

# Подходы к измерению экосистемных услуг на территории лесопользования

Т.В. Тихонова

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар

tikhonova@iespn.komisc.ru

## Аннотация

Анализ методологических приемов и примеров оценки экосистемных услуг как элементов природного капитала стал предметом исследования. Выявление приемлемых подходов оценки ключевых экосистемных услуг для территории лесопользования Республики Коми явилось целью исследования. Лесной сектор чрезвычайно важен для экономического благополучия региона. В связи с этим рассмотрены и определены показатели ключевых услуг лесных экосистем – сохранения биоразнообразия, водоохранной и водорегулирующей функций, поглотительной способности углекислого газа. Для измерения предлагаются два подхода: региональный (по лесничествам и районам) и корпоративный (по бассейнам малых рек). Региональный подход использует сведения красных книг России и Республики Коми, статистические данные, информацию по лесоустройству лесничеств и состоянию окружающей среды на территории региона. Корпоративный подход опирается на более детальные показатели: площади лесов высокой природоохранной ценности и ключевых биотопов, качественные характеристики лесов бассейнов малых рек на арендной площади. Оценка природного капитала должна стать основой эффективного использования природных активов, ответственного лесопользования и устойчивого лесопользования.

## Ключевые слова:

Экосистемный учет, экосистемные услуги, биоразнообразие, водорегулирование и водоохрана, поглощение углекислого газа

*Не существует единого правильного способа оценки экосистемных услуг. Однако есть неправильный способ – вообще не делать этого.  
Robert Costanza.*

## Введение

Экосистемные услуги определяются как функции и процессы экосистем, которые прямо или косвенно приносят пользу людям, независимо от того, воспринимают они эти выгоды или нет [1].

# Approaches to measuring ecosystem services on a forest management territory

T.V. Tikhonova

Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North, Federal Research Center Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar

tikhonova@iespn.komisc.ru

## Abstract

Analysis of methodological techniques and examples of assessing ecosystem services as elements of natural capital has been the subject of the research. Identification of acceptable approaches for assessing key ecosystem services for the Komi Republic forest management area has been the purpose of the study. The forest sector is extremely important for the economic well-being of the region. In this regard, indicators of key services of forest ecosystems are considered and determined – biodiversity conservation, water protection and water regulation functions, and carbon dioxide absorption capacity. Two approaches are proposed for the measuring: regional (by forestry and districts) and corporate (by small river basins). The regional approach uses information from the Red Book of Russia and the Komi Republic, statistics, information on the forest management of forestries and the state of the environment in the region. The corporate one is based on more detailed indicators: the area of forests of high environmental value and key biotopes; quality characteristics of forests of small river basins on a rental area. The natural capital accounting should be the basis for the effective use of natural assets and for responsible and sustainable forest management.

## Keywords:

Ecosystem accounting, ecosystem services, forest and water ecosystems, biodiversity, water regulation and water protection, carbon dioxide absorption

Структурно экосистемные услуги разделяются на обеспечивающие (продукционные), регулирующие, культурные и вспомогательные. Продукционные услуги обеспечивают древесину, натуральные волокна, пресную воду, генетические, декоративные и лечебные ресурсы. Регу-

лирующие – способствуют снижению паводков, защите от наводнений, регулированию водоснабжения, очистке воды, поддержанию качества воздуха, опылению, борьбе с вредителями и контролю климата. Культурные услуги в сочетании с произведенным, человеческим и социальным капиталом формируют рекреационную, эстетическую, научную, культурную самобытность, чувство места. Вспомогательные услуги характеризуют основные экосистемные процессы: почвообразование, первичную продуктивность, биогеохимию, круговорот питательных веществ и обеспечение среды обитания. Эти функции экосистемы косвенно способствуют благополучию человека, поддерживая процессы, необходимые для предоставления других услуг [1].

Измерение экосистемных услуг может быть выполнено в денежных единицах, единицах времени и труда или в относительных единицах с использованием различных показателей. Такие показатели применяются для определения приоритетов и сравнения экосистем и их услуг. Они включают количество людей, пользующихся этими услугами, их предпочтения, стоимость получения или сохранения доступа к услуге, а также наличие и стоимость заменителей. Экосистемный учет – это комплекс информации о состоянии экосистем: об измерениях (в единицах); изменениях (в динамике) и оценке влияния хозяйственной деятельности человека. Он необходим для принятия управленческих решений на уровне территориальных объектов (лесничеств, муниципальных районов, особо охраняемых природных территорий), предприятий и корпораций и т.д. [2]. В данном исследовании используется измерение экосистемных услуг в физических показателях.

Расширение практики учета природного капитала в последнее десятилетие вызвало появление Протоколов оценки природного капитала [3–5], стандартов оценки финансирования в охрану окружающей среды ISO – ISO 14008 и ISO 14007 и стандартов оценки жизненного цикла ISO 14044, а также последовательное развитие международной Системы эколого-экономического учета с выходом в 2021 г. Белой книги по экосистемному учету [2]. Документы, регламентирующие оценку природного капитала, необходимы предприятиям для осведомления о своих рисках, возможностях и в конечном итоге управления ими. Результаты таких оценок предназначены для внутренних решений, а не для раскрытия информации.

Р. Костанза и его коллеги выделили 17 экосистемных функций и услуг, характеризующих природный капитал [1]. На практике их число ограничивается. Поэтому цель исследования – выявить приемлемые способы оценки ключевых экосистемных услуг для территории лесопользования Республики Коми. Для этого опыт применения национального и корпоративного подходов учета экосистемных услуг адаптирован для условий региона, что является элементом научной новизны. В задачи исследования входят общая характеристика наиболее важных услуг (сохранение биоразнообразия, водорегулирование и водоохрана, поглощение углерода лесными экосистемами), обзор и опыт использования методов их измерения, рекомендации по схеме учета экосистемных услуг в рамках регионально-лесопользования.

## Методы и материалы

В процессе исследования применялись общенаучные методы: абстрактно-логический, сравнительный, аналогий, экспертного анализа. Проведена систематизация показателей оценки экосистемных услуг на основе анализа результатов исследований, зарубежных и отечественных корпоративных отчетов, а также нормативно-правовых и методических международных документов в области регулирования природопользования.

## Результаты исследования способов измерения экосистемных услуг

**Биоразнообразие** (разнообразии внутри и между видами и экосистемами) влияет на состав, структуру и функции экосистем и является неотъемлемой частью измерения их состояния [2]. Согласно Конвенции о биоразнообразии (1992 г.), биологическое разнообразие – это нечто большее, чем растения, животные и микроорганизмы и их экосистемы – речь идет о потребности людей в продовольственной безопасности, лекарствах, свежем воздухе и воде, чистой и здоровой окружающей среде. Такой же комплексный характер сочетания биологических и социальных характеристик имеет определение Протокола биоразнообразия. Биоразнообразие имеет решающее значение для здоровья и стабильности природного капитала, обеспечивая устойчивость к стрессовым ситуациям (наводнениям и засухе), оно поддерживает фундаментальные природные процессы. Биоразнообразие может приносить пользу само по себе (как культурная ценность сохранения видов) и вносить вклад в другие услуги (например, рекреацию, наблюдение за птицами, сохранение генетических ресурсов) [5].

Между биоразнообразием и предоставлением экосистемных услуг существует важная и сложная взаимосвязь. Биоразнообразие влияет на количество, качество и устойчивость предоставления экосистемных услуг и может рассматриваться как мера качества и устойчивости активов природного капитала.

Работа по оценке биоразнообразия находится в центре внимания ряда глобальных и национальных организаций. Среди них Межправительственная научно-политическая платформа по биоразнообразию и экосистемным услугам, Партнерство по индикаторам биоразнообразия, Глобальный информационный фонд по биоразнообразию. Важную роль играет деятельность по составлению Красного списка видов, находящихся под угрозой исчезновения Международного союза охраны природы (МСОП), Красного списка экосистем, ключевых районов биоразнообразия [2]. Для сохранения исчезающих биотопов проводится скоординированный крупномасштабный мониторинг данных об окружающей среде. Он необходим для всеобъемлющей глобальной сети наблюдений и достижения целей и задач Стратегического плана в области биоразнообразия [6].

**Показатели.** Показатели биоразнообразия – измеримые характеристики, которые предоставляют информацию об изменяющемся элементе биоразнообразия [7]. На основе анализа исследований можно провести их группировку по

параметрам измерения количества, качества и сохранности биоразнообразия.

Количественные характеристики включают численность и богатство видов, число редких и инвазивных видов, а также площадь их распространения [8]. Существующие Красные списки МСОП, красные книги РФ и ее субъектов отражают принадлежность тех или иных видов к глобальному, национальному или региональному уровням. В настоящее время в Красном списке МСОП отражено состояние более 98 500 представителей живой природы, из которых более 27 тыс. видов находятся под угрозой исчезновения. Красная книга РФ содержит систематически обновляемые сведения о состоянии и распространении редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных, дикорастущих растений и грибов, а также некоторых подвидов и локальных популяций.

В международной Системе эколого-экономического учета предлагается проводить измерение «статуса видов», запасов (численности) и площади распространения, и выделять четыре группы видов: вызывающие озабоченность (например, находящиеся под угрозой исчезновения); важные для экосистемных услуг; имеющие социальное или культурное значение; необходимые для функционирования экосистемы [5].

Биологическое качество экосистем характеризуют показатели состава, биомассы флоры и фауны. Другими аспектами, которые оцениваются в меньшей степени, являются образ жизни и питание, мобильность, трофические уровни и среда обитания взрослых особей [8].

Показатели сохранения биоразнообразия наиболее распространены при учете воздействия хозяйственной деятельности. В эту группу входят агрегированные индикаторы состояния биоразнообразия. Метрика, характеризующая биотическую целостность, фиксирует среднюю численность видов в нарушенной среде обитания по сравнению с их численностью в ненарушенной среде [9]. Аналогично рассчитывается «индекс сохранности биоразнообразия»: как отношение средней численности местных наземных видов в регионе к численности эталонных популяций. Индекс не детализирует состав видов в районе, но дает общее представление о сохранности экосистемы [10, 11].

Опосредованным показателем могут быть затраты на обучение персонала, которые широко распространены на практике в качестве меры, способствующей сохранению биоразнообразия. К факторам, оказывающим негативное воздействие на сохранение биоразнообразия, относятся плотность населения, наличие и густота дорожной сети, а также другой инфраструктуры; изменение среды обитания за счет изменения климата, ведения хозяйственной деятельности и неконтролируемого изъятия объектов живой природы (браконьерства) [12].

**Опыт практического использования.** SCA (шведская компания по лесозаготовке и переработке древесины) инвестирует в регулярное обучение всех сотрудников компании по вопросам охраны природы. Помимо этого, согласно природоохранному отчету, предприятие с помощью мониторинга выявляет разнообразие видов флоры и фауны, занесенных в Красный список Швеции [13].

ОАО Монди Сыктывкарский ЛПК в соответствии с требованиями FSC-сертификации для поддержания биоразнообразия выделяет леса высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ) и ключевые биотопы. В состав ключевых биотопов входят открытые участки (болота, прогалины, суходольные луга и т.д.); водоемы и заболоченные участки (затапливаемые участки в поймах рек, временных водотоков, участки вокруг родников и ключей и т.п.); участки с уникальным рельефом и наличием редких пород (карстовые воронки, участки древостоя липы или кедра и т.д.), а также леса, отличающиеся породным составом и наличием ключевых элементов леса (мертвой древесины, крупного валежа, высоких пней) [14]. На участках ЛВПЦ сосредоточены разнообразные биологические виды регионального или национального значения, эндемичные и находящиеся под угрозой исчезновения биологические виды; экосистемы и местообитания редких видов биоты; места традиционного природопользования [15]. В дополнение к существующей природоохранной сети в процессе лесозаготовки ОАО Монди СЛПК сохраняет участки, составляющие от 5 до 10 % площади лесосеки [16].

Крупная лесная австралийская компания Forico, управляющая плантационным хозяйством, демонстрирует сочетание картирования местоположения известных видов и моделирования среды обитания. На основе оригинальной методологии реализована балльная и стоимостная оценки сохранности (степени изменения разнообразия) растительных сообществ и находящихся под угрозой исчезновения видов фауны [17].

**Обсуждение и рекомендации.** Сводный набор показателей, предлагаемых и используемых на практике для оценки биоразнообразия, а также с учетом их специфики, рекомендуемых для работы в регионе, представлен в табл. 1.

Количественные и качественные показатели требуют мониторинга в динамике, который, учитывая огромные площади региона, практически невозможен. По этой же причине трудно выполнимы расчеты степени сохранности биоразнообразия. Данные о количестве редких видов на неохваченных хозяйственной деятельностью территориях включены в красные книги национального и регионального уровней. Именно эти данные могут быть использованы в качестве показателей биоразнообразия. Косвенные показатели отражают факторы, способствующие либо препятствующие сохранению биоразнообразия, и также применяются на практике.

Любая хозяйственная деятельность ведет к нарушению среды обитания охраняемых видов, а значит к сокращению разнообразия состава и численности. Особо охраняемые природные территории (ООПТ), расположенные в одной растительной зоне с лесозаготовительными предприятиями, являются территорией эталонной среды. Учитывая существующую информационную обеспеченность, наиболее приемлемым показателем, характеризующим биоразнообразие лесорастительной территории Республики Коми, можно считать число «краснокнижных» таксонов, которые выявлены на ООПТ лесничеств. Для конкретных лесозаготовительных предприятий рекомендуется учет площадей ЛВПЦ и ключевых биотопов.

## Показатели оценки биоразнообразия

## Biodiversity Assessment Indicators

Предлагаются и используются в мире	Рекомендуются в регионе
Количественные показатели	
Количество видов [8]	Число «краснокнижных» таксонов на уровне региона (по лесничествам)
Численность редких видов: Красный список МСОП; красные книги РФ и субъектов РФ [13, 17, 27]	
Численность инвазивных видов [8]	
Площадь распространения редких видов [2]	
Площадь ЛВПЦ и ключевых биотопов [16]	На территории арендных баз
Качественные показатели	
Образ жизни, питание, мобильность [8]	
Трофические уровни и среда обитания взрослых особей [8]	
Состав и биомасса флоры и фауны [8]	
Показатели сохранности биоразнообразия	
Индекс сохранности биоразнообразия [8]	Сохранность видов относительно ООПТ
Биотическая целостность [9]	
Изменение видового разнообразия [17]	Число «краснокнижных» таксонов
Косвенные показатели	
Плотность населения, инфраструктуры, браконьерство [12]	Для объяснения экстремальных изменений основных показателей
Обучение персонала ведению устойчивых подходов природопользования [13, 16]	Для предприятий

**Водорегулирующие и водоохранные функции леса.** Воснабжение водных объектов является главной задачей, выполнению которой способствуют водорегулирование, водоочистка и водоохрана экосистем. Наличие и качество воды в конкретном месте в той или иной степени зависит от процессов, связанных с регулированием основных потоков воды (включая осадки, сток, инфильтрацию и эвапотранспирацию, ведущих к абсорбции и сбросу воды) и ее очисткой [2].

Лесная экосистема объединяет растительные сообщества и водно-болотные системы и обеспечивает стабильность водного баланса. В ходе лесозаготовительных работ происходит нарушение связей, в результате которого наблюдается ухудшение водно-физических свойств почв, снижается инфильтрационная способность, увеличивается поверхностный сток и, как следствие, усиливается эрозия почвы. В свою очередь, снижается плодородие лесных почв и продуктивность древостоя. Происходит перераспределение стока за счет увеличения поверхностной составляющей и доли весеннего стока. Усиливаются процессы резкого роста стока во время паводков и снижение его в меженный период. Водоохранные свойства «вторичных лесов» не восстанавливаются в течение нескольких десятилетий, особенно там, где наблюдается смена хвойных пород на лиственные [18]. При вырубке 10–50 % лесов на водосборах поверхностный сток увеличивается на 10–20 %, а подземный сток снижается на такую же величину [19].

**Методы и показатели оценки.** Водоохранная роль лесной экосистемы оценивается по величине приращения поверхностного стока за счет прироста лесистости. Зависимость этих величин определяется уравнением [20]:

$$M = -1,02 + 0,068 * L, \quad (1)$$

где  $M$  – модуль стока с 1 км<sup>2</sup> водосборного бассейна,  $L$  – лесистость территории, %.

Такая оценка позволяет простым и информационно доступным способом оценить изменение поверхностного стока.

Другой способ учета водоохранной роли лесов связан с приростом величины осадков над лесопокрытыми территориями, благодаря их увлажняющему действию и образованию турбулентных потоков воздуха. Лесная экосистема способствует увеличению годовых осадков на многих больших водосборных территориях, однако практически не проявляется на малых водосборах. Спелые хвойные леса при возрастании лесистости на 1 % увеличивают величину осадков на территории таежной зоны на 0,8–0,2 мм (8–2 м<sup>3</sup> на 1 га/год). Исследователи Ю.В. Лебедев и И.А. Неклюдов оценивают водоохранную функцию лесов по коэффициенту прироста величины осадков [21]:

$$\beta = L * P / X_{\text{ср}}, \quad (2)$$

где  $\beta$  – коэффициент прироста осадков;  $L$  – лесистость территории, %;  $P$  – прирост осадков на 1 % лесистости (мм);  $X_{\text{ср}}$  – средняя величина годовых осадков (мм). Прирост речного стока определяется произведением лесопокрытой площади и коэффициента прироста осадков.

Величина прироста осадков лишь опосредованно характеризует изменение речного стока, поэтому может быть лишь частью характеристики водоохранной роли лесов.

Результаты исследований изменения стока после проведения сплошных рубок в различных районах лесной зоны показали увеличение стока до 90 %. Изменение годового стока в результате проведения лесозаготовительных работ определяется изменением испарения. Из расчетов, выполненных по данным наблюдений в лесах России, следует, что после сплошных рубок испарение в продуктивных лесах снижается на 50–60 % [22]. От начала зарастания деревьями вырубки и до возраста, характеризующегося наиболее интенсивными процессами, происходит рост испарения и снижение стока с этого участка. По

мнению Ю.В. Карпечко, изменение стока с лесопокрытой площади определяется разницей между величиной стока, сформированного в условиях осуществления деятельности и до ее проведения. Величина стока рассчитывается как произведение площади лесопокрытой территории и годового средневзвешенного испарения. Расчеты конкретизированы по возрастным породам леса и занимаемым ими площадям [23]. Подобные измерения наиболее достоверны на небольших опытных участках, их проведение на обширных территориях затруднительно и, на наш взгляд, не целесообразно.

В качестве характеристики водорегулирующей роли лесов используется среднегодовой прирост подземного стока [21]. Величина среднегодового прироста подземного стока  $\Delta S$  (мм) вычисляется по формуле:

$$\Delta S = X * \alpha * K_1 * \mu * [C_1 * K_2 * K_3 * K_4 - C_2]. \quad (3)$$

Величина среднегодовых осадков  $X$  и доля летних осадков  $\mu$  принимается по СНиП «Строительная климатология». Величина коэффициента речного стока ( $\alpha$ ) определяется в зависимости от природной зоны растительности территории и рельефа местности [24]. Поправочные коэффициенты ( $C_1$  и  $C_2$ ) принимаются в зависимости от лесистости, вида насаждений и механического состава грунтов. Другие поправочные коэффициенты ( $K_1$ – $K_4$ ) устанавливаются в зависимости от заболоченности территории, возраста, бонитета и полноты лесонасаждений [25].

Информация по лесоустройству лесничеств содержит все необходимые данные для определения величины прироста подземного стока. Поэтому способ может быть использован как на уровне региона, так и на арендных площадях лесозаготовителей. При этом количество осадков может определяться ежегодно по данным станций гидрометеорологии и мониторинга, как и поправочные коэффициенты, зависящие от характеристик лесонасаждений.

В международной Системе эколого-экономического учета водорегулирующая услуга оценивается по запасам воды в озерах, реках и ручьях, а также в подземных горизонтах. Регистрируются также прибавки к водным запасам за счет осадков, сокращения из-за забора воды и испарения [2]. Способы измерения этих показателей не конкретизированы. Высокий уровень пространственной детализации может быть обеспечен исключительно гидрологическим моделированием.

**Практика оценки водоохранный-водорегулирующей функции.** Изменение поверхностного речного стока во время половодья, летней и зимней межени было главным показателем оценки гидрологического режима под воздействием сплошных вырубок в бассейне р. Мезени в проекте фонда «Серебряная Тайга» «Оценка долговременного воздействия лесозаготовок на водные ресурсы» [18].

Компания ОАО Монди Сыктывкарский ЛПК соблюдает правила по созданию водоохранных зон по берегам рек, ручьев, озер и болот в соответствии с Водным кодексом (статья 65). Ширина водоохранной зоны устанавливается для рек или ручьев протяженностью от истока: до 10 км – в размере 50 м, от 10 до 50 км – в размере 100 м, от 50 км и более – в размере 200 м. Для расположенных в границах

болот проточных и сточных озер и соответствующих водотоков ширина прибрежной защитной полосы устанавливается в размере 50 м. В корпоративной ГИС выполнено картирование всех крупных рек и их водоохранных зон [16].

Международная Система эколого-экономического учета объективно предлагает фиксировать объемы поверхностного и подземного стоков, учитывая изменения за счет осадков, испарения и изъятия воды разными способами и алгоритмами расчета [2].

Различные подходы имеют свои преимущества и право на использование, что подтверждается материалами Лесных планов субъектов РФ, где есть примеры оценки водоохранной и водорегулирующей функций, опирающиеся на знания привлеченных специалистов и региональную информационную базу [26].

Австралийская компания Forico водорегулирующую функцию оценивала по показателям объемов подачи воды для потребителей из подземных и поверхностных водных источников, а также затрат на организацию защитных лесных полос для предотвращения наносов в реках. На основе данных по климатическим факторам, землепользованию (естественные леса, вырубки, лесные плантации), режиму лесозаготовок и возрасту леса специальная гидрологическая модель водосбора прогнозирует речной и подземный стоки воды и объемы наносов с учетом размещения плотин на территории компании [17].

Комплексное моделирование представляется необходимым современным способом управления водорегулирования на лесной территории, что и демонстрируют зарубежные компании. Оно синтезирует климатические, гидрологические и лесорастительные характеристики для прогнозирования негативных (образование наносов) и позитивных (возможности необходимого объема забора воды для водоснабжения) последствий хозяйственной деятельности предприятий.

**Обсуждение и предложение.** Лесная экосистема способствует стабильности баланса подземного и поверхностного стоков, защищая население и предприятия от воздействия паводков и эрозии почвы. В свою очередь, сбалансированный сток необходим для функционирования самой лесной экосистемы.

Учитывая информационную доступность параметров расчетов, наиболее приемлемыми на региональном уровне являются показатели изменения поверхностного и подземного стоков, рассчитанные для лесничеств по формулам (1) и (3).

Для предприятий, осуществляющих деятельность на арендных площадях, эти услуги лесной экосистемы могут быть измерены теми же показателями, рассчитанными по бассейнам малых рек, а также с использованием данных по площади водоохранных зон.

**Поглощение углекислого газа.** Леса – это огромное хранилище углерода, аккумулированного в живых растениях, их остатках различной степени деструкции, в гумусе и торфах. В зависимости от природно-экономической ситуации леса могут быть либо хранителем (стоком, резервуаром) углерода, либо источником его поступления (эмиссии) в

биосферу. Исследования показали, что запасы углерода и темпы его поглощения лесными экосистемами зависят от продуктивности лесов, их состояния, породного состава, возрастной и товарной структуры [27].

Под поглощением углерода понимаются его годовые приросты во всех пулах лесной экосистемы (фитомассе, мертвой древесине, подстилке, почве). Эти приросты формируются как разность естественных потоков пополнения и вывода углерода из каждого пула. Например, для пула фитомассы – это разность между чистой первичной продукцией и потоками опада и отпада, переводящими углерод в пулы мертвой древесины и подстилки соответственно [28].

Сведения о площадях деструктивных нарушений (рубки, лесные пожары, прочие причины гибели лесных насаждений) к запасам углерода в различных категориях лесных насаждений дают оценку годовых потерь углерода. Масштабы деструктивных нарушений оцениваются двумя способами: по площадям гарей и вырубок с учетом времени их зарастания; по текущим величинам пройденной огнем площади и масштабам рубок [28].

**Измерение.** Экосистемный учет основан на комплексной регистрации накопления (запасов) углерода в почве, растениях, в том числе древесного вида, болотах, торфяниках и т.д. Изменения в запасах углерода будут отражать такие процессы, как заготовка древесины, лесовозобновление, преобразование торфяников в земли сельскохозяйственного назначения и производства, естественное разложение органических материалов и последствий лесных пожаров [2].

Согласно Методическим указаниям по определению объема поглощения парниковых газов, оценка осуществляется для земель лесного (в части лесных земель), водного (водно-болотных угодий) фондов и землями сельскохозяйственного назначения. Расчет бюджета углерода производится по пулам биомассы, мертвой древесины, подстилки и почвы насаждений. Уменьшение поглотительной способности происходит за счет пожаров и рубок. Поэтому в расчетах учитываются площади спелых лесов, сплошных рубок, лесных пожаров; объемный запас стволовой древесины насаждений различных возрастных групп; суммарные запасы углерода подстилки, в слое почвы, мертвой древесине и биомассе на покрытых лесом землях [29].

При расчетах поглощения углерода лесными угодьями шведской компанией SCA с учетом данных национальных кадастров парниковых газов использованы удельные показатели поглощения углерода бореальными лесами (1,15 т CO<sub>2</sub>/га) и лесами умеренного пояса (5,43 т CO<sub>2</sub>/га) [30].

Для оценки углерода в лесной экосистеме австралийская компания Fogiso использует модель полного углеродного учета. Этот инструмент служит для расчета улавливания и хранения углерода как в плантационных и естественных лесах, так и других экосистемах на территории страны. На территории аренды Fogiso учету подлежат процессы роста древесины – прирост поглотительной способности, а также рубки, в результате которой происходит уменьшение этой способности. Выбросы углекислого газа

в результате производственной деятельности также учитываются в бюджете углерода. Программное обеспечение предоставляет информацию об углеродных компонентах древостоя, в том числе и на перспективу, включая объем и массу насаждений [17].

Гораздо раньше (в 2010 г.) имитационное моделирование для выявления содержания углерода в биомассе и почве с учетом возраста лесных пород было применено канадскими исследователями [31].

**Обсуждение и предложение.** Оценка углеродного цикла лесов на разных пространственных уровнях стала популярным направлением исследований за последние два десятилетия. В научной литературе имеется множество публикаций с результатами экспериментально-полевых, информационно-аналитических, геоинформационных, дистанционных и модельных работ. Информация по бюджету углерода лесного фонда в Лесных планах субъектов РФ подтверждает этот факт. При этом бюджет определяется накоплением углерода в разных пулах с учетом потерь от эмиссии углерода из-за рубок и пожаров.

Лесозаготовительные предприятия используют удельные величины поглощения углерода лесными экосистемами, выявляя положительный эффект лесонасаждений для климата упрощенным способом.

Для лесных экосистем региона по лесничествам допустимо провести расчет бюджета углерода, используя удельные показатели поглотительной способности бореальных лесов (1,15 т CO<sub>2</sub>/га). Для арендных площадей предприятий корректно ограничиться пулом биомассы древесных насаждений (как наиболее значимого компонента лесной экосистемы), рассчитывая показатель поглотительной способности по алгоритму Методических указаний [29].

## Заключение

Экосистемный учет становится неотъемлемой частью ответственного лесопользования и устойчивого лесопользования. Накопленный методический опыт и региональный информационный фонд могут стать основой для оценки наиболее важных экосистемных услуг территории лесопользования Республики Коми. Анализ обозначил два уровня измерения – корпоративный (лесопромышленные предприятия) и региональный.

Территориальной единицей измерения экоуслуг для корпоративного уровня являются бассейны основных водотоков в пределах арендной базы предприятий; для регионального уровня – лесничества.

Измерение водоохранно-водорегулирующей функции в обоих случаях основывается на показателях прироста подземного и поверхностного стоков и площади водохранимых зон водных объектов.

Показатели измерения оценки биоразнообразия на корпоративном уровне включают число таксонов, занесенных в красные книги РФ и Республики Коми ООПТ, находящихся в непосредственной близости от арендной базы объектов хозяйственной деятельности, а также площади ЛВПЦ и ключевых биотопов. Региональный уровень

рассмотрения включает те же показатели оценки экослужб без информации о локальных территориях охраны редких видов (ЛВПЦ и биотопов).

Поглотительная способность углерода лесными экосистемами может быть измерена на корпоративном уровне – бюджетом углерода по пулу биомассы; на региональном уровне – по удельной величине поглощения углерода борейными и умеренными лесами.

Оценка экосистемных услуг предполагает тщательный мониторинг его параметров, который зачастую отсутствует. Поэтому информационной базой для такой оценки станут красные книги РФ и Республики Коми, статистические справочники, информация по лесоустройству лесничеств, доклады о состоянии окружающей среды на территории региона. Корпоративный уровень измерения экослужб предполагает более детализированную информацию по таким параметрам, как ЛВПЦ, ключевые биотопы, качественная характеристика лесов бассейнов малых рек на арендной площади.

На основе проведенных расчетов могут быть приняты взвешенные решения взаимодействия бизнеса и власти. Оценка природного капитала должна стать основой эффективного использования природных активов. Дальнейшая интеграция полученных результатов в стратегию развития своей деятельности позволит лесозаготовительным предприятиям реформировать систему использования ресурсов. Оценка экосистемных услуг может стать основой для формирования отраслевых соглашений об устойчивом росте; обоснования вложений в сохранение окружающей среды для достижения инклюзивного роста.

## Литература

1. Costanza, R. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? / R. Costanza [et al] // *Ecosystem Services*. – 2017. – No. 28. – P. 1–16. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
2. United Nations et al. (2021). System of Environmental–Economic Accounting—Ecosystem Accounting (SEEA EA). White cover publication, pre-edited text subject to official editing. – URL: <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>.
3. Natural Capital Coalition. 2016. Natural Capital Protocol. – URL: [www.naturalcapitalcoalition.org/protocol](http://www.naturalcapitalcoalition.org/protocol)
4. Natural Capital Coalition. 2018. “Natural Capital Protocol: Forest Products Sector Guide.”. – URL: [https://naturalcapitalcoalition.org/wp-content/uploads/2018/07/NCC\\_ForestProductsSectorGuide\\_Web.pdf](https://naturalcapitalcoalition.org/wp-content/uploads/2018/07/NCC_ForestProductsSectorGuide_Web.pdf).
5. Capitals Coalition, 2021. Natural Capital for Biodiversity Policies: What, why and how. – URL: <https://capitalscoalition.org/wp-content/uploads/2021/04/Natural-capital-for-biodiversity-policy-%E2%80%94FINAL-1.pdf>
6. Заявление о концепции и целях GEO BON на 2025 год. – URL: <https://geobon.org/about/vision-goals/>
7. Harrington, R. Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary / R. Harrington [et al] // *Biodiversity and conservation*. – 2010. – Vol.19. – Issue 10. – P.2773 – 790. DOI:10.1007/s10531-010-9834-9
8. Rendon, P. Analysis of trends in mapping and assessment of ecosystem condition in Europe / P.Rendon [et al] // *Ecosystem and people*. – 2019. – Vol. 15. – No. 1. – P. 156 – 172. – URL: <https://doi.org/10.1080/26395916.2019.1609581>
9. Mace, Georgina M. Aiming higher to bend the curve of biodiversity loss / Georgina M. Mace [et al] // *Nature Sustainability*. – 2018. – Vol. 1. – P. 448 – 451. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0130-0>
10. Scholes, R. A biodiversity intactness index / R. Scholes, R. Biggs // *Nature*. – 2005. – Vol. 434. – P. 45–49.
11. Cambridge Institute for Sustainable Leadership. 2017. Healthy ecosystem metric framework: biodiversity impact. – URL: <https://www.cisl.cam.ac.uk/system/files/documents/healthy-ecosystem-metric-framework.pdf>
12. De Palma, A. Annual changes in the Biodiversity Intactness Index in tropical and subtropical forest biomes / A. De Palma [et al] // *Scientific Reports*. – 2021. – P. 2001–2012. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98811-1>
13. SCA annual and sustainability report, 2020. – 180 p. – URL: [https://origin.sca.com/globalassets/sca-engelska/investors/annual-reports/sca\\_2020\\_eng.pdf](https://origin.sca.com/globalassets/sca-engelska/investors/annual-reports/sca_2020_eng.pdf)
14. Паутов, Ю. А. Ландшафтно-экологическое планирование и сохранение биоразнообразия при организации рубок леса в Республике Коми / Ю. А. Паутов, Н. В. Шуктомов, Н. И. Шилов, А. Ю. Боровлев. – Сыктывкар: Фонд содействия устойчивому развитию «Серебряная тайга» (включен Минюстом РФ в реестр НКО, выполняющих роль иностранного агента); Всемирный фонд дикой природы (WWF). 2020. – 124 с.
15. Кутепов, Л.Ж. Рекомендации по ландшафтно-экологическому планированию лесопользования с учетом требований FSC сертификации / Л.Ж. Кутепов, Ю.А. Паутов, Н.В. Шуктомов, А.Ю. Боровлев. – Сыктывкар: Фонд содействия устойчивому развитию «Серебряная тайга» (включен Минюстом РФ в реестр НКО, выполняющих роль иностранного агента). 2017. – 112 с.
16. Mondi Europe and International Лесозаготовительная деятельность АО «Монди СЛПК» SEAT-анализ 2015. Отчет о социально-экономической оценке. – 40 с. – URL: [https://www.mondigroup.com/media/7432/seat\\_sytyvkar\\_logging\\_operations\\_2015\\_russian\\_final\\_7november2016.pdf](https://www.mondigroup.com/media/7432/seat_sytyvkar_logging_operations_2015_russian_final_7november2016.pdf)
17. Natural Capital Report of the Tasmanian Forest. Trust for the year ended. 2021. – URL: <https://forico.com.au/volumes/images/Natural-Capital-Report-2021.pdf>
18. Река Мезень: в ожидании разумного хозяина / ред. кол. А.Б. Захаров, Ю.А. Паутов, В.Т. Семяшкина, Н.И. Шилов. – Киров: Фонд содействия устойчивому развитию «Серебряная тайга»; Издательство «Титул», 2020. – 162 с.
19. Kvindseland, S. Hydrogeochemical processes in a forested watershed in southern Norway / S. Kvindseland // *Skogforsk*. – 1994. – No. 10. – 37 p.
20. Экономика сохранения биоразнообразия / под ред. А.А. Тишкова. Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации». – Москва: Институт экономики природопользования. – 2002. – 604 с.

21. Лебедев, Ю.В. Оценка водоохранно-водорегулирующей роли лесов / Ю.В. Лебедев, И.А. Неклюдов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2012. – 36 с.
22. Крестовский, О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек / О.И. Крестовский. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. – 118 с.
23. Карпечко, Ю.В. Влияние рубок на сток с лесопокрытой части водосбора Онежского озера / Ю.В. Карпечко // Труды Карельского научного центра РАН. – 2016. – № 5. – С. 13–20. DOI: 10.17076/lim285
24. Ануфриев, В.П. Водоохранная роль лесов: экономический аспект / В.П. Ануфриев, Ю.В. Лебедев, И.А. Неклюдов // Вестник Уральского отделения РАН. – 2013. – № 4. – С. 31 – 39.
25. Неклюдов, И.А. Методика оценки водорегулирующей роли лесопокрытых водосборов / И.А. Неклюдов // Леса России и хозяйство в них. – Екатеринбург: УГЛУ, 2011. – № 1. – С. 81 – 83.
26. Об утверждении типовой формы и состава лесного плана субъекта Российской Федерации, порядка его подготовки и внесения изменений. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 20.12.2017 № 692 – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
27. Углерод в лесных и болотных экосистемах особо охраняемых природных территорий Республики Коми / отв. ред.: К.С. Бокова, С.В. Загирова. – Сыктывкар, 2014. – 202 с.
28. Замолодчиков, Д.Г. Динамика баланса углерода в лесах Федеральных округов Российской Федерации / Д.Г. Замолодчиков, В.И. Грабовский, О.В. Честных // Вопросы лесной науки. – 2018. – Т. 1. – С.1 – 24. DOI 10.31509/2658-607X-2018-1-1-1-24
29. Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов. Распоряжение Министерства природных ресурсов РФ № 20-р от 30.06.2017 N 20-р
30. Dolman, A.J. An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory-based, eddy covariance and inversion methods / A.J. Dolman [et al] // Biogeosciences. – 2012. – No. 9. – P. 5323–5340.
31. Natural Capital in BC's Lower Mainland Valuing the benefits from nature. – URL: <https://davidsuzuki.org/wp-content/uploads/2010/10/natural-capital-bc-lower-mainland-valuing-benefits-nature.pdf>
3. Natural Capital Coalition. 2016. Natural Capital Protocol. – URL: [www.naturalcapitalcoalition.org/protocol](http://www.naturalcapitalcoalition.org/protocol)
4. Natural Capital Coalition. 2018. Natural Capital Protocol: Forest Products Sector Guide. – URL: [https://naturalcapitalcoalition.org/wp-content/uploads/2018/07/NCC\\_ForestProductsSectorGuide\\_Web.pdf](https://naturalcapitalcoalition.org/wp-content/uploads/2018/07/NCC_ForestProductsSectorGuide_Web.pdf).
5. Capitals Coalition, 2021. Natural Capital for Biodiversity Policies: What, why and how. – URL: <https://capitalscoalition.org/wp-content/uploads/2021/04/Natural-capital-for-biodiversity-policy-%E2%80%94-FINAL-1.pdf>
6. Zayavlenie o koncepcii i celyah GEO BON na 2025 god [GEO BON Vision and Goals Statement for 2025]. – URL: <https://geobon.org/about/vision-goals/>
7. Harrington, R. Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary / R. Harrington [et al] // Biodiversity and conservation. – 2010. – Vol.19. – Issue 10. – P.2773 – 2790. DOI10.1007/s10531-010-9834-9
8. Rendon, R. Analysis of trends in mapping and assessment of ecosystem condition in Europe / R. Rendon [et al] // Ecosystem and people. – 2019. – Vol. 15. – No. 1. – P. 156 – 172. – URL: <https://doi.org/10.1080/26395916.2019.1609581>
9. Mace, Georgina M. Aiming higher to bend the curve of biodiversity loss / Georgina M. Mace [et al] // Nature Sustainability. – 2018. – Vol. 1. – P. 448 – 451. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0130-0>
10. Scholes, R. A biodiversity intactness index / R. Scholes, R. Biggs // Nature. – 2005. – Vol. 434. – P. 45–49.
11. Cambridge Institute for Sustainable Leadership. 2017. Healthy ecosystem metric framework: biodiversity impact. – URL: <https://www.cisl.cam.ac.uk/system/files/documents/healthy-ecosystem-metric-framework.pdf>.
12. De Palma, A. Annual changes in the Biodiversity Intactness Index in tropical and subtropical forest biomes / A. De Palma [et al] // Scientific Reports. – 2021. – P. 2001–2012. – URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98811-1>
13. SCA annual and sustainability report, 2020. – 180 p. – URL: [https://origin.sca.com/globalassets/sca-engelska/investors/annual-reports/sca\\_2020\\_eng.pdf](https://origin.sca.com/globalassets/sca-engelska/investors/annual-reports/sca_2020_eng.pdf).
14. Pautov, Yu.A. Landshaftno-ekologicheskoe planirovanie i sohranenie bioraznoobraziya pri organ-izacii rubok lesa v Respublike Komi [Landscape and environmental planning and biodiversity conservation in the organization of forest logging in the Komi Republic] / Yu.A. Pautov, N.V. Shuktomov, N.I. Shilov, A.Yu. Borovlev. – Syktyvkar, Fond sodejstviya ustojchivomu razvitiyu "Serebryanaya tajga" (vklyuchen Minyustom RF v reestr NKO, vpolnyayushchih rol inostrannogo agenta): Vsemirnyj fond dikoj prirody (WWF), 2020. – 124 p.
15. Kutepov, L.Zh. Rekomendacii po landshaftno-ekologicheskemu planirovaniyu lesopolzovaniya s uchetom trebovanij FSC sertifikacii [Recommendations for landscape and environmental planning of forest management taking into account the requirements of FSC certification] / L.Zh. Kutepov, Yu.A. Pautov, N.V. Shuktomov, Borovlev A.Yu. – Syktyvkar, Fond sodejstviya ustojchivomu razvitiyu "Serebryanaya tajga" (vklyuchen Minyustom RF v reestr NKO, vpolnyayushchih rol inostrannogo agenta), 2017. – 112 p.

## References

1. Costanza, R. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? / R. Costanza [et al] // Ecosystem Services. – 2017. – No. 28. – P. 1–16. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
2. United Nations et al. (2021). System of Environmental–Economic Accounting—Ecosystem Accounting (SEEA EA). White cover publication, pre-edited text subject to official editing. – URL: <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>.

16. Mondi Europe and International. Lesozagotovitel'naya deyatel'nost AO "Mondi SLPK" SEAT-analiz 2015. Otchet o socialno-ekonomicheskoy ocenke [Logging activities of JSC "Mondi" SEAT-analysis 2015. Socioeconomic assessment report]. – 40 p. – URL: [https://www.mondi-group.com/media/7432/seat\\_syktyvkar\\_logging\\_operations\\_2015\\_russian\\_final\\_7november2016.pdf](https://www.mondi-group.com/media/7432/seat_syktyvkar_logging_operations_2015_russian_final_7november2016.pdf).
17. Natural Capital Report of the Tasmanian Forest. Trust for the year ended. 2021. URL: <https://forico.com.au/volumes/images/Natural-Capital-Report-2021.pdf>.
18. Reka Mezen: v ozhidanii razumnogo hozyaina [The river Mezen: waiting for a reasonable owner]. Fond sodejstviya ustojchivomu razvitiyu "Serebryanaya tajga". Kirov. Izdatel'stvo "Titul", 2020. 162 p.
19. Kvindseland, S. Hydrogeochemical processes in a forested watershed in southern Norway / S. Kvindseland // Skogforsk. – 1994. – No. 10. – 37p.
20. Ekonomika sohraneniya bioraznoobraziya [Biodiversity conservation economics] / Edited by A.A. Tishkova. – Moscow: Proekt GEF "Sohranenie bioraznoobraziya Rossijskoj Federacii", Institut ekonomiki prirodopolzovaniya, 2002. – 604 p.
21. Lebedev, Yu.V. Ocenka vodoohranno-vodoreguliruyushchej roli lesov [Assessment of water protection and water regulation role of forests] / Yu.V. Lebedev, I.A. Neklyudov. – Yekaterinburg: UGLTU, 2012. – 36p.
22. Krestovskij, O.I. Vliyanie vyrubok i vosstanovleniya lesov na vodnost rek [Impact of deforestation and reforestation on river water content] / O.I. Krestovskij. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986. – 118 p.
23. Karpechko, Yu.V. Vliyanie rubok na stok s lesopokrytoj chasti vodosbora Onezhskogo ozera [Impact of logging on runoff from the wooded part of the Onega Lake catchment] / Yu.V. Karpechko // Trudy Karelskogo nauchnogo centra RAN [Proceedings of the Karelian Research Center of the Russian Academy of sciences]. – 2016. – No. 5. – P. 13–20. DOI: 10.17076/lim285
24. Anufriev, V.P. Vodoohrannaya rol lesov: ekonomicheskij aspekt [Water conservation role of forests: economic aspect] / V.P. Anufriev, Yu.V. Lebedev, I.A. Neklyudov // Vestnik Uralskogo otdeleniya RAN [Bulletin of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences]. – 2013. – No. 4. – P. 31–39.
25. Neklyudov, I.A. Metodika ocenki vodoreguliruyushchej roli lesopokrytyh vodosborov [Methodology for assessing the water-regulating role of forest-covered watersheds] / I.A. Neklyudov // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih [Forests of Russia and the economy in them]. – Yekaterinburg: UGLU. – 2011. – No 1. – P. 81–83.
26. Ob utverzhdenii tipovoj formy i sostava lesnogo plana subjekta Rossijskoj federacii, poryadka ego podgotovki i vneseniya izmenenij: Prikaz Ministerstva prirodnyh resursov i ekologii RF ot 20.12.2017 No. 692 [On approval of the standard form and composition of the forest plan of the constituent entity of the Russian Federation, the procedure for its preparation and amendments. Order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation of December 20, 2017 No. 692] – Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy "Konsultant Plyus" [Access from the legal reference system "Consultant Plus"].
27. Uglerod v lesnyh i bolotnyh ekosistemah osobo ohranyaemyh prirodnyh territorii Respubliki Komi [Carbon in forest and swamp ecosystems of specially protected natural territories of the Komi Republic]. – Syktyvkar, 2014. – 202 p.
28. Zamolodchikov, D.G. Dinamika balansa ugleroda v lesah Federalnyh okrugov rossijskoj Federacii [Dynamics of carbon balance in forests of the Federal Districts of the Russian Federation] / D.G. Zamolodchikov, V.I. Grabovskij, O.V. Chestnyh // Voprosy lesnoj nauki [Forest Science Issues]. – 2018. – Vol. 1. – P.1 – 24. DOI 10.31509/2658-607X-2018-1-1-1-24
29. Metodicheskie ukazaniya po kolichestvennomu opredeleniyu objema pogloshcheniya parnikovyh gazov. Rasporyazhenie ministerstva prirodnyh resursov RF No. 20-r ot 30.06.2017 N 20-r [Guidelines for Quantification of Greenhouse Gas Uptake. Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian federation No. 20-r of 30.06.2017 N 20-r]
30. Dolman, A.J. An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory-based, eddy covariance and inversion methods / A.J. Dolman [et al] // Biogeosciences. – 2012. – No. 9. – P. 5323–5340.
31. Natural Capital in BC's Lower Mainland Valuing the benefits from nature. – URL: <https://davidsuzuki.org/wp-content/uploads/2010/10/natural-capital-bc-lower-mainland-valuing-benefits-nature.pdf>.

#### Благодарность (госзадание)

*Работа выполнена в рамках государственной бюджетной темы ИСЭ и ЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН «Устойчивое ресурсопользование северного региона: факторы и модели» (№ ГР 121021800128-8).*

#### Информация об авторах:

**Тихонова Татьяна Вячеславовна** – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Института социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН; WOS Research ID: J-8460-2018; Scopus Author ID: 55921709700; <https://orcid.org/0000-0002-2912-1696> (Институт социально-экономических и энергетических

проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»; Российская Федерация, 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26; e-mail: tikhonova@iespn.komisc.ru).

**About the authors:**

**Tatyana V. Tikhonova** – Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher, Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North, Federal Research Center Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; WOS Research ID: J-8460-2018; Scopus Author ID: 55921709700; <https://orcid.org/0000-0002-2912-1696> (Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North, Federal Research Center Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 26, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, GSP-2, the Komi Republic, Russia, 167982; e-mail: tikhonova@iespn.komisc.ru).

**Для цитирования:**

Тихонова, Т.В. Подходы к измерению экосистемных услуг на территории лесопользования / Т.В. Тихонова // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Экономические науки». – 2022. – № 3 (55). – С. 56–65. УДК 330.15:504 (470.13). DOI 10.19110/1994-5655-2022-3-56-65

**For citation:**

Tikhonova, T.V. Podhody k ocenke ekosistemnykh uslug territorii lesopolzovaniya [Approaches to the assessment of ecosystem services in the forest management area] / T.V. Tikhonova // Proceedings of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Economic sciences". – 2022. – No. 3 (55). – P. 56–65. UDC 330.15: 504 (470.13). DOI 10.19110/1994-5655-2022-3-56-65

Дата поступления рукописи: 24.05.2022

Прошла рецензирование: 12.05.2022

Принято решение о публикации: 17.05.2022

Received: 24.05.2022

Reviewed: 12.05.2022

Accepted: 17.05.2022