

ФИНАНСОВЫЕ УСЛУГИ
И ЭКОНОМИКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ ЛЕСОВ БЕЛАРУСИ:
ФИЗИЧЕСКОЕ И СТОИМОСТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

А.В. Неверов, Х.А. Бахед*

Аннотация. Рассматриваются актуальные вопросы физического и стоимостного измерения экосистемных услуг лесов в системе национального учета. В качестве основы физического измерения выступает древесный запас. С учетом категорий лесов вводятся классификация экосистемных услуг и дифференциация их социальной ценности.

Стоимостным инструментом измерения экосистемных услуг лесов предлагается рассматривать экологическую ренту. Методологический подход апробируется на примере лесов Беларуси.

Ключевые слова: экосистемные услуги лесов, физическое и стоимостное измерение, экосистемный учет, экологическая рента.

JEL- классификация: Q23, Q57, P28.

DOI: 10.46782/1818-4510-2022-2-107-121

Материал поступил 14.04.2022 г.

Стратегия эколого-ориентированного развития экономики актуализирует проблему природного капитала и механизмы его воспроизводства. В этом аспекте выделяется функциональная роль лесов, их экологическая, социальная и экономическая полезность.

На примере лесов во времени отчетливо просматриваются новые характеристики природного капитала, содержание которого качественно и количественно меняется за счет нового класса ресурсов – экологических – как носителей экосистемных услуг. Благодаря данному процессу из состава природного капитала выделяется экологический капитал. Рассмотрение лесов как структурного элемента экологического капитала предопределяет необходимость учитывать его особенности как разновидности природного актива.

В белорусской экономической науке доминирует точка зрения, согласно которой экологический капитал имеет самостоятельный статус, что весьма важно при системной

организации его воспроизводства и использования (Неверов, Бахед, 2021). Определяющим условием этого процесса является экосистемный учет как новое направление в национальном счетоводстве и важный инструмент устойчивого природопользования.

Полноценность экосистемного учета в современной постановке зависит от имманентной черты природного капитала – соответствия признакам экономического актива, самостоятельность которого определяют:

- право собственности (индивидуальное или коллективное);
- экономическая выгода, приносимая собственнику активов.

Учитывая эти признаки экономического актива, экологический ресурс никогда не трансформируется в экологический капитал. Нужна более расширительная трактовка экологического актива, когда природный капитал выходит за рамки признаков экономического актива и наполняется адекватным социальным содержанием. В таком случае

* Неверов Александр Васильевич (neverov2007@tut.by), доктор экономических наук, профессор, Белорусский государственный технологический университет (г. Минск, Беларусь); <https://orcid.org/0000-0003-2563-0490>;

Бахед Хайдер Азиз Бахед (bahtdh55@gmail.com), Белорусский государственный технологический университет (г. Минск, Беларусь); <https://orcid.org/0000-0003-4287-9474>

экологический актив опирается на собственную методологию экономической (эколого-экономической) оценки природных ресурсов и подчеркивает целесообразность укрепления самостоятельного статуса экологического капитала и особенности его учета.

Экологический капитал понимается нами как стоимость запаса ресурсов экосистем, способных воспроизводить (сохранять) экологическое равновесие и обеспечивать постоянное продуцирование экосистемных услуг. Если экологический капитал рассматривать с позиции его главной функции – постоянного продуцирования полезностей, то это – капитализированная (капитальная) стоимость экосистемных услуг.

Признанный в научной литературе принцип «постоянства запасов и продуцирования экосистемных услуг» диктует необходимость для оценки экологического капитала наряду со стоимостными показателями в обязательном порядке иметь натуральные показатели, обеспечивающие его физическое измерение.

Практика становления экосистемного учета идет в двух взаимосвязанных направлениях: физический учет экосистемных услуг; стоимостной учет экосистемных услуг.

Системы физического и стоимостного измерения в зависимости от объекта экологического учета приобретают свои характерные черты и особенности, одновременно подчиняясь общим положениям и опираясь на существующую информационную базу, ее развитие в сторону интересов «зеленой» экономики.

Для развивающегося экологического учета особый интерес представляют лесные экосистемы, доля которых в общей системе наземных экосистемных услуг по некоторым оценкам доходит до 70%.

В данной работе осуществлена попытка исследования методологических и методических аспектов измерения экосистемных услуг лесов в контексте реализации общих положений экосистемного учета и конкретного материала на примере Беларуси.

Физическое измерение экосистемных услуг лесов

В 2021 г. Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь (Поста-

новление от 12.03.2021 г. № 9) утверждена методика по формированию счетов лесных ресурсов в физическом выражении. Последняя разработана в соответствии с международным статистическим стандартом «Центральная основа Системы природно-экономического учета, 2012 год»¹.

Счета лесных ресурсов относятся к вспомогательным счетам национального счетоводства и позволяют отражать влияние использования (истощения) лесных ресурсов на формирование макроэкономических статистических показателей. Определяющая роль в построении счетов лесных ресурсов в физическом выражении отводится древесному запасу и его динамике. В аспекте статистической терминологии выделяют ключевые понятия: поступление древесины, выбытие древесины, поток ресурсов древесины. Оценка изменения запасов древесины строится на основе поступления либо выбытия древесины из запасов, в том числе с учетом изменений в принадлежности ресурсов древесины к тому или иному виду лесов.

Поступление древесины характеризует ее естественный прирост, а ее выбытие – объемы: вывоза из леса заготовленной древесины всеми видами рубок; порубочных остатков; естественных потерь в результате гибели лесных насаждений от природных и антропогенных факторов²; потерь древесины в результате гибели лесных насаждений, носящих чрезвычайный характер; переклассификации, т. е. перераспределения площади лесов внутри лесного фонда.

В целом методика ориентирует на формирование общей схемы баланса поступления и выбытия ресурсов древесины в разрезе древесных пород с учетом лесов естественного и искусственного происхождения, их переклассификации, импорта и экспорта древесины.

Первые шаги в формировании системы эколого-экономического учета лесных

¹ URL: https://www.unescap.org/sites/default/files/10_20seeacf%2c%20rus%3b%20d0%a6%b5%bd%82%81%80%b0%bb%8c%bd%b0%8f%20%9e%81%81%bd%bc%b2%b0%20%a1%9f%ad%a3%20%9e%9e%9d%2c%20%81%80%83%81%81%81%ba%b8%b9.pdf

² При условии, что данный объем древесины не включен в объем лесозаготовки.

ресурсов осуществлены в направлении разработки основ физического измерения экосистемных активов и экосистемных услуг (Полещук, 2020).

В качестве экосистемного актива выступают древесный запас и запас углерода лесной экосистемы в границах земель лесного фонда. Древесный запас как актив обеспечивает постоянное продуцирование экосистемных услуг. Основу физического измерения экосистемных услуг определяет динамика древесного запаса, его изменение во времени в результате естественного прироста древесины и его изъятия рубками главного и промежуточного пользования лесом.

Основными показателями физического учета экосистемных услуг лесов являются:

- ежегодное изменение древесного запаса, в м³ и в м³/га;

- ежегодное пользование древесным запасом всеми видами рубок, в м³ и в м³/га;

- сравнительная оценка ежегодного изменения древесного запаса и ежегодного пользования древесным запасом (в том числе на 1 га).

В составе физического измерения особое значение имеют запас углерода и его динамика, связанные с глобальной функцией углерододепонирования и климатоориентированным развитием лесного хозяйства. В специальной системе расчетов запас углерода коррелирует с древесным запасом. Более того, согласно применяемым формулам (ТКП 17.02-10-2013 (02120)), древесный запас выступает базовым показателем, на основании которого (с помощью вспомогательных переводных коэффициентов) рассчитывается величина депонированного углекислого газа. Поэтому динамика древесного запаса, его изменение во времени одновременно характеризуют и его углеродоэффективную способность.

В рамках специальной оценки эффективности реализации углерододепонирующей функции лесных экосистем могут применяться следующие показатели (Войтов, Неверов, Равино, Малашевич, 2019):

- эффективность абсорбции – динамика годового изменения запаса (ежегодного наличного прироста); чем больше его величина, тем эффективнее климатоориентированное развитие;

- эффективность депонирования – процент ежегодного пользования древесным запасом; чем величина процента меньше, тем эффективность выше;

- антиэффективность эмиссии – соотношение размера ежегодного наличного прироста и ежегодного лесопользования; превышение размера ежегодного наличного прироста над размером ежегодного лесопользования свидетельствует об уровне антиэффективности эмиссии;

- энергоэффективность лесопользования – процент использования топливной древесины в энергетических целях; свидетельствует о замещении невозобновляемых источников энергии на возобновляемые.

Интегральную роль в оценочном инструментарии физического измерения экосистемных услуг лесов играет показатель эффективности воспроизводства древесного запаса леса (K_3), на величину которого влияет соотношение годового изменения запаса и годового пользования запасом. Эффективность воспроизводства древесного запаса леса рассчитывается по формуле:

$$K_3 = \frac{W_n + I_c - \Pi}{W_n}, \quad (1)$$

где W_n – древесный запас леса, млн м³;

I_c – годовое изменение запаса, млн м³;

Π – годовое пользование запасом, млн м³.

В дополнение к данному показателю целесообразно использовать процент ежегодного пользования древесным запасом (чем величина процента ниже, тем экологическая эффективность воспроизводства выше).

Изложенная система формирования показателей физического измерения нацеливает на главное: натуральную оценку динамики запасов древесины как основного носителя экологических и экономических ценностей лесов.

В то же время в названных методических построениях и их дальнейшей интерпретации превалирует балансовый метод учета древесных ресурсов, что важно с позиции глобальной оценки углерододепонирования и индикаторов «зеленого» роста, но совершенно недостаточно в отношении полноценного представительства экосистемных услуг лесов, их физического и

стоимостного измерения как самостоятельных активов национального счетоводства.

Для более глубокого и системного отражения полезных свойств лесов и их экосистемных услуг в перспективе перечни показателей должны быть расширены (Полещук, 2021), причем в тесной увязке содержания экосистемных услуг с характеристикой категорий лесов, выполняющих разные функции. Для этого нужна классификация экосистемных услуг лесов, общей основой которой выступает классификация экосистемных услуг, определяемая полезными функциями в разрезе категорий лесов (рис. 1).

На основе общей классификации экосистемных услуг (обеспечивающих, регулирующих, культурных, поддерживающих) проведена структуризация экосистемных услуг лесов с учетом их субординаций и взаимосвязей. Предложенная схема подчеркивает системную роль поддерживающей экосистемной услуги лесов и ее фундаментальное значение. Ее выделение целесообразно в контексте учета всех остальных экосистемных услуг для обозначения их дополнительной экологической ценности, в том числе в стоимостном виде. Во времени возрастает культурная (рекреационно-оздоровительная) экосистемная услуга лесов. Универсальное значение имеют обес-

печивающие (производственные) экосистемные услуги (заготовка древесины, заготовка недревесных продуктов леса и т. п.).

Согласно Лесному кодексу Республики Беларусь и в соответствии с экологическим, экономическим и социальным значением лесов, их местом нахождения и выполняемыми функциями они делятся на следующие категории³:

- природоохранные;
- рекреационно-оздоровительные;
- защитные;
- эксплуатационные.

Данная дифференциация определяет специализацию лесов (табл. 1).

При рассмотрении взаимосвязи категории лесов и выполняемых ими функций учитывается значимость тех или иных экосистемных услуг для конкретной категории лесов. Деление лесов на ряд категорий, а внутри них (при необходимости) выделение экосистемных услуг несет в себе признаки территориальной специализации природопользования, при этом определяются лесные территории, в которых та или иная функция доминирует. Но специализация на одной экосистемной услуге, например на производственной (обеспечиваю-

³ URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31915812

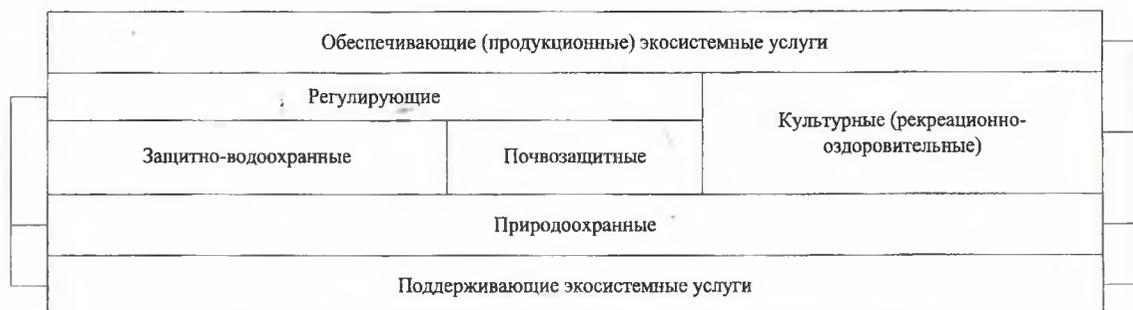


Рис. 1. Классификация и взаимосвязь экосистемных услуг лесов

Источник. Авторская разработка.

Таблица 1

Экосистемная специализация на основе реализации ведущей функции лесов

Категория лесов	Ведущая специализация экосистемной услуги
Природоохранные	Средозащитная, культурная, регулирующая
Рекреационно-оздоровительные	Оздоровительная (культурная)
Защитные	Регулирующая
Эксплуатационные	Обеспечивающая (снабжающая)

Источник. Авторская разработка.

щей), вовсе не говорит об отсутствии воспроизводства других функций леса – водоохраных, защитных, оздоровительных. Эти ползности присущи всем лесам, а тем более функции средообразования. В то же время та или иная экосистемная услуга, увязанная с категорией лесов, определяет свой режим лесопользования, ограничения и систему специальных мероприятий.

В зависимости от категории лесов и выполняемых ими экосистемных услуг устанавливается разный режим лесопользования (табл. 2).

Для каждой категории лесов адекватна своя дифференциация экосистемных услуг по степени их весомости (значения) в системе удовлетворения потребностей данной категории лесов.

Исходя из краткой характеристики режима лесопользования в зависимости от категории лесов, можно заключить, что наиболее высокий природоохранный режим лесопользования (как система допустимых заготовок и необходимых ограничений) характерен для природоохранных лесов; высокий – для рекреационно-оздоровитель-

ных лесов; умеренно высокий – для защитных лесов и не высокий – для эксплуатационных лесов. В природоохранных лесах, где доминируют ценности дикой природы, в наибольшей степени проявляются поддерживающие, регулирующие и научно-познавательные (культурные) экосистемные услуги; в рекреационно-оздоровительных – культурные, связанные с общением человека с природой с заготовкой недревесной продукции (ягод, грибов и т. п.). В защитных лесах относительно одинаково проявляются все основные экосистемные услуги, а в эксплуатационных лесах выделяются обеспечивающие (продукционные) экосистемные услуги.

На основании вышеизложенного можно дать экспертную оценку значимости экосистемных услуг, обусловленных конкретной категорией лесов (табл. 3). Как видим, наибольшая ценность экосистемных услуг характерна для природоохранных лесов, а наименьшая – для эксплуатационных лесов. Промежуточное положение занимают рекреационно-оздоровительные и защитные леса.

Таблица 2

Краткая характеристика режима лесопользования в зависимости от категории лесов

Категория лесов	Краткая характеристика режима лесопользования
Природоохранные леса	Запрещается заготовка древесины в порядке проведения сплошных рубок главного пользования, в отдельных случаях – в порядке проведения полосно-постепенных рубок главного пользования, а также вводятся ограничения и запреты на осуществление лесопользования, закрепленные в соответствующих охранных обязательствах
Рекреационно-оздоровительные леса	Запрещается: заготовка древесины в порядке проведения рубок главного пользования; заготовка живицы, второстепенных лесных ресурсов, древесных соков; пастьба скота. В городских лесах запрещается также заготовка мха, сбор лесной подстилки, размещение ульев и пасек
Защитные леса	В лесах водоохраных зон запрещается заготовка древесины в порядке проведения сплошных рубок главного пользования, заготовка пней и корней, а также действуют ограничения и запреты на осуществление лесопользования, установленные в соответствии с законодательством об охране и использовании вод. В лесах первого и второго поясов зон санитарной охраны источников и систем питьевого водоснабжения запрещается: заготовка древесины в порядке проведения рубок главного пользования; проведение рубок обновления, формирования и реконструкции; заготовка живицы, второстепенных лесных ресурсов побочного лесопользования, сбор дикорастущих ягод, грибов, плодов, орехов и сенокошение. В лесах, расположенных в границах полос шириной 100 м в обе стороны от железнодорожных путей общего пользования и от оси республиканской автомобильной дороги, запреты аналогичные, как и в других охранных зонах
Эксплуатационные леса	Осуществляются все виды лесопользования в соответствии с Лесным кодексом, иными актами законодательства об использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов, если иное не установлено законодательными актами

Источник. Авторская разработка.

Возможная экспертная оценка экосистемных услуг

Категория лесов	Экосистемные услуги				Сумма баллов	Коэффициент ценности
	обеспечивающие	регулирующие	культурные	поддерживающие		
Природоохранные	+	++++	++++	++++	13	1,3
Рекреационно-оздоровительные	+++	++	++++	++	12	1,2
Защитные	++	+++	+++	+++	11	1,1
Эксплуатационные	++++	++	++	++	10	1

Примечание. Не высокая +; умеренно высокая ++; высокая +++; очень высокая ++++.

Источник. Авторская разработка.

Конкретная категория лесов, в зависимости от своего географического признака и социального статуса в системе устойчивого лесопользования, выражает разную силу проявления той или иной экосистемной услуги. Эта сила фиксируется в баллах, на основе которых определяется коэффициент ценности экосистемных услуг.

Базой отсчета выступают эксплуатационные леса, сумма баллов которых принимается за 1 (в нашем случае – 10). Соотнося сумму баллов эксплуатационных лесов с суммой баллов других категорий лесов, получаем коэффициент ценности экосистемных услуг конкретной категории лесов:

$$K_{у.к.л.} = \frac{B_{к.к.л.}}{B_{э.л.}}, \quad (2)$$

где $K_{у.к.л.}$ – коэффициент ценности категории леса;

$B_{к.к.л.}$ – сумма баллов экосистемных услуг конкретной категории лесов;

$B_{э.л.}$ – сумма баллов экосистемных услуг эксплуатационных лесов.

Таким образом, физическое измерение экосистемных услуг лесов идет в направлении учета древесного запаса (и связанной с ним биомассы), его динамики, углеродоэффективности и систематизации функций лесов в зависимости от их категорий. Последние определяют ведущие специализации экосистемных услуг и адекватный для их устойчивого воспроизводства режим лесопользования.

Предварительно проведенная физическая оценка экосистемных услуг в разрезе категорий лесов не только имеет самостоя-

тельное значение для достижения целей устойчивого природопользования, но и служит дополнительной информацией для построения стоимостного учета экосистемных услуг лесов.

Стоимостное измерение экосистемных услуг лесов

Стоимостная ценность природных ресурсов с позиции природного учета и экосистемного учета разная. Природный учет непосредственно связан с системой национальных счетов и выражает экономическую сущность ресурса как источника материальных благ (пищи, древесины для строительства, древесины для мебели и др.).

Экосистемный учет отражает экологическую ценность природного ресурса, его вклад в удовлетворение экологических потребностей и стоимость сохранения (поддержания) экологического равновесия, стоимостную ценность средозащитных функций природы.

В этом и состоит принципиальное отличие двух видов учета:

первый (природный) – отражает чисто экономический (коммерческий) интерес природопользования;

второй (экосистемный) – отражает эколого-экономический интерес природопользования, который выходит за рамки «философии» выгоды и носит выраженный социальный характер. Кроме того, нами подвергается сомнению выделение в составе экосистемных услуг продукционной услуги, которая по своей сути есть экосистемная продукция (древесина, ягоды, грибы и т. п.) и которая отражается как фак-

тор производства материальных благ в природном учете.

Благодаря продукционной функции экосистем (первичная и вторичная продукция экосистем) проявляются разнообразные «невесомые» полезности ресурсов природы как носителей экосистемных услуг. Именно продукционная функция определяет существование других функций, диалектически взаимосвязанных.

Различие между природным и экологическим учетами имеет принципиальное значение для выражения стоимостной ценности природных ресурсов и экосистемных услуг. Это различие присутствует как в классификации природных ресурсов и экосистемных услуг, так и в дифференциации нормы дисконтирования для экологической и экономической сфер и существенно влияет на количественное выражение ценности природных благ⁴ (Яковец, 2003; Веклич, 2006).

К настоящему времени сложились две основные концепции экономической оценки природных ресурсов, наиболее пригодных для определения стоимостной ценности экосистемных услуг:

рентная концепция альтернативной стоимости природных ресурсов;

концепция общей экономической стоимости (ценности) природы.

Рентная концепция альтернативной стоимости природных ресурсов исходит из того, что непосредственно и прямо измерить стоимость экосистемных услуг практически невозможно. Наиболее вероятный и реальный путь – альтернативная стоимость экологического эффекта, в качестве которой выступает величина «потерянной» дифференциальной ренты воспроизводственного ресурса, предназначенной для его эксплуатации. Общество идет на потерю экономической ценности ресурса (в виде дифференциальной ренты), чтобы сохранить его экологическую ценность (Неверов, Варапаева, 2013).

Концепция общей экономической ценности (стоимости) природных благ и связанный с ней метод «затраты – выгоды» основывается на широкой трактовке стоимости природных благ, их стоимости использования и стоимости неиспользования, с возмож-

ным и гипотетическим измерением тех или иных структурных элементов ценности: прямая, косвенная, отложенной альтернативы (представители стоимости использования), наследия и осуществления (представители стоимости неиспользования) (Бобылев, Медведева, 1999)⁵. Появление данной концепции дало импульс к использованию и практическому выражению всего многообразия полезностей природы, оценке ее ресурсов для настоящего и будущего поколений.

Вместе с тем в данной концепции содержатся дискуссионные положения. В ней допускается простое суммирование стоимости экосистемных услуг без учета взаимосвязи функций и того факта, что обеспечение одной услуги (функции) вне реализации другой невозможно. Кроме того, в концепции имеет место суммирование стоимости продуктов природы (древесины, ягод, грибов и т. п.), обладающих рентной ценностью, и стоимости продуктов природопользования (заготовленная древесина, заготовленные ягоды, грибы и т. п.), трансформированных благодаря человеческому труду в готовую для потребления продукцию.

Концепция общей экономической ценности природных благ и разработанный на ее основе методический подход к оценке экосистемных услуг имеет свои ограничения. В связи с большой трудоемкостью расчетов, необходимостью иметь обширную и достоверную информацию по характеристике каждого структурного элемента оценки, начиная от физической характеристики экологического ресурса (рельеф, сток, поглощение углекислого газа и т. п.) и заканчивая проблемой их стоимостного измерения, методика не имеет большого практического выхода. Отдельные позиции методики и полученные результаты целесообразно использовать в качестве дополнительной информации для определения стоимости экосистемных услуг в сравнении с другими методиками их стоимостной оценки, однако не как основной метод расчета.

⁵ Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon D., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. Vol. 387. PP. 253–260. DOI: 10.1016/S0921-8009(98)00020-2; Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis Report*. Island Press, Washington, DC.

⁴ Неверов А.В. 1990. *Экономика природопользования: учебное пособие*. Минск: Вышэйшая школа.

Как и в других странах, в Республике Беларусь на протяжении многих десятилетий проводились и проводятся многочисленные исследования по экономической и эколого-экономической оценке природных ресурсов. Были приняты два нормативных документа:

- технический кодекс установившейся практики ТКП 17.02-10-2013 (02120) «Порядок проведения стоимостной оценки экосистемных услуг и определения стоимостной ценности биологического разнообразия»;

- технический кодекс установившейся практики ТКП 17.02-15-2016 (33140) «Порядок проведения экономической оценки природно-ресурсного потенциала административно-территориальной единицы (района)».

Оба документа получили широкое признание в стране (Варапаева, Смаль, Мисюченко, 2019)⁶ и за рубежом (Тихонова, 2019).

В ТКП достигнут методологический компромисс между концепцией общей экономической ценности природных благ и рентной концепцией альтернативной стоимости природных ресурсов с помощью двух систем показателей:

интегральная стоимостная оценка экосистемных услуг (ИСОЭУ);

поэлементная стоимостная оценка экосистемных услуг (ПСОЭ).

Интегральная стоимостная оценка экосистемных услуг, которая для системы экологического учета является ведущей, базируется на рентной концепции альтернативной стоимости, выраженной с помощью воспроизводственной ренты и выделенной из ее состава ренты экологической (Неверов, Мясилевич, Равино, 2020).

Воспроизводственная рента – категория нормативной экономики. Используя альтернативную стоимость дифференциальной (экономической) ренты (с учетом особенностей воспроизводства в экологической сфере) в качестве стоимостного изме-

рителя экологического эффекта (стоимостной ценности экологического ресурса), воспроизводственная рента выражает должное отношение к сохранению природы, естественного равновесия, достижению консенсуса между экологическими и экономическими интересами природопользования.

В отличие от дифференциальной ренты позитивной экономики, дифференциальная рента нормативной экономики выражает ее предельно необходимый уровень, обеспечивающий мотивацию бережного и эффективного отношения к ресурсам природы, в том числе и экологическим. Согласно ТКП 17.02-10-2013 (02120), стоимостная оценка экосистемных услуг лесов (удельная экологическая рента, руб./м³) рассчитывается по формуле:

$$R_y = \frac{Ц \cdot K_r}{1 + P + K_r} \cdot K_{\text{вых}} \cdot K_{\text{х.д.п.}}, \quad (3)$$

где R_y – удельная экологическая рента;

$Ц$ – рыночная цена основного продукта природопользования, руб./м³;

P – коэффициент эффективности (рентабельности) производства продукции в результате эксплуатации основного продукта природопользования, 0,2;

K_r – коэффициент эффективности воспроизводства основного продукта природопользования, 0,3;

$K_{\text{вых}}$ – коэффициент выхода конечной основной продукции природопользования с единицы природного сырья;

$K_{\text{х.д.п.}}$ – коэффициент хозяйственной ценности древесной породы.

В контексте положений экосистемного учета лесов требуется корректировка приведенной формулы в направлении ее увязки с основным объектом экосистемного учета – древесным запасом, а также со спецификой проявления экосистемных услуг в разрезе категорий лесов и их социально-экологической ценности.

Учитывая данные обстоятельства, формула удельной экологической ренты (R_y), построенной на основе рентной концепции альтернативной стоимости в разрезе древесных пород конкретного возраста, выглядит следующим образом:

$$R_y = R_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (4)$$

⁶ Будевич Д.И., Головатый С.Е. 2018. Методические подходы к определению стоимостной оценки экосистемных услуг и биологического разнообразия луговых угодий Республики Беларусь. Сахаровские чтения. *Экологические проблемы XXI века: материалы Международной научной конференции*. Ч. 3. С. 26–27; Заранко М.С., Головатый С.Е. 2017. Стоимостная оценка экосистемных услуг и биологического разнообразия лесной экосистемы. Сахаровские чтения. *Экологические проблемы XXI века: материалы Международной научной конференции*. Ч. 2. С. 137–138.

где R_6 – базовое значение удельной ренты, руб./м³;

K_1 – коэффициент, учитывающий хозяйственную ценность древесных пород (согласно ТКП 17.02-10-2013 (02120));

K_2 – коэффициент, учитывающий фактор времени на основе метода дисконтирования; норма дисконта принимается для эксплуатационных лесов 0,02, для других категорий – 0,01;

K_3 – коэффициент социально-экологической ценности лесов, в зависимости от их категории защитности (1 – для эксплуатационных лесов; 1.1 – для защитных лесов; 1.2 – для рекреационно-оздоровительных лесов; 1.3 – для природоохранных лесов).

Базовое значение удельной экологической ренты равняется:

$$R_6 = \frac{C_n \cdot K_r}{1 + P + K_r} \cdot K_{\text{вых}}, \quad (5)$$

где C_n – рыночная цена основного продукта природопользования (по лесоматериалам хвойных пород, согласно данным товарной биржа (2020 г.), принимается на уровне 50 руб./м³);

$K_{\text{вых}}$ – коэффициент выхода основного продукта, 0,85.

При достоверной информации о ежегодном изменении древесного запаса стоимостная оценка экосистемных услуг конкретной древесной породы конкретной категории лесов рассчитывается по следующей формуле (применительно ко всей лесной территории или на 1 га):

$$C_{yij} = R_{yij} \cdot I_j, \quad (6)$$

где C_{yij} – стоимость экосистемной услуги i -й древесной породы конкретного возраста j -категории лесов;

R_{yij} – удельная экологическая рента, продуцируемая i -й древесной породой j -й категории лесов;

I_j – ежегодное изменение древесного запаса, м³.

При отсутствии достоверной информации о ежегодном изменении древесного запаса, учитывая основные положения теоретической модели оптимального леса⁷,

стоимостная оценка экосистемных услуг лесов рассчитывается по следующей формуле (применительно ко всей площади лесной территории или на 1 га):

$$C_{yij} = R_{yij} \cdot Z \cdot \frac{P_e}{100}, \quad (7)$$

где Z – древесный запас, м³;

P_e – процент ежегодного пользования древесным запасом (ежегодное продуцирование экосистемных услуг, % от запаса).

Процент ежегодного пользования древесным запасом рассчитывается по следующей формуле:

$$P_e = \frac{200}{I}, \quad (8)$$

где I – оборот рубки, лет (определяется на основе возраста рубки).

Приведенная схема расчета стоимости экосистемных услуг может дополняться поэлементной стоимостной оценкой экосистемных услуг, основанной на концепции общей экономической ценности природных благ. Из всех видов поэлементной стоимостной оценки экосистемных услуг своей актуальностью выделяется функция углерододепонирующей способности экосистем. Предложенный метод физического и стоимостного учета экосистемных услуг лесов апробирован на примере лесов Беларуси.

Апробация методических положений физического и стоимостного измерения экосистемных услуг лесов

В концентрированном виде основное содержание методических положений физического и стоимостного измерения экосистемных услуг лесов выражают:

- 1) показатели физического измерения:
 - древесный запас, м³;
 - ежегодное изменение древесного запаса, м³ и м³/га;
 - ежегодное пользование древесным запасом всеми видами рубок, м³ и м³/га;
 - эффективность воспроизводства древесного запаса, в относительных единицах;
 - процент пользования древесным запасом, %.
- 2) показатели стоимостного измерения:
 - капитальная стоимостная оценка экосистемных услуг (в разрезе категорий лесов);

⁷ Лучин Н.П. 1991. *Лесоустройство*: учебник. Москва: Экология. 400 с.

текущая стоимостная оценка экосистемных услуг (в разрезе категорий лесов).

С позиции физического измерения экосистемных услуг древесный запас рассматривается в разрезе категорий лесов, при этом дифференцируются их основные полезности и функции.

В табл. 4 приводится общая характеристика древесного запаса как носителя (продуцента) экосистемных услуг, из которой видно, что на долю эксплуатационных лесов, где доминируют обеспечивающие услуги, приходится 62,61%, а на остальные категории лесов – 37,39%.

С учетом социально-экологической ценности каждой категории лесов территориаль-

ную специализацию продуцирования экосистем определяет защитно-рекреационное, природоохранно-обеспечивающее направление воспроизводства лесных ресурсов.

Устойчивое продуцирование экосистемных услуг связано не только с необходимостью реализации указанного направления специализации, но и с соблюдением баланса использования и воспроизводства древесного запаса. На это указывают коэффициент эффективности воспроизводства древесного запаса и процент пользования древесным запасом.

Представленные в табл. 5 и на рис. 2 данные свидетельствуют о том, что в лесах Беларуси, наряду с возрастанием общего запаса насаждений, наблюдается нежелательная тенденция. Темпы выбытия ресурсов древесины начинают преобладать над темпами их приращения, что актуализирует проблему строгого нормативного лесопользования (в рамках всех видов рубок и антропогенных нагрузок на лесные экосистемы). Ее эффективное решение нельзя осуществить вне физического инструментария экосистемного учета лесов и целенаправленной мотивации воспроизводства древесного запаса на экономической основе. Для реализации стоимостной оценки услуг лесов, согласно вышеприведенной формуле

Таблица 4
Общий запас насаждений в разрезе категорий лесов, 2021 г.

Категория лесов	Общий запас	
	тыс. м ³	%
Природоохранные	284 999,80	15,66
Рекреационно-оздоровительные	63 546,80	3,49
Защитные	332 083,00	18,24
Эксплуатационные	1 139 506,30	62,61
Всего	1 820 136,00	100,0

Источник. Авторская разработка.

Таблица 5
Оценка ежегодного продуцирования и пользования древесным запасом

Год	Общий запас лесных насаждений, млн м ³	Годовое изменение запаса, млн м ³	Заготовлено ликвидной древесины, млн м ³	Коэффициент эффективности воспроизводства древесного запаса леса	Пользование древесным запасом, %
1994	1093,2	25,0	9,10	1,015	0,83
2001	1339,9	28,2	11,50	1,012	0,86
2005	1413,8	28,3	14,10	1,010	1,00
2010	1598,2	30,9	15,50	1,010	0,97
2011	1635,6	31,4	17,70	1,008	1,08
2012	1669,3	31,7	18,10	1,008	1,08
2013	1692,7	31,9	18,50	1,008	1,09
2014	1714,7	32,1	19,60	1,007	1,14
2015	1739,9	32,1	18,50	1,008	1,06
2016	1772,5	32,3	21,10	1,006	1,19
2017	1796,0	32,7	23,80	1,005	1,33
2018	1807,9	32,7	28,60	1,002	1,58
2019	1831,8	32,9	27,00	1,003	1,47
2020	1831,8	33,4	27,00	1,003	1,47
2021	1857,6	33,8	27,00	1,004	1,45

Источник. Авторская разработка.



Рис. 2. Динамика эффективного воспроизводства и пользования древесным запасом леса
 Источник. Авторская разработка.

(4), была рассчитана удельная экологическая рента в разрезе древесных пород, возраста и категории лесов с учетом их социально-экологической ценности (табл. 6). Как видим, на значение удельной экологической ренты значительное влияние оказывают фактор времени (в зависимости от возраста насаждения), а также вид древесной породы и категория лесов.

Более существенное влияние фактора времени проявляется в эксплуатационных лесах (обеспечивающих экосистемные услуги), ориентированных на экономический интерес природопользования, в отличие от лесов других категорий, где доминирует экологический интерес продуцирования древесного запаса.

Результаты стоимостной оценки экосистемных услуг лесов Республики Беларусь представлены в табл. 7. Согласно принятой схеме, в начале рассчитывалась капитальная оценка, а затем с помощью переводного коэффициента (на основе процента ежегодного лесопользования) капитальная оценка переводилась в текущую, которая выражает ежегодный размер экосистемных услуг в стоимостном виде. Как видим, ежегодная текущая стоимостная оценка экосистемных услуг лесов Республики Беларусь составляет 191 732 тыс. руб., а на 1 га покрытой лесом площади – 25,5 руб.

С практической точки зрения, результаты стоимостной оценки экосистемных услуг целесообразно сравнить с таковыми,

полученными другими авторами с применением отличных или близких по методологии подходов.

Расчеты стоимостной оценки отдельных и полезных функций лесов на основе метода затрат (цены) их возможного технического замещения говорят о больших расхождениях в количественном выражении самих оценок, их логической несопоставимости и уязвимости.

Например, в одной из последних работ стоимость отдельных полезных функций леса составила (долл./га) (Логинова, Лыкова, Васильева, 2018):

- углерододепонирующей – 204;
- кислородопродуцирующей – 1099;
- пылепоглотительной – 24;
- обеспечивающей (поставка древесины) – 40.

По своему теоретическому построению данный вид оценки, согласно ТКП 17.02-10-2013 (02120), относится к поэлементной.

Исходя из приведенных данных, нетрудно заметить, что «невесомые» полезности леса (углерододепонирование, кислородопродуцирование и др.) превышают обеспечивающую экосистемную услугу более чем в 50 раз и требуют особого теоретического объяснения, которое исходит из философии глобальной ценности природы и выходит за логические рамки национального счетоводства.

В работе «Стоимость мировых экосистемных услуг и природного капитала»

Значение удельной экологической ренты по возрастным группам, руб./м³

Порода	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые
Природоохранные леса				
Сосна	4,42	6,63	8,95	11,05
Ель	4,42	6,63	8,95	11,05
Дуб	9,12	14,92	22,38	27,62
Береза	4,15	5,40	6,56	7,29
Ольха черная	4,15	5,40	6,56	7,29
Осина	3,88	4,74	5,48	6,07
Рекреационно-оздоровительные леса				
Сосна	4,08	6,12	8,26	10,20
Ель	4,08	6,12	8,26	10,20
Дуб	8,41	13,77	20,65	25,50
Береза	3,83	4,98	6,05	6,73
Ольха черная	3,83	4,98	6,05	6,73
Осина	3,59	4,37	4,21	5,61
Защитные леса				
Сосна	3,74	5,61	7,59	9,35
Ель	3,74	5,61	7,59	9,35
Дуб	7,70	12,65	18,92	23,43
Береза	3,52	4,62	5,50	6,16
Ольха черная	3,52	4,62	5,50	6,16
Осина	3,30	3,96	4,62	5,17
Эксплуатационные леса				
Сосна	1,45	3,15	5,70	8,33
Ель	1,45	3,15	5,70	8,33
Дуб	2,34	6,38	14,24	20,83
Береза	1,90	3,14	4,60	5,40
Ольха черная	2,30	3,65	4,60	5,40
Осина	1,59	2,60	3,83	4,58

Источник. Авторская разработка.

представлена экономическая стоимость 17 экосистемных услуг для 16 биомов⁸.

Глобальная стоимость экосистемных услуг, расчет которой основан на методологии общей экономической ценности природы, составила не менее 33 трлн долл. США (в конце 90-х годов прошлого века) при ве-

личине мирового продукта 18 трлн долл. США, т. е. превысила последний в 1,8 раза.

Если рассматривать экосистемные услуги как вклад в мировой продукт (с позиции глобальной производственной функции), то приведенная стоимость является нереальной (часть не может быть больше целого). Но если экосистемные услуги вывести из состава частных благ и трактовать

⁸ DOI: 10.1016/S0921-8009(98)00020-2

Таблица 7

Стоимостная оценка экосистемных услуг лесов Республики Беларусь

Категории лесов	Капитальная		Текущая	
	Покрытая лесом площадь, тыс. руб.	1 га покрытой лесом площади, руб./га	Покрытая лесом площадь, тыс. руб.	1 га покрытой лесом площади, руб./га
Природоохранные	2 140 563	1640	49 232,0	37,7
Рекреационно-оздоровительные	389 624	1503	9141,5	35,3
Защитные	1 340 829	931	31 509,5	21,9
Эксплуатационные	4 218 974	887	101 255,0	21,3
Всего	8 089 990	1061	191 732,0	25,5

Источник. Авторская разработка.

их как блага общие, то стоимость экоблаг в 33 трлн долл. США, по мнению авторов статьи, является заниженной.

Преобладающая стоимость экосистемных услуг всегда будет находится вне системы и интересов рынка. Прежде всего речь идет о таких услугах, как регулирование газа (1,3 трлн долл. США), регулирование нарушений (1,8 трлн долл. США), переработка отходов (2,3 трлн долл. США) и круговорот элементов питания (17 трлн долл. США в год). Приблизительно 63% стоимости приходится на водные системы (20,9 трлн долл. США в год), в том числе прибрежные системы – 10,6 трлн долл. США в год. Около 38% составляет доход от наземных систем, главным образом лесов (4,7 трлн долл. США в год) и заболоченных территорий (4,9 трлн долл. США в год).

Если выделять лесные экосистемы из общей глобальной стоимости экосистемных услуг, то их доля ориентировочно составляет 14-15%, а стоимостные экосистемные услуги на 1 га – приблизительно 1200–1300 долл. США ежегодно. В таком случае ежегодную экологическую производственную стоимость 1 м³ леса можно оценить ориентировочно в более 500 долл. США, что превышает в десять раз стоимость обеспечивающей экосистемной услуги, обладающей реальной рыночной стоимостью.

Приведенные данные говорят о необходимости дифференциации системы учета, выделения уровней глобальной и национальной оценки услуг.

По данным Государственного лесного кадастра Республики Беларусь, капитальная стоимость 1 га покрытой лесом земли, основанная на поэлементном методе, составляет 3,6 тыс. руб.⁹, что определяет текущую оценку экосистемных услуг в размере 85,32 руб./га и более чем в три раза выше интегральной оценки.

Вышеизложенное говорит о том, что экосистемный учет природных ресурсов, в том числе лесов, делает свои первые шаги и испытывает большие трудности методологического и прикладного характера. Каждый вид стоимостной оценки экосистемных услуг должен найти свое рыночное и

внерыночное применение, тем самым обогатить систему национального и международного счетоводства.

Представленный в данной работе метод стоимостной оценки экосистемных услуг лесов важен не только с позиции развития экологического учета в системе национального счетоводства, но и с точки зрения обоснования участия государства в финансировании лесного хозяйства и укрепления общей полезности лесов, что связано с удовлетворением экосистемных потребностей и выполнением международных обязательств.

Стоимостная оценка экосистемных услуг лесов Беларуси, основанная на интегральном методе, как уже было отмечено, составляет 191 млн руб., что сопоставимо с размером бюджетного финансирования лесного хозяйства (327,6 млн руб.)¹⁰ и выступает дополнительным аргументом в пользу последнего. В связи с этим стоимостная оценка экосистемных услуг лесов является не только важным элементом экологического учета, но и дополнительным экономическим инструментом обоснования стратегии развития лесного хозяйства и источников его финансирования.

* * *

Экосистемный учет лесов – самостоятельное направление в системе формирующегося экологического учета национальной статистики, обусловленное необходимостью удовлетворения экологических потребностей и развития инструментов устойчивого природопользования.

Основное содержание экосистемного учета лесов определяют показатели физического и стоимостного учета лесов.

Базой физического измерения экосистемных услуг лесов выступают учет древесного запаса, изменение его величины во времени под влиянием разных видов рубок и естественных процессов приращения древесины. Непосредственный носитель экосистемных услуг лесов – ежегодное изменение древесного запаса (ежегодный прирост древесины).

⁹ URL: https://belgosles.by/?page_id=580

¹⁰ Бюджет Республики Беларусь для граждан на 2022 г. Минск: Министерство финансов Республики Беларусь.

Детализацию экосистемных услуг лесов определяет их классификация, основанная на функциональном различии категорий лесов и дифференциации их социальной ценности.

В качестве интегрального показателя физического учета предлагается коэффициент эффективности воспроизводства древесного запаса, основанного на балансе его «прихода» и «расхода».

Для стоимостного измерения экосистемных услуг лесов целесообразно использовать экологическую ренту, рассчитанную на основе интегрального метода, а при необходимости – информацию о глобальной ценности экосистемных услуг, применяя метод поэлементной оценки.

Предлагаемый методический подход может служить эффективным инструментом национального счетоводства в сфере природопользования, в том числе в лесном хозяйстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

Бобылев С.Н., Тишкова А.А. (Ред.). 1999. *Экономическая оценка биоразнообразия*. Москва: Центр подготовки и реализации проектов технического содействия. [Bobylev S.N., Tishkova A.A. (Eds.). 1999. *The economic valuation of biodiversity*. Moscow: Tsentr podgotovki i realizatsii proektov tekhnicheskogo sodeystviya. (In Russ.)]

Варапаева О.А., Смаль Я.Г., Мисюченко В.М. 2019. Методика стоимостной оценки экосистемных услуг и биоразнообразия на примере лесных фитоценозов Брестской области. *Труды БГТУ. Серия 5. Экономика и управление*. № 1. С. 59–64. [Varapaeva O.A., Smal Y.G., Misyuchenko V.M. 2019. Methods of cost estimation of the ecosystem services and biodiversity on the example of forest phytocenoses of the Brest region. *Trudy BGTU. Seriya 5: Ekonomika i upravlenie*. No 1. PP. 59–64. (In Russ.)]

Веклич О.О. 2006. Экологическая рента: сущность, разновидности, формы. *Вопросы экономики*. № 11. С. 104–110. [Veklich O. 2006. Ecological rent: essence, varieties, forms. *Voprosy ekonomiki*. No 1. PP. 104–110. (In Russ.)]

Войтов И.В., Неверов А.В., Равино А.В., Малашевич Д.Г. 2019. Климатоориентированная стратегия развития лесного хозяйства. *Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление*. № 1. С. 34–40. [Voitau I.V., Neverov A.V., Ravino A.V.,

Malashevich D.G. 2019. Climate-oriented strategy of forest development. *Trudy BGTU. Seriya 5: Ekonomika i upravlenie*. No 1. PP. 34–40. (In Russ.)]

Логинов А.А., Лыков И.Н., Васильева М.А. 2018. Укрупненная оценка стоимости экосистемных услуг леса. *Проблемы региональной экологии*. № 3. С. 120–124. [Loginov A.A., Lykov I.N., Vasilyeva M.A. 2018. The integrated assessment of the value of forest ecosystem services. *Problemy regional'noy ekologii*. No 3. PP. 120–124. (In Russ.)]

Неверов А.В., Варапаева О.А. 2013. Стоимостная оценка экосистемных услуг и биологического разнообразия. *Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление*. № 7. С. 95–100. [Neverov A.V., Varapaeva O.A. 2013. Valuation of ecosystem services and biological diversity. *Trudy BGTU. Seriya 5: Ekonomika i upravlenie*. No 7. PP. 95–100. (In Russ.)]

Неверов А.В., Бахед Х.А. 2021. Экологический капитал: содержание и формирование системы учета. *Актуальные вопросы современной экономической науки: теория и практика*. Вып. 1. Гомель: Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины. С. 179–182. [Neverov A.V., Bahedh H.A. 2021. Ecological capital: maintenance and formation of the accounting system. *Aktual'nye voprosy sovremennoy ekonomicheskoy nauki: teoriya i praktika*. Iss. 1. Gomel': Gomel'skiy gosudarstvennyy universitet imeni F. Skoriny. PP. 179–182. (In Russ.)]

Неверов А.В., Масилевич Н.А., Равино А.В. 2020. Воспроизводство экологического капитала: концепция и стоимостные инструменты реализации. *Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление*. № 1. С. 48–56. [Neverov A.V., Masilevich N.A., Ravino A.V. 2020. Reproduction of ecological capital: concept and value implementation tools. *Trudy BGTU. Seriya 5: Ekonomika i upravlenie*. No 1. PP. 48–56. (In Russ.)]

Полещук Е.А. 2020. Система экосистемных индикаторов, характеризующих лесные ресурсы Республики Беларусь. *Бухгалтерский учет и анализ*. № 10. С. 26–32. [Poleshchuk E.A. 2020. System of ecosystem indicators characterizing forest resources of the Republic of Belarus. *Bukhgalterskiy uchet i analiz*. No 10. PP. 26–32. (In Russ.)]

Полещук Е.А. 2021. Методологические положения построения счетов природно-экономического учета лесных ресурсов в Республике Беларусь. *Вопросы статистики*. Т. 28. № 1. С. 69–79. [Poleshchuk E.A. 2021. Methodological provisions for the formation of the environmental-economic accounting for forest resources in the Republic of Belarus. *Voprosy statistiki*. Vol. 28. No 1. PP. 69–79. (In Russ.)]

Тихонова Т.В. 2019. Экосистемные услуги: пути практического использования. *Проблемы развития территории*. № 1. С. 25–39. [Tikhonova T.V. 2019. Ecosystem services: Ways of their practical application. *Problemy razvitiya territorii*. No 1. PP. 25–39. (In Russ.)]

Яковец Ю.В. 2003. *Рента, антирента, квази-рента в глобально-цивилизационном измерении*. Москва: Академкнига. 240 с. [Yakovets Yu.V. 2003. *Rent, anti-rent, quasi-rent in the global civilization dimension*. Moscow: Akademkniga. 240 p. (In Russ.)]

ECOSYSTEM SERVICES OF FORESTS IN BELARUS: PHYSICAL AND VALUE MEASUREMENT

Alexsandr Neverov¹ (<https://orcid.org/0000-0003-2563-0490>),

Hayder Bahedh¹ (<https://orcid.org/0000-0003-4287-9474>)

Authors affiliation: ¹ *Belarusian State Technological University* (Minsk, Belarus).

Corresponding author: Alexsandr Neverov (neverov2007@tut.by).

ABSTRACT. The article considers the essential issues of physical and cost measurement of forest ecosystem services in the system of national accounting.

Timber stock is suggested to be the basis of the physical measurement. Taking into account the categories of forests, a classification of ecosystem services and the differentiation of their social value are introduced.

The authors propose to consider ecological rent as a cost instrument for measuring ecosystem services of forests. The methodological approach is tested on the example of the forests of Belarus.

KEYWORDS: forests ecosystem services, physical and cost measurement, ecosystem accounting, ecological rent.

JEL-code: Q23, Q57, P28.

DOI: 10.46782/1818-4510-2022-2-107-121

Received 14.04.2022

In citation: Neverov A.V., Bahedh H.A. 2022. Ecosystem services of forests in Belarus: physical and value measurement. *Beloruskiy ekonomicheskiy zhurnal*. No 2. PP. 107–121. DOI: 10.46782/1818-4510-2022-2-107-121 (In Russ.)

