



Методика оценки экосистемных услуг региона

Бэлла Александровна КРАСНОЯРОВА¹
доктор географических наук, профессор, зав. лабораторией ландшафтно-водноэкологических исследований и природопользования
bella250352@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0008-1635>

Антон Евгеньевич НАЗАРЕНКО²
кандидат географических наук, младший научный сотрудник
nazarenko.iwep@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8613-6667>

Татьяна Геннадьевна ПЛУТАЛОВА³
кандидат географических наук, научный сотрудник
plutalova.tg@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2349-9823>

Софья Николаевна ШАРАБАРИНА⁴
кандидат географических наук, научный сотрудник
sharabarina@iwep.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9322-3953>

¹⁻⁴Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия

Аннотация. Разработана методика оценки экосистемных услуг региональной системы, в основе которой лежат теоретические представления об их сущности и общепринятые классификации. Методика предполагает оценку основных групп экосистемных услуг, обеспечивающих, регулирующих и информационно-культурных, на основе их идентификации в конкретном регионе и с учетом значения для региональной экономики. В качестве основных территориальных единиц оценки приняты муниципальные районы как саморегулирующиеся природно-хозяйственные системы; в качестве показателей оценки используются данные муниципальной статистики и ежегодной бухгалтерской отчетности хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность в природозависимых отраслях (сельское хозяйство, лесное хозяйство, рекреация и туризм). Разработанная методика апробирована на территории Алтайского края, оценен ряд наиболее значимых экосистемных услуг. Среди них обеспечение древесиной, продуктивность пахотных и сенокосных угодий, продуктивность пастбищ, депонирование атмосферного углерода (регулирование климата), биоразнообразие охотничьих животных, а также природные условия, обеспечивающие развитие рекреации и туризма. Результаты оценки показали значительную дифференциацию территории региона по ценности всех рассматриваемых экосистемных услуг. Выявлены следующие пространственные закономерности: ценность пашни, пастбищ, сенокосов, депонирования углерода и охотничьих ресурсов определяется преимущественно разнообразием природных условий, в то время как экосистемных услуг обеспечения рекреации и туризма, а также добычи древесины – близостью к объектам инфраструктуры (транспортной, социальной, промышленной). Так, районы с высокой лесистостью

и соответственно ценностью депонирования углерода не всегда играют значимую роль в обеспечении древесиной. Напротив, значительные объемы древесины заготавливаются в районах с невысокой лесистостью, но характеризующихся транспортной доступностью и наличием деревообрабатывающих производств. Экосистемные услуги рекреации тяготеют не столько к объектам рекреации, сколько к местам концентрации потребителей этих услуг и наличия туристско-рекреационной инфраструктуры.

Ключевые слова: экосистемные услуги, лесное хозяйство, сельское хозяйство, депонирование углерода, Алтайский край

Для цитирования: Красноярова Б.А., Назаренко А.Е., Плуталова Т.Г., Шарабарина С.Н. Методика оценки экосистемных услуг региона // Тихоокеанская география. 2023. № 3. С. 79–89. https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_7.

Original article

Methodology for assessing ecosystem services in a region

Bella A. KRASNOYAROVA¹

Doctor of Geographical Sciences, professor, head of the Laboratory of landscape and water-ecological research and natural resources management, bella250352@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0008-1635>

Anton E. NAZARENKO²

Candidate of Geographical Sciences, Junior research associate, nazarenko.iwep@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8613-6667>

Tatyana G. PLUTALOVA³

Candidate of Geographical Sciences, Research associate, plutalova.tg@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2349-9823>

Sofia N. SHARABARINA⁴

Candidate of Geographical Sciences, Research associate, sharabarina@iwep.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9322-3953>

¹⁻⁴Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

Abstract. Regional assessment of ecosystem services is one of the tools for long-term planning in natural resources management. Estimates of the benefits derived from ecosystems make it possible to compare alternative land-use change scenarios and determine the amount of their gain or loss. Monetary assessments look promising in application, which could express the value of the benefits of ecosystems in a form that is understandable to natural resource users, which opens up opportunities for introducing the results of assessments into environmental management. A related methodology for assessing the ecosystem services of a region was developed. The methodology involves the assessment of the main groups of ecosystem services: providing, regulating and information-cultural ones. The evaluation is carried out on the basis of their identification in a particular region and according to their importance for the regional economy. Municipal districts are accepted as the main territorial units for assessment as self-regulating natural and economic systems; municipal statistics and annual financial statements of business entities operating in nature-dependent industries, such as agriculture, forestry and tourism, are used as

evaluation indicators. This methodology was tested on the territory of the Altai Krai, where a number of the most significant ecosystem services were evaluated. Among them are provision of wood, productivity of arable and haylands, productivity of pastures, storage of atmospheric carbon, biodiversity of game animals, as well as local natural conditions that ensure the development of recreation and tourism. The results of the assessment showed a significant differentiation of the territory of the region in terms of the value of providing, regulating, and cultural and informational ecosystem services. The patterns of spatial distribution of the value of ecosystem services are revealed: the value of arable lands, pastures, haylands, carbon sequestration and hunting resources is determined mainly by the diversity of natural conditions, while ecosystem services for providing recreation and tourism, as well as timber extraction, gravitate towards transport, social and industrial infrastructure. Thus, areas with high forest cover and, accordingly, the value of carbon sequestration do not always play a significant role in the provision of wood. On the contrary, significant volumes of wood are harvested in areas with low forest cover, but characterized by transport accessibility and the presence of woodworking industries. Ecosystem recreational services gravitate not so much to recreational objects as to places of concentration of consumers of these services and the presence of tourist and recreational infrastructure.

Keywords: ecosystem services, forestry, agriculture, carbon sequestration, Altai Krai

For citation: Krasnoyarova B.A., Nazarenko A.E., Plutalova T.G., Sharabarina S.N. Methodology for assessing ecosystem services in a region. *Pacific Geography*. 2023;(3):79-89. (In Russ.). https://doi.org/10.35735/26870509_2023_15_7.

Введение

Региональные оценки экосистемных услуг представляют собой один из инструментов долгосрочного планирования в природопользовании в ряде стран. Оценки благ, получаемых от экосистем, позволяют сравнивать между собой альтернативные сценарии изменения структуры землепользования и определять объем их прироста или потерь. Перспективным выглядит применение монетарных оценок, которые позволяют выразить ценность жизнеобеспечивающих функций экосистем в понятной для природопользователей форме, что открывает возможности для внедрения результатов оценок в практику управления природопользованием.

В настоящее время существует успешный опыт применения данного подхода за рубежом. Так, О. Bastian с соавторами применяли оценки экосистемных услуг для различных сценариев озеленения городов с позиций изменения потенциала регулирования микроклимата и качества воздуха растительностью [1]. L. Koschke при помощи оценок экосистемных услуг сравнил три возможных сценария землепользования в Саксонии: внедрение цикла короткого севооборота, расширение агролесоводства и развитие лесовосстановления [2]. Оценка экосистемных услуг почв, регулирования климата, аттрактивности ландшафтов и обеспечения биоразнообразия с целью прогнозирования землепользования также проводилась для Северной Германии [3] и пригорода Барселоны [4].

Применяются такие оценки и для сельскохозяйственных территорий: компромиссам между сельским хозяйством и экосистемными услугами посвящено исследование А. Holt [5], комплексным оценкам экосистемных услуг животноводства, растениеводства, депонирования углерода и прироста древесины – работа Ф. Accatino [6], компромиссам между сельским хозяйством и устойчивостью экосистемных услуг – работа Х. Zhang [7]. С 2019 г. проводятся исследования, направленные на интеграцию апробированных подходов и методик оценки экосистемных услуг в процесс управления землепользованием в ЕС в рамках общей сельскохозяйственной политики [8].

В России в настоящее время оценки экосистемных услуг находятся на начальной стадии использования/применения. Страна участвовала в таком крупном международном

проекте, как ТЕЕВ (The Economics of Ecosystems and Biodiversity), в рамках которого была проведена оценка экосистемных услуг России. Проведен и ряд локальных оценок, в большинстве своем для особо охраняемых природных территорий и лесных экосистем. Региональным оценкам экосистемных услуг уделено недостаточное внимание, хотя разработки в данном направлении ведутся: А.Г. Розенберг проведена оценка экосистемных услуг на примере Самарской области [9], А.Е. Назаренко эти услуги оценены для муниципального района в Алтайском крае с целью анализа сценариев оптимизации структуры сельскохозяйственного землепользования [10], В.В. Юрак разработаны методические рекомендации по экономической оценке ряда экосистемных услуг [11] и т.д.

На практике социально-экономическая составляющая освоения экосистемных услуг территории представлена всей совокупностью производственных связей и социальных последствий хозяйственной деятельности, которые проявляются в региональном масштабе. Таким образом, существует необходимость в разработке и апробации методики, которая позволяла бы объективно оценивать экосистемные услуги любого региона с целью совершенствования структуры землепользования и разработки стратегии пространственного развития, при реализации которой в регионе не ухудшалось бы со временем качество жизнеобеспечивающих функций экосистем. При этом под экосистемными услугами мы понимаем блага, получаемые от экосистем.

Особенно актуальными такие оценки являются для регионов, специализирующихся на хозяйственной деятельности в природозависимых отраслях, в том числе в сельском и лесном хозяйстве, природоохранной деятельности, охотничьем хозяйстве и туризме, где ценность экосистемных услуг оказывает определяющее влияние на эффективность хозяйственной деятельности.

Материалы и методы

Территориальные единицы оценок экосистемных услуг

В зависимости от масштабов оценок экосистемных услуг представляется целесообразным использовать в качестве единиц оценки территориальные единицы разного уровня и функционального назначения.

Существует два принципиально разных подхода к выбору единиц оценок экосистемных услуг: выбор единиц по функциональному назначению экосистем и по их территориальной организации. Первые классические работы по оценке экосистемных услуг в мировом масштабе ставили своей целью привлечение внимания к проблеме их недооцененности и были основаны на оценке экосистем (в том числе антропогенно преобразованных) по функциональному назначению. В частности, в классической работе R. Costanza в качестве единиц оценки выступали леса, пашни, пастбища, сенокосы, реки, озера, пресноводные экосистемы и экосистемы городов [12]. При этом для оценок, целью которых является интеграция экосистемных услуг в экономику и разработка управленческих решений на основе полученных результатов, основными единицами выступают административно-территориальные образования. В частности, такой подход был применен в национальном докладе, посвященном оценке экосистемных услуг России [13]. Это связано с тем, что управление природопользованием осуществляется в административных границах и существуют необходимые статистические данные, которые обобщаются и публикуются по административно-территориальным образованиям.

Таким образом, можно назвать три основных критерия для определения необходимых территориальных единиц применительно к масштабу исследования: 1) территориальная единица должна представлять собой объект управления природопользованием; 2) в рамках территориальной единицы должен осуществляться официальный статистический учет; 3) используемые в процессе оценки территориальные единицы должны принадле-

жать к одному уровню пространственной структуры и в совокупности составлять территорию объекта исследования.

В качестве единиц оценки могут выступать: на локальном уровне – земельные угодья, составляющие структуру землепользования [10]; на региональном – муниципальные районы [14]; на федеральном – регионы – субъекты РФ [13]. Соответственно в данном исследовании предлагается выбор муниципальных районов в качестве основных единиц оценки и для оценок ЭУ (экосистемных услуг).

Идентификация экосистемных услуг

Для идентификации экосистемных услуг нами применена классификация, приведенная в прототипе национального доклада «Экосистемные услуги России. Услуги наземных экосистем» и основанная на классификации MEA (Millennium Ecosystem Assessment) [13]. Применение данной классификации ставит своей целью обеспечение возможности сравнения полученных результатов с результатами оценок, проводимых на других территориях в России и за рубежом.

Также следует отметить, что важную роль в идентификации экосистемных услуг играют природные условия и структура природопользования региона. Экосистемные услуги прежде всего значимы для основных природозависимых отраслей и антропогенно-преобразованных экосистем. В соответствии с классификацией, предложенной Т. Г. Руновой с соавторами [15], к таким отраслям относят природно-ресурсные отрасли и отрасли ландшафтопользования.

Таким образом, идентификация экосистемных услуг должна учитывать структуру хозяйства административных районов, структуру землепользования, а также значение отдельных ЭУ для экономики в зависимости от масштаба рассмотрения (табл. 1).

Таблица 1

Значение отдельных экосистемных услуг для экономики [13]

Table 1. Importance of some ecosystem services for the economy

Группа экосистемных услуг	Экосистемные услуги	Значение для экономики	
		региональный масштаб	национальный масштаб
Обеспечивающие (продукционные)	Обеспечение древесиной	Высокое	Среднее
	Обеспечение недревесными и пищевыми ресурсами леса	Низкое	Низкое
	Ценность пахотных и сенокосных угодий	Высокое	Высокое
	Ценность пастбищ	Среднее	Среднее
Регулирующие (средообразующие)	Депонирование углерода лесами (регулирование климата)	Среднее	Высокое
	Генетическое разнообразие редких видов растений и животных (в пределах ООПТ, где производится учет)	Среднее	Среднее
Культурные и информационные	Биоразнообразие охотничьих животных	Среднее	Среднее
	Природные условия, обеспечивающие рекреацию и туризм	Среднее	Среднее

Значение экосистемных услуг для экономики основано на оценке вклада деятельности, обусловленной конкретной ЭУ, в экономику региона или страны, который определяет необходимость их интеграции в процесс принятия решений с учетом оценки экосистемных услуг наземных экосистем России (на уровне регионов).

Оценка проводится для услуг с параметрами значения для экономики региона/страны (в зависимости от масштаба) – «среднее» и «высокое». Для услуги «Обеспечение недревесными и пищевыми ресурсами леса» данный параметр был определен как «низкий». Согласно национальному докладу «Экосистемные услуги России», данная ЭУ имеет зна-

чимость в локальном масштабе – жители населенных пунктов собирают грибы и ягоды для личного использования и продажи, однако вклад данной деятельности в экономику муниципальных районов и регионов незначителен.

Показатели, используемые для оценки экосистемных услуг

Как отмечает в своих трудах R. Costanza, экосистемные услуги представляют собой блага, получаемые от экосистем, но не являются только их свойством, а представляют собой продукт взаимодействия природного, социального и инфраструктурного капитала общества [16, 17]. Таким образом, для того чтобы получить благо, используя по-

Таблица 2

Показатели для оценки экосистемных услуг
Table 2. Indicators for ecosystem services assessment

Экосистемные услуги	Формула	Показатели для оценки
1. Обеспечение древесиной	$P = \frac{X_{хв} \times C_{хв} + X_{мл} \times C_{мл}}{S}$	P – средний объем изъятия древесины хвойных и мягколиственных пород за 10 лет по данным лесного плана региона, м ³ /год; C – стоимость 1 м ³ древесины для лесотаксационного района с учетом состава насаждений; S – площадь муниципального района, га
2. Ценность пахотных и сенокосных угодий	$H = C_{раст} \div S$	$C_{раст}$ – средняя валовая продукция растениеводства в хозяйствах всех категорий за 3 года (руб./год)
3. Ценность пастбищ	$PAS = C_{жс} \div S$	$C_{ж}$ – средняя суммарная выручка субъектов предпринимательства в сфере разведения КРС, лошадей, овец и коз за 3 года (руб./год)
4. Депонирование углерода (регулирование климата)	Расчет объемов депонирования углерода лесами: $D_{л} = P_i \sum_1^4 (ai \times (w \div 100) \times dep)$ Расчет объемов депонирования углерода сенокосами и пастбищами: $D_{пс} = \sum dep \times S_i$	D – депонирование атмосферного углерода, т/год; P_i – площадь лесов в границах района, га; ai – доля породы в составе насаждений; (1)–(4) – возрастные группы насаждений; w – доля возрастной группы в площади насаждений, %; dep – объемы годового депонирования атмосферного углерода по группам древесных пород и возрастным группам, для сенокосов и пастбищ по данным ПАСА [19], т/га/год; S_i – площадь пахотных и сенокосных угодий i , (га)
	Расчет ценности депонирования углерода: $C_i = \frac{(D_{л} + D_{пс}) \times C_{ср.эвв}}{S}$	$C_{ср.эвв}$ – средневзвешенная стоимость эмиссии углерода на биржах (руб./т)
5. Биоразнообразие охотничьих животных	$Y = \left(\frac{\sum_1^{an} (T_{an} \times N_{an})}{S} \right)$	Y – ценность охотничьих животных, руб./год; an – виды охотничьих животных и птиц на территории; T – такса для исчисления размера вреда, причиненного охотничьим животным, руб./ед.; N – численность охотничьих животных на территории охотничьего хозяйства, ед.
6. Природные условия, обеспечивающие рекреацию и туризм	$At = PQ \div S$	PQ – средняя суммарная выручка объектов рекреации и туризма в районе за 3 года (руб./год)

лезные функции экосистем, необходимо наличие соответствующих природных условий, инфраструктуры (организаций, использующих данные полезные функции) и социального капитала (потребителей блага). В случае отсутствия последних двух компонентов экосистемная услуга не поддается точной оценке, так как не извлекается организованно.

Исходя из объектов оценки (ЭУ), предлагается комбинировать затратный подход с применением стоимости прямого и косвенного использования в рамках концепции общей экономической ценности. При этом ценность экосистемных услуг не будет отражать текущую прибыль природопользователей, т.е. получаемые ими блага, а будет лишь коррелировать с выручкой в связи с разной рентабельностью хозяйствования в зависимости от отрасли, территориального расположения и методов ведения хозяйства в каждом конкретном случае. Иными словами, ценность экосистемных услуг определяется не только потенциалом природной среды, но и эффективностью ее извлечения природопользователем.

Разработанная в рамках данного исследования методика была апробирована на примере Алтайского края, имеющего сельскохозяйственную специализацию и расположенного в разных природно-хозяйственных системах, отражающих разнообразие природных и социально-экономических условий юга Сибири [18]. На территории региона развиты сельское и лесное хозяйство, рекреация и туризм, охотничье хозяйство. Применительно к территориальным единицам оценки – муниципальным районам для оценки экосистемных услуг использован следующий набор показателей (табл. 2).

Результаты оценки выражены в удельных единицах (руб./га/год) в соответствии со сложившейся мировой практикой, в связи с чем при оценке также учитывались данные об общей площади муниципальных образований. На основе вышеуказанных подходов была сформирована база данных показателей для оценки экосистемных услуг Алтайского края.

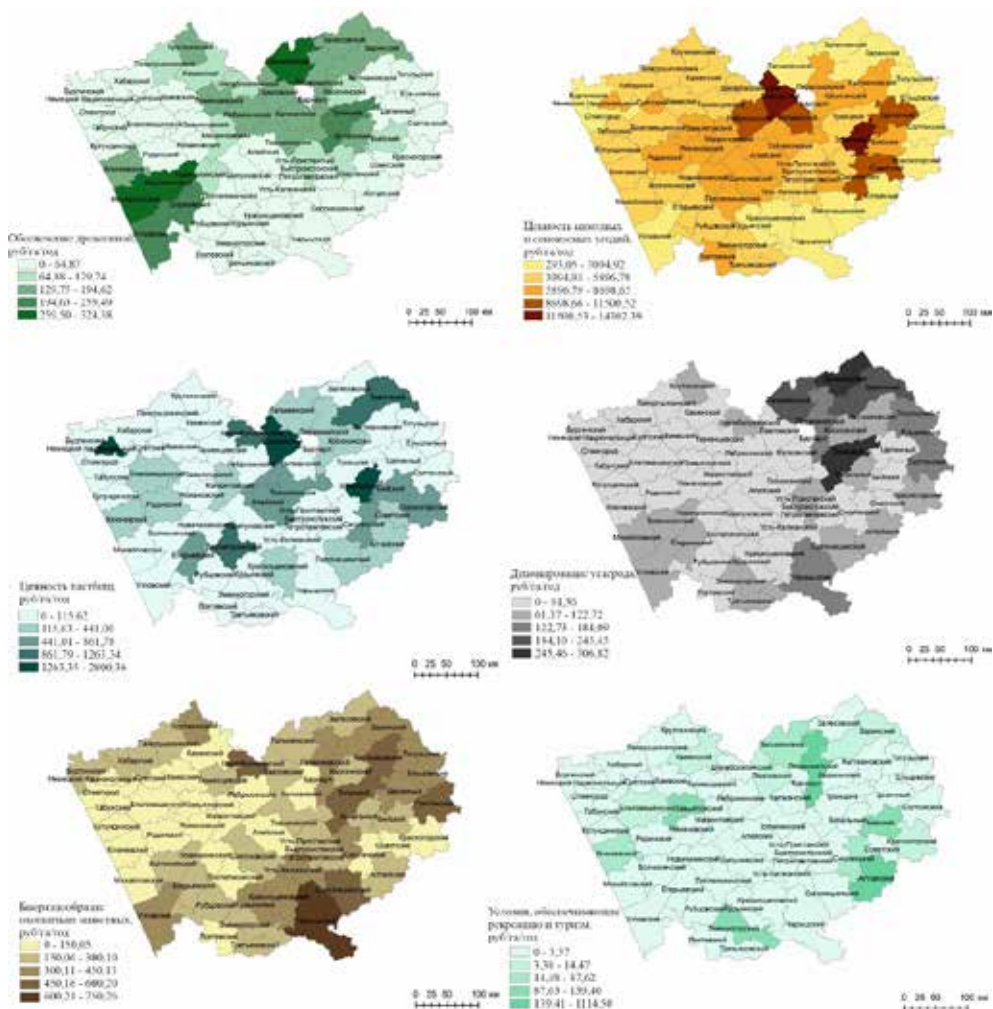
Результаты и их обсуждение

По результатам проведенной оценки экосистемных услуг были составлены карты-схемы их ценности в районах Алтайского края (см. рис.).

Оценка обеспечивающих экосистемных услуг показала значительное разнообразие территории Алтайского края по ценности сельскохозяйственных угодий и обеспечению древесиной. Максимальная ценность услуги по обеспечению древесиной отмечена в Тальменском, Волчихинском и Михайловском районах – более 250 руб./га, наибольшая ценность пашни и сенокосов характерна для Павловского и Зонального районов (более 11.5 тыс. руб./га), а пастбищных угодий – для Немецкого, Павловского и Зонального районов – более 1.2 тыс. руб./га.

Оценка регулирующих экосистемных услуг представлена депонированием углерода лесами и кормовыми угодьями (сенокосами и пастбищами). Результаты показывают существенную дифференциацию районов Алтайского края по объему депонирования углерода. Максимальные значения (более 300 руб./га/год) наблюдаются в 3 районах (Залесовский, Троицкий, Солтонский). Минимальные значения (менее 35 руб./га/год) характерны для Славгородского городского округа, Кулундинского и Немецкого национальных районов. Следует отметить, что районы с высокой лесистостью и соответственно ценностью депонирования углерода не всегда играют значимую роль в обеспечении края древесиной (например, Чарышский, Тогульский, Ельцовский, Солтонский районы). Напротив, значительные объемы древесины добываются в районах с невысокой лесистостью. Это связано с тем, что добыча древесины в крае тяготеет не столько к районам произрастания лесов, сколько к размещению промышленной инфраструктуры – деревообрабатывающим предприятиям, расположенным в городах края.

Из культурных и информационных ЭУ в Алтайском крае в настоящее время наиболее важное значение имеют услуги, обеспечивающие развитие рекреации и туризма, при оценке которых наряду с природной компонентой учитывается развитие транспортной,



Ценность экосистемных услуг в районах Алтайского края, руб./га/год
 The value of ecosystem services in the districts of the Altai Krai, rub./hectare/year

туристско-рекреационной и рыночной инфраструктур. В данной группе услуг оценивалось также биоразнообразие охотничье-промысловых животных. По первому виду услуг выделяются туристические районы: Завьяловский, Бийский, Алтайский, Смоленский, Первомайский, на территории которых расположены крупные туристические комплексы и город-курорт Белокуриха. В остальных муниципальных образованиях показатели экономической значимости отрасли существенно ниже. Ценность биоразнообразия охотничьих животных выше всего в Чарышском, Троицком, Кытмановском районах (более 550 руб./га).

Заключение и выводы

Разработанная авторами и апробированная на примере одного из субъектов Российской Федерации, Алтайского края, методика оценки экосистемных услуг региональной системы предполагает использование универсальных территориальных единиц оценки – муниципальных районов, принятых в мировой практике классификаций эко-

системных услуг, данных официальной статистики и документов территориального планирования и стратегического управления. Методика носит универсальный характер, что позволяет применять ее для любого региона России и в случае необходимости для более подробных оценок экосистемных услуг на иных масштабных уровнях.

Результаты проведенной с использованием разработанной методики оценки экосистемных услуг в районах Алтайского края показали значительное разнообразие территории региона по ценности сельскохозяйственных угодий и обеспечению древесиной. Оценка регулирующих экосистемных услуг показала существенную дифференциацию районов края по объему депонирования углерода. Причем районы с высокой лесистостью и соответственно ценностью депонирования углерода не всегда играют значимую роль в обеспечении края древесиной. Значительные объемы древесины добываются в районах с невысокой лесистостью, но близких к объектам промышленной инфраструктуры – деревообрабатывающим предприятиям, расположенным в городах, и хорошей транспортной доступностью.

Культурные и информационные экосистемные услуги Алтайского края в настоящее время наиболее значимы в сфере рекреации и туризма, широко представлены, но наибольшую ценность имеют в Завьяловском, Бийском, Алтайском, Смоленском, Первомайском районах, на территории которых наряду с разнообразием рекреационных ресурсов расположены крупные туристические комплексы и город-курорт Белокуриха. В остальных муниципальных образованиях ценность этих услуг существенно ниже.

Проведенные оценки позволили выявить некоторые существующие в природозависимых отраслях региона противоречия и точки роста. Развитие индустриальной инфраструктуры может существенно повысить обеспечивающие экосистемные услуги, а транспортной инфраструктуры – культурные и информационные. Регулирующие экосистемные услуги в значительной мере определяются наличием и сохранением лесов и естественных кормовых угодий, что достигается лесовосстановлением, соблюдением сбалансированного землепользования и фитомелиорацией. Проведенные оценки экосистемных услуг позволяют выделить пространственные приоритеты для развития сельского и лесного хозяйства, рекреации и туризма при условии инвестиций в создание современных объектов инфраструктуры.

Благодарности. Исследование выполнено в рамках государственного задания № FUFZ– 2021–0007.

Acknowledgments. This work was carried out within the framework of the Research Program of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS № FUFZ - 2021- 0007.

Литература

1. Bastian O., Haase D., Grunewald K. Ecosystem properties, potentials and services. The EPPS conceptual framework and an urban application example // *Ecological Indicators*. 2012. Vol. 21. P. 7–16.
2. Koschke L., Fürst C., Frank S., Makeschin F. A multi-criteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning // *Ecological Indicators*. 2012. Vol. 21. P. 54–66.
3. Albert C., Galler C., Hermes J., Neuendorf F., von Haaren C., Lovett A. Applying ecosystem services indicators in landscape planning and management: The ES in-Planning framework // *Ecological Indicators*. 2016. Vol. 61. Part 1. P. 100–113.
4. Basnou C., Baró F., Langemeyer J., Castell C., Dalmases C., Pino J. Advancing the green infrastructure approach in the Province of Barcelona: integrating biodiversity, ecosystem functions and services into landscape planning // *Urban Forestry & Urban Greening*. 2020. Vol. 55.
5. Holt A.R., Alix A., Thompson A., Maltby L. Food production, ecosystem services and biodiversity: We can't have it all everywhere // *Science of The Total Environment*. 2019. Vol. 573. P. 1422–1429.
6. Accatino F., Tonda A., Dross C., Léger F., Tichit M. Trade-offs and synergies between livestock production and other ecosystem services // *Agricultural Systems*. 2019. Vol. 168. P. 58–72.
7. Zhang X., Jin X., Liang X., Ren J., Han B., Liu J., Fan Y., Zhou Y. Implications of land sparing and sharing for maintaining regional ecosystem services: An empirical study from a suitable area for agricultural production in China // *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 820. 153330. D

8. Simoncini R., Ring I., Sandström C., Albert C., Kasymov U., Arlettaz R. Constraints and opportunities for mainstreaming biodiversity and ecosystem services in the EU's Common Agricultural Policy: Insights from the IPBES assessment for Europe and Central Asia // *Land Use Policy*. 2019. Vol. 88.
9. Розенберг А.Г. Природный капитал и экосистемные услуги региона. Тольятти: Кассандра, 2015. 83 с.
10. Назаренко А.Е. Моделирование последствий трансформации структуры землепользования с использованием оценок экосистемных услуг // *Географический вестник*. 2021. № 1 (56). С. 173–186.
11. Юрак В.В. Методические рекомендации по экономической оценке регулирующих и социальных экосистемных услуг. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2018. 55 с.
12. Costanza R. et al. Changes in the global value of ecosystem services // *Global environmental change*. 2014. T. 26. С. 152–158.
13. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы. 2016. 148 с.
14. Кудинова Г.Э., Розенберг А.Г., Костина Н.В. Стоимостная оценка экосистемных услуг при обеспечении устойчивого развития региона (на примере Самарской области) // *Вестн. Самарского государственного экономического университета*. 2015. № 8 (130). С. 17–23.
15. Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефёдова Т.Г. Территориальная организация природопользования. М.: Наука, 1993. 208 с.
16. Costanza R., Daly H.E. Natural Capital and Sustainable Development // *Conservation biology*. 1992. V. 6, N 1. P. 37–46.
17. Назаренко А.Е., Красноярова Б.А. Экосистемные услуги: от глобальных концепций к региональным оценкам // *География и природопользование Сибири*. 2017. № 23. С. 165–174.
18. Красноярова Б.А., Платонова С.Г., Шарабарина С.Н., Скрипко В.В., Архипова И.В. Природно-хозяйственные системы Западной Сибири: особенности современной пространственной организации и функционирования на разных иерархических уровнях // *Известия Алтайского отделения Русского географического общества*. 2016. №. 4 (43). С. 5–18.
19. Dolman A.J., Shvidenko A., Schepaschenko D., Ciais P., Tchepakova N., Chen T., Van Der Molen M.K., Belelli Marchesini L., Maximov T.C., Maksyutov S., Schulze E.D. An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory-based, eddy covariance and inversion methods // *Biogeosciences*. 2012. Vol. 9. P. 5323–5340.

References

1. Bastian, O.; Haase, D.; Grunewald, K. Ecosystem properties, potentials and services. The EPPS conceptual framework and an urban application example. *Ecological Indicators*. 2012, 21, 7–16.
2. Koschke, L.; Fürst, C.; Frank, S.; Makeschin, F. A multi-criteria approach for an integrated land-cover-based assessment of ecosystem services provision to support landscape planning. *Ecological Indicators*. 2012, 21, 54–66.
3. Albert, C.; Galler, C.; Hermes, J.; Neuendorf, F.; von Haaren, C.; Lovett, A. Applying ecosystem services indicators in landscape planning and management: The ES in-Planning framework. *Ecological Indicators*. 2016, 61(Part 1), 100-113.
4. Basnou, C.; Baró, F.; Langemeyer, J.; Castell, C.; Dalmases, C.; Pino, J. Advancing the green infrastructure approach in the Province of Barcelona: integrating biodiversity, ecosystem functions and services into landscape planning. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2020, 55.
5. Holt, A.R.; Alix, A.; Thompson, A.; Maltby, L. Food production, ecosystem services and biodiversity: We can't have it all everywhere. *Science of The Total Environment*. 2019, 573, 1422-1429.
6. Accatino, F.; Tonda, A.; Dross, C.; Léger, F.; Tichit, M. Trade-offs and synergies between livestock production and other ecosystem services. *Agricultural Systems*. 2019, 168, 58–72.
7. Zhang X.; Jin X.; Liang X.; Ren J.; Han B.; Liu J.; Fan Y.; Zhou Y. Implications of land sparing and sharing for maintaining regional ecosystem services: An empirical study from a suitable area for agricultural production in China. *Science of The Total Environment*. 2022, 820, 153330.
8. Simoncini, R.; Ring, I.; Sandström, C.; Albert, C.; Kasymov, U.; Arlettaz R. Constraints and opportunities for mainstreaming biodiversity and ecosystem services in the EU's Common Agricultural Policy: Insights from the IPBES assessment for Europe and Central Asia. *Land Use Policy*. 2019, 88.
9. Rosenberg, A.G. Natural capital and ecosystem services of the region. *Kassandra*: Tol'yatti, Russia, 2015; 83 p. (In Russian)
10. Nazarenko, A.E. Modeling the effects of land use transformation using ecosystem service assessment. *Geographical Bulletin*. 2021, 1(56), 173–186. (In Russian)
11. Yurak, V.V. Guidelines for the economic assessment of regulatory and social ecosystem services. Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences: Yekaterinburg, Russia. 2018; 55 p. (In Russian)
12. Costanza, R.; De Groot, R.; Sutton, P.; Van der Ploeg, S.; Anderson, S.J.; Kubiszewski, I.; ... Turner, R.K. Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change*, 2014, 26, 152-158.
13. Ecosystem services in Russia: Prototype of the national report. T.1. Terrestrial ecosystem services. Publishing House of the Center for Wildlife Conservation: Moscow, Russia, 2016; 148 p. (In Russian)

14. Kudinova, G.E.; Rozenberg, A.G.; Kostina, N.V. Cost assessment of ecosystem services in ensuring of regional sustainable development (on the example of the Samara region). *Bulletin of the Samara State University of Economics*, 2015, 8(130), 17-23. (In Russian)
15. Runova T.G., Volkova I.N., Nefedova T.G. Territorial organization of nature management. Nauka: Moscow, Russia, 1993; 208 p. (In Russian)
16. Costanza, R.; Daly, H.E. Natural Capital and Sustainable Development. *Conservation biology*. 1992, 6, 1, 37-46.
17. Nazarenko, A.E.; Krasnoyarova, B.A. Ecosystem services: from global concepts to regional assessments. *Geography and Nature Management of Siberia*. 2017, 23, 165-174. (In Russian)
18. Krasnoyarova, B.A.; Platonova, S.G.; Sharabarina, S.N.; Skripko, V.V.; Arkhipova, I.V. Natural-economic systems of Western Siberia: peculiarities of modern spatial organization and functioning at different hierarchical levels. *Bulletin AB RGS*. 2016, 4(43), 5-18. (In Russian)
19. Dolman, A.J.; Shvidenko, A.; Schepaschenko, D.; Ciais, P.; Tchepakova, N.; Chen, T.; Van Der Molen, M.K.; Beileli Marchesini, L.; Maximov, T.C.; Maksyutov, S.; Schulze, E.D. An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory-based, eddy covariance and inversion methods. *Biogeosciences*. 2012, 9, 5323–5340.

Статья поступила в редакцию 13.04.2023; одобрена после рецензирования 19.06.2023; принята к публикации 26.06.2023.

The article was submitted 13.04.2023; approved after reviewing 19.06.2023; accepted for publication 26.06.2023.

