



ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*948

Д.Г. Щепашенко, А.З. Швиденко, П.И. Лакида

Щепашенко Дмитрий Геннадьевич родился в 1966 г., окончил в 1988 г. Московский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры почвоведения Московского государственного университета леса. Имеет около 30 печатных работ в области лесного почвоведения, оценки первичной продуктивности лесов.



Швиденко Анатолий Зиновьевич родился в 1937 г., окончил в 1959 г. Украинскую сельскохозяйственную академию и в 1972 г. Киевский государственный университет, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник Международного института прикладного системного анализа (IIASA, Австрия). Автор 270 печатных работ в области лесоустройства, мониторинга, математических методов и глобальных изменений.



Лакида Петр Иванович родился в 1955 г., окончил в 1980 г. Украинскую сельскохозяйственную академию, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор НИИ лесного и садово-паркового хозяйства Национального аграрного университета Украины. Автор более 100 печатных работ в области таксации, биологической продуктивности лесов, динамики углерода.



БАЗА ДАННЫХ СТРУКТУРЫ ФИТОМАССЫ ЛЕСОВ РОССИИ

Приведен обзор современных баз данных структуры фитомассы лесов России. Предложенная авторами база данных содержит сведения о структуре фитомассы, лесотипологической и таксационной характеристиках насаждений, представлены все основные лесообразующие породы и регионы бывшего СССР.

Ключевые слова: фитомасса, биопродуктивность, леса России.

Изучение глобальных изменений требует рассмотрения глобального цикла углерода и вклада лесов в этот процесс, что в свою очередь приводит к изучению отдельных элементов биологической продуктивности лесов. База данных структуры фитомассы призвана аккумулировать опубликованные данные в этой области в единой структуре и доступной для анализа форме и должна быть ориентирована на конкретные цели исследований.

Одну из первых крупных баз данных собрал и опубликовал (в обобщенном виде) Н.И. Базилевич [2]. База содержит сведения о фитомассе де-

ревьев, кустарников, кустарничков, трав, мхов и лишайников с выделением зеленых и одревесневших частей. Для этих же фракций указана чистая первичная продукция. Подземная фитомасса приведена в целом. Имеются данные о запасах мертвого органического вещества. Однако в этой базе (в том числе в ее оригинальной форме, которая не публиковалась), как правило, отсутствует достаточно полная таксационная характеристика древостоя, что ограничивает ее применение в целях моделирования.

На сегодняшний день наиболее представительна по числу наблюдений (5085 шт.) база данных по фитомассе лесов Северной Евразии, принадлежащая В.А.Усольцеву [11]. Им собрано большое количество опубликованных и неопубликованных данных по этому вопросу как непосредственно измеренных, так и полученных на основании различных моделей. Кроме того, В.А. Усольцев восстановил часть данных, отсутствующих в первоисточниках. Это относится и к таксационным данным (по таблицам хода роста), и к части данных о фитомассе, что создает некоторые сложности при анализе. Однако цитируемая база данных не рассматривает подробно нижние ярусы леса и подземную фитомассу. Неопределенность, связанную с этими фракциями, подчеркивает и сам автор [11, с.180].

Признанным авторитетом в данной области является А.И. Уткин, под руководством которого создана весьма полная (по количеству показателей) база данных [3]. Этот вывод сделан по разносторонности публикуемых на основе этой базы обобщений.

П.И. Лакида собрал базу данных по фитомассе лесов европейской части бывшего СССР [4, 13]. Данные о фитомассе лесов собирают и анализируют В.А. Алексеев, Р.А. Бердси [1] и другие авторы, но их материалы не опубликованы.

Начало формирования нашей базы данных было положено в 1995 г. при поддержке Международного института прикладного системного анализа (IIASA). Она была ориентирована на системное исследование продуктивности лесов в условиях глобальных изменений в масштабе всей страны и включала: моделирование фракционной структуры фитомассы лесов с ориентацией на данные государственного учета лесов; разработку моделей и нормативов динамики первичной продуктивности лесов. Это предопределяло ряд специфических требований к базе, например наличие сведений о достаточно подробной таксационной характеристике древостоев.

Первоначально база была ориентирована на азиатскую часть России, для которой собрана основная часть доступной информации. Хотя европейская часть представлена примерно таким же числом наблюдений, некоторые литературные источники пока не включены в базу данных.

База данных содержит следующую информацию:

- местоположение объекта;
- лесотипологическая характеристика;
- таксационная характеристика древостоя;
- методика определения запасов фитомассы;

структура фитомассы в т/га (ствол, кора ствола, ветви, ассимиляционный аппарат и корни деревьев, тонкие корни, подрост, подлесок, напочвенный покров);

структура мертвого органического вещества в т/га (сухие ветви живых деревьев, сухостой, валеж, мертвые корни, подстилка);

первичная продуктивность по фракциям;

ссылка на источник.

Из фракции корней особое внимание уделено тонким (<2 мм в диаметре), роль которых чрезвычайно велика в оценке первичной продукции экосистем [14]. В случае с нижними ярусами леса отдельно отмечены: подрост, подлесок, живой напочвенный покров, их надземная и подземная части, живая и мертвая. Восстановление данных фитомассы было оставлено на этап моделирования. При отсутствии какой-либо фракции в первоисточнике отмечалось действительно ли ее нет в природе или она не измерена. Такой подход позволяет более точно оценивать запасы фитомассы в нижних ярусах леса и их роль в балансе углерода, а также рассматривать точность моделей формальными методами. В табл. 1 приведено распределение числа наблюдений по регионам, природным зонам и основным лесобразующим породам.

Таблица 1

Зона	Число наблюдений по древесным породам												
	С	Е	П	Л	К	Д	Бк	Б	Ос	Ол	Лп	Кдс	Всего
Европейская Россия													
Тайга:													
северная	45	80	–	2	–	–	–	4	–	1	–	–	132
средняя	64	115	–	–	–	–	–	14	4	8	–	–	205
южная	149	92	6	7	1	79	9	65	32	39	121	–	600
Лесостепь	436	43	–	2	–	254	31	58	8	8	119	–	959
Итого	694	330	6	11	1	333	40	141	44	56	240	–	1896
Сибирь													
Тайга:													
северная	7	3	–	94	–	–	–	5	1	–	–	9	119
средняя	130	24	56	113	26	–	–	22	8	–	–	2	381
южная	66	32	54	96	52	7	–	49	40	–	–	9	404
Лесостепь	336	33	10	7	25	–	–	194	100	–	1	–	707
Итого	539	92	120	310	103	7	–	270	149	–	1	20	1611
Россия в целом													
Тайга:													
северная	52	83	–	96	–	–	–	9	1	1	–	9	251
средняя	194	139	56	113	26	–	–	36	12	8	–	2	586
южная	215	124	60	103	53	86	9	114	72	39	121	9	1005
Лесостепь	772	76	10	9	25	254	31	252	108	8	120	–	1665
Итого	1233	422	126	321	104	340	40	411	193	56	241	20	3507

Примечание. С – сосна; Е – ель; П – пихта; Л – лиственница; К – сосна сибирская; Д – дуб; Бк – бук; Б – береза; Ос – осина, тополь; Ол – ольха; Лп – липа; Кдс – кедровый стланик.

Одна из основных задач, поставленных перед базой данных, – установление взаимосвязи между таксационными показателями и фитомассой лесных экосистем. Учет лесного фонда по таксационным показателям налажен достаточно давно. Поэтому, установив закономерности взаимосвязи весовых и таксационных показателей, можно распространить весовые характеристики на весь лесной фонд. Довольно часто в качестве зависимой переменной выбирают не саму массу фракций, а ее отношение к массе [1] или объему ствола [3, 5–10, 15]. Первый подход сопровождается более значительными погрешностями, связанными с необходимостью знания условной плотности стволовой древесины, которая существенно варьирует в зависимости от таксационных показателей древостоев и географического района. В то же время, отношение массы к объему ствола R обеспечивает высокую точность регрессионных уравнений и более интересные зависимости как от таксационных показателей, так и от географического района. Как видно из рис. 1, R хвой уменьшается с улучшением условий произрастания и увеличением возраста и полноты (возраст изменяется с 80 до 120 лет), масса коры лиственницы выше в южной тайге, хотя R коры, отражающее ее долю в запасе древесины, снижается при продвижении с севера на юг (рис. 2).

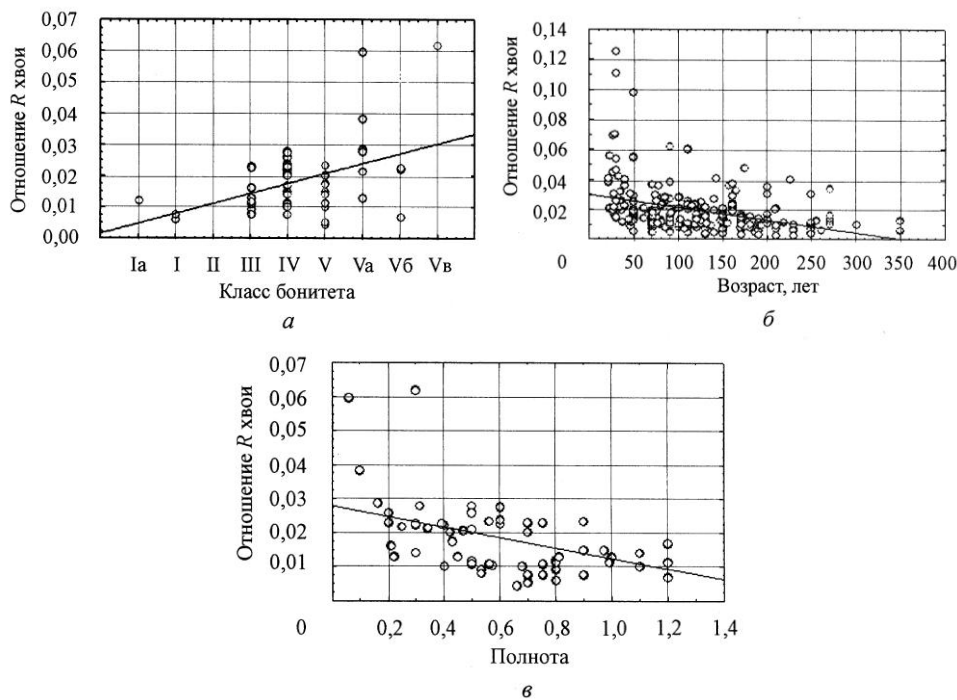


Рис. 1.

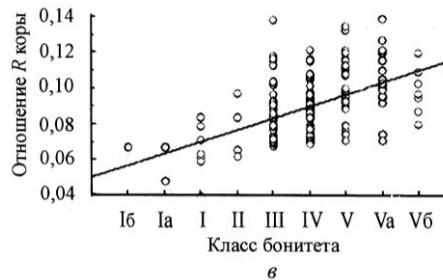
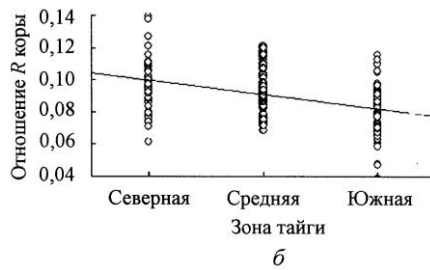
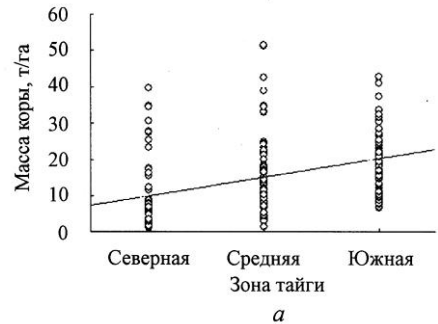


Рис. 2

Опыт моделирования зависимости R для отдельных фракций фитомассы от таксационных показателей древостоев выявил целесообразность использования уравнения следующего вида:

$$R_{fr} = \frac{M_{fr}}{V_{st}} = c_0 A^{c_1} SI^{c_2} RS^{c_3} \exp(c_4 A + c_5 RS),$$

где M_{fr} – масса фракций фитомассы;
 V_{st} – запас стволовой древесины, м³/га;
 c_0, c_1, \dots – параметры модели (коэффициенты уравнения);
 A – средний возраст насаждения, лет;
 SI – код класса бонитета (I = 6, II = 7, ...);
 RS – относительная полнота насаждения.

В качестве примера в табл. 2 приведены результаты регрессионного анализа зависимости массы фракций насаждений лиственницы, произрастающей в азиатской части России, от таксационных показателей.

Таблица 2

Фракция фитомассы	Коэффициенты уравнения						R ²	N
	c ₀	c ₁	c ₂	c ₃	c ₄	c ₅		
Ствол	0,3387	0,0766	0,00364	-0,0825	-0,0006	0,0508	0,13	271
В том числе								
кора	0,0311	-0,0289	0,6192	0,0036	-0,0004	-0,1444	0,38	201
Ветви	0,5197	-0,9132	0,7981	-0,2485	0,0051	-0,3437	0,34	273
Хвоя	0,0812	-0,9576	0,7698	-0,5758	0,0043	0,5305	0,42	273
Корни	0,0450	-0,2149	0,8342	-0,6664	0,0009	0,4961	0,39	63
Подрост и подлесок	0,0005	2,2190	-0,9409	-0,7964	-0,0075	0,2050	0,35	91
Живой напочвенный покров	0,1103	0,1646	2,1700	0,9692	0,0009	-2,9794	0,36	115

Примечание. R² – квадрат множественного корреляционного отношения; N – число наблюдений.

На основе предложенной базы данных была создана система многомерных моделей для расчета запасов углерода в лесах Сибири и России [15]. В настоящее время база данных пополняется и используется для разработки моделей динамики биопродуктивности лесов, в частности для оценки динамики чистой первичной продукции модальных и нормальных насаждений основных лесообразующих пород России. Предполагается электронную версию базы данных сделать доступной для использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В.А. Углерод в экосистемах лесов и болот России / В.А. Алексеев, Р.А. Бердси. – Красноярск, 1994. – 170 с.
2. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии / Н.И. Базилевич. – М.: Наука, 1993. – 293 с.
3. 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.
4. Лакида П.И. Фитомасса лесов Украины / П.И. Лакида. – Тернополь: НАУ, 2002. – 255 с.
5. Онучин А.А. Опыт таксации фитомассы сосновых древостоев / А.А. Онучин, А.Н. Борисов // Лесоведение. – 1984. – № 6. – С. 66–71.
6. Поздняков Л.К. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии / Л.К. Поздняков, В.В. Протопопов, В.М. Горбатенко. – Красноярск: Красноярск. кн. изд-во, 1969. – 156 с.
7. Протопопов В.В. Взаимосвязь климатических факторов окружающей среды с фитомассой насаждений и методы ее расчета / В.В. Протопопов, В.И. Зюбина // Экологическое влияние леса на окружающую среду. – Красноярск: ИЛИД, 1977. – С. 3–15.

8. Токмурзин Т.Х. Таблицы хода роста фитомассы древостоев сосны Прииртышья / Т.Х. Токмурзин, К.Н. Нурпеисов // Науч. тр. Каз. с.-х. ин-та. – Алма-Ата, 1976. – Т. 19, вып. 3. – С. 127–136.
9. Усольцев В.А. Принципы и методы расчета таблиц биопродуктивности / В.А. Усольцев // Лесоведение. – 1988. – № 2. – С. 24–33.
10. Усольцев В.А. Рост и структура фитомассы древостоев / В.А. Усольцев. – Новосибирск: Наука, 1988. – 251 с.
11. Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география / В.А. Усольцев. – УРО РАН, 2001. – 708 с.
12. Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов / В.А. Усольцев. – Екатеринбург, 1998. – 539 с.
13. Lakida P. Forest phytomass and carbon in European Russia / P. Lakida, S. Nilsson, A. Shvidenko // Biomass and Bioenergy. – 1997. – Vol. 12, N 2. – P. 91–99.
14. Li Z. Belowground biomass dynamics in Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector: recent improvements and implications for the estimation of NPP and NEP / Z. Li [et al.] // Can. J. For. Res. – 2003. – Vol. 33. – P. 126–136.
15. Shchepashchenko D. Phytomass (live biomass) and carbon of Siberian forests / D. Shchepashchenko, A. Shvidenko, S. Nilsson // Biomass and Bioenergy. – 1998. – Vol. 14, N 1. – P. 21–31.

Московский государственный
университет леса

Международный институт прикладного
системного анализа (Австрия)

Украинский национальный аграрный
университет

Поступила 28.04.03

D.G. Shchepashchenko, A.Z. Shvidenko, P.I. Lakida
Database of Phytomass Structure of Forests in Russia

Review of the modern databases for phytomass structure of forests in Russia is provided. The database offered by the authors contains information about phytomass structure, forest-typological and inventory characteristics of the stands. All forest-forming species and regions of the former Soviet Union are presented.

