оценка в энергорублях показывает убыточность нерационального хозяйствования, применявшегося в XX веке в Приднестровье. Технологии лесовосстановления приносили прибыль, обеспеченную валютой «бумагой», не подкреплённой реальными ценностями (энергией). Сиюминутные рыночные условия показывали мнимую выгоду использовавшихся подходов оптимизации функционирования лесных экосистем, а фактически природная среда, естественное сложение экосистемы разрушалось. Эколого-экономическая оценка в энергорублях показывает реальную, не искажённую эколого-экономическую картину для выбора варианта рационального хозяйствования в лесных экосистемах.

6. Используемый нами геоэнергетический подход предлагает инструмент, который стимулирует более рациональное использование, в частности лесных ресурсов, снижая уровень истощения и деградации природной среды, а также обеспечивает более эффективное развитие экономики и создаёт благоприятные условия существования человека.

Перспективы исследований. На основе предложенного геоэнергетического подхода предполагается разработать автоматизированную информационную систему оптимизации функционирования лесных геосистем на всей территории Приднестровской Молдавской Республики. Эта система будет отвечать базовым принципам инновационного программного обеспечения, среди которых:

- высокая функциональность по заданной проблеме;
- узкая специализация и высокая эффективность использования программного продукта;
- интуитивно понятный, максимально простой интерфейс;
- льготное либо бесплатное распространение;
- простой и понятный язык составления алгоритма программы, ведущий к формированию универсального алгоритма программного кода, позволяющего реализовать поставленную задачу на любом языке программирования;
- универсальность, которая позволяет реализовать программу на любой аппаратной платформе или даст возможность работать под управлением любой из популярных операционных систем.

Перспектива использования для эколого-экономической оценки энергорубля (или интернациональной энерговалюты) на базе геоэнергетического подхода огромна, так как является путём к созданию единой энерго-экономической оценки потенциала экосистем, социосистем, урбосистем и т. д. в единых расчётных энергетических единицах, что создаст существенные предпосылки к разработке методики более эффективного хозяйствования в различных типах систем.

Данную методику как опыт можно применить с целью оптимизации хозяйствования в сопредельных государствах.

Исследование выполнено в рамках темы ФНИ государственных академий наук на 2013-2020 гг. «Экодиагностика, картографирование природных и антропогенных ландшафтов и оценка эффективности природопользования в России на региональном и локальном уровнях. Рег. № 01201352469» (0148-2014-0022)

Список использованных источников:

1. Кочуров Б.И. Эколого-энергетический анализ технологий лесовосстановления / Б.И. Кочуров, Н.А. Марунич // Экология урбанизированных территорий. - 2013. - № 1. - С. 93-96.

2. Миндрин А.С. Энергоэкономическая оценка сельскохозяйственной продукции / А.С. Миндрин. - М.: ЦНИИМ, 1997. - 294 с.
3. Поздняков А.В. Новый методологический подход к анализу функционирования агроэкосистем / А.В. Поздняков, К.А. Шуркина // Вестник Томского государственного университета. - 2008. - № 316. - С. 206-212.
4. Кочуров Б.И. Эффективность природопользования в условиях ограниченных энергоресурсов / Б.И. Кочуров, В.А. Лобковский, А.Н. Соколов, И.В. Ивашкина // Grand Altai Research & Education. — 2015. - № 2. — С. 21-48.

References:

1. Kochurov, B.I., Marunich, N.A. (2013). Jekologo-jenergeticheskij analiz tehnologij lesovosstanovlenija [Environmental and energy analysis techniques for reforestation]. Ecology of urbanized areas, 2013, 1, 93-96.
2. Mindrin, A.S. (1997). Jenergojekonomicheskaja ocenka sel'skohozjajstvennoj produkcii [Energy and economic assessment of agricultural products]. Moskva: CNIIM, 294.
3. Pozdnjakov, A.V. Shurkina, K.A. (2008). Novyj metodologicheskij podhod k analizu funkcionirovanija agrojekosistem [A new methodological approach to the analysis of the of agroecosystems' functioning]. Bulletin of the Tomsk State University, 316, 206-212.
4. Kochurov, B.I., Lobkovskij, V.A., Sokolov, A.N., Ivashkina, I.V. (2015). Jeffektivnost' prirodojol'zovanija v uslovijah ogranichennyh jenergoresursov [The efficiency of environmental management in conditions of limited energy resources]. Grand Altai Research & Education, 2, 21 – 48.

Сведения об авторах:

Кочуров Борис Иванович — доктор географических наук, профессор, Институт географии Российской АН (г. Москва)

Марунич Николай Андреевич — ведущий научный сотрудник, Республиканский институт экологии и природных ресурсов (г. Бендеры)

Лобковский Василий Анатольевич - кандидат географических наук, научный сотрудник, Институт географии Российской АН (г. Москва)

Хазиахметова Юлия Александровна - кандидат географических наук, научный сотрудник, Институт географии Российской АН (г. Москва)

Фомина Нина Васильевна — аспирант кафедры географии, Московский городской педагогический университет (г. Москва)