

УДК 630*524.1+630*182.5(470)

Д. Г. ЗАМОЛОДЧИКОВ

Центр по проблемам экологии
и продуктивности лесов РАН, Москва
А. И. УТКИНИнститут лесоведения РАН,
Успенское Московской обл.;
Центр по проблемам экологии
и продуктивности лесов РАН, Москва
О. В. ЧЕСТНЫХЦентр по проблемам экологии
и продуктивности лесов РАН, МоскваПОКАЗАТЕЛИ КОНВЕРСИИ ЗАПАСОВ НАСАЖДЕНИЙ В ПЕРВИЧНУЮ ПРОДУКЦИЮ
ДЛЯ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД РОССИИ**Введение**

В России имеются согласованные оценки фитомассы ($C_{phytomass}$), полученные разными авторами для лесного фонда страны и лесов, входящих в лесной фонд [5, 6]. Но потребность в определении функционального разнообразия лесов Северной Евразии с позиций их биосферной роли и значимости как сырьевых и биологических ресурсов выдвигает на первое место оценки первичной биологической продуктивности и потоков углерода вообще в ходе естественного развития лесов (лесообразовательного процесса) и антропогенного воздействия на лесные экосистемы [2].

Во всех многолесных странах количественная оценка динамики фитомассы лесонасаждений осуществляется по лесоинвентаризационным материалам (лесоустройство, дистанционные методы). Для этих целей, для одних и тех же объектов (пробных площадей) анализируются таксационные показатели древостоев с определением фракционного состава фитомассы и прироста насаждений. На основе анализа рассчитываются коэффициенты конверсии таксационных показателей в фитомассу. В настоящей статье приводятся исходные нормативные материалы для расчетов годичной первичной продукции (NPP). Поскольку исходная база для получения коэффициентов и принципы их расчетов были опубликованы ранее [1], то здесь в реферативной форме приводятся конечные результаты в виде таблиц.

Данные

В отличие от фитомассы база данных «Биологическая продуктивность лесных экосистем» [3] включает лишь 535 пробных площадей с оценками NPP экосистем. Нами была предпринята попытка оценить и выразить связь надземной NPP ($ANPP$) с запасами древесины [1]. При этом мы изначально понимали издержки такого анализа, обусловленные мало-

численностью выборок пробных площадей для многих древесных пород, преобладание в базе данных оценок NPP по методике среднего модельного дерева, когда соотношение массы фракций распространялось и на фракционное соотношение для NPP .

Анализ имеющихся в [3] фактических отношений $ANPP/M$ позволил, аппроксимировав их регрессиями, получить для лесообразующих пород конверсионные отношения по всему принятому в материалах ГУЛФ спектру возрастных групп (табл. 1), без дифференциации на лесорастительные провинции и ландшафтные полосы. Поскольку в [3] сведений о NPP в подземной части древостоев оказалось меньше, чем для надземной, сначала в работе [1] рассчитывалась представительность NPP отдельных фракций в составе $ANPP$, затем определяли вклад NPP подземной части по ее отношению к $ANPP$ (табл. 2).

Средняя величина NPP древостоев России определена в $3.5 \pm 0.8 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ абсолютно сухого вещества, вместе с растительностью нижних ярусов $5.5 \pm 1.5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$. Для насаждений основных лесообразующих пород на площади $639.4 \cdot 10^6 \text{ га}$ с запасами $71649 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ величина $ANPP$ древостоев оценена нами [1] в $1910 \cdot 10^6 \text{ т} \cdot \text{год}^{-1}$, вместе с подземной NPP в $2268 \cdot 10^6 \text{ т} \cdot \text{год}^{-1}$. Точность суммарных оценок $ANPP$ древостоев составляет $\pm 20\%$, общей NPP $\pm 22\%$: для отдельных древесных пород точность определения $ANPP$ варьирует от $\pm 11-18\%$ (дуб, сосна, береза, ель, кедр) до $\pm 28-33\%$ (осина, пихта, лиственница). Для общей NPP точность оценок по сравнению с $ANPP$ ухудшается обычно на $\pm 1-2\%$, редко (дуб) на $\pm 5\%$.

При недостаточности информационного обеспечения NPP насаждений можно пользоваться данными табл. 1 и 2 для определения продукции. При расчетах потоков углерода для лесов Республики Беларусь по разнице запасов на основе материалов ГУЛФ, таблиц хода роста и $k = Ph/M$ (отношения фитомассы к запасу),

Таблица 1. Конверсионные отношения $ANPP/M$ ($t\ m^{-3}\ ga^{-1} \pm$ стандартная ошибка) для насаждений групп возраста основных лесобразующих пород России

| Порода, группа пород | Группа возраста | | | | | |
|-------------------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|---------------|---------------|
| | модульные | | средневозрастные | приспевающие | спелые | перестойные |
| | I класса | II класса | | | | |
| Сосна | 0.1327±0.0190 | 0.0717±0.0140 | 0.0411±0.0015 | 0.0259±0.0029 | 0.0183±0.0052 | 0.0144±0.0015 |
| Ель | 0.1079±0.0389 | 0.0603±0.0086 | 0.0365±0.0047 | 0.0246±0.0051 | 0.0186±0.0034 | 0.0157±0.0018 |
| Пихта | 0.2203±0.0888 | 0.0852±0.0115 | 0.0402±0.0089 | 0.0252±0.0064 | 0.0202±0.0071 | 0.0186±0.0043 |
| Лиственница | 0.0793±0.0254 | 0.0463±0.0128 | 0.0299±0.0110 | 0.0217±0.0070 | 0.0175±0.0056 | 0.0155±0.0050 |
| Кедр | 0.0258±0.0046 | 0.0184±0.0033 | 0.0147±0.0030 | 0.0129±0.0020 | 0.0120±0.0021 | 0.0115±0.0020 |
| Дуб высокоствольный | 0.2344±0.0233 | 0.0896±0.0103 | 0.0413±0.0053 | 0.0252±0.0009 | 0.0199±0.0024 | 0.0181±0.0042 |
| Дуб низкоствольный | 0.2781±0.0372 | 0.1020±0.0195 | 0.0433±0.0033 | 0.0237±0.0032 | 0.0172±0.0023 | 0.0150±0.0020 |
| Прочие твердолиственные | 0.1062±0.0193 | 0.0650±0.0087 | 0.0444±0.0046 | 0.0341±0.0058 | 0.0289±0.0043 | 0.0263±0.0032 |
| Береза | 0.3255±0.0318 | 0.1283±0.0139 | 0.0626±0.0107 | 0.0407±0.0036 | 0.0334±0.0045 | 0.0310±0.0070 |
| Осина | 0.4003±0.1466 | 0.1426±0.0336 | 0.0568±0.0055 | 0.0281±0.0055 | 0.0186±0.0042 | 0.0154±0.0034 |
| Прочие мягколиственные | 0.2351±0.0565 | 0.0921±0.0221 | 0.0444±0.0065 | 0.0285±0.0095 | 0.0232±0.0056 | 0.0214±0.0051 |

Таблица 2. Отношения NPP фракций к общей надземной NPP (доли \pm стандартная ошибка) для основных лесобразующих пород России

| Порода, группа пород | Фракции надземной NPP | | | Отношение NPP подземная/ надземная |
|-------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|--|
| | стволы | ветви | листва | |
| Сосна | 0.509 \pm 0.008 | 0.169 \pm 0.005 | 0.322 \pm 0.005 | 0.170 \pm 0.008 |
| Ель | 0.476 \pm 0.018 | 0.153 \pm 0.011 | 0.371 \pm 0.015 | 0.234 \pm 0.017 |
| Пихта | 0.499 \pm 0.023 | 0.171 \pm 0.012 | 0.329 \pm 0.024 | 0.211 \pm 0.020 |
| Лиственница | 0.517 \pm 0.085 | 0.168 \pm 0.029 | 0.315 \pm 0.024 | 0.164 \pm 0.009 |
| Кедр | 0.545 \pm 0.058 | 0.064 \pm 0.012 | 0.390 \pm 0.043 | 0.126 \pm 0.018 |
| Дуб высокоствольный | 0.396 \pm 0.027 | 0.179 \pm 0.020 | 0.425 \pm 0.022 | 0.186 \pm 0.055 |
| Дуб низкоствольный | 0.491 \pm 0.017 | 0.120 \pm 0.022 | 0.389 \pm 0.026 | 0.187 \pm 0.024 |
| Прочие твердолиственные | 0.452 \pm 0.022 | 0.239 \pm 0.019 | 0.309 \pm 0.015 | 0.187 \pm 0.024 |
| Береза | 0.438 \pm 0.019 | 0.116 \pm 0.008 | 0.446 \pm 0.017 | 0.229 \pm 0.028 |
| Осина | 0.549 \pm 0.029 | 0.127 \pm 0.012 | 0.324 \pm 0.027 | 0.140 \pm 0.018 |
| Прочие мягколиственные | 0.657 \pm 0.040 | 0.113 \pm 0.020 | 0.230 \pm 0.030 | 0.187 \pm 0.024 |

с одной стороны, и $k = ANPP/M$, с другой, получены близкие величины NPP [4]. А. З. Швиденко и др. [6] для площади лесов России $763.5 \cdot 10^6$ га определили общую NPP в размере $3679 \cdot 10^6$ т сухого вещества в год. При больших в работе [6] по сравнению с нашими [1]: площади на 19 %, запаса фитомассы по сухому веществу на 62 %, в расчете на 1 га получаем NPP , равную соответственно $4.82 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ и $3.55 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, т. е. исходная информация для определения NPP у нас была на 36 % меньше.

Фракционное соотношение (проценты после округления) стволов, ветвей, корней и листвы насаждений составляют: сосна средневозрастной группы 44:14:14:28; приспевающей группы возраста 43:14:15:28; ель (обе группы) 39:12:30:19; лиственница (обе группы) 44:15:27:14; береза (обе группы) 36:9:36:19 %. Приведенные данные свидетельствуют о том, что: 1) насаждения одних и тех же пород по фракционной структуре NPP остаются неизменными в интервале возрастного развития от молодняков до стадии спелости; 2) соотношения фракций в фитомассе и в NPP принципиально различны и не могут быть взаимозаменяемыми.

Заключение

Предлагаемые коэффициенты $ANPP/M$ не могут быть панацеей для легкого определения NPP для всего разнообразия лесных экосистем в лесном фонде России. Но они представляются очень полезными при использовании совместно с аналогичными коэффициентами конверсии запасов в фитомассу и $C_{phytomass}$, а также при разработке других методов оценки NPP в лесонасаждениях, ибо величины среднего прироста насаждений по материалам государственных учетов лесного фонда малопригодны для этих целей.

Исследование выполнялось при поддержке международного проекта «Развитие международного сотрудничества по оценке углеродного цикла» (Институт мировых ресурсов, Вашингтон, США), частично проектом МЯ-47 (МПР РФ) и грантов РФФИ (00-04-48036, 03-04-48097).

Библиографический список

1. **Замолотчиков Д. Г., Уткин А. И.** Система конверсионных отношений для расчета чистой первичной продукции лесных экосистем по запасам насаждений // Лесоведение. – 2000. – № 6. – С. 54–63.
2. **Уткин А. И.** Углеродный цикл и лесоводство // Лесоведение. – 1995. – № 5. – С. 3–20.
3. **Уткин А. И., Гульбе Я. И., Гульбе Т. А., Ермолова Л. С.** О наступлении лесной растительности на сельскохозяйственные земли в Верхнем Поволжье // Лесоведение. – 2002. – № 5. – С. 44–52.
4. **Уткин А. И., Замолотчиков Д. Г., Пряжников А. А.** Методы определения депонирования углерода фитомассы и нетто-продуктивности лесов (на примере Республики Беларусь) // Лесоведение. – 2003. – № 1. – С. 48–57.
5. **Уткин А. И., Замолотчиков Д. Г., Честных О. В. и др.** Леса России как резервуар органического углерода биосферы // Лесоведение. – 2001. – № 5. – С. 8–23.
6. **Швиденко А. З., Нильсон С., Столбовой В. С. и др.** Опыт агрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. 2. Нетто-первичная продукция экосистем // Экология. – 2001. – № 2. – С. 83–90.