

УДК 330.52

**ОЦЕНКА И УЧЕТ АССИМИЛЯЦИОННОЙ УСЛУГИ ЛЕСНОГО КАПИТАЛА****Пунцукова С.Д.***Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, e-mail: puntsukovas@mail.ru*

В современных условиях роль природного капитала в экономике меняется. В настоящее время нет общепризнанных определений природного капитала и его состава. В статье обосновывается авторский подход к классификации компонентов природного капитала и его реализации на примере оценки ассимиляционной услуги лесов по поглощению и хранению углерода, одного из компонентов лесного капитала. Объект исследования – приграничные территории Северной Азии (Россия, Китай, Монголия). Для оценки используется методика региональной оценки бюджета углерода лесов (РОБУЛ), разработанная Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов (ЦЭПЛ) РАН. Проведен анализ ключевых факторов, влияющих на величину углеродного бюджета, особенностей лесопользования на исследуемых территориях. Выявлено, что баланс поглощения и потерь от негативных воздействий на леса в первую очередь определяется интенсивностью деструктивных нарушений и текущей возрастной структурой насаждений. Результаты исследования показали разную степень вклада лесов и лесного сектора сопредельных территорий в смягчение последствий изменения климата. Сделан вывод, что оценка и учет способности лесов по связыванию углерода позволяет определить бенефициаров углеродо-депонирующей услуги лесов и их роль в достижении целей Парижского соглашения (2015 г.).

**Ключевые слова:** ассимиляционный потенциал лесов, углеродный бюджет, лесной капитал

**EVALUATION AND ACCOUNTING OF FOREST CAPITAL ASSIMILATION SERVICE****Puntsukova S.D.***Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, e-mail: puntsukovas@mail.ru*

In modern conditions, the role of natural capital in the economy is changing. Currently, there are no generally accepted definitions of natural capital and its composition. The article substantiates the author's approach to the classification of the components of natural capital and its implementation on the example of an assessment of the assimilation service of forests for the absorption and storage of carbon, one of the components of forest capital. The object of research is the border areas of North Asia (Russia, China, Mongolia). The methodology for the regional assessment of the forest carbon budget (ROBUL), developed by the Center for Forest Ecology and Productivity (CEPF) of the RAS, is used for the assessment. The analysis of the key factors affecting the carbon budget, the peculiarities of forest use in the studied territories is carried out. It was revealed that the balance of absorption and losses from negative impacts on forests is primarily determined by the intensity of destructive disturbances and the current age structure of plantations. The results of the study showed a different degree of contribution of forests and the forest sector of adjacent territories to mitigating the effects of climate change. It is concluded that the assessment and accounting of the carbon sequestration capacity of forests allows us to determine the beneficiaries of the carbon depositing services of forests and their role in achieving the goals of the Paris Agreement (2015).

**Keywords:** assimilation potential of forests, carbon budget, forest capital

Исследования по определению природного капитала и его компонентов находят в центре внимания не только ученых, но и ведущих международных организаций. Особенно это важно при разработке методов измерения природного капитала в системах эколого-экономического учета (СЭЭУ) и включения его в национальные счета [1]. Активность исследований по данной проблематике связана с деградацией экосистем, приводящей к необратимой потере их функций и услуг, что в конечном итоге наносит ущерб благосостоянию людей и экономике [2, 3]. В основе деградации природных экосистем лежит их недооценка, поскольку многие экосистемные услуги находятся вне рыночной системы, поскольку являются общественными благами и, соответственно, не имеют цены. Существующие подходы к классификации компонентов природного капитала и их монетизации в направлении

интернализации положительных и отрицательных экстерналий (внешних эффектов) от услуг экосистем или ущербов/издержек от деградации экосистем [4] по-прежнему вызывают множество вопросов.

Цель данного исследования – оценка ассимиляционной услуги лесов по поглощению и хранению углерода в приграничных регионах Северной Азии, выявление выгодополучателей от данной услуги, ее роли в выполнении задач Парижского соглашения по климату.

**Материалы и методы исследования**

1. Современное понимание концепции «природный капитал» рассматривается с точки зрения эволюционного подхода к использованию природных экосистем в экономике на основе анализа зарубежных и отечественных исследований по данной тематике. Выделены два подхода (ресурс-

ный и экосистемный) к построению структуры природного капитала. Обосновывается авторский подход к классификации компонентов природного капитала на основе системного анализа и его реализация на примере лесного капитала.

2. Оценка лесного капитала проведена на примере одного из его компонентов: ассимиляционной услуги лесов приграничных территорий России, Монголии и Китая. Для этого используется методика региональной оценки бюджета углерода лесов (РОБУЛ), разработанная Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов (ЦЭПЛ) РАН. Основным источником информации являются данные Государственного лесного реестра (ГЛР), ведомственные и статистические материалы исследуемых приграничных территорий.

### Результаты исследования и их обсуждение

Природный капитал понимался, прежде всего, как совокупность природных ресурсов, которые используются в производстве товаров, порождающий, как было сказано выше, экологические проблемы. Поэтому в теории и практике осознается ограниченность такой интерпретации природного капитала. В известной работе Р. Костанзы и Х. Дейли (1992) это понятие было расширено и уточнено: как «запасы/активы (stock) природной среды, дающие поток ценных товаров и услуг в настоящем и будущем» [5]. Было предложено разделить природный капитал на два типа: невозобновляемый в виде полезных ископаемых и возобновляемый в виде солнечной энергии (солнечная, ветровая и другие виды энергии) и продуктов экосистем (древесина, пища и т.д.), а также экосистемные услуги (рекреация, предотвращение эрозии почв, регулирование гидросферы и др.). В последние годы экосистемы стали рассматривать в качестве одной из форм природного капитала наряду с другими видами капитала (экономическим и человеческим) [6]. В документах международных организаций под экосистемными услугами понимают «многочисленные выгоды, которые люди получают от экосистем» (МЕА, 2005) [2], «прямой и косвенный вклад экосистем в благосостояние людей» (ТЕЕВ, 2010) [7]. Большинство специалистов признают, что связывание экосистем с выгодами и благосостоянием человека является принципиальным моментом, поскольку такой подход позволяет намного эффективнее сохранять природу, чем просто лозунги о необходимости ее охраны [4, 8]. Другими словами, экономическая демонстрация получения выгод от экосистем

должна стимулировать сохранение экосистем, в частности, через разработки механизмов платежей (компенсаций) за экосистемные услуги. Всемирно известная схема классификации экосистемных услуг приведена в МЕА (2005). Выделены следующие категории: обеспечивающие (продовольствие, сырье, топливо, пресная вода и т.д.), регулирующие (регулирование климата, количества и качества воды, защита от эрозии, наводнений и т.д.), культурные (рекреация, эстетические ландшафты и т.д.) и вспомогательные (кругооборот питательных веществ, фотосинтез, почвообразование и др.). Они показывают, какими способами экосистемы способствуют увеличению благосостояния человека и общества.

Наряду с экосистемными услугами предлагают включать негативные экологические эффекты, которые обычно вызываются деятельностью человека (в качестве внешних факторов) [9]. К ним относятся загрязнение воздуха, воды, отходы, выбросы парниковых газов и т.д. Эти негативные воздействия на окружающую среду являются важной категорией, поскольку они оказывают прямое и косвенное воздействие на благосостояние людей и состояние природного капитала. Природный капитал может снизить эти внешние негативные эффекты за счет способности экосистем ассимилировать негативные воздействия загрязнения на природную среду в определенных пределах без существенного изменения своих основных свойств путем самовосстановления и самоочищения. Следовательно, предотвращение негативных внешних воздействий на природную среду представляет собой экологическую выгоду.

Таким образом, природный капитал как концепция основан на экосистемном подходе, и необходимость замены ресурсного подхода экосистемным подходом к классификации компонентов природного капитала обусловлена тем, что понятие ограниченности распространяется не только на природные ресурсы, но и на экосистемные услуги, в том числе на их способность ассимилировать негативное воздействие загрязнения. Проведенный анализ классификации компонентов природного капитала позволяет предложить авторский подход к его построению. Он основан на том, что, во-первых, теоретически экосистемные услуги связаны с выгодами и благосостоянием людей, во-вторых, выгоды отличаются от услуг, поскольку связаны с личным потреблением или использованием в материальном производстве. Поэтому происходящие изменения в этих выгодах, как положительные, так и отрицательные, должны стать предметом

оценки этих услуг. Исходя из этих положений абиотические и биотические активы, поставляющие товарные потоки, объединены в одну группу обеспечивающих услуг. Все виды экосистемных услуг, удовлетворяющих нематериальные потребности человека (регулирующие услуги, культурные, эстетические, образовательные, рекреационные и т.д.), объединены в группу социоэкологических услуг. Выделение ассимиляционных услуг из регулирующих услуг в самостоятельную категорию обусловлено тем, что отрицательные внешние эффекты, вызванные антропогенной деятельностью, оказывают прямое и косвенное влияние на благосостояние людей и состояние природного капитала. Это позволяет проводить различие между отрицательными внешними эффектами, которые не производятся экосистемой, и экосистемными услугами, которые предоставляются за счет природного капитала.

Реализация предлагаемого системного подхода к классификации природного капитала показана на примере лесного капитала. В табл. 1 приведены его структурные ком-

поненты и принципы оценки при использовании лесосырьевых ресурсов, социоэкологических и ассимиляционных услуг леса.

*Оценка ассимиляционной способности лесов поглощать углекислый газ из атмосферы.* Оценка услуги лесной экосистемы по поглощению и хранению углерода проведена на примере лесов приграничных территорий Северной Азии (России, Монголии и Китая). Российская часть территории (Амурская область, Забайкальский край и Республика Бурятия) обладает значительными лесными ресурсами, лесопокрытая площадь лесного фонда составляет соответственно 22,8; 28,3 и 20,5 млн га (табл. 2). Такими же значительными лесными ресурсами обладают северо-восточные территории Китая: АО Внутренняя Монголия (20,5 млн га) и провинция Хэйлуцзян (17,9 млн га). В приграничных аймаках Монголии (Булган, Сэлэнгэ, Хубсугул) покрытая лесом площадь на порядок ниже и составляет соответственно 1,3; 1,4 и 3,1 млн га. Обеспеченность лесными ресурсами способствует развитию лесной отрасли экономики исследуемых территорий.

**Таблица 1**

Компоненты лесного капитала и подходы к их оценке

Компоненты лесного капитала	Принципы оценки товаров и услуг
Лесосырьевые ресурсы (древесина, побочное пользование, недревесные ресурсы и др.)	Региональные факторы и условия, формирующие цену лесного продукта
Социоэкологические услуги (водорегулирующие, почвозащитные, санитарно-гигиенические, культурные и т.д.)	Количественные показатели выполнения лесами социоэкологических услуг
Ассимиляционный потенциал лесной среды (способность лесов самовосстанавливаться после рубок, пожаров и других негативных воздействий; способность лесов поглощать углекислый газ из атмосферы)	Величина экстернальных издержек лесозаготовительного производства; величина поглощения углерода лесами, углеродного баланса

**Таблица 2**

Сведения о лесном фонде приграничных территорий России, Китая, Монголии

Приграничные территории	Общий запас древесины, млн м <sup>3</sup>	Площадь лесного фонда, тыс. га		Лесистость, %	Га на душу населения
		Общая	Покрытая лесом		
Россия, 2018 г.					
Амурская область	1998,3	30515,7	22822,8	63	29,2
Забайкальский край	2572,0	32614,8	28294,2	68	26,8
Республика Бурятия	1993,1	27045,5	20553,1	64	20,9
Китай, 2013 г.					
АО Внутренняя Монголия	1288,1	44036,1	20506,7	17	0,830
Провинция Хэйлуцзян	1501,6	20265,0	17975,0	40	0,469
Монголия (аймаки), 2014 г.					
Булган	152,9	1850,5	1315,0	28	26,0
Сэлэнгэ	168,3	1887,6	1397,4	32	15,0
Хубсугул	423,3	3796,5	3089,9	46	24,6

Источник: Лесные планы Амурской области, Забайкальского края, Республики Бурятия (2019 г.), материалы Департамента лесной политики и координации Министерства природы, окружающей среды и туризма Монголии [10].

Для оценки вклада лесов и лесного сектора сопредельных территорий в смягчение последствий изменения климата была использована методика региональной оценки бюджета углерода лесов (РОБУЛ), разработанная Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов (ЦЭПЛ) РАН [11]. Методика РОБУЛ оценивает углеродный бюджет лесов по балансу потоков, то есть по разности поглощения при увеличении углеродных пулов в лесных насаждениях и потерь при нарушениях (рубках, пожарах и прочих случаях гибели лесов). Расчеты РОБУЛ ведутся для четырех основных пулов углерода лесов: фитомассы, мертвой древесины, подстилки и органического вещества почвы. Выбор данной методики обусловлен тем, что для расчетов углеродного бюджета используются материалы Государственного лесного реестра, она прошла проверку экспертами РКИК ООН и используется в Национальном кадастре парниковых газов РФ для формирования отчетности по лесному сектору страны [12]. Вклад лесов в поглощение углерода и углеродный баланс по территориям неодинаков. Он зависит от таких параметров, как площадь, покрытая лесом, площади вырубок, гарей и других погибших насаждений, породно-возрастной состав насаждений, способы и методы заготовки древесины и т.д.

Важным фактором, влияющим на величину углеродного бюджета, является заготовка древесины. Анализ рубок леса по территориям выявил особенности их проведения. В Амурской области и Забайкальском крае в основном проводятся сплошные рубки леса, в 2017 г. было заготовлено 1670,7 и 1935,6 тыс. м<sup>3</sup> соответственно, из них выборочными рубками до 3% от общего объема. Другая ситуация в Республике Бурятия – в общем объеме заготовленной в 2017 г. древесины (2279 тыс. м<sup>3</sup>) сплошные рубки составляют 42,6%. Преобладание объемов выборочных рубок объясняется введением на Байкальской природной территории (БПТ) начиная с 1970-х гг. особого режима лесопользования, чтобы снизить антропогенную нагрузку на лесную экосистему. Специфика экологической регламентации в лесопользовании проявляется в увеличении площади защитных лесов, уменьшении среднего размера лесосек и др. В защитных лесах (зависимости от экологических зон БПТ (центральная или буферная) согласно ФЗ «Об охране озера Байкал» (1994) запрещается или ограничивается проведение сплошных рубок. Увеличение площади защитных лесов сдерживает проведение сплошных рубок. Если раньше (до 1990-х гг.) удельный вес

выборочных рубок в общем объеме заготовки древесины в Республике Бурятия, составной части БПТ, в среднем составлял 10%, то в настоящее время – до 55%. Преимущество проведения выборочных рубок в том, что сохраняется лесная среда, в полной мере выполняющая экосистемные услуги. Это особо важно для защитных лесов. Во-вторых, создаются благоприятные условия для естественного возобновления леса и тем самым снижаются затраты на лесовосстановление. Следовательно, увеличение доли рубок такого рода способствует поддержанию высокого уровня стока углерода в лесах.

В Монголии согласно статистическим данным за последнее десятилетие в аймаках Булган и Сэлэнгэ заготавливалось в среднем до 100 тыс. м<sup>3</sup>, в аймаке Хубсугул – до 230 тыс. м<sup>3</sup> древесины в год, при этом удельный вес дров в Булган и Хубсугул в среднем составляет 80–86%, в Сэлэнгэ – 38% от общего объема, что свидетельствует о развитости лесной промышленности в этом аймаке [13]. В целом Монголия удовлетворяет свои потребности в сырье за счет внутренних поставок древесины.

В 2000 г. китайское правительство объявило Программу защиты естественных лесов (NFPP), направленную на сокращение вырубки лесов и восстановление защитных водосборов после десятилетий чрезмерной вырубки. NFPP состоит из двух основных программ: запрет на рубку леса в естественных лесах выше по течению реки Янцзы, а также в верхнем и среднем течении реки Хуанхэ и сокращение вырубок в ключевых государственных естественных лесах на северо-востоке Китая (провинции Хэйлунцзян, Цзилинь, АО Внутренняя Монголия). Запрет коммерческих рубок в естественных лесах северо-востока Китая начался с 2014 г. В связи с подготовкой к введению NFPP объемы заготовок коммерческой древесины в провинции Хэйлунцзян стали сокращаться: в 2012 г. было заготовлено 4,1 млн м<sup>3</sup>, в 2013 г. – уже 2,2 млн м<sup>3</sup> древесины в год. Также сократились заготовки древесины в АО Внутренняя Монголия – до 1,8 млн м<sup>3</sup> в год (2013 г.) [14]. Из общего объема заготовленной древесины примерно 40–45% составляет дровяная древесина.

Политика по защите естественных лесов внесла ожидаемые изменения в лесной сектор Китая, как внутри страны, так и за рубежом. В первую очередь это сказалось на восстановлении лесов. Согласно официальным данным провинциального управления лесного и степного хозяйства в провинции Хэйлунцзян благодаря лесопосадкам площадь лесного покрова к 2020 г.

увеличилась до 47,3%, запасы древесины возросли до 2,24 млрд м<sup>3</sup> [15]. С другой стороны, эти ограничения из-за низкого уровня лесных ресурсов на душу населения привели к тому, что внутренние поставки деловой древесины не успевали за производственными мощностями Китая. Чтобы покрыть дефицит, образовавшийся из-за сокращения объемов лесозаготовок внутри страны, Китай стал крупнейшим импортером древесины. В 2018 г. импорт круглого леса и пиломатериалов составил 97,3 млн м<sup>3</sup>, что превышает аналогичные показатели 2014 г. в 1,24 раза (табл. 3). Можно ожидать, что импорт древесины будет и дальше увеличиваться из-за расширения NFPP по стране.

За пределами Китая эти ограничения и запреты оказывают давление на леса в других странах, особенно в приграничных с ним регионах, поощряют нелегальную вырубку (которую сложно регулировать) или более интенсивную вырубку, особенно это касается бореальных лесов Сибири и Дальнего Востока. Основную долю потребности Китая в деловой древесине покрывают поставки из России (табл. 3).

Другим ключевым фактором воздействия на бюджет углерода являются лесные пожары. Статистика лесных пожаров за последние 15 лет в приграничном бассейне р. Амур на сопредельных территориях России, Китая и Монголии показывает, что количество и площади лесных пожаров подвержены резким колебаниям по годам. Эти колебания обусловлены природной цикличностью лесных пожаров, которые зависят от состояния горючих материалов в лесу, а также хозяйственной деятельностью, поскольку до 80% пожаров возникают по вине человека. Сравнительная оценка горимости лесов в российской части Дальнего Востока, северо-востоке Китая и Монголии показала, что ситуация с лесными пожарами является сложной. Однако за последнее десятилетие динамика горимости лесов рассматрива-

емых территорий приобрела разную направленность. Так, за период 2003–2015 гг. ситуация с пожарами на северо-востоке Китая изменилась в лучшую сторону. В 2011–2015 гг. среднегодовая площадь пожаров в провинциях Хэйлуцзян и Цзилинь составила всего 0,8 и 0,2 тыс. га соответственно, в АО Внутренняя Монголия – 3,4 тыс. га [17]. Причем за этот период площади лесных пожаров значительно сократились не только в северо-восточных провинциях Китая, но и в целом по стране. Если в 2006–2010 гг. среднегодовая площадь лесных пожаров в Китае составляла 240,4 тыс. га, то в 2011–2015 – 47,6 тыс. га. В отличие от Китая, в российской и монгольской частях исследуемых территорий аналогичные показатели за последнее десятилетие заметно увеличилась. Так в России – с 1,7 млн га в 2006–2010 гг. до 2,1 млн га в 2011–2015 гг., в Монголии – в 1981–1989 гг. составляла 1 млн га, в 1990–1999 гг. – 4,7 млн га, в 2006–2015 гг. – 3,15 млн га [17]. Специалисты полагают, что на уменьшение горимости лесов в Китае повлияли меры по совершенствованию и развитию системы предупреждения и тушения лесных пожаров, а также снижение антропогенного воздействия на леса.

Расчет углеродного баланса был произведен в российской и монгольской частях сопредельных территорий из-за наличия информации, необходимых для расчета. Он показал, что поглощение углерода во всех пулах лесной экосистемы характеризуется положительными значениями (табл. 4). Но значения поглощения углерода лесами на территории Монголии очень низкие. Особенно это характерно для аймака Хубсугул (0,114 Мт С/год), хотя по площади лесов он превосходит другие аймаки в 2 раза (табл. 4).

На низкое поглощение углерода лесами Монголии в основном влияет возрастной состав лесов: в аймаке Хубсугул по основным лесобразующим породам спелые и перестойные древостои занимают 81%, молодые около 1%, средневозрастные – 10%.

Таблица 3

Импорт и экспорт круглого леса и пиломатериалов

	Россия, экспорт		Китай, импорт	
	Круглый лес	Пиломатериалы	Круглый лес	Пиломатериалы
2014	21,1	22,3	51,2	26,9
2015	19,6	24,4	49,3	26,6
2016	20,1	26,90	51,7	31,5
2017	19,5	29,7	55,3	37,4
2018	19,4	31,6	59,8	37,5

Источник: [16].

В Булгане и Сэлэнгэ перестойные древостой – 58 и 61%, молодняки – 2,8 и 1%, средневозрастные – 21,4 и 19,2%. По оценкам специалистов, преобладание в возрастной структуре молодняков и средневозрастных насаждений способствует тому, что величина депонирования углерода лесами имеет высокие и относительно устойчивые значения. А наличие в лесном фонде большого количества спелых и перестойных насаждений снижает ее величину, поскольку такие древостой всех пород считаются наименее производительными, так как дают минимум прироста древесины, а значит, и фитомассы как аккумулятора углерода [18].

Поглощение углерода лесами российской части приграничных территорий достаточно высокое: Забайкальский край (14,468 Мт С/год), Амурская область (10,590 Мт С/год), Республика Бурятия (9,572 Мт С/год). На этих территориях преобладают молодняки и средневозрастные: Забайкальский край (53,3%), Амурская область (48,8%), Республика Бурятия (51,4%), спелые и перестойные – соответственно 36,4; 30,8; 39,1%. Несмотря на значительные потери углерода от сплошных рубок леса и лесных пожаров в российских регионах, леса являются поглотителем углерода. Однако если в Республике Бурятия и Забайкальском крае

углеродный баланс имеет приемлемые значения, то в Амурской области достигает критических значений, он в 2–3 раза ниже, чем в Бурятии и Забайкалье. Причины такого положения в том, что в Амурской области в лесном фонде площади не покрытых лесом земель, вырубок и лесных пожаров значительно больше по сравнению с соседними регионами (табл. 5).

В монгольской части приграничных территорий расчеты показали отрицательное значение баланса углерода (от -1,319 до -2,399 Мт С/год). Особенно значительны потери углерода от лесных пожаров (табл. 4 и 5). В итоге леса приграничных территорий Монголии являются источником поступления парниковых газов в атмосферу.

Относительно углеродного бюджета приграничных территорий северо-востока Китая можно предположить, что значення поглощения углерода лесами являются положительными, поскольку молодые и средневозрастные леса занимают более двух третей площади лесов, а спелые и перестойные леса – только 17% [19]. Также можно предположить, что знак углеродного бюджета положительный в связи с тем, что потери от рубок леса и лесных пожаров снижаются из-за уменьшения объемов заготовки древесины и горимости лесов в результате предпринимаемых правительством Китая действий.

Таблица 4

Сравнительная оценка углеродного бюджета в лесах приграничных территорий

Поток углерода	Россия			Монголия, аймаки		
	Амурская область	Забайкальский край	Республика Бурятия	Булган	Сэлэнгэ	Хубсугэл
	Величина потока, 10 <sup>6</sup> т С/год					
Поглощение	10,590	14,468	9,572	0,323	0,446	0,114
Потери от лесных пожаров и других воздействий	-2,997	-1,642	-1,280	-1,478	-1,432	-2,373
Потери от сплошных рубок	-3,865	-1,436	-1,128	-0,186	-0,332	-0,140
Баланс	3,728	11,390	7,164	-1,342	-1,319	-2,399

Таблица 5

Структура не покрытых лесом земель лесного фонда приграничных территорий России и Монголии

Категория земель	Россия			Монголия, аймаки		
	Амурская	Забайк	Бурятия	Булган	Сэлэнгэ	Хубсугул
Не покрытые лесом земли, тыс. га	2294,7	1130,2	996,0	407,4	406,1	350,5
В том числе редины	1379,4	635,0	569,1	110,9	93,9	167,7
гари и погибшие насаждения	523,6	307,4	263,0	269,7	258,2	384,2
вырубки	337,4	134,4	115,9	15,6	28,2	11,3

Источник: Лесные планы Амурской области, Забайкальского края, Республики Бурятия (2019 г.), материалы Департамента лесной политики и координации Министерства природы, окружающей среды и туризма Монголии.

Таким образом, величину и знак стока углерода в лесах исследуемых территорий, который складывается из баланса поглощения и потерь от негативных воздействий на леса, в первую очередь определяют интенсивность деструктивных нарушений и текущая возрастная структура лесов. Изменить знак углеродного бюджета на положительный, это касается лесов Монголии, и повысить поглотительную способность лесов возможно путем масштабных лесопосадок и усиления борьбы с лесными пожарами. Надо отметить, что на процесс лесовосстановления в Монголии в большей степени влияет природно-климатический фактор, который негативно сказывается на приживаемости лесных культур на вырубках и гарях. При этом на этот процесс накладываются другие факторы: недостаточное соблюдение технологии лесопосадок, некачественные семена, чрезмерная пастьба скота и т.д.

Чтобы улучшить борьбу с лесными пожарами в условиях глобального изменения климата, который влияет на рост числа опасных гидрометеорологических явлений, к которым относятся периоды жаркой и засушливой погоды, создающей условия для катастрофических пожаров, необходимо создать эффективную систему профилактики и финансирования охраны лесов. В этих условиях особенно актуально изучение эффективной противопожарной системы, созданной в Китае, ее анализ и возможности применения этого опыта в приграничных регионах России и Монголии. Важность этой задачи определяется необходимостью разработки совместных противопожарных программ по предупреждению и предотвращению лесных пожаров для обеспечения экологической стабильности лесных экосистем сопредельных территорий России, Китая и Монголии

В отличие от других лесных экосистемных услуг, углерододепонирующая услуга не привязана к конкретному пространству: уменьшение выбросов парниковых газов может быть достигнуто в любой точке атмосферы за счет улавливания углерода лесами в любом лесном массиве мира. Таким образом, бенефициарами являются все жители планеты, извлекающие из этого выгоду. С этой точки зрения способность лесов поглощать  $\text{CO}_2$  позволяет России оставаться мировым климатическим донором. По расчетам, в 2017 г. леса России (без учета резервных лесов) обеспечили поглощение более 638 млн т эквивалента  $\text{CO}_2$  [12], что компенсировало по разным оценкам от 25 до 38% национальных выбросов. В стоимостном выражении это составляет

более 500 млрд долл. США [20]. Стоимость услуг российских лесов, связанных с поглощением углерода, это стоимость глобального общественного блага, поэтому российской стороной были предприняты действия по закреплению учета поглотительной способности лесов в статье 5 Парижского соглашения по климату.

Значение лесов возрастает в связи с инициативой Европейского союза о введении трансграничного углеродного налога с 1 января 2023 г. В настоящее время Европарламент разрабатывает предложения по формату введения углеродного налога. Со стороны российского правительства предприняты определенные действия: совсем недавно принят ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», подготовленный Минэкономразвития. В новом законе определены основные понятия: углеродные единицы, их регулирование, учет, мониторинг выбросов парниковых газов. Согласно этому документу правительство будет устанавливать целевой показатель сокращения выбросов парниковых газов с учетом их поглощения в лесах. Одна из идей закона — формирование углеродного рынка. В России пока нет единой системы торговли квотами, но закон предусматривает возможности для реализации корпоративных климатических проектов с перспективой создания добровольного рынка торговли углеродными единицами. В настоящее время проводится эксперимент по созданию углеродного рынка на территории Сахалинской области. Его цель — достижение углеродной нейтральности области к концу декабря 2025 г. Предполагается, что единицы сокращения выбросов, появившиеся в ходе эксперимента, могут быть использованы компаниями для компенсации своего углеродного следа.

### Заключение

Результаты сравнительного анализа углеродного бюджета показали, что леса исследуемых территорий, кроме лесов Монголии с увеличенной долей старовозрастных насаждений, обладают большим потенциалом в поглощении (депонировании) углерода и вносят позитивный вклад в сохранение глобального климата. Для усиления этого вклада необходимы дополнительные меры по профилактике и борьбе с лесными пожарами, лесовосстановлению, защитному лесоразведению в аридных районах, оптимизации возрастной структуры лесов, внедрению эколого-безопасных методов рубок леса и т.д.

Связывание углерода лесами является глобальной трансграничной услугой, поэтому бенефициарами являются все жите-

ли планеты. Потенциал лесов для борьбы с изменением климата по сравнению с другими наземными экосистемами большой, что было акцентировано в Парижском соглашении (2015 г.). С точки зрения глобальной роли лесов в поглощении углерода выигрывает Китай, поскольку, сохраняя свои естественные леса и одновременно проводя масштабные лесовосстановительные работы, он преумножает свое лесное богатство, эксплуатируя леса соседних регионов и стран. Вовлечение лесов России в трансграничное углеродное налогообложение путем реализации лесоклиматических проектов и продажи углеродных единиц будет иметь большое значение, поскольку Россия является одним из крупнейших обладателей лесов, поглотительная способность которых очень велика.

*Исследование выполнено в рамках Государственного задания БИП СО РАН. Проект ААААА21-121011590039-6 (0273-2021-0003).*

### Список литературы

1. European Commission, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations and World Bank System of Environmental-Economic Accounting (SEEA) 2012 Experimental Ecosystem Accounting, 2013. UN Statistics Division. [Electronic resource]. URL: [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/eea\\_white\\_cover.pdf](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/eea_white_cover.pdf) (date of access: 07.09.2021).
2. Millennium Ecosystem Assessment (MEA). Ecosystems and human well-being: Synthesis. 2005. Washington, DC, Island Press.
3. UNEP Global Environment Outlook GEO-4: Environment for development. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme. 2007. [Electronic resource]. URL: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7646> (date of access: 07.09.2021).
4. Бобылев С.Н., Горячева А.А. Идентификация и оценка экосистемных услуг: международный контекст // Вестник международных организаций. 2019. Т. 14. № 1. С. 225–236. DOI: 10.17323/1996-7845-2019-01-13.
5. Costanza R. and Daly H. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology*. 1992. Vol. 6 (1). P. 37–46.
6. Pagiola S., von Ritter K., Bishop J. Assessing the Economic Value of Ecosystem Conservation. *Environmental Economics Series*. 2004. World Bank.
7. TEEB The economics of ecosystems and biodiversity: ecological and economic foundations. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)*. 2010. London, Earthscan.
8. Costanza R. Valuing natural capital and ecosystem services toward the goals of efficiency, fairness, and sustainability. *Ecosystem Services*. 2020. DOI: 10.1016/j.ecoser.2020.101096.
9. Enabling a Natural Capital Approach (ENCA). Guidance March European Commission, Organisation for Economic Co-operation and Development, United. 2020. [Electronic resource]. URL: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/869801/natural-capital-enca-guidance\\_2\\_March.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/869801/natural-capital-enca-guidance_2_March.pdf) (date of access: 07.09.2021).
10. Петров В., Безпалько А., Чэнь Л. Государственное и муниципальное управление лесами Китая // ЛеспроектИнформ. 2016. № 1 (115). С. 140–144.
11. Замолотчиков Д.Г., Грабовский В.И., Краев Г.Н. Динамика бюджета углерода лесов России за два последних десятилетия // Лесоведение. 2011. № 6. С. 16–28.
12. Российская Федерация. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом. 2019. С. 245.
13. Монгол улсын статистикийн эмхэтгэл. *Mongolian Statistical Yearbook*. 2019. Улаан-Баатар.
14. China's Logging Ban in Natural Forests: Impacts of Extended Policy at Home and Abroad. 2016 [Electronic resource]. URL: <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/imported/chinas-logging-ban-in-natural-forests-final-3-14-2016-pdf.pdf> (date of access: 07.09.2021).
15. В пров. Хэйлунцзян увеличилась площадь лесного покрова. [Электронный ресурс]. URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2021/0201/c31518-9815107.html> (дата обращения: 07.09.2021).
16. Ежегодник ФАО. Лесная продукция – 2018. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fao.org/forestry/statistics/80570/ru/> (дата обращения: 07.09.2021).
17. Мишина Н.В. Современная динамика лесных пожаров на трансграничных территориях России, Китая и Монголии // Успехи современного естествознания. 2018. № 3. С. 140–147.
18. Кобак К.И., Кукуев Ю.А., Трейфельд Р.Ф. Роль лесов в изменении содержания углерода в атмосфере // Лесное хозяйство. 2001. № 2. С. 43–45.
19. D. Yu, L. Zhou, W. Zhou, H. Ding, Q. Wang, Y. Wang, X. Wu, L. Dai 2011 Forest Management in Northeast China: History, Problems, and Challenges. *Environmental Management*. DOI: 10.1007/s00267-011-9633-4.
20. Насколько богата Россия? Оценка совокупного уровня благосостояния России в период с 2000 по 2017 годы, 2019. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vseminybank.org/ru/country/russia/publication/how-wealthy-is-russia> (дата обращения: 07.09.2021).