

УДК 630.114.6+574.4

ПРИМЕНИМОСТЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ ИНДИКАТОРОВ ОЦЕНКИ НЕЙТРАЛЬНОГО БАЛАНСА ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ К БОРЕАЛЬНЫМ ЛЕСАМ РОССИИ

А. В. Птичников¹, Д. В. Карелин^{1,3,*}, академик РАН В. М. Котляков¹,
Ю. А. Паутов², А. Ю. Боровлев², Д. А. Кузнецова¹,
Д. Г. Замолодчиков³, В. И. Грабовский³

Поступило 25.07.2019 г.

Анализируется применимость научного инструментария рамочной научной концепции нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием для бореальных лесов России. В этой связи необходима адаптация трёх глобальных индикаторов НБДЗ (наземный покров, продуктивность, запасы углерода) к оценке процессов баланса деградации земель в бореальных лесах России и мира. В предлагаемом исследовании сделан вывод о том, что объектом изучения динамики лесных земель могут служить ландшафты с различными типами восстановительной динамики лесов, а также предложены адаптированные индикаторы НБДЗ. Для оценки НБДЗ рассчитан ретроспективный и прогнозный нетто-баланс С средней тайги в Ношульском лесничестве (Республика Коми), с помощью модели СВМ—СФС представлены три сценария воздействия рубок на баланс углерода в лесных экосистемах. Показано, что нетто-баланс С не может выступать в качестве самостоятельного индикатора НБДЗ, так как он не учитывает изменения видового разнообразия и первичной продуктивности. Оптимальным сценарием НБДЗ является имитация естественных типов восстановительной динамики леса через минимизацию рубок леса на участках с беспожарными типами динамики, накапливающих максимальные запасы мортмассы и являющихся рефугиумами, поддерживающими биоразнообразие.

Ключевые слова: нейтральный баланс деградации земель, ландшафтная динамика лесов, углеродный баланс, модельный лес “Прилузье”.

DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524892195-198>

В 2016 г. Конвенция по борьбе с опустыниванием (КБО) ООН разработала и опубликовала Рамочную научную концепцию нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) [1]. Концепцией предложен минимальный набор из трёх глобальных индикаторов достижения НБДЗ. Эти индикаторы считаются основными для мониторинга эффективности национальных усилий по достижению задачи 15.3 Целей устойчивого развития (ЦУР): (1) состояние и изменения наземного покрова, (2) продуктивность земель и (3) общие запасы органического углерода. Территории соответствуют понятию нейтральности в случае, если ни один из индикаторов за определённое время не показывает ухудшения. Российская Федерация поддерживает ЦУР, государственная политика РФ направлена на их реализацию. Область действия КБО ООН охватывает не только аридные, но и гумидные ландшафты, в том числе покрытые

лесом земли. Согласно [2] основным способом гармонизации национальной и глобальной системы учёта выполнения задачи 15.3 ЦУР является дополнение сложившейся национальной системы учёта глобальными индикаторами и использование их в качестве общих ориентиров и для контроля объективности статистических данных, получаемых традиционными методами.

Применительно к лесам индикатор продуктивности земель может обозначать продуктивность лесов и кустарниково-луговой растительности. Продуктивность лесов описывается показателем общего прироста. Биоразнообразие предлагается нами в качестве нового индикатора НБДЗ для лесов. Одним из главных отличий лесов от других категорий земель является их высокий уровень НБДЗ. Конвенция по борьбе с опустыниванием ссылается в стратегической цели 4–2 на необходимость понимания распределения и учёта отдельных видов (растений и животных). В этой связи предлагается включить в оценку НБДЗ уровень и динамику биологического разнообразия в качестве дополнительного индикатора (табл. 1).

Вопросы деградации лесных земель в гумидных условиях мы рассматриваем на примере модельного

¹ Институт географии Российской Академии наук, Москва

² Фонд содействия устойчивому развитию “Серебряная тайга”, Сыктывкар

³ Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской Академии наук, Москва

*E-mail: dkarelin7@gmail.com

Таблица 1. Примерное соотношение индикаторов НБДЗ и таксационных индикаторов по лесам

Состояние и изменения наземного покрова	Запас
	Лесистость (включая гари, вырубки и насаждения, погибшие от прочих причин)
Продуктивность земель	Общий прирост лесов (с учётом отпада)
	Уровень биологического разнообразия (например, индекс Шеннона)
Запасы углерода в почве и подстилке	Расчётные показатели по индикаторам категорий лесных площадей и лесообразующих пород

участка средней тайги на юге Республики Коми (модельный лес “Прилузь”). Территория лесничества находится в аренде для целей заготовки древесины, ведётся коммерческое лесопользование. Из табл. 2 можно сделать вывод об отсутствии деградации лесов в гумидных условиях. В то же время, по мнению многих специалистов, деградация лесных земель в гумидном климате происходит в связи с нарушением цикла природной динамики лесных экосистем в результате массивированных рубок и связанных с этим лесных пожаров [3]. Рубки и пожары трансформируют циклы динамики и приводят к снижению биологического разнообразия, устойчивости, породно-возрастной структуры лесов и другим обратимым и необратимым изменениям.

Таблица 2. Индикаторы НБДЗ и соответствие им в нормативной базе лесного хозяйства РФ

Индикатор НБДЗ	Соответствие в нормативной базе ЛХ (таксационные показатели)	Основной тренд за последние 15 лет
Состояние и изменения наземного покрова	Запас	Увеличение
	Лесистость	Неизменно
Продуктивность земель	Биологическая продуктивность — общий прирост	Некоторое увеличение
Запасы углерода в почве и подстилке	Нет	Накопление (за исключением пройденных огнём участков)

В этой связи мы предлагаем качественно другой подход к анализу деградации лесных земель в гумидных условиях. Объектом изучения могут служить ландшафты с различным типом динамики лесов. В частности, в среднетаёжных ландшафтах Республики Коми выделяется шесть типов восстановительной динамики лесов (табл. 3).

Таблица 3. Предлагаемые индикаторы НБДЗ для лесов в гумидных условиях на региональном уровне

Тип динамики среднетаёжных лесов	Предлагаемые индикаторы НБДЗ
Еловая беспожарная динамика	Частота пожаров. Уровень биоразнообразия (запас мёртвой древесины/мощность подстилки/индекс Шеннона).
Сосновая пожарная динамика	Формула древостоя для спелого леса. Площадь сплошных рубок.
Территории на заболоченных почвах (сосняки на торфяниках)	Доля защитных лесов и особо охраняемых территорий (ООПТ). “Углеродный след” (по методике ЕХ-АСТ). Оценка нетто-баланса углерода (РОБУЛ, РОБУЛ-М, СВМ-СФС). Замедление лесовосстановления
Пожарная динамика со сменой пород (сосново-еловый и листовенно-еловый подтипы)	

Индикатор запасов углерода С может быть оценен через ретроспективный и прогнозный расчёты его нетто-баланса. На рис. 1, 2 это выполнено для Ношульского участкового лесничества (120 780 га) — модельного леса “Прилузь” — с помощью имитационной модели СВМ-СФС [4], настроенной на основе таксационных данных 1992 г. по типам леса, возрасту и доминирующим породам древостоя, запасам древостоя, запасам углерода в почве, категориям лесов и текущему климату.

Верификация модели проведена с помощью аналогичной модели РОБУЛ-М [5] и показала хорошее совпадение временных рядов по коэффициенту Тейла (0,04). СВМ-СФС была адаптирована к трём сценариям промышленных рубок. Первый сценарий (рис. 1) (прекращение воздействия) подразумевал отсутствие рубок до конца периода прогноза (2041). Второй сценарий (среднее воздействие) отражает реальные показатели рубок постсоветского периода (1992–1996 гг.), период прекращения рубок во время системного кризиса в России (1997–2000 гг.) и их возобновление начиная с 2001 г. по настоящее время. После достижения максимального показателя рубок в 2017 г. (810 га в год) согласно этому сценарию рубки прекращаются. Третий сценарий наиболее реалистичен (сильное воздействие) — он характеризуется сохранением уровня рубок на максимальном уровне с 2018 г. до конца периода имитации (2040 г.).

Первый сценарий демонстрирует постепенное снижение стока углерода стареющих насаждений, при этом экосистема стремится к равновесному (нулевому) балансу углерода, когда возобновление следует местным сукцессиям (см. табл. 2).

Согласно второму сценарию усиление рубок в ранней российской истории быстро сводит баланс

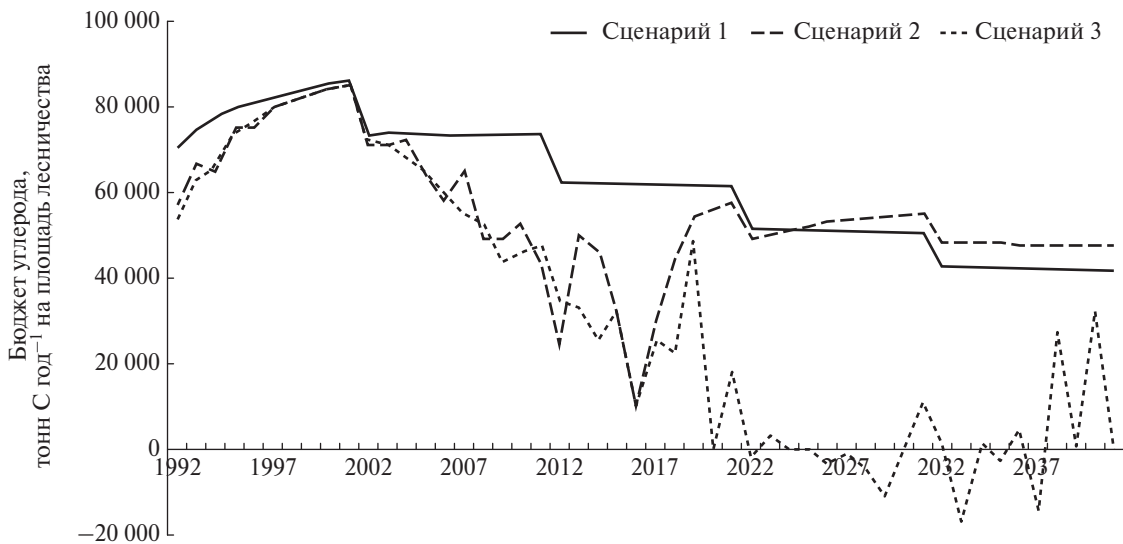


Рис. 1. Ретроспективный и прогнозный углеродный баланс лесов модельного участкового лесничества Ношульское (Республика Коми), рассчитанный с помощью модели СВМ—СFS по трём сценариям лесопользования, положительные значения баланса соответствуют стоку С, отрицательные — его источнику в атмосферу.

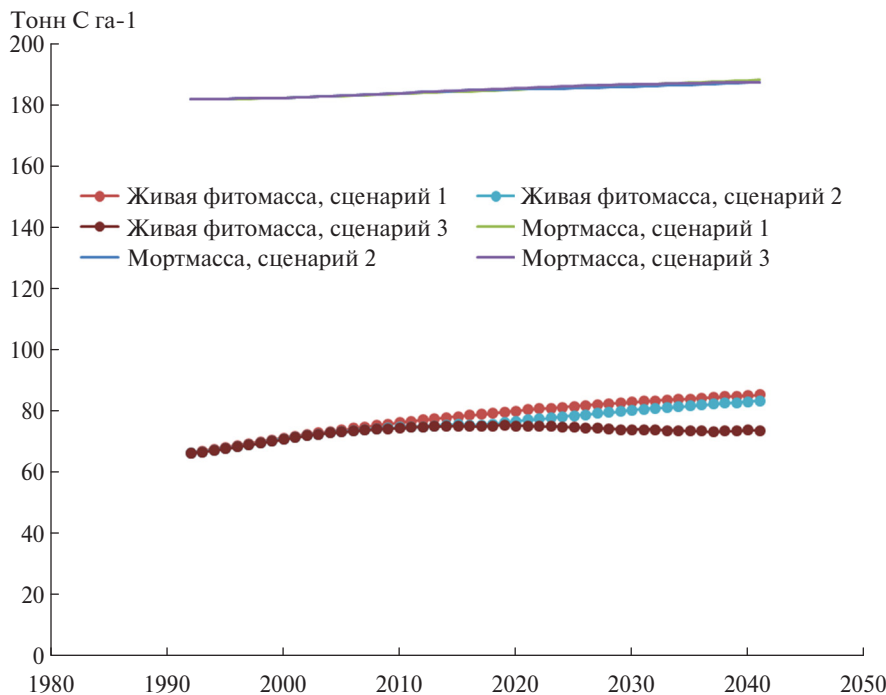


Рис. 2. Ретроспективная и прогнозная динамика общих запасов живой фитомассы и мортмассы в средней тайге (модельное участковое лесничество Ношульское, Республика Коми), найденная по модели СВМ—СFS согласно трём сценариям лесопользования.

углерода почти к нулевому, а после их прекращения сток углерода в экосистему из атмосферы быстро восстанавливается (за три года), достигая первого сценария.

При третьем сценарии после короткого периода усиления стока углерода в 1992–2002 гг. он начинает падать и в 2020 г. впервые становится источником углерода для атмосферы. Далее при сохранении ежегодного уровня рубок углеродный баланс экосис-

темы динамически колеблется около нуля. Это можно считать искомым состоянием нуль-деградации или аналогом расчётной лесосеки, поскольку изымаемый ежегодно при рубках объём древесины успеваеет восполняться через естественный прирост. Однако, если использовать только этот показатель, не учитываются изменения видового разнообразия, мортмассы, почвенного углерода и продуктивности, что также может служить индикаторами деградации.

Более рациональным представляется второй сценарий, который соответствует периодическим прекращениям рубок. При этом запас углерода в почве и продуктивность насаждений восстанавливаются. Однако это неизвестно в отношении видовой разнообразия. При третьем сценарии рубок баланс углерода остаётся около нулевым, однако (см. рис. 2) запас фитомассы после 2020 г. начинает снижаться, что следует рассматривать как негативный показатель. Запас углерода в мортмассе лесной экосистемы, включая углерод почвы (рис. 2), является наименее динамичным и слабо растущим резервуаром при всех сценариях, поэтому этот индикатор не может считаться достаточно чувствительным.

Оптимальным сценарием воздействия служит имитация естественных типов динамики леса в ландшафте, которая заключается в минимизации рубок леса на участках с беспожарными типами динамики, накапливающих и сохраняющих максимальные запасы мортмассы и одновременно являющихся “ключевыми биотопами”, или рефугиумами, поддерживающими общее биоразнообразие лесных экосистем в ландшафте.

Источники финансирования. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 18–17–00178 (полевые исследования 2018 г.) в рамках государственного задания № 0148–2019–0006 Института географии РАН (анализ данных) и темы № АААА–А18–

118052400130–7 Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН (моделирование).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием. Рамочная стратегия КБ ООН на 2018–2030 гг. URL: https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2018-08/cop21add1_SF_RU.pdf
2. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А. Нейтральный баланс деградации земель — новейший подход для принятия решений в области землепользования и земельной политики // Проблемы постсоветского пространства. 2018. № 5 (4). С. 369–389. <https://doi.org/10.24975/2313-8920-2018-5-4-369-389>
3. Рекомендации по проведению рубок главного пользования с сохранением экологических свойств леса в участках малонарушенных (девственных) лесов на территории Республики Коми. Сыктывкар, 2006. 43 с.
4. Kull S., Kurz W.A., Rampley G., et al. Operational-Scale Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector (CBM–CFS3) Version 1.0: User’s Guide (Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre, Edmonton, 2006).
5. Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Честных О.В. РОБУЛ-М: новое средство прогноза углеродного бюджета лесов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Матер. II междунаучно-техн. конф. Т. 2. СПб.: СПбГЛТУ, 2017. С. 125–128.

APPLICABILITY OF INTERNATIONAL INDICATORS OF LAND DEGRADATION NEUTRALITY ESTIMATION FOR RUSSIAN BOREAL FORESTS

A. V. Ptichnikov¹, D. V. Karelin^{1,3}, Academician of the RAS V. M. Kotlyakov¹,
Y. A. Pautov², A. Y. Borovlev², D. A. Kuznetsova¹, D. G. Zamolodchikov³, V. I. Grabovsky³

¹*Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

²*Silver Taiga Sustainable Development Fund, Syktывkar, Russian Federation*

³*Center for Ecology and Forest Productivity of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

Received July 25, 2019

In this paper we analyze applicability of Land degradation neutrality (LDN) concept of the UN Convention to Combat Desertification for Russian boreal forests. In this regard, it is necessary to adapt the three global LDN indicators (land cover, land productivity, and carbon stocks) to the assessment of land degradation processes of boreal forests in Russia and around the world. The proposed study concludes that landscapes with different types of forest restoration dynamics can be viewed as the object in forest land dynamic studies. The proposed research also suggests the set of LDN indicators adapted for boreal forests conditions. In order to assess LDN proxies we calculated the retrospective and projected net carbon balance in the middle taiga zone of Noshulskoye forest domain (Komi Republic, Russia) using the CBM CFS model. Here we explored 3 scenarios of forest net carbon balance under the three different felling regimes. It was shown that the net carbon balance cannot be applied as an independent LDN indicator, since it does not take into account changes in species diversity and primary productivity. We also suggest that industrial felling should imitate natural types of restoration dynamics in order to achieve LDN targets. It can be reached through minimization of forest felling at sites with fireless types of succession, which accumulate maximum stocks of dead phytomass matter and serve as forest refuges supporting biodiversity.

Keywords: Land degradation neutral balance, forests landscape dynamics, carbon balance, “Priluzie” model forest.