

ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

DOI: 10.15838/ptd.2021.3.113.5

УДК 330.15 | ББК 65.049

© Ширков Э.И., Ширкова Е.Э., Дьяков М.Ю., Михайлова Е.Г.

ОЦЕНКА ПРИРОДНОГО КАПИТАЛА КАК ИНСТРУМЕНТ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ



ЭДУАРД ИВАНОВИЧ ШИРКОВ

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии
Дальневосточного округа Российской академии наук
г. Петропавловск-Камчатский, Российская Федерация
e-mail: edshirkov@mail.ru
ORCID: [0000-0003-0556-2152](https://orcid.org/0000-0003-0556-2152); ResearcherID: [J-5882-2018](https://orcid.org/J-5882-2018)



ЕЛЕНА ЭДУАРДОВНА ШИРКОВА

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии
Дальневосточного округа Российской академии наук
г. Петропавловск-Камчатский, Российская Федерация
e-mail: shirkova@yandex.ru
ORCID: [0000-0002-2206-8351](https://orcid.org/0000-0002-2206-8351); ResearcherID: [E-9423-2016](https://orcid.org/E-9423-2016)



МАКСИМ ЮРЬЕВИЧ ДЬЯКОВ

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии
Дальневосточного округа Российской академии наук
г. Петропавловск-Камчатский, Российская Федерация
e-mail: maxus800@mail.ru
ORCID: [0000-0001-7527-6018](https://orcid.org/0000-0001-7527-6018); ResearcherID: [K-4598-2018](https://orcid.org/K-4598-2018)



ЕЛЕНА ГЕННАДЬЕВНА МИХАЙЛОВА

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии
Дальневосточного округа Российской академии наук
г. Петропавловск-Камчатский, Российская Федерация
e-mail: rozotop@mail.ru
ORCID: [0000-0001-7495-4470](https://orcid.org/0000-0001-7495-4470); ResearcherID: [J-6158-2018](https://orcid.org/J-6158-2018)

Для цитирования: Ширков Э.И., Ширкова Е.Э., Дьяков М.Ю., Михайлова Е.Г. Оценка природного капитала как инструмент регионального развития // Проблемы развития территории. 2021. Т. 25. № 3. С. 72–88. DOI: 10.15838/ptd.2021.3.113.5

For citation: Shirkov E.I., Shirkova E.E., D'yakov M.Yu., Mikhailova E.G. Natural capital assessment as a tool for regional development. *Problems of Territory's Development*, 2021, vol. 25, no. 3, pp. 72–88. DOI: 10.15838/ptd.2021.3.113.5

Работа посвящена проблеме повышения эколого-экономической эффективности природопользования в Камчатском крае и окружающих его морских акваториях (район исследований). Важным инструментом в решении указанной проблемы является прямая стоимостная оценка всех экономически значимых компонентов природно-ресурсного потенциала региона как элементов природного капитала района исследований. Цель и задачи работы в методическом плане – уточнение состава и структуры объекта оценки с учетом его специфики в районе исследований, выбор и адаптация методического и информационного обеспечения стоимостной оценки природно-ресурсного потенциала региона в качестве его природного капитала; в практическом плане – осуществление стоимостной оценки природно-ресурсного потенциала района исследований в качестве его природного капитала. Разработана оригинальная открытая классификация экономически значимых благ живой и неживой природы с выделением из экосистемных услуг самостоятельного блока услуг биоразнообразия. Проведена стоимостная оценка основных компонентов природно-ресурсного потенциала региона как элементов его природного капитала. В представляемой оценке природного капитала региона 78% составляет стоимость экосистемных услуг. Большинство уже применяемых или готовых к использованию в экономике природных ресурсов и экосистемных услуг региона получили капитализированные стоимостные оценки на основе прямых рентных, а не косвенных методов оценивания. Впервые оценены услуги морских экосистем региона по долгосрочному депонированию атмосферного углерода и его фоссилизации (безвозвратному захоронению). Полученные результаты могут быть использованы при разработке стратегических и программных документов, ориентированных на повышение эколого-экономической эффективности природопользования в районе исследований и на Дальнем Востоке страны в целом.

Природный капитал, классификация экосистемных услуг, рентный потенциал, стоимостная оценка, эколого-экономическая эффективность, природные ресурсы и услуги, Камчатский край, дальневосточные моря России.

Введение

Одна из главных задач человечества в XXI веке – достижение устойчивого социально-экономического развития. Такой тип развития может обеспечить баланс социально-экономических интересов при сохранении окружающей природной среды. Проблема, которой посвящена наша работа, заключается в повышении эколого-экономической эффективности и устойчивости природопользования в районе исследований, а также на Дальнем Востоке страны в целом. Актуальность исследования обусловлена спецификой Камчатского края как региона с большим объемом природного капитала, естественная основа которого до сих пор недостаточно изучена, а многие его элементы используются расточительно, поскольку не имеют реальной рыночной цены. Как заметил Э. Вайцзеккер, «социализм рухнул, потому что не позволял ценам говорить экономическую правду. Рыночная эконо-

мика может погубить окружающую среду и себя, если мы не позволим ценам говорить экологическую правду» [1, с. 14]. В этом состоит главная проблема природопользования России. Камчатка представляет собой прекрасный полигон для соответствующих исследований и экспериментов в решении указанной проблемы, т. к. основой ее экономики в наибольшей степени остается природно-ресурсный потенциал. Под природно-ресурсным потенциалом (ПРП) авторы понимают часть природных ресурсов окружающей среды, которую можно использовать в хозяйственной деятельности при достигнутых технических возможностях общества с условием сохранения среды жизни человечества¹.

Стоимостным измерением ПРП региона, его экономическим выражением можно считать природный капитал. Таким образом, под физической оценкой ПРП понимается количественная оценка его отдель-

¹ Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.

ных компонентов в физическом измерении, а под стоимостной – оценка экономических функций этих же компонентов ПРП в качестве элементов ПК в денежном выражении в районе исследований. Соответственно, цель исследования заключается в физической оценке ПРП и стоимостной оценке природного капитала (ПК) региона. Указанная в работе цель достигается путем решения двух последовательных задач: уточнение состава и структуры ПРП региона в качестве физической основы природного капитала и стоимостная (денежная) оценка основных компонентов ПРП в качестве элементов ПК региона. Научная новизна работы состоит в разработке оригинальной открытой классификации экономически значимых благ живой и неживой природы как элементов природного капитала региона с выделением из экосистемных услуг самостоятельного блока услуг биоразнообразия и впервые проведенной стоимостной оценке услуг морских экосистем района исследований по долгосрочному депонированию атмосферного углерода и его фоссилизации (безвозвратному захоронению).

Основная гипотеза оценки заключается в следующем: при уникальном соотношении возобновляемой и невозобновляемой частей ПРП (99,8%:0,2%) в районе исследований эколого-экономическая эффективность природопользования определяется максимумом полученной природной ренты, которая, в свою очередь, непосредственно зависит от меры экологичности природопользования в регионе. Максимальную устойчивую ренту от эксплуатации любых объектов живой природы можно получить лишь при максимальной экологичности эксплуатации.

С учетом принятой в гипотезе неразрывности экологических и экономических аспектов в стоимостной оценке природного капитала региона оценки в дальнейшем именуется эколого-экономическими, а сам природный капитал определяется как капитализированная рентная стоимость природно-ресурсного потенциала региона.

Указанные оценки, ввиду крайне недостаточной изученности ПРП района ис-

следований со стороны естественных наук, а также в связи с быстро меняющейся рыночной конъюнктурой, должны постоянно обновляться. В первую очередь это относится к элементам ПК, сохранение которых является критичным фактором обеспечения устойчивости эксплуатируемых экосистем, и к впервые учитываемым в экономическом обороте, методы оценки которых еще слабо разработаны. Оценка осуществлялась на базе работ, выполненных авторами ранее [2–5], а также новых данных и обновленных методических подходов. Предыдущие оценки ПРП региона охватывали, преимущественно, ресурсную часть потенциала. В представляемой оценке ПК региона 78% составляет стоимость экосистемных услуг.

Район исследований (*рис. 1*) охватывает Камчатский край РФ, прилежащие к нему рыбопромысловые зоны и подзоны (выделенные сплошной белой линией, кроме зоны 67.01) в границах территориальных вод и ИЭЗ (исключительной экономической зоны) России в ее дальневосточных морях (выделены штрих-пунктирной линией). Также на *рис. 1* показаны размещение и концентрация органического углерода в верхнем слое осадков дальневосточных морей России [6, с. 405].

Концепция природного капитала и ее развитие

Развитие экономических исследований по рациональному использованию всех видов природного богатства и возрастающая ограниченность природных ресурсов закономерно привели к появлению новой экономической категории «природный капитал». Исторически под ней понималась земля, позже – совокупность ресурсов всей живой природы, которые используются или могут быть использованы в экономическом обороте. Формированию современного понимания природного капитала предшествовало развитие идеи устойчивого развития. Одной из важнейших составляющих концепции устойчивого развития и деятельности по практической реализации ее положений является условие сохранения природного

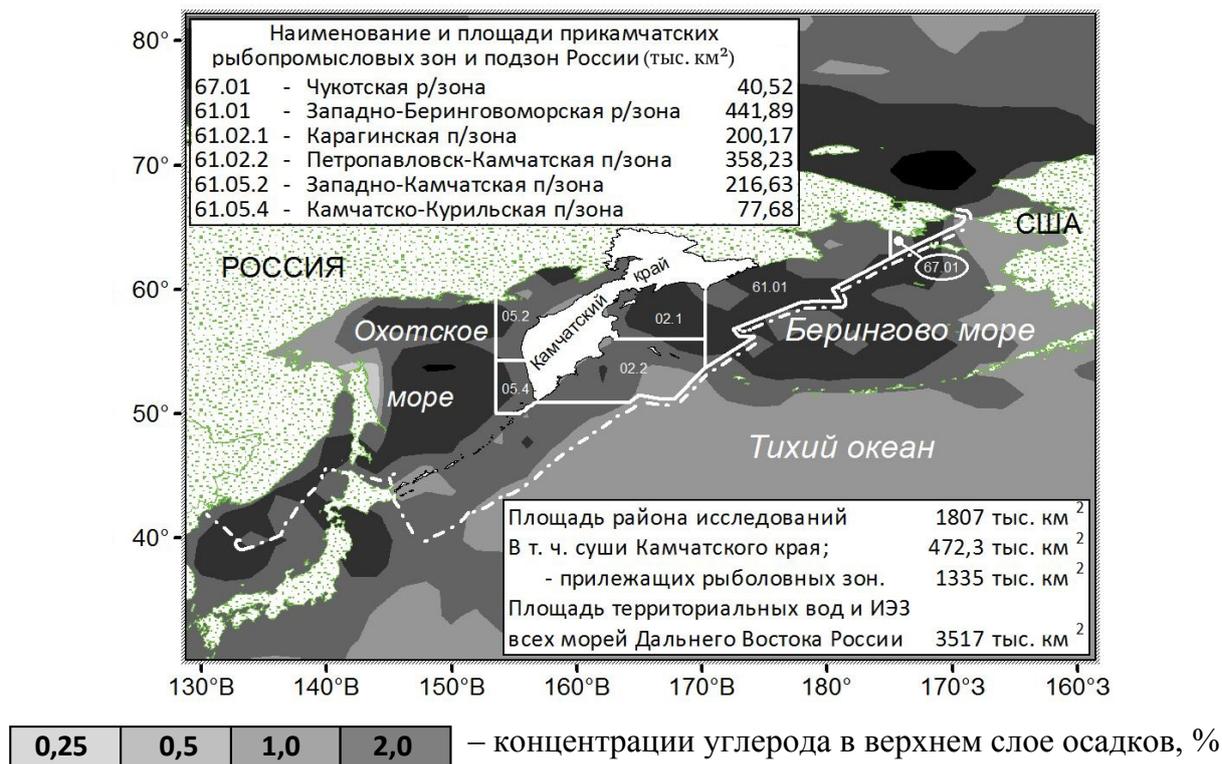


Рис. 1. Картограмма района исследований

Источник: составлено авторами.

капитала и окружающей природной среды. Без этого фактически не может идти речь не только об устойчивости, но и о развитии как таковом.

Ключевым для природно-ресурсного аспекта устойчивого развития выступает понятие природного капитала. Вокруг указанного понятия, позже – экономической категории, сформировалось быстро растущее научное направление, в котором настоящее время работает большое количество зарубежных и отечественных ученых.

Среди фундаментальных международных исследований, посвященных вопросам экономической оценки экосистем, следует выделить проекты «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» [7] и «Экономика экосистем и биоразнообразия» [8; 9]. Методический и практический интерес вызывают публикации Всемирного банка «Where is the Wealth of Nations: Measuring Capital for the 21st Century» [10], «The Changing Wealth of Nations: Measuring Sustainable Development in the New Millennium» [11] и руководство ООН «System of Environmental Economic

Accounting 2012 – Central Framework» [12]. В них отмечается, что природный капитал является важной частью общего богатства, превышающей долю произведенного (физического) капитала, а управление природными ресурсами должно быть ключевым элементом стратегий устойчивого экономического развития.

Более подробно история формирования и становления концепции природного капитала, а также методических и практических подходов в стоимостной оценке экосистемных услуг как его части представлена в обзоре европейских ученых [13]. Авторы, в свою очередь, разделяют классический взгляд на определение экосистемных услуг как «выгод, которые люди получают от экосистем» [7].

Важным в данном контексте является также понимание услуг разнообразия биоты, или биоразнообразия, под которым подразумевается вариабельность живых организмов, включающая в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем. Соответственно, под услугами биоразнообразия понимаются выгоды, по-

лучаемые в результате сохранения указанной вариабельности и за ее счет, – поддержание динамической устойчивости и максимальной продуктивности эксплуатируемых экосистем.

Библиометрический анализ литературы по исследованиям экосистемных услуг и их экономической оценке за последние 30 лет представлен в работе [14].

В число ведущих отечественных исследователей в области последовательного уточнения этой категории и оценки природного капитала входят С.Н. Бобылев [15; 16], И.П. Глазырина [17], Г.А. Моткин [18], Е.В. Рюмина [19], Г.Д. Титова [20]. В трактовке Г.А. Моткина в состав природного капитала включаются как природные ресурсы, так и средообразующие функции экосистем. Эти компоненты получают стоимостную оценку благодаря связанным с ними экономическим отношениям. Значение экономической оценки, помимо учетной функции для природного капитала, заключается в стимулировании его рационального использования [18, с. 20].

В работе ученых Тихоокеанского института рыбного хозяйства и океанографии дана сравнительная оценка стоимости промыслового запаса, потенциальных биоресурсов и экосистемных услуг Охотского моря. Авторы сделали вывод о том, что «нерыночные» услуги экосистем стоят гораздо больше, чем традиционно используемые биоресурсы [21].

В методической плоскости, как отмечается в докладе «Экосистемные услуги наземных экосистем России: первые шаги», выполненном в Центре охраны дикой природы, отечественные и зарубежные исследователи наиболее часто используют затратный и рентный методы, однако существующие методы экономической оценки не позволяют охватить всю значимость экосистемных функций и услуг [22].

Мы понимаем содержание категории «природный капитал» несколько шире, чем суммарная стоимость ресурсов и услуг только живой природы, и дополнительно вклю-

чаем в нее все имеющие экономический потенциал материальные элементы и силы неживой природы. Каждый вид совокупного капитала региона обладает в экономике своей спецификой, но именно это разнообразие позволяет объединить их в функционирующую систему, с возможностью извлекать максимальный доход от природопользования в регионе при минимальном ущербе его экологии в интересах будущих поколений.

Для сопоставимости оценок всех видов капитала, особенно разнообразных и разнородных элементов ПК, эти оценки должны иметь стоимостное (денежное) выражение. Важно, чтобы методическая база оценки была единой и, следовательно, позволяла делать сопоставимые оценки стоимости каждого элемента капитала.

Одними из первых просчитали общую стоимость природного капитала планеты Земля (разнообразные услуги экосистем) ученые под руководством Р. Костанзы [23]. Мы в основном разделяем изложенные в [8; 9; 24–28] методологические и методические подходы и классификацию экосистемных услуг в качестве объектной основы для их стоимостной оценки. Исходя из приведенных выше методических и практических соображений о составе, структуре и функциях природного капитала, предлагаем дальнейшее расширение его состава и углубление классификации основных его физических элементов как носителей различных экономических (и только экономических) функций, которые и являются объектами стоимостной оценки в предлагаемой работе (рис. 2).

Данные и методы

Нами использовались материалы правительства Камчатского края, находящиеся в открытом доступе; результаты ранее проведенных авторами исследований. Физические объемы ресурсов суши определялись на основе отчетных данных² специализированных учреждений Камчатского края.

Для рентной оценки отдельных элементов ПРП района учитывались преимуще-

² Отчетные данные – архивные данные научных организаций, включающие, кроме утвержденных отчетов, промежуточные и вспомогательные материалы, используемые в этих отчетах.

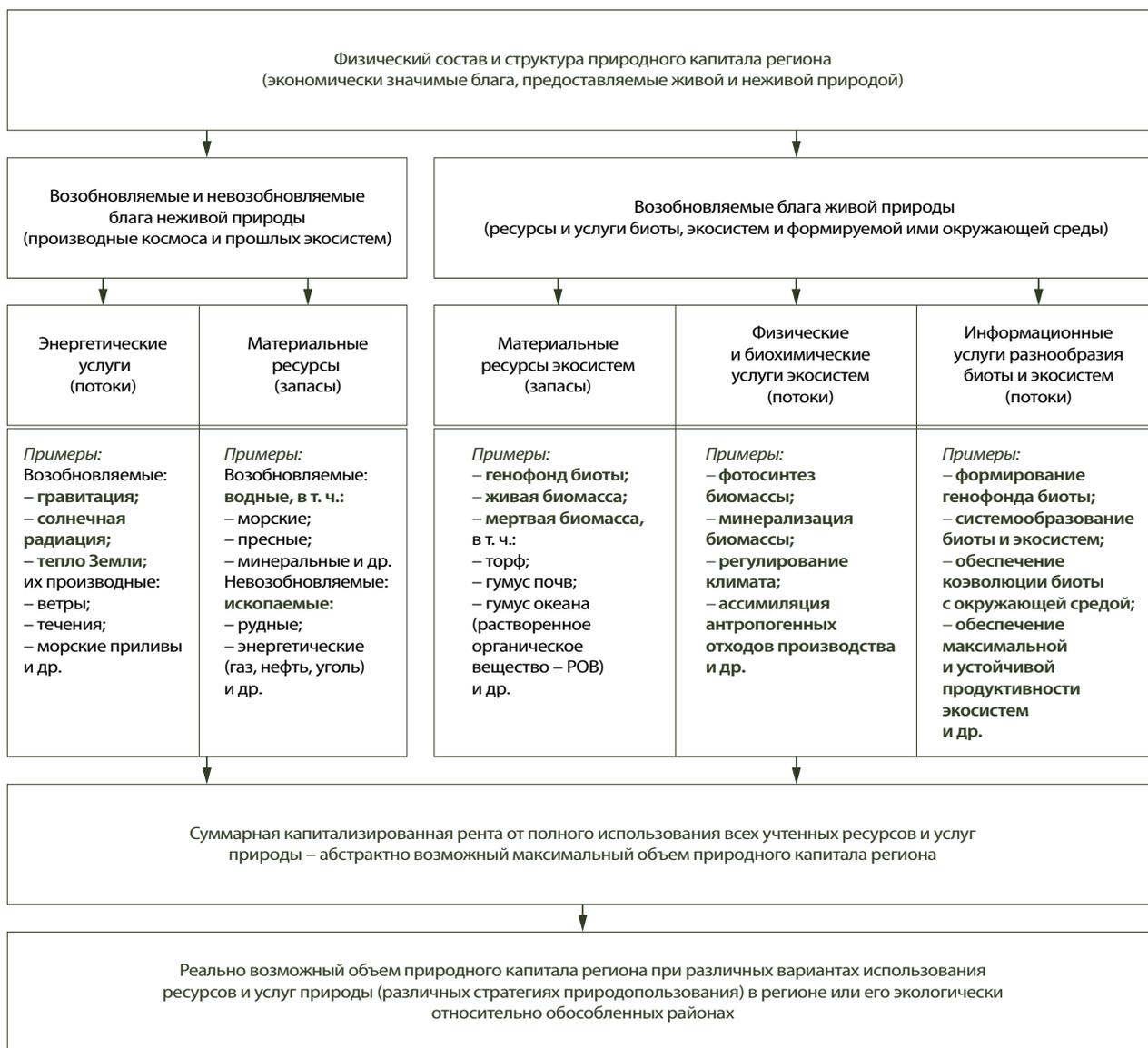


Рис. 2. Состав, структура и стоимость природно-ресурсного потенциала региона в качестве его природного капитала

Источник: составлено авторами.

Примечание: Категории «запасы» и «потоки» взяты из Costanza R., Daly H.E. Natural capital and sustainable development. Conservation Biology, 1992, vol. 6, no. 1, pp. 37–46.

ственно текущие цены. Наибольший ценовой охват компонентов природного капитала дает статистика экспортных цен, представленная базой данных ООН по международной торговле (UN COMTRADE³).

Цены на драгоценные и цветные металлы представлены на сайте Лондонской

биржи металлов⁴. Цены на энергетические ресурсы анализировались по данным Аналитического центра при Правительстве РФ. Непосредственным источником представляемых в статье результатов исследования является выполненный авторами отчет о НИР⁵.

³ UN Comtrade database. URL: <https://comtrade.un.org> (accessed 12.04.2021).

⁴ London Metal Exchange. URL: <https://www.lme.com> (accessed 12.04.2021).

⁵ Разработка научно-методического обеспечения устойчивого природопользования на Камчатке и в прилегающих морских акваториях // Отчет о НИР: Наземные и морские экосистемы Камчатки и Северо-Западной части Тихоокеанского региона: изучение биоразнообразия и разработка научно-методического обеспечения устойчивого природопользования. Т. 2. № ГР АААА-А20-220112490003-2. 2020. 54 с.

Экономическая оценка любых элементов природного капитала на региональном уровне может иметь несколько целей: более полный учет компонентов национального богатства; обслуживание рыночного оборота экосистемных услуг; сравнение эколого-экономической эффективности различных долгосрочных стратегий природопользования в регионе и его отдельных, экологически относительно обособленных районах.

При рентном подходе в оценке природного капитала для решения задач первой цели (измерение национального богатства) необходимо учитывать весь совокупный рентный потенциал региона в капитализированном виде. Для обслуживания нужд рыночного оборота и сохранения ПК достаточно текущей стоимостной оценки этого потенциала. Для выявления сравнительной эколого-экономической эффективности тех или иных стратегий природопользования можно опираться на метод капитализированной абсолютной ренты.

Под абсолютной рентой понимается минимальная устойчивая доля рентного дохода, принадлежащая собственнику ресурсов. По экспертным оценкам она составляет 10% валового дохода для сельского, рыбного хозяйства и ресурсодобывающих отраслей [29]. Это позволяет корректно сравнивать эколого-экономическую эффективность различных стратегий комплексного использования ПК территорий по критерию сохранения/снижения общего объема ПК района исследования (основная цель исследования).

Для капитализации ресурсной ренты невозобновляемых природных активов (ресурсов и услуг природы) применяется формула:

$$P = \sum_{t=0}^T \frac{R}{(1 + E)^t}, \quad (1)$$

где:

- P – капитализированная рента;
- R – годовая величина ренты по видам активов;
- T – прогнозный срок эксплуатации актива;
- E – норма дисконта (в долях единицы).

⁶ United Nations. Integrated environmental and economic accounting for fisheries. Final draft circulated for information prior to official editing 2004. 198 p. URL: https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/Fish_final_whitecover.pdf (accessed 12.05.2021).

⁷ Stats NZ. Environmental-economic accounts: 2018. URL: www.stats.govt.nz (accessed 12.05.2021).

⁸ Показатели ставок межбанковского рынка. URL: https://www.cbr.ru/hd_base/mkr (дата обращения 12.05.2021).

Прогнозный срок эксплуатации активов определялся отдельно по каждому виду ресурсов в зависимости от объема запасов и текущего среднегодового объема добычи.

В случае капитализации возобновляемых природных активов продолжительность жизни актива принимается равной бесконечности, а формула сводится к нахождению текущей стоимости «вечной» ренты:

$$P = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{R}{(1 + E)^t} = \frac{R}{E} \quad (2)$$

Выбор ставки дисконтирования для оценки стоимости природных активов является важной методической проблемой, часто – предметом острых дискуссий [12]. Вариация ставок дисконтирования даже в рамках одного сектора значительна. Например, используемые для расчета стоимости природного капитала в рыбном хозяйстве нормы дисконта варьировались от 3,5% в Норвегии до 10% в Намибии⁶, в Новой Зеландии норма дисконта варьировалась по годам от 5 до 9%⁷. Выбор ставки дисконтирования в размере 6%, с одной стороны, опирался на среднемировые значения, с другой стороны, проверка осуществлялась с помощью кумулятивного построения нормы дисконта исходя из ставки межбанковского кредитования (5%)⁸ и премии за риск (1%).

Результаты исследования и их обсуждение

Количество невозобновляемых благ неживой природы Камчатки относительно невелико. Общая геологическая изученность региона является самой низкой среди дальневосточных субъектов Российской Федерации. К перспективным направлениям развития минерально-сырьевой базы для горнодобывающих отраслей Камчатки можно отнести освоение запасов драгоценных и цветных металлов, неметаллического сырья. Невозобновляемые топливно-энергетические ресурсы наземных место-

рождений газа, угля, а также газового конденсата, и возобновляемые – пароводяные смеси, теплоэнергетические воды, по своим объемам имеют преимущественно местное значение.

К компонентам невозобновляемого ресурсного потенциала, подлежащим стоимостной оценке в качестве природного капитала, мы относим запасы полезных ископаемых категорий А, В, С₁ как разведанных и категории С₂ как предварительно оцененных. Объем этих запасов в целом подтвержден специалистами и может быть вовлечен в хозяйственное использование. При этом для целей стоимостной оценки ресурсов в качестве элементов природного капитала нами учитываются как балансовые, так и забалансовые запасы по указанным категориям. Включение забалансовых запасов в состав оцениваемых компонентов природного капитала обусловлено наличием технической возможности их добычи. Она может стать рентабельной при изменении экономических условий. В то же время не рассматриваются в качестве оцениваемых компонентов ПРП прогнозные ресурсы ископаемого сырья всех категорий как потенциально возможные, но еще неразведанные запасы. К таким компонентам нами, в частности, отнесены углеводороды камчатского шельфа.

Камчатский регион располагает значительным возобновляемым энергетическим потенциалом, основную часть которого составляют услуги морских приливов, а также гидроэнергия рек, тепло земли, энергия ветра. Возобновляемые энергоресурсы Камчатки полностью и на длительную перспективу покрывают потребности региона в тепло- и электроэнергии. Однако имеющийся потенциал возобновляемых энергоресурсов может позволить осуществить необходимую диверсификацию экономики, существенно расширить экспортные возможности края за счет использования и экспорта возобновляемой энергии района исследований.

В России значительную долю в удовлетворении дополнительного собственного и мирового спроса на безуглеродные ис-

точники энергии может обеспечить реализация проектов приливных электростанций в заливе Шелихова Пенжинской губы Охотского моря [30]. Рентная стоимость этой важной части ПК региона составляет более 50 млрд долл. США.

Важным компонентом природного капитала региона являются водные биологические ресурсы. По оценкам специалистов КамчатНИРО [31] сырьевая база рыболовства оценивается в размере около 2 млн тонн. Однако эта оценка не включает ряд промысловых объектов, в настоящее время недоиспользуемых промыслом, а также такие объекты, которые вернулись в прикамчатские воды в связи с их потеплением и уже используются. Учитывая это, объем сырьевой базы промышленного рыболовства в прикамчатских водах можно оценить в размере 2,5 млн тонн [3]. Соответственно, стоимость водных биологических ресурсов и их биоразнообразия превышает 13 млрд долл. США.

Оценка услуг биоразнообразия осуществлялась авторами ранее на базе имитационного моделирования [2]. Было установлено, что возможный вылов для популяций, сохранивших основные формы своего естественного разнообразия, практически вдвое превышает вылов в монопопуляциях. В связи с недостаточной биологической идентификацией соответствующих услуг разнообразия других гидробионтов авторы сочли возможным распространить оценки, полученные для лососей, на все остальные промысловые объекты региона, определив рентный доход от биоразнообразия гидробионтов равным величине действующей платы за использование этих ресурсов.

Услуги фотосинтеза в докладе [7] и в большинстве других классификаций экосистемных услуг стоят в общем списке последними, хотя очевидно, что абсолютное большинство экосистемных услуг являются производными от немногих корневых естественных функций живой природы, прежде всего фотосинтеза.

Комплекс естественных функций и экономических услуг фотосинтеза включает в

себя генерацию первичной продукции как энергетического фундамента всей остальной жизни на нашей планете, а также образование свободного кислорода и связывание избыточного атмосферного углерода. Последняя услуга фотосинтеза в районе исследований является, наряду с услугами биоразнообразия, относительно новым объектом стоимостной оценки в качестве важной части ПК региона.

Функция связывания в фотосинтезе и долговременного депонирования атмосферного углерода приобрела сегодня явно выраженный характер экономической услуги, которая уже сформировала, в рамках Киотских и некоторых региональных климатических соглашений, собственные углеродные рынки. Эта функция получила прямые стоимостные оценки как антропогенных выбросов CO_2 , так и долгосрочного депонирования атмосферного углерода. В то же время соглашения учитывают естественные емкости депонирования CO_2 только наземных резервуаров и к тому же далеко не всех. Киотские соглашения в плане депонирования атмосферного углерода распространялись лишь на так называемые управляемые леса.

Как Киотские (1997), так и Парижские (2015) соглашения по климату не учитывают крупнейшие резервуары долгосрочного депонирования и захоронения атмосферного углерода – карбонатную и экологические системы высоких и умеренных широт Мирового океана, площадь которых под юрисдикцией РФ достигает 7,6 млн км² [32], что составляет 44% всей территории страны.

В отношении запасов углерода в океанических и наземных резервуарах его накопления разброс оценок колеблется (соответственно) в пределах $\pm 30\%$ и $\pm 50\%$ [33]. То есть при общей явно недостаточной количественной определенности основных объектов оценки – накопленной массы и сроков депонирования атмосферного углерода – океанический резервуар⁹ изучен существенно больше, чем многие наземные резервуары поглощения и депонирования CO_2 .

В то же время второй крупнейший резервуар биохимической ветви углеродного цикла в океане – растворенное органическое вещество (РОВ), практически более чем наполовину состоящее из растворенного органического углерода (РОУ), на сегодня является менее изученным. Разброс оценок массы РОУ в этом резервуаре превышает 60% – от 0,7 Гт [34] до 1,8 Гт [35] по Мировому океану в целом. Хотя средние оценки массы РОУ в океане во много раз меньше массы РНУ, влияние РОУ океана на концентрацию CO_2 в атмосфере, благодаря более высокой оборачиваемости РОУ, вполне сопоставимо с влиянием РНУ.

В монографии [36] обобщаются результаты многолетних биохимических исследований в отечественных арктических морях, где суммарная масса депонированного атмосферного углерода в РОВ оценена в 1,4 Гт $\text{C}_{\text{орг}}$, что эквивалентно 5,1 Гт CO_2 . Остальные моря России оценками такого уровня по РОУ пока не располагают. Так, по Охотскому и Берингову морям, которые по своему объему и биологической продуктивности значительно превосходят все отечественные арктические моря, пока нет достаточной естественнонаучной информации для корректной оценки количества депонированного в их водах органического углерода и сроков его полной минерализации. В 2017 году авторами была впервые приближенно оценена масса РОУ в Охотском море (около 2 Гт $\text{C}_{\text{орг}}$), а в 2018 – и в Беринговом море (3,7 Гт $\text{C}_{\text{орг}}$) [4].

Оценки текущего запаса РОУ экосистем Охотского и Берингова морей имеют сугубо ориентировочный характер. Важно учесть, что Охотское и Берингово моря превышают арктические моря России по объему (5,12 и 0,86 млн куб. км соответственно), кроме того, биологически значительно продуктивнее. Соотношение субарктических и арктических морей России по массе растворенного в них органического углерода свидетельствует о том, что выполненная нами ориентировочная оценка массы $\text{C}_{\text{орг}}$ в РОВ Охотского и Берингова морей не является за-

⁹ Здесь, как и выше, имеется в виду лишь физико-химическая ветвь углеродного цикла – карбонатная система океана, включающая растворенный неорганический углерод (РНУ).

вышенной. Суммарный запас РОУ Охотского и Берингова морей образует крупный резервуар долгосрочного депонирования атмосферного CO_2 (около 21 млрд т).

Для физической оценки объемов депонирования атмосферного углерода экосистемами рассматриваемых относительно небольших прибрежных рыбопромысловых зон и подзон района исследований воспользуемся данными спутникового мониторинга¹⁰ генерации чистой первичной продукции (ЧПП) фитопланктоном за 1998–2016 гг. Фоссилизация (безвозвратное захоронение) $S_{\text{орг}}$ в этих акваториях, согласно расчету по алгоритму, приведенному в [37], составит 1,1 Мт CO_2 . Суммарная годовая рента за депонирование CO_2 в прикамчатских водах по «киотской» цене депонирования/эмиссии тонны CO_2 – 10 долл., может составить почти 2,4 млрд долл., а капитализированная рента (с нормой дисконта – 0,06) – 39,5 млрд долл.

Учитывая принципиальную экологическую неравнозначность для решения климатических проблем временного (независимо от срока) депонирования и практически безвозвратного захоронения в донные осадки избыточного атмосферного углерода, вероятно, неправомерно базировать стоимостную оценку экосистемной услуги фоссилизации $S_{\text{орг}}$ на текущих ценах эмиссии/депонирования углерода в рамках Киотских соглашений. Более адекватной основой такой оценки представляется стоимость промышленного улавливания и захоронения CO_2 , выбрасываемого тепловыми электростанциями. В докладе «Улавливание и хранение двуокиси углерода» отмечается, что применение соответствующих промышленных установок в энергетике становится экономически приемлемым уже при ценах на улавливание CO_2 от 20 до 30 долл. за тонну [38]. Если мы примем для расчетов среднюю из приведенных оценок – 25 долл. за тонну CO_2 , то капитализированные услуги экосистем района исследований по фоссилизации 1,1 Мт CO_2 в год могут быть оценены в 458,3 млн долл.

¹⁰ Динамика первичной продукции района исследований по данным спутника SeaWiFS (1998–2003 гг.): Ocean Productivity site. URL: <http://orca.science.oregonstate.edu/1080.by.2160.monthly.hdf.vgpm.s.chl.a.sst.php> (дата обращения 12.04.2021); Динамика первичной продукции района исследований по данным спутника MODIS (2004–2016 гг.): Ocean Productivity site. URL: <http://orca.science.oregonstate.edu/1080.by.2160.monthly.hdf.vgpm.m.chl.m.sst.php> (дата обращения 12.04.2021).

Итоговая оценка ПК района исследований приведена в *таблице*. В разделе таблицы «Возобновляемые ресурсы и услуги живой природы» отражены впервые прямо рассчитанные авторами услуги биоразнообразия; депонирование углекислого газа наземными экосистемами и в морском РОУ; захоронение углерода РОУ в донных осадках. К другим экономическим услугам экосистем относятся экономически значимые блага, представляемые живой и неживой природой, например фотосинтез биомассы, регулирование климата, ассимиляция антропогенных отходов, обеспечение максимальной продуктивности экосистем. Эти услуги оценивались косвенно по обновленным данным Р. Костанзы и др. [26].

Заключение

Максимальная природная рента в регионах с доминированием возобновляемых ресурсов и услуг живой природы может устойчиво генерироваться лишь при максимально возможной экологичности природопользования. В связи с этим экономическую эффективность стратегий, обеспечивающих максимальную рентоотдачу эксплуатируемых природных объектов, можно рассматривать как эколого-экономическую эффективность, однозначно указывающую на устойчивость природопользования в регионе. Повышение эколого-экономической эффективности природопользования может быть достигнуто выбором стратегии, которая в течение длительного времени обеспечивает более высокую рентоотдачу природопользования.

Ориентировочная оценка стоимости элементов ПК Камчатки и окружающих ее морских акваторий района исследований составляет в настоящее время 851 млрд долл., при этом требует регулярного обновления. Капитализированная рентная стоимость уже используемых элементов ПК может составить достаточно надежную информационную базу для оценки сравнитель-

Таблица. Стоимостная оценка основных элементов природного капитала Камчатского края и прилежащих морей России

Основные элементы природного капитала	Единицы измерения	Физический или стоимостный объем	Рентный потенциал, млн долл.
Возобновляемые и невозобновляемые ресурсы и услуги неживой природы			
Энергетические ресурсы морских приливов, ветра и парогидротерм (поток)	ТВт·ч / год	319,7	53288,5
Ресурсы пресных вод (поток)	тыс. куб м / сут.	556,5	3332,0
Благородные и цветные металлы (запас)	млн долл.	7197,2	412,7
Горючие ископаемые на суше* (кат. А+В+С ₁ +С ₂) (запас)	млн долл.	69737,9	718,7
Итого – ресурсы и услуги неживой природы	млн долл.	–	57751,9
Возобновляемые ресурсы и услуги живой природы			
Водные биологические ресурсы и их биоразнообразие (поток)	тыс. т / год	2500,0	13486,4
Депонирование CO ₂ наземными экосистемами (поток)**	млн т CO ₂ / год	454,2	75699,9
Лесные (древесные) ресурсы (поток)	тыс. куб. м	1188,8	100,2
Депонирование углерода в морском РОВ (поток)	млн т CO ₂ / год	237,1	39516,7
Захоронение углерода РОВ в донных осадках (поток)	млн т CO ₂ / год	1,1	458,3
Другие экономические услуги экосистем (потоки)	млн долл.	39840,2	664003,8
Итого – ресурсы и услуги живой природы	млн долл.	–	793265,3
Всего по учтенным элементам ПК региона	млн долл.	–	851017,2
* Углеводороды морских шельфов Камчатки не оценивались, поскольку их запасы имеют лишь прогнозные оценки, а эксплуатация значительно и некомпенсируемо уменьшает потоки экосистемных услуг и общий объем ПК района в целом.			
** Физическая оценка принята здесь по: Углерод в экосистемах лесов и болот России / под ред. В.А. Алексева, Р.А. Бердси. Красноярск: Изд-во ВЦ СО РАН Институт леса им. В.Н. Сукачева, 1994. 226 с.			
Источник: составлено авторами.			

ной эколого-экономической эффективности различных конкурирующих стратегий природопользования в регионе. Даже приблизительные, но впервые полученные авторами оценки услуг биоразнообразия эксплуатируемых объектов рыбного промысла, долгосрочного депонирования и

безвозвратного захоронения в морских резервуарах избыточного в настоящее время на планете атмосферного углерода предполагают необходимость проведения специальных исследований для более точного измерения по всем дальневосточным морям страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайцеккер Э.У., Харгроуз К., Смит М.Х. Фактор пять. Формула устойчивого роста: доклад Римскому клубу. М.: Пресс-книга, 2013. 368 с.
2. Ширкова Е.Э., Ширков Э.И. Стоимостная оценка экономических функций видового разнообразия лососей бассейна реки Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. 2011. № 23. С. 106–121.
3. Ширкова Е.Э., Ширков Э.И., Дьяков М.Ю. Природно-ресурсный потенциал Камчатки, его оценка и проблемы использования в долгосрочной перспективе // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. 2014. № 35. С. 5–21.
4. Shirikova E.E., Shirkov E.I., Masnev V.A. Ecosystems of subarctic seas of Russia as a large reservoir of the run off and deposition of atmospheric carbon. *18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018*. Technology Ltd: Bulgaria, Sofia, 2018, vol. 18, iss. 3.2, pp. 1119–1126. DOI: 10.5593/sgem2018/3.2/S15.142

5. Михайлова Е.Г. К вопросу экономической оценки водных биоресурсов // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: мат-лы XIX междунар. науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2018. С. 179–181.
6. Романкевич Е.А., Ветров А.А., Пересыпкин В.И. Органическое вещество мирового океана // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. № 4. С. 401–411.
7. *Millennium Ecosystem Assessment Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, 2005. 145 p.
8. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers. Summary: Responding to the Value of Nature*. Germany, Wessel Hardt, 2009. 59 p.
9. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature. A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*. Malta: Progress Press, 2010. 49 p.
10. *Where is the Wealth of Nations? Measuring Capital for the 21st Century*. World Bank. Washington, DC, 2006. 208 p.
11. *The Changing Wealth of Nations: Measuring Sustainable Development in the New Millennium*. The World Bank. Washington. DC, 2011. 242 p.
12. *System of Environmental Economic Accounting 2012 – Central Framework*. United Nations, Statistical Papers, ser. F, no. 109, sales № E12.XVII.12. New York, 2014. 378 p.
13. Gómez-Baggethun E., de Groot R., Lomas P.L, Montes C. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 2010, no. 69, pp. 1209–1218. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.11.007
14. Pauna V.H., Picone F., Le Guyader G., Buonocore E., Franzese P.P. The scientific research on ecosystem services: A bibliometric analysis. *Ecological Questions*, 2018, vol. 29, no. 3, pp. 53–62. DOI: 10.12775/eq.2018.022
15. Экономическая оценка биоразнообразия / С.Н. Бобылев [и др.]; под. ред. С.Н. Бобылева, А.А. Тишкова. М., 1999. 112 с.
16. Бобылев С.Н., Горячева А.А. Идентификация и оценка экосистемных услуг: международный контекст // Вестн. междунар. организаций. 2019. Т. 14. № 1. С. 225–236. DOI: 10.17323/1996-7845-2019-01-13
17. Глазырина И.П. Природный капитал в экономике переходного периода. М.: НИА Природа, РЭФИА, 2001. 204 с.
18. Моткин Г.А. Экономическая теория природопользования и охраны окружающей среды (лекции теоретической систематики). М.: Институт проблем рынка РАН, 2009. 350 с.
19. Рюмина Е.В. Отношение экономики к проблеме сохранения биоразнообразия // Экономика природопользования. 2009. № 1. С. 5–10.
20. Титова Г.Д. Оценка экосистемных услуг: потенциал применения на практике // Вестн. ЗабГУ. 2015. № 3 (118). С. 179–191.
21. Оценка стоимости биоресурсов и экосистемных услуг Охотского моря / О.Н. Лукьянова [и др.] // Изв. ТИНРО. 2016. Т. 184. С. 85–92.
22. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / ред.-сост. Е.Н. Букварева, Д.Г. Замолотчиков. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2015. 148 с.
23. Costanza R., Daly H.E. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology*, 1992, vol. 6, no. 1, pp. 37–46.
24. Brown T.S., Bergstrom J.C., Loomis J.B. Defining, valuing and providing ecosystem goods and services. *Natural Resources*, 2007, vol. 47, pp. 329–369.

25. Costanza R., D'Arge R., De Groot R., Farberk S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Suttonk P., M. van den Belt. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, no. 387, pp. 253–260.
26. Costanza R., De Groot R., Sutton P., Van der Ploeg S., Anderson S.J., Kubiszewski I., Farber S., Turner R.K. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 2014, no. 26, pp. 152–158. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002
27. Costanza R., De Groot R., Braat L., Kubiszewski I., Fioramonti L., Sutton P., Farber S., Grasso M. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 2017, no. 28, pp. 1–16. DOI: 10.1016/j.cej.2018.08.019
28. Costanza R. Valuing natural capital and ecosystem services toward the goals of efficiency, fairness, and sustainability. *Ecosystem Services*, 2020, no. 43, pp. 1–7. DOI: 10.1016/j.ecoser.2020.101096
29. Ивановский С.И. Рента и государство (проблемы реализации рентных отношений в современной России) // Вопросы экономики. 2000. № 8. С. 84–97.
30. Развитие возобновляемых источников энергии в России: возможности и практика (на примере Камчатской области). М.: ОМННО «Совет Гринпис», 2006. 92 с.
31. Дьяков Ю.П., Карпенко В.И., Шевляков Е.А. Водные биологические ресурсы Камчатки. Динамика, современное состояние, промысел // Мат-лы Всерос. науч. конф., посв. 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2012. С. 10–21.
32. Колодкин А.Л., Гуцуляк В.Н., Боброва Ю.В. Мировой океан. Международно-правовой режим. Основные проблемы. М.: Статут, 2007. 637 с.
33. Федоров Б.Г. Экономико-экологические аспекты выбросов углекислого газа в атмосферу // Проблемы прогнозирования. 2004. № 5. С. 86–101.
34. Цикл углерода в Арктических морях России. Круговорот углерода на территории России / М.Е. Виноградов [и др.] // НТП «Глобальные изменения природной среды и климата»: избр. науч. тр. по пробл.: «Глоб. эволюция биосферы. Антропоген. Вклад» / под общ. ред. Г.А. Заварзина. М., 1999. С. 300–325.
35. Горшков В.Г., Макарьева А.М. Изменение глобального круговорота углерода: результаты анализа измерений отношений O_2/N_2 в атмосфере и парциального давления CO_2 у поверхности раздела океан – атмосфера // Геохимия. 2002. Т. 40. № 5. С. 526–535.
36. Романкевич Е.А., Ветров А.А. Цикл углерода в арктических морях России. М.: Наука, 2001. 302 с.
37. Романкевич Е.А., Ветров А.А. Массы углерода в гидросфере Земли // Геохимия. 2013. № 6. С. 483–509.
38. IPCC. *Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*. Prepared by working group III of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York. IPCC, 2005. 442 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Эдуард Иванович Ширков – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией, Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного округа Российской академии наук. Российская Федерация, 683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, д. 6; e-mail: edshirkov@mail.ru

Елена Эдуардовна Ширкова – кандидат экономических наук, заместитель директора по науке, Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного округа Российской академии наук. Российская Федерация, 683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, д. 6; e-mail: shirkova@yandex.ru

Максим Юрьевич Дьяков – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного округа Российской академии наук. Российская Федерация, 683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, д. 6; e-mail: maxus800@mail.ru

Елена Геннадьевна Михайлова – кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник, Камчатский филиал Тихоокеанского института географии Дальневосточного округа Российской академии наук. Российская Федерация, 683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Партизанская, д. 6; e-mail: rozotor@mail.ru

Shirkov E.I., Shirkova E.E., D'yakov M.Yu., Michailova E.G.

NATURAL CAPITAL ASSESSMENT AS A TOOL FOR REGIONAL DEVELOPMENT

The research is devoted to the problem of increasing the ecological and economic efficiency of nature management in the Kamchatka Krai and its surrounding marine areas (research area). An important tool in solving this problem is a direct cost assessment of all economically significant components of the natural resource potential of the region as elements of the natural capital of the research area. In the methodological plan, the purpose and tasks of the work are clarification of the composition and structure of the assessment object taking into account its specifics in the research area, the choice and adaptation of methodological and information support for the cost assessment of the natural resource potential of the region as its natural capital; in practical terms, it is the implementation of the cost assessment of the natural resource potential of the research area as its natural capital. The article has developed an original open classification of economically significant benefits of living and non-living nature with the allocation of an independent block of biodiversity services from ecosystem services. The authors have carried out the cost estimation of the main components of the region's natural resource potential as elements of its natural capital. In the presented assessment of the natural capital of the region, 78% is the cost of ecosystem services. Most of the natural resources and ecosystem services in the region that are already used or ready to use in the economy have been capitalized on the basis of direct rental rather than indirect valuation methods. For the first time, the paper evaluates services of the region's marine ecosystems for the long-term deposition of atmospheric carbon and its fossilization (irrevocable burial). The results can be used in the development of strategic and program documents aimed at improving the ecological and economic efficiency of nature management in the research area and in the Far East of the country as a whole.

Natural capital, classification of ecosystem services, rental potential, cost assessment, environmental and economic efficiency, natural resources and services, Kamchatka Krai, Far Eastern seas of Russia.

REFERENCES

1. Weizsacker E.U., Hargroux K., Smith M.H. *Faktor pyat'. Formula ustoychivogo rosta: доклад Rimskomu klubu* [Factor Five. Formula for Sustainable Growth: Report to the Rome Club]. Moscow: Press-kniga, 2013. 368 p.
2. Shirkova E.E., Shirkov E.I. Cost assessment of economic functions of salmon species diversity in the Kamchatka river basin. *Issledovaniya vodnykh biologicheskikh resursov Kamchatki i Severo-Zapadnoy chasti Tikhogo okeana*=*The Researches of the Aquatic Biological resources of Kamchatka and the North-West Part of the Pacific Ocean*, 2011, no. 23, pp. 106–121 (in Russian).

3. Shirkova E.E., Shirkov E.I., D'yakov M.Yu. Natural resource potential of Kamchatka, its assessment and problems of use in the long term. *Issledovaniya vodnykh biologicheskikh resursov Kamchatki i Severo-Zapadnoy chasti Tikhogo okeana=The Researches of the Aquatic Biological resources of Kamchatka and the North-West Part of the Pacific Ocean*, 2014, no. 35, pp. 5–21 (in Russian).
4. Shirkova E.E., Shirkov E.I., Masnev V.A. Ecosystems of subarctic seas of Russia as a large reservoir of the run off and deposition of atmospheric carbon. *18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018*. Technology Ltd: Bulgaria, Sofia, 2018, vol. 18, iss. 3.2, pp. 1119–1126. DOI: 10.5593/sgem2018/3.2/S15.142
5. Michailova E.G. On the issue of economic assessment of aquatic biological resources. In: *Sokhraneniye bioraznoobraziya Kamchatki i prilegayushchikh morey: materialy XIX mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Conservation of Biodiversity of Kamchatka and Adjacent Seas: Materials of the 21st International Scientific Conference]. *Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress*, 2018, pp. 179–181 (in Russian).
6. Romankevich E.A., Vetrov A.A., Peresyarkin V.I. Organic matter of the World Ocean. *Geologiya i geofizika=Russia Geology and Geophysics*, 2009, vol. 50, no. 4, pp. 401–411 (in Russian).
7. *Millennium Ecosystem Assessment Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC, 2005. 145 p.
8. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers. Summary: Responding to the Value of Nature*. Germany, Wessel Hardt, 2009. 59 p.
9. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the economics of nature. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. Malta: Progress Press, 2010. 49 p.
10. *Where is the wealth of Nations? Measuring Capital for the 21st Century*. World Bank. Washington, DC, 2006. 208 p.
11. *The Changing Wealth of Nations: Measuring Sustainable Development in the New Millennium*. The World Bank. Washington. DC, 2011. 242 p.
12. *System of Environmental Economic Accounting 2012 – Central Framework*. United Nations, Statistical Papers, ser. F, no. 109, sales № E12.XVII.12. New York, 2014. 378 p.
13. Gómez-Baggethun E., de Groot R., Lomas P.L, Montes C. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 2010, no. 69, pp. 1209–1218. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.11.007
14. Pauna V.H., Picone F., Le Guyader G., Buonocore E., Franzese P.P. The scientific research on ecosystem services: A bibliometric analysis. *Ecological Questions*, 2018, vol. 29, no 3, pp. 53–62. DOI: 10.12775/eq.2018.022
15. Bobylev S.N. et al. *Ekonomicheskaya otsenka bioraznoobraziya* [Economic Assessment of Biodiversity]. Ed. by Bobylev S.N., Tishkov M. Moscow, 1999. 112 p.
16. Bobylev S.N., Goryacheva A.A. Identification and assessment of ecosystem services: the international context. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy=International Organizations Research Journal*, 2019, vol. 14, no. 1, pp. 225–236. DOI: 10.17323/1996-7845-2019-01-13 (in Russian).
17. Glazyrina I.P. *Prirodnyy kapital v ekonomike perekhodnogo perioda* [Natural Capital in Economy of Transition]. Moscow: NIA Priroda, REFIA, 2001. 204 p.
18. Motkin G.A. *Ekonomicheskaya teoriya prirodo-pol'zovaniya i okhrany okruzhayushchey sredy (lektsii teoreticheskoy sistematiki)* [Economic Theory of Nature Management and Environmental Protection (Lectures on Theoretical Systematics)]. Moscow: Market Economy Institute of RAS, 2009. 350 p.
19. Ryumina E.V. Attitude of the economy to the problem of biodiversity conservation. *Ekonomika prirodo-pol'zovaniya=Environmental Economics*, 2009, no. 1, pp. 5–10 (in Russian).
20. Titova G.D. Ecosystem Services assessment: potential application in practice. *Vestnik ZabGU=Bulletin of ZabGU*, 2015, no. 3 (118), pp. 179–191 (in Russian).

21. Lukyanova O.N. et al. Economic evaluation of biological resources and ecosystem services for the Okhotsk Sea. *Izvestiya TINRO=Transactions of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography*, 2016, vol. 184, pp. 85–92 (in Russian).
22. Ed. by Bukvareva E.N., Zamolodchikov D.G. *Ekosistemnyye uslugi Rossii: Prototip natsional'nogo doklada. T. 1. Uslugi nazemnykh ekosistem* [Ecosystem Services of Russia: Prototype of the National Report. Vol. 1. Services of Terrestrial Ecosystems]. Moscow: Biodiversity Conservation Center Publishers, 2015. 148 p.
23. Costanza R., Daly H.E. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology*, 1992, vol. 6, no. 1, pp. 37–46.
24. Brown T.S., Bergstrom J.C., Loomis J.B. Defining, valuing and providing ecosystem goods and services. *Natural Resources*, 2007, vol. 47, pp. 329–369.
25. Costanza R., D'Arge R., De Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., M. van den Belt. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, no. 387, pp. 253–260.
26. Costanza R., De Groot R., Sutton P., Van der Ploeg S., Anderson S.J., Kubiszewski I., Farber S., Turner R.K. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 2014, no. 26, pp. 152–158. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002
27. Costanza R., De Groot R., Braat L., Kubiszewski I., Fioramonti L., Sutton P., Farber S., Grasso M. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 2017, no. 28, pp. 1–16. DOI: 10.1016/j.cej.2018.08.019
28. Costanza R. Valuing natural capital and ecosystem services toward the goals of efficiency, fairness, and sustainability. *Ecosystem Services*, 2020, no. 43, pp. 1–7. DOI: 10.1016/j.ecoser.2020.101096
29. Ivanovskii S.I. Rent and the state (implementation problems of rental relationships in modern Russia). *Voprosy ekonomiki=Economic Issues*, 2000, no. 8, pp. 84–97 (in Russian).
30. *Razvitiye vozobnovlyayemykh istochnikov energii v Rossii: vozmozhnosti i praktika (na primere Kamchatskoy oblasti)* [Development of Renewable Energy Sources in Russia: Opportunities and Practice (the Case of the Kamchatka Krai)]. Moscow: OMNNO “Greenpeace Council”, 2006. 92 p.
31. D'yakov Yu.P., Karpenko V.I., Shevlyakov E.A. Aquatic biological resources of Kamchatka. Dynamics, current state, trades. In: *Materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 80-letnemu yubileyu FGUP «KamchatNIRO»* [Materials of All-Russian Scientific Conference Dedicated to the 80th Anniversary of the FSUE “KamchatNIRO”]. *Petropavlovsk-Kamchatsky: Izd. KamchatNIRO*, 2012, pp. 10–21 (in Russian).
32. Kolodkin A.L., Gutsulyak V.N., Bobrova Yu.V. *Mirovoy okean. Mezhdunarodno-pravovoy rezhim. Osnovnyye problemy* [World Ocean. International Legal Regime. Main Problems]. Moscow: Status, 2007. 637 p.
33. Fedorov B.G. Economic and environmental aspects of carbon dioxide emissions into the atmosphere. *Problemy prognozirovaniya=Forecasting Problems*, 2004, no. 5, pp. 86–101 (in Russian).
34. Vinogradov M.E. et al. Carbon cycle in the Arctic seas of Russia. Carbon cycle in Russia. In: *NTP “Global'nyye izmeneniya prirodnoy sredy i klimata»: izbreteniya nauchnykh trudov po probleme: «Global'naya evolyutsiya biosfery. Antropogen. Vklad»* [STP “Global Changes in the Natural Environment and Climate”: Selection of Scientific Papers on the Problem: “Global Evolution of Biosphere. Anthropogen. Contribution”]. Ed. by Zavarzin G.A. Moscow, 1999, pp. 300–325 (in Russian).
35. Gorshkov V.G., Makar'eva A.M. Changes in global carbon cycle: analysis of measurements of atmospheric O₂/N₂ ratios and CO₂ partial pressure at the ocean-atmosphere interface. *Geokhimiya=Geochemistry International*, 2002, vol. 40, no. 5, pp. 526–535 (in Russian).
36. Romankevich E.A., Vetrov A.A. *Tsikl ugleroda v arkticheskikh moryakh Rossii* [Carbon Cycle in the Arctic seas of Russia]. Moscow: Nauka, 2001. 302 p.

37. Romankevich E.A., Vetrov A.A. Carbon masses in the Earth's hydrosphere. *Geokhimiya=Geochemistry International*, 2013, no. 6, pp. 483–509 (in Russia).
38. IPCC. *Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York. IPCC, 2005. 442 p.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Eduard I. Shirkov – Candidate of Sciences (Economics), Leading Researcher, Head of Laboratory, Kamchatka Branch of the Pacific Geographical Institute FEB RAS. 6, Partisanskaya Street, Petropavlovsk-Kamchatski, 683000, Russian Federation; e-mail: edshirkov@mail.ru

Elena E. Shirkova – Candidate of Sciences (Economics), Deputy Director for Science, Kamchatka Branch of the Pacific Geographical Institute FEB RAS. 6, Partisanskaya Street, Petropavlovsk-Kamchatski, 683000, Russian Federation; e-mail: shirkova@yandex.ru

Maxim Yu. D'yakov – Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher, Kamchatka Branch of the Pacific Geographical Institute FEB RAS. 6, Partisanskaya Street, Petropavlovsk-Kamchatski, 683000, Russian Federation; e-mail: maxus800@mail.ru

Elena G. Mikhailova – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Senior Researcher, Kamchatka Branch of the Pacific Geographical Institute FEB RAS. 6, Partisanskaya Street, Petropavlovsk-Kamchatski, 683000, Russian Federation; e-mail: rozotop@mail.ru