

УДК 502-032.3:71

А. Н. Фадеев, О. А. Жгулёва

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СПОСОБНОСТИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ К ДЕПОНИРОВАНИЮ УГЛЕРОДА

Приведена методика оценки способности лесных насаждений к связыванию углерода. Изложенная методика базируется на получении нормализованных кривых моделированием запасов насаждений. Показан пример реализации способа по лесному фонду Республики Марий Эл.

Ключевые слова: *депонирование углерода, лесные насаждения, моделирование запасов.*

Введение. В связи с изменением климата исследования углеродного цикла активизировались. Лесные насаждения представляют собой уникальные экосистемы, обладающие способностью депонировать (связывать) углерод, которая напрямую зависит от состояния древостоя. Этот факт позволяет применять способность насаждения к депонированию углерода в качестве комплексного природоохранного индикатора состояния экосистемы. Известны подходы в определении депонирования углерода лесными насаждениями по статистическим данным учета лесного фонда [1–2], а также по компонентам насаждений леса [3–4].

Цель исследования – разработать методику определения депонирующей способности насаждений по нормализованным кривым распределения запасов древесины на участках леса (таксационных выделах) в различных условиях местопроизрастания.

Решаемые задачи. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- методом статистического моделирования получить зависимости распределения запасов древесины на участках леса с различными условиями местопроизрастания,
- разработать методику расчета величины депонирования углерода лесными насаждениями.

Объекты и методика исследований. Предлагается методика определения депонирования углерода, которая базируется на основе нормализованных кривых по распределению запасов древесины на 1 га относительно средневзвешенного возраста древостоя на участке леса. В качестве исходных данных использовались зависимости запаса древесины, определяемого на основе таксационных описаний участков леса по лесному фонду Республики Марий Эл, от возраста древостоя.

По массиву, расположенному в базе данных, необходимо проведение статистического моделирования с определением нормируемых кривых распределения запасов древесины по среднему возрасту, типу леса и лесорастительным условиям (ТЛУ) и выделения ценных массивов и угнетенных массивов.

В качестве исходной математической конструкции было выбрано уравнение следующего вида:

$$y = ax^b \exp(-cx),$$

где y – запас древесины на 1 га, m^3 ; x – средневзвешенный возраст древостоя, лет.

Рассмотрим методику оценки способности лесных насаждений к депонированию углерода на примере данных по соснякам-брусничникам (Сбр, А2) лесного фонда Республики Марий Эл.

Общее разграничение выборки нормализованными кривыми можно рассмотреть на рис. 1. Таким образом, данные кривые распределения позволяют охарактеризовать состояние насаждений каждого лесного участка по величине накопления биомассы (запаса древесины). Это позволяет в дальнейшем применить лесохозяйственные мероприятия с целью увеличения удельного запаса и прироста древесины. При этом можно провести зонирование точечного распределения на основе этих кривых (рис. 2).

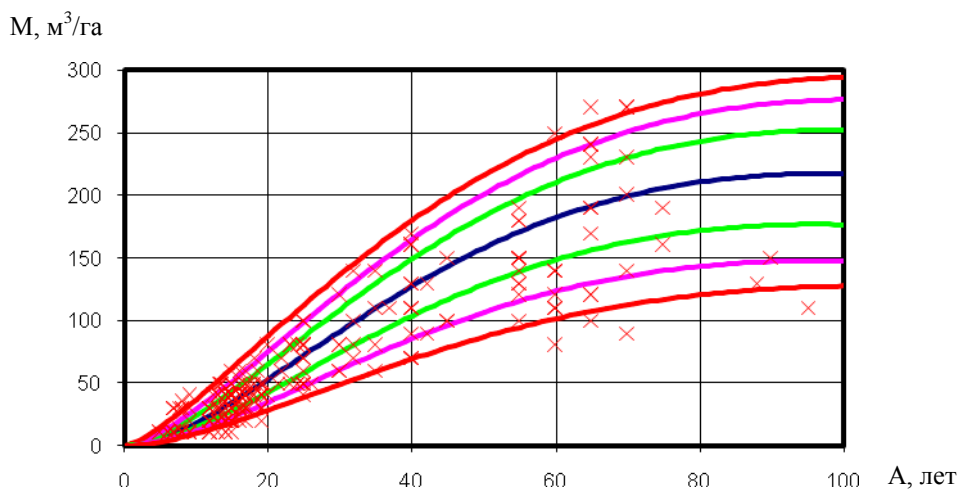


Рис. 1. График нормализованных кривых и фактических данных по распределению запасов на 1 га в зависимости от средневзвешенного возраста в сосняках-брусничниках

На основе нормализованных кривых можно определить годичный прирост древесины на 1 га по следующей зависимости (рис. 3):

$$P = a \cdot A^b \cdot \exp(-c \cdot A) \cdot \left[1 - \exp(-c \cdot (A-1)) \right] \cdot \exp(-c \cdot (A-1)), \tag{1}$$

где A – средний возраст древостоя, лет; P – годичный прирост древесины на 1 га в возрасте A .

Зная прирост древесины, можно определить в дальнейшем и депонирование (поглощение) углерода для нормализованной кривой запасов

$$Q_c = 0,5 \cdot P. \tag{2}$$

Для того, чтобы определить количество углекислого газа, которое поглощает древостой на 1 га лесного участка, необходимо произвести пересчет депонирования углерода на углекислый газ по формуле

$$Q_{CO_2} = 3,67 \cdot Q_c. \tag{3}$$

Количество кислорода, выделяемого древостоем с 1 га, определяется как

$$Q_{O_2} = 0,73 \cdot Q_{CO_2} \quad (4)$$

Расчет количества углекислого газа и кислорода, выделяемого 1 га леса, производится для того, чтобы определить возможную стоимость экологической компоненты леса в результате депонирования углерода.

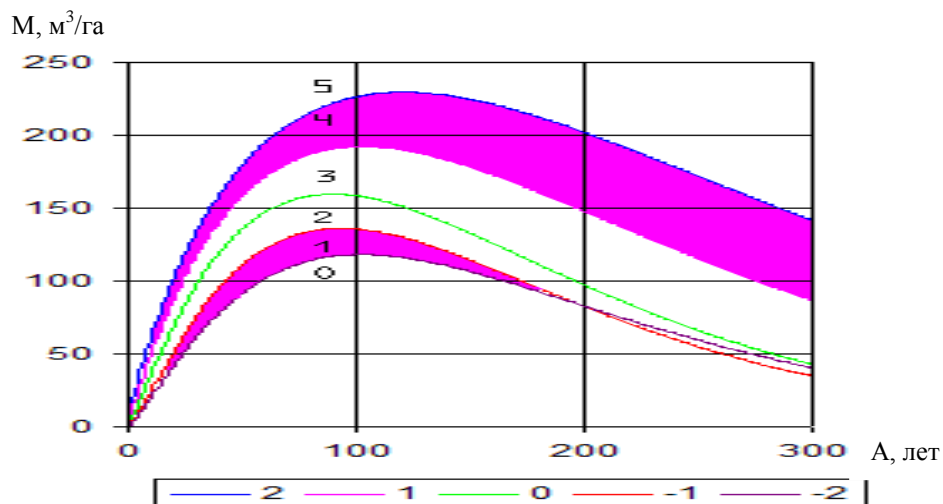


Рис. 2. Градация лесных насаждений нормализованными кривыми по уровню запаса:
 0 – особо угнетенные; 1 – угнетенные; 2 – умеренно угнетенные;
 3 – умеренно ценные; 4 – ценные; 5 – особо ценные лесные массивы

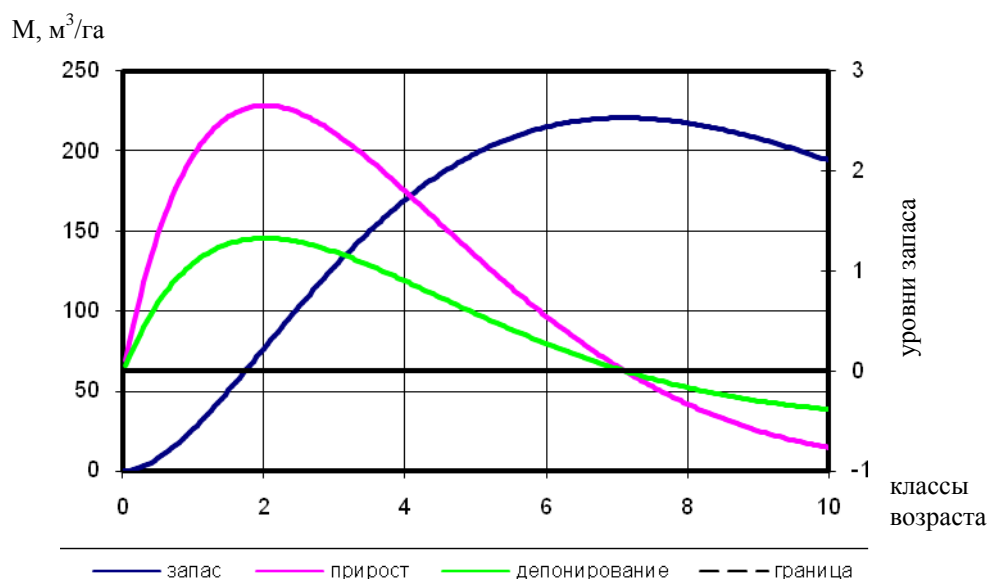


Рис. 3. Зависимости прироста древесины, запаса и депонирования углерода от класса возраста

Для случая, когда фактические данные не лежат на нормализованных кривых запаса, необходимо определение прироста с учетом коэффициента пересчета, характеризующего отклонение фактического значения от значения по кривой для соответствующего среднего возраста насаждения, который будет определяться по следующей зависимости:

$$P = Z_{\phi} \left(1 - \frac{A-1}{A^b} \cdot \exp\left\{c \cdot \frac{A-1}{A}\right\} \right), \tag{5}$$

где Z_{ϕ} – фактическое значение запаса на 1 га по таксационному выделу. Тогда депонирование углерода с 1 га лесных насаждений будет равно:

$$Q_C = 0,5Z_{\phi} \left(1 - \frac{A-1}{A^b} \cdot \exp\left\{c \cdot \frac{A-1}{A}\right\} \right). \tag{6}$$

При этом средний возраст древостоя на участке леса определяется на основе возрастных запасов по каждой породе, входящей в породный состав насаждения на таксационном выделе:

$$A = \frac{\sum A_n \cdot Z_n}{Z_i^{общ}}, \tag{7}$$

где $Z_i^{общ}$ – общий запас на выделе, м³; A_n – возраст породы в древостое, лет; Z_n – запас древесины по породе в древостое, м³.

Результаты исследования. В нашем случае для лесного фонда в границах лесхозов (по старому делению) был произведен расчет удельного показателя депонирования углерода (рис.4).

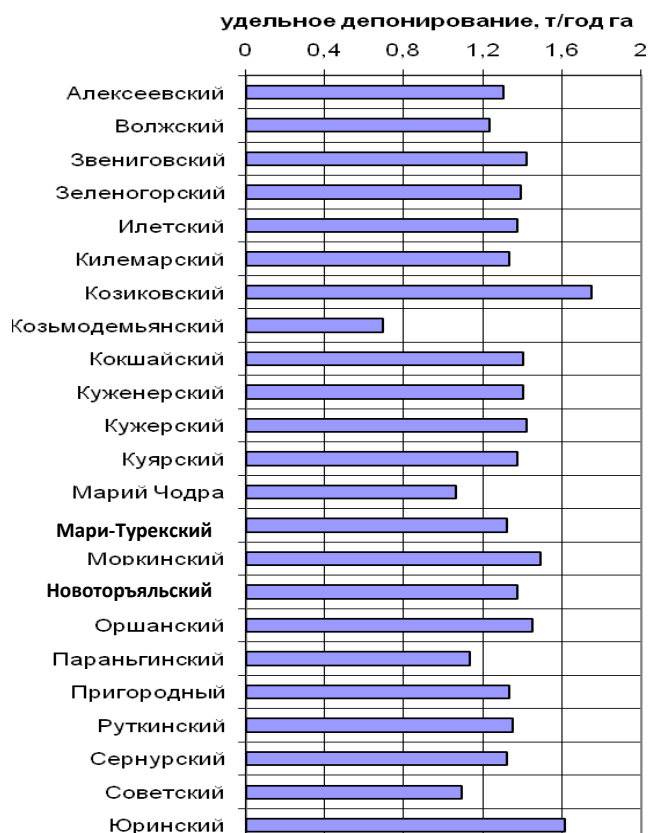


Рис. 4. Удельное депонирование углерода на территории РМЭ в рамках границ лесхозов

Выбор модели нормализованной кривой зависит от номера зоны (уровня, рис. 2), в которую попадает значение запаса на 1 га по соответствующему древостою.

Выводы. Такой подход в оценке состояния лесного фонда позволяет добиться поэтапного улучшения состояния лесных насаждений при проведении необходимых лесохозяйственных мероприятий по соответствующим лесным участкам (таксационным выделам), а в рамках Киотского протокола провести расчет депонирования углерода лесными насаждениями.

Рассмотренная методика оценки способности лесных насаждений к депонированию углерода на примере данных по типам леса и условиям местопроизрастания обуславливает подход к определению кислородно-углеродного баланса территории.

Список литературы

1. *Замолодчиков, Д. Г.* Определение запасов углерода по зависимым от возраста насаждений конверсионно-объемным коэффициентам / Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин, Г. Н. Коровин // Лесоведение. – 1998. – № 3. – С. 84–93.
2. *Замолодчиков, Д. Г.* Система конверсионных отношений для расчета чистой первичной продукции лесных экосистем по запасам насаждений / Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин // Лесоведение. – 2000. – № 6. – С. 54–63.
3. *Исаев, А. С.* Оценка запасов и годичного депонирования углерода в фитомассе лесных экосистем России / А. С. Исаев, Г. Н. Коровин, А. И. Уткин и др. // Лесоведение. – 1993. – № 6. – С. 3–10.
4. *Курбанов, Э. А.* Бюджет углерода сосновых насаждений центрального лесотаксационного района России [Текст]: дис. ... докт. с.-х. наук / Э. А. Курбанов // Мар. гос. техн. ун-т; Науч. консульт. П. А. Соколов. – Йошкар-Ола, 2003. – 316 с.

Статья поступила в редакцию 11.02.09.

A. N. Fadeyev, O. A. Zhgulyova

THE METHOD OF AN ESTIMATION OF WOOD PLANTATIONS ABILITY TO CARBON BINDING

A method of an estimation of ability of wood plantations to carbon binding is indicated. Described technique bases on deriving of the normalized curves by modeling of stocks of plantations. The example of realization of a method on forest resources of Republic of Mari El is showed.

Key words: *carbon binding, wood plantations, modeling of stocks.*

ФАДЕЕВ Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры природообустройства МарГТУ. Область научных интересов – экология, землеустройство, ГИС, морфометрия, кадастры. Автор 30 публикаций.

ЖГУЛЁВА Ольга Александровна – аспирант, ассистент кафедры природообустройства МарГТУ. Область научных интересов – экология, морфометрия. Автор трех публикаций.