

## Зависимые от фитомассы предикторы надземной чистой первичной продукции насаждений основных лесообразующих пород России\*

А. И. УТКИН, Д. Г. ЗАМОЛОДЧИКОВ\*, Я. И. ГУЛЬБЕ, Т. А. ГУЛЬБЕ, О. В. МИЛОВА\*

*Институт лесоведения РАН, Московская область*

*\*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва*

### АННОТАЦИЯ

О биосферной роли лесов России судят обычно по лесной площади, площади, покрытой лесной растительностью, и по древесным запасам. В последнее время эти показатели стали дополняться оценками пулов (запасов) углерода фитомассы ( $C_{\text{phytomass}}$ ) и органического углерода почв ( $C_{\text{soil}}$ ). Вклад лесного покрова в биосферные процессы можно корректно оценить, лишь опираясь на функциональные показатели растительности. Главными из таких показателей принято считать чистую первичную продукцию (net primary production – NPP) и ее надземную (aboveground) часть (AbNPP). Малочисленность экспериментальных оценок NPP для лесных экосистем России вынуждает вести поиск расчетных методов определения AbNPP и NPP. Анализируются зависимости между AbNPP и фитомассой (Ph) лесных экосистем, представленных основными древесными породами таежных (бореальных) лесов России.

### ВВЕДЕНИЕ

Некоторые представления об экологическом потенциале лесов Российской Федерации дают материалы государственных учетов лесного фонда (ГУЛФ), которые подытоживают различную лесохозяйственную информацию в форме издаваемых через каждые 5 лет справочников. Последний из них относится к ГУЛФ по состоянию на 01.01.2003 г. [1]. В нем для семи федеральных округов и далее для 88 субъектов федерации приведены сведения: о структуре земель лесного фонда и лесов, не входящих в лесной фонд; данные о запасах древесины лесонасаждений с разделением по экономическим критериям на группы лесов, по составу насаждений – на группы лесообразующих пород, по возрасту древостоев – на возрастные группы, а по продуктивности и состоянию – на группы

классов бонитета, а в пределах их – на группы полнот.

Информацию справочников ГУЛФ лишь отчасти, с дополнительной корректировкой, можно использовать для решения экологических задач, прежде всего для определения бюджета углерода после предварительного определения фракций фитомассы с последующей конверсией их в углерод по значениям 0,5 для древесных частей растений и 0,45 для листьев, хвои, трав, мхов, лишай-

\*В основу статьи положены доклады на Всероссийской конференции “Структурно-функциональная организация и динамика лесов” (Красноярск, 1–3 сентября 2004 г.): 1) А. И. Уткин, Д. Г. Замолодчиков, О. В. Милова “О вкладе лесов России в глобальный углеродный цикл”, 2) А. И. Уткин, Я. И. Гутьбе, Т. А. Гутьбе, Д. Г. Замолодчиков “Связь надземной чистой первичной продукции с фитомассой и запасами насаждений (поиск моделей по материалам базы данных)”.

ников и др. Материалы ГУЛФ пока что остаются безальтернативно базовыми при расчетах на федеральном уровне  $C_{\text{phytomass}}$  лесного фонда. В таких расчетах на представленную в ГУЛФ породно-возрастную структуру древесных запасов накладываются среднестатистические значения "коэффициентов конверсии". Последние чаще всего выражаются отношениями "фитомасса/запас" либо для насаждений одних и тех же (или близких) лесобразующих пород с учетом их групп возраста, либо такими же отношениями, но зависимыми от возраста насаждений [2].

Конверсионные коэффициенты представляют собой частное от деления фитомассы ( $Ph$ , т/га абс. сухого вещества) отдельных фракций (стволов, ветвей, листья, корней) на запасы стволовой древесины ( $M$ ,  $\text{м}^3/\text{га}$ ). Отношения  $Ph/M$  (размерность  $\text{т}/\text{м}^3$ ) используются в большинстве стран при такого рода исследованиях. Они признаются корректными при расчетах пула  $C_{\text{phytomass}}$  для больших площадей, в том числе и при разных способах инвентаризации лесов и т. д. Достаточно высокая точность (в пределах  $\pm 10\%$ ) определения запасов углерода по  $Ph/M$ -отношениям, дифференцированным по возрасту древостоев, обуславливает привлекательность данного способа. Точность оценки  $Ph$  насаждений определяется в основном фитомассой стволов.

Предлагались и более сложные модели, с дополнительным привлечением к возрасту насаждений других таксационных показателей (классов бонитета, полноты и т. д.), которые большей частью коррелируют с древесным запасом. Использование разных способов расчета  $C_{\text{phytomass}}$  по материалам ГУЛФ 1993 и 1998 гг. не выявило заметных различий для федерального уровня: вариации различных оценок  $C_{\text{phytomass}}$  были в пределах 32,1–35,6 млрд т С [3, 4 и др.].

Зарубежными авторами для России чаще всего используются приведенные в справочнике ФАО [5] оценки углерода в фитомассе, заготовках древесины, среднем приросте и др. Эти оценки сформированы на основе исходной информации, представленной Федеральной службой по лесному хозяйству России [6]. Структура информации о пуле  $C_{\text{phytomass}}$  из работы [5] принципиально отли-

чается от принятого в России формата по нескольким аспектам: включение только древесной биомассы (т. е. без листьев/хвои), но с подростом, кустарниками, сухостойными деревьями и пригодным для использования валежом. Для всех государств принимаются единые коэффициенты конверсии запасов стволовой древесины в надземную древесную биомассу для всех хвойных ( $0,54 \text{ т}/\text{м}^3$ ) и всех лиственных ( $0,51 \text{ т}/\text{м}^3$ ) пород, для пней и корней насаждений обеих групп такие коэффициенты одинаковы ( $0,21 \text{ т}/\text{м}^3$ ). Биомасса не покрытых лесом земель (вырубок, гарей) рассчитывалась в одном пакете с лесами. Приняли разработчики [5] и ряд рекомендаций (допущений) из [6], в частности, запас древесины сухостоя в хвойных насаждениях приравнять к десяти нормам среднего годовичного отпада, в лиственных – к пяти нормам; массу ветвей оценивать как прибавку 10 % к массе стволов для лиственных и 15 % – для хвойных. Однако оставили свои коэффициенты конверсии запаса в надземную биомассу и скорректировали коэффициент для пней и корней ( $0,21 \text{ т}/\text{м}^3$  вместо рекомендуемого  $0,25 \text{ т}/\text{м}^3$ ).

О соотношениях конкретных рекомендаций и информации в справочнике ФАО, касающейся лесов России в работе [5], дает представление табл. 1. В справочнике ФАО [5] прирост хвойных и лиственных насаждений соответствует среднему приросту, отпад и отпуск леса относятся к биомассе, вовлекаемой в тот же год в эмиссионные процессы, – другими словами, с игнорированием пула древесного детрита и других растительных остатков. Последним в лесных экосистемах бореального пояса свойствен большой (100–200 лет) период характерного времени из-за абсолютного преобладания микосапротрофного типа разложения.

Секвестр атмосферного  $\text{CO}_2$  лесной растительностью наиболее корректно выражается депонированием в фитомассе или разностью между  $\text{NPP}$  и совместным годовичным отпадом и опадом. По нашим данным [7], полученным по материалам ГУЛФ за период с 1966 по 1998 г., годовичное депонирование углерода в фитомассе возросло со 185,3 до 252,4 млн т С в год, главным образом, за счет лесонасаждений (от 150,9 до 238,4 млн т С в

## Исходная информация о лесах России [6] и результаты ее обработки в ТВЕРА-2000 [5]

Показатель	[6]	[5]	Показатель	[6]	[5]
<i>Площадь, млн га</i>			<i>Валовой годичный прирост, млн м<sup>3</sup>/год</i>		
Леса: всего	751,96	816,53	Леса: всего	1296	1328
хвойные	300,78	416,43	хвойные	872	958
лиственные	105,27	66,91	лиственные	424	370
смешанные	345,90	333,19			
Деревья вне леса, кус-			Деревья на других лес-		
тарники: всего	71,61	70,00	ных землях	15	Н.д.
хвойные	43,00	41,00	Кустарники	9	»
лиственные	28,61	29,00	Всего	1320	1328
<i>Запасы древесины на корню, млрд м<sup>3</sup></i>			<i>Естественные потери (отпад), млн м<sup>3</sup>/год</i>		
Сырораствующая+сухостой			Леса: всего	347	359
Леса: всего	81,86	88,65	хвойные	249	273
хвойные	62,29	Н.д.	лиственные	98	86
лиственные	19,58	»	Деревья на других лес-		
Деревья вне леса, кус-			ных землях	4	Н.д.
тарники: всего	1,36	1,65	Кустарники	2	»
Общая надземная древе-	83,22	91,65	Общий отпад	353	359
сина ("выше пня")					
Сырораствующая: всего	79,83	86,99	<i>Чистый годичный прирост, млн м<sup>3</sup>/год</i>		
Леса: всего	78,88	85,49	Леса: всего	949	150
хвойные	59,80	68,39	хвойные	623	105
лиственные	19,08	17,10	лиственные	326	45
Деревья вне леса, кус-			Деревья на других лес-		
тарники	0,95	1,50	ных землях	14	Н.д.
Сухостоя: всего	6,00	4,66	Кустарники	6	»
Леса: всего	2,98	3,16	Общий прирост	969	150
хвойные	2,49	Н.д.	<i>Рубки леса, млн м<sup>3</sup>/год</i>		
лиственные	0,49	»	Леса: всего	88,7	150
Деревья вне леса	0,04	»	хвойные	Н.д.	105
Надземная ("выше пня") древесная биомасса (без			лиственные	»	45
листьев/хвои), млрд. т а.с.в. (млрд т С)			сухостой	»	19
Леса: всего	43,33 (Н.д.)	45,48 (22,74)	<i>Годовой объем вывозки древесины, млн м<sup>3</sup>/год</i>		
хвойные	33,40 (Н.д.)	36,80 (Н.д.)	Всего: в коре	75,4	116,2
лиственные	9,93 (Н.д.)	8,68 (Н.д.)	без коры	67,9	103,8
Деревья вне леса, кус-	0,64 (Н.д.)	15,29 (7,64)	хвойные	Н.д.	72,5
тарники			лиственные	»	31,3
Общая надземная	43,97 (Н.д.)	60,77 (30,68)			
Общая подземная (пни,	10,99 (Н.д.)	18,49 (9,25)			
корни)					

П р и м е ч а н и е. а. с. в. – абсолютно сухое вещество; н. д. – нет данных.

год), возрастная структура которых постепенно омолаживалась. Официальные источники приводят меньшие величины годичного депонирования для 1990-х гг.: в пределах 81–163 млн т С [8] и в среднем 161 млн т С в год [9].

С величиной NPP связаны экологический потенциал и материально-энергетические связи лесного покрова, биосферные функ-

ции леса и, вероятно, его стабилизирующая роль в балансе парниковых газов. Вступление России в Киотский процесс позволит, хочется надеяться, изучать экологию лесных экосистем на новом качественном уровне. Можно допустить, что в ходе таких исследований может не подтвердиться благотворное влияние лесного покрова на биосферу в целом. Но и такой вывод станет полезным

Набор независимых переменных	Уравнение и его номер	Параметр
Возраст (A), надземная фитомасса (AbPh)	$AbNPP = k_1 + k_2 * A + k_3 * AbPh$ (2)	$R^2$
		SE
	$AbNPP = k_1 + k_2 * A + k_3 * AbPh + k_4 * A^2 + k_5 * AbPh^2$ (3)	$R^2$
		SE
	$AbNPP = k_1 * AbPh / A$ (4)	$R^2$
		SE
	$AbNPP = k_1 * AbPh / A + k_2$ (5)	$R^2$
		SE
		$n$
Возраст (A), сумма площадей сечений (G)	$AbNPP = k_1 + k_2 * A + k_3 * G$ (6)	$R^2$
		SE
	$AbNPP = k_1 + k_2 * A + k_3 * G + k_4 * A^2 + k_5 * G^2$ (7)	$R^2$
		SE
	$AbNPP = k_1 * G / A$ (8)	$R^2$
	SE	
	$AbNPP = k_1 * G / A + k_2$ (9)	$R^2$
		SE
		$n$

для лесоведения, лесоводства и ресурсо-ведения. Изучение потоков углерода (NPP, отпада, антропогенных воздействий, связанных с рубками и пожарами) должно стать приоритетным направлением как для лесной экологии, так и для инвентаризации лесного фонда страны. На первом этапе предстоит, очевидно, оценить потоки углерода в первом приближении, опираясь на имеющуюся информацию, накопленную еще в период действия Международной биологической программы (МБП) в 1964–1974 гг.

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Методическая сущность работы заключается в статистическом выражении зависимостей NPP от AbPh и возраста насаждений основных лесобразующих пород. Для лесов России способы оценки содержатся в материалах Международной биологической программы, хотя в созданной нами базе данных [10] пробных площадей с оценками NPP оказалось в ~2,5 раза меньше, чем с оценками фитомассы всех фракций. К тому же во многих случаях биопродуктивность древостоев определялась несовершенным методом “среднего модельного дерева”.

В работе [11] из базы данных [10] объемом 2060 пробных площадей выбраны насаждения разных пород с авторскими определениями AbNPP (535 пробных площадей) и выравнены зависимости отношения AbNPP к запасу насаждений (M) по уравнению:

$$AbNPP/M = k_1 + k_2 / k_3^N, \quad (1)$$

где  $k_1, k_2, k_3$  – параметры уравнения,  $N$  – номер возрастной группы насаждений в интервале от 0 (молодняки I класса возраста) до 5 – группа перестойных насаждений.

Для восьми лесобразующих пород и трех групп пород из числа относящихся к “прочим” определены параметры уравнения (1); отношения AbNPP/M для насаждений шести возрастных групп; долевое представительство фракции в составе AbNPP; отношение подземной NPP к надземной. Для площади лесов в 639,4 млн га оценки AbNPP и полной NPP составили соответственно 1910,5 млн и 2267,6 млн т абсолютно сухого вещества в год. Расчеты по уравнению (1) привлекаются и здесь.

В настоящей работе проверяется гипотеза связи AbNPP с AbPh в конкретных возрастах насаждений. Из базы данных [10] для восьми лесобразующих пород выбрано 420

уравнений связи надземной чистой первичной продукции с возрастом, суммой площадей сечений и надземной фитомассой для основных лесообразующих пород

Порода								
Сосна	Ель	Дуб	Береза	Осина	Липа	Ольха черная	Ольха серая	Среднее
0,555	0,578	0,288	0,565	0,646	0,139	0,822	0,447	0,505
2187,8	2410,9	3874,4	1952,2	1565,2	4402,4	1641,4	1346,2	2422,6
0,659	0,648	0,435	0,684	0,646	0,206	0,893	0,623	0,599
1914,6	2202,7	3450,7	1664,8	1565,6	4227,8	1271,2	1111,0	2176,0
0,732	0,624	0,708	0,625	0,177	0,333	0,675	0,533	0,551
1697,4	2274,8	2483,4	1812,1	2386,8	3874,7	2220,0	1237,0	2248,3
0,741	0,672	0,697	0,729	0,380	0,322	0,622	0,680	0,605
1670,0	2125,8	2529,3	1541,4	2071,4	3907,3	2394,8	1024,8	2158,1
217	74	24	47	18	16	8	16	
0,570	0,441	0,642	0,033	0,010	0,039	0,905	0,842	0,435
2021,5	2800,6	2934,0	2835,4	1948,4	4651,0	1198,2	592,5	2372,7
0,600	0,455	0,628	0,368	0,250	0,105	0,882	0,834	0,515
1949,2	2767,0	2989,6	2292,2	1696,2	4488,2	1339,1	606,8	2266,1
0,357	0,257	0,400	0,000	0,000	0,000	0,180	0,000	0,149
2470,4	3230,5	3799,7	10154,1	7865,3	5097,5	3525,1	7513,8	5457,1
0,524	0,396	0,509	0,011	0,034	0,035	0,044	0,018	0,196
2125,0	2911,3	3437,0	2910,3	1993,0	4661,7	3807,0	1577,8	2927,9
184	62	18	36	16	16	8	9	

пробных площадей с оценками  $AbNPP$ . Большую часть из этих пробных площадей ранее уже использовали в работе [11] при аппроксимации коэффициентов уравнения (1). Зависимость  $AbNPP$  от возраста ( $A$ ) и  $AbPh$  у всех восьми пород проверялась по коэффициенту детерминации ( $R^2$ ) и стандартной ошибке ( $SE$ ) с использованием уравнений (2)–(4) из табл. 2 работы [11], в которой  $k_1, k_2, \dots$  – параметры уравнений. Кроме того, использовалась еще одна комбинация независимых переменных: возраст ( $A$ ) и сумма площадей сечения стволов ( $G$ ) с привлечением уравнений (6)–(8) из табл. 2.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наилучшим признано (табл. 2) уравнение (5): средний для 8 пород  $R^2 = 0,605$  (колебания от 0,322 для липы и 0,741 для сосны),  $SE$  в среднем равно 2158 (колебания от 1670 у сосны до 3907 у липы). Замена в уравнениях аргумента функции  $AbPh$  на  $G$  оказалась бесперспективной.

Параметры уравнения (5) определены для всех восьми лесообразующих пород (табл. 3), однако дальнейший анализ ограничивался четырьмя породами (сосна, ель, береза и осина), выборки которых оказались наиболее

Т а б л и ц а 3

Параметры уравнений  $AbNPP = k_1 AbPh/A + k_2$ , для основных лесообразующих пород России

Порода	$k_1$	$k_2$	$R^2$	$SE$	$n$
Сосна	2,50	700	0,741	1670	217
Ель	2,27	1624	0,672	2126	74
Дуб	3,53	-583	0,697	2529	24
Береза	2,07	2330	0,729	1541	47
Осина	1,69	4593	0,380	2071	18
Липа	4,93	-3884	0,322	3907	16
Ольха черная	2,82	300	0,622	2395	8
Ольха серая	1,59	2554	0,680	1025	16

## Средние характеристики и диапазоны их варьирования в выборках пробных площадей

Порода	Возраст, лет	Запас, м <sup>3</sup> /га	AbPh, кг/га	AbNPP, кг/га/год	n
<i>Исходные выборки для уравнения (1)</i>					
Сосна	66 (10+202)	223 (8+761)	—	6752 (213+21200)	270
Ель	73 (15+250)	322 (5+773)	—	7157 (1050+14360)	67
Береза	73 (1+250)	144 (5+336)	—	6912 (1772+12830)	49
Осина	(2+85)	212 (10+508)	—	9575 (2878+15900)	20
<i>Исходные выборки для уравнения (5)</i>					
Сосна	70 (9+202)	—	128 020 (5000+367570)	6101 (213+15700)	217
Ель	83 (15+180)	—	148 100 (5140+301090)	6828 (188+16300)	74
Береза	34 (4+84)	—	95 989 (2210+267123)	7816 (1560+14080)	47
Осина	33 (2+85)	—	112 213 (9400+220100)	10 422 (3750+15900)	18
<i>Тестовые выборки</i>					
Сосна	62 (5+250)	208 (0,5+735)	108 549 (752+351900)	—	352
Ель	94 (8+200)	273 (0,2+673)	162 712 (541+425600)	—	79
Береза	47 (8+90)	185 (0,5+417)	113 208 (570+248960)	—	115
Осина	34 (6+67)	206 (14+529)	109 713 (11870+359495)	—	38

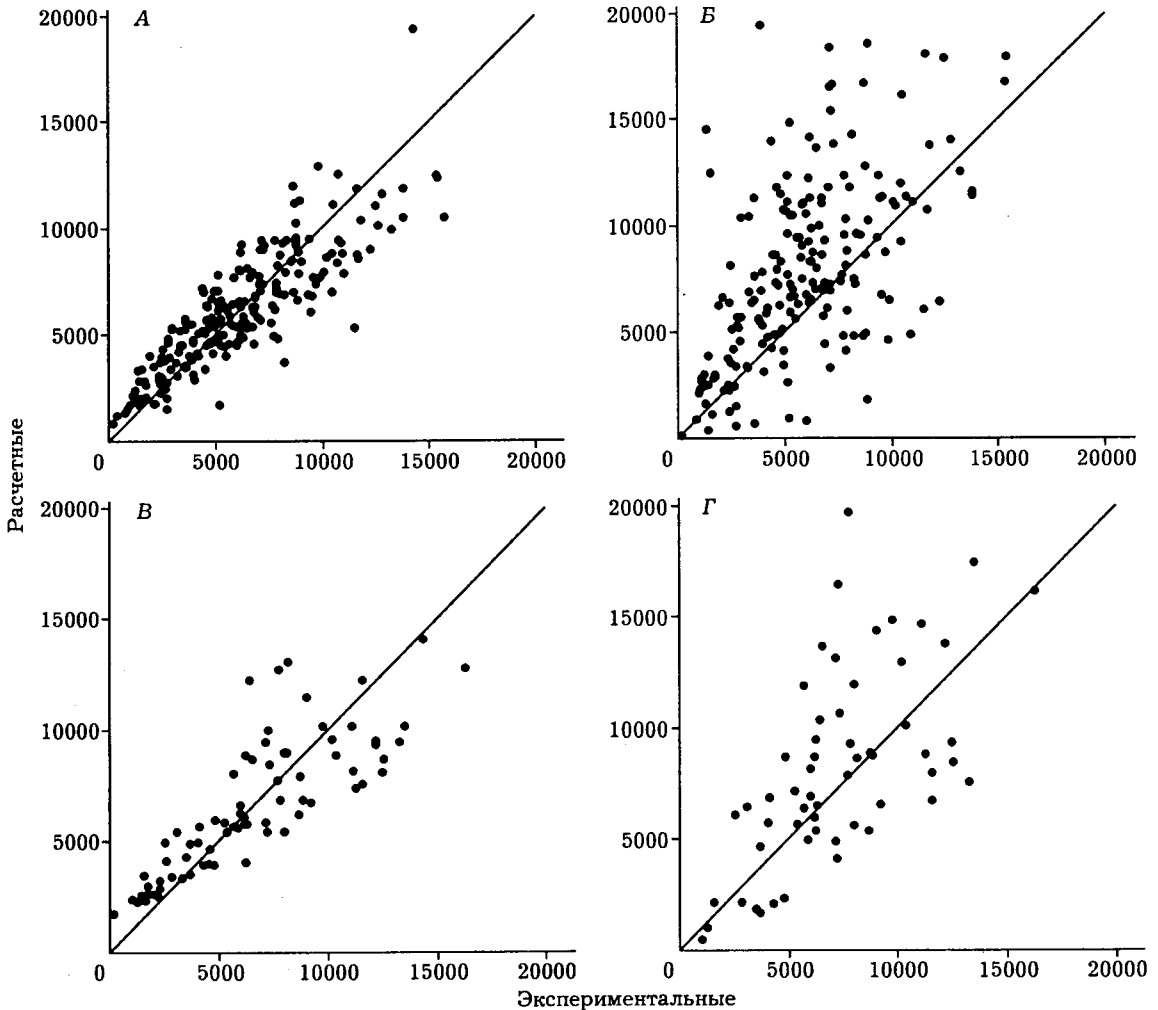


Рис. 1. Сравнение расчетных и экспериментальных величин надземной продукции (кг/(га · год)) сосновых (А, Б) и еловых (В, Г) древостоев. А и В – AbNPP как функция от возраста и надземной фитомассы (уравнение (5)); Б и Г – AbNPP как функция от возрастной группы и запаса насаждения (уравнение (1)).

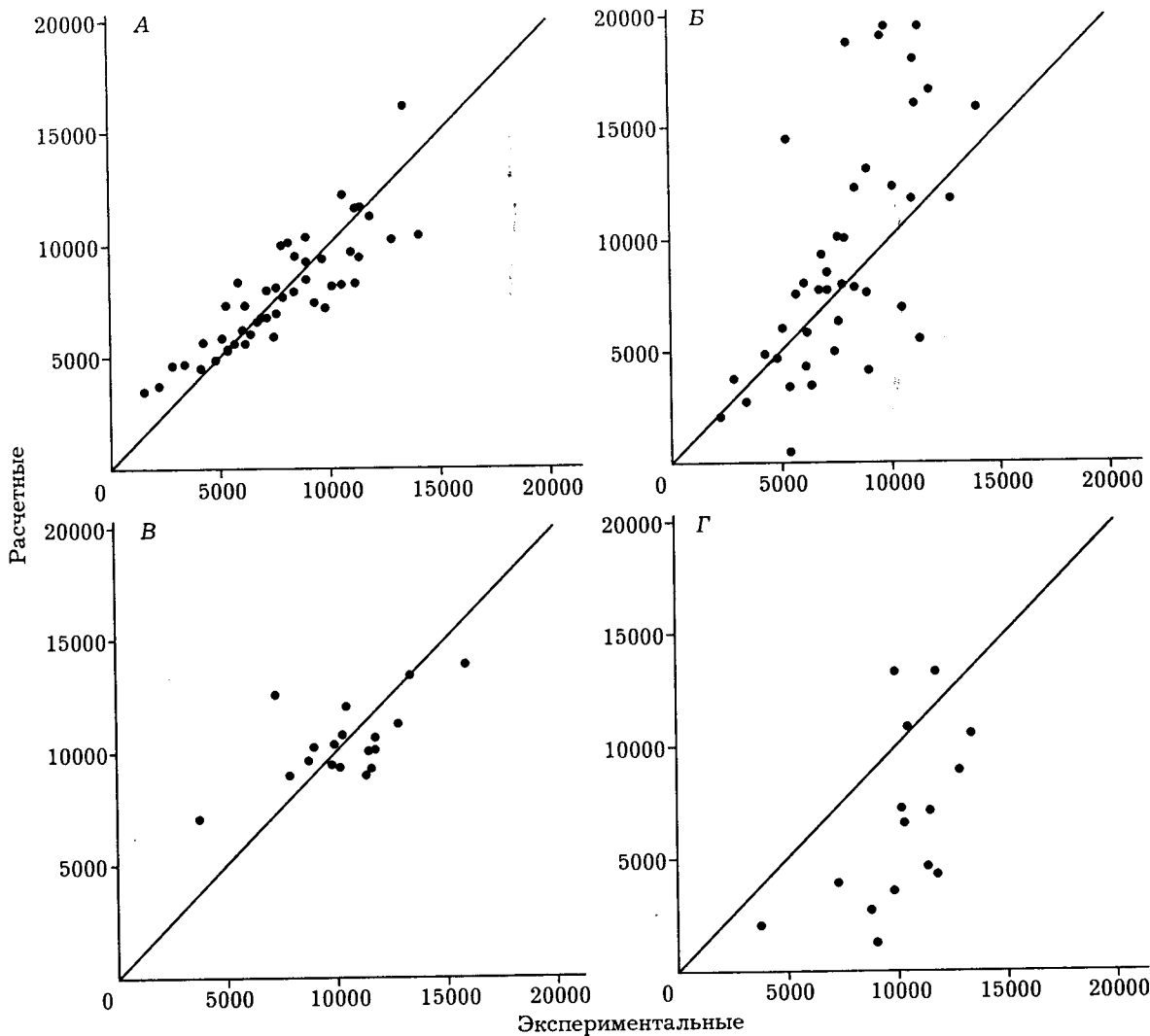


Рис. 2. Сравнение расчетных и экспериментальных величин надземной продукции (кг/(га · год)) березовых (А, Б) и осиновых (В, Г) древостоев. А и В – AbNPP как функция от возраста и надземной фитомассы (уравнение (5)); Б и Г – AbNPP как функция от возрастной группы и запаса насаждения (уравнение (1)).

представительными. При проведении анализа использованы исходные выборки, применявшиеся при аппроксимации параметров уравнений (1) и (5), а также тестовые выборки с наличием оценок М и AbPh, но без AbNPP. Средние характеристики исходных и тестовых выборок приведены в табл. 4.

Для всех пробных площадей, использованных при оценке параметров уравнений (1) и (5), по соответствующему уравнению получены расчетные величины bNPP, которые сравнивали графически (в масштабе 1 : 1 или  $y = x$ ) с исходными (экспериментальными) значениями (рис. 1). Коэффициенты уравнения (1) брали из табл. 1 в работе [11].

Соотношение экспериментальных и расчетных по уравнению (5) величин AbNPP для всех древесных пород дает удовлетворительные результаты: линия 1 : 1 делит практически на равные части облака точек на графиках. Использование возрастных групп и запасов насаждений для расчета AbNPP по уравнению (1) оказывается менее оптимистичным: увеличиваются разброс точек и контур их скопления; число точек с завышением расчетных величин (положение выше линии 1 : 1) у сосны, ели (рис. 1) и березы (рис. 2) почти вдвое больше, чем в нижней плоскости графиков; у осины, наоборот, лишь отдельные точки находятся выше линии раздела (см. рис. 2).

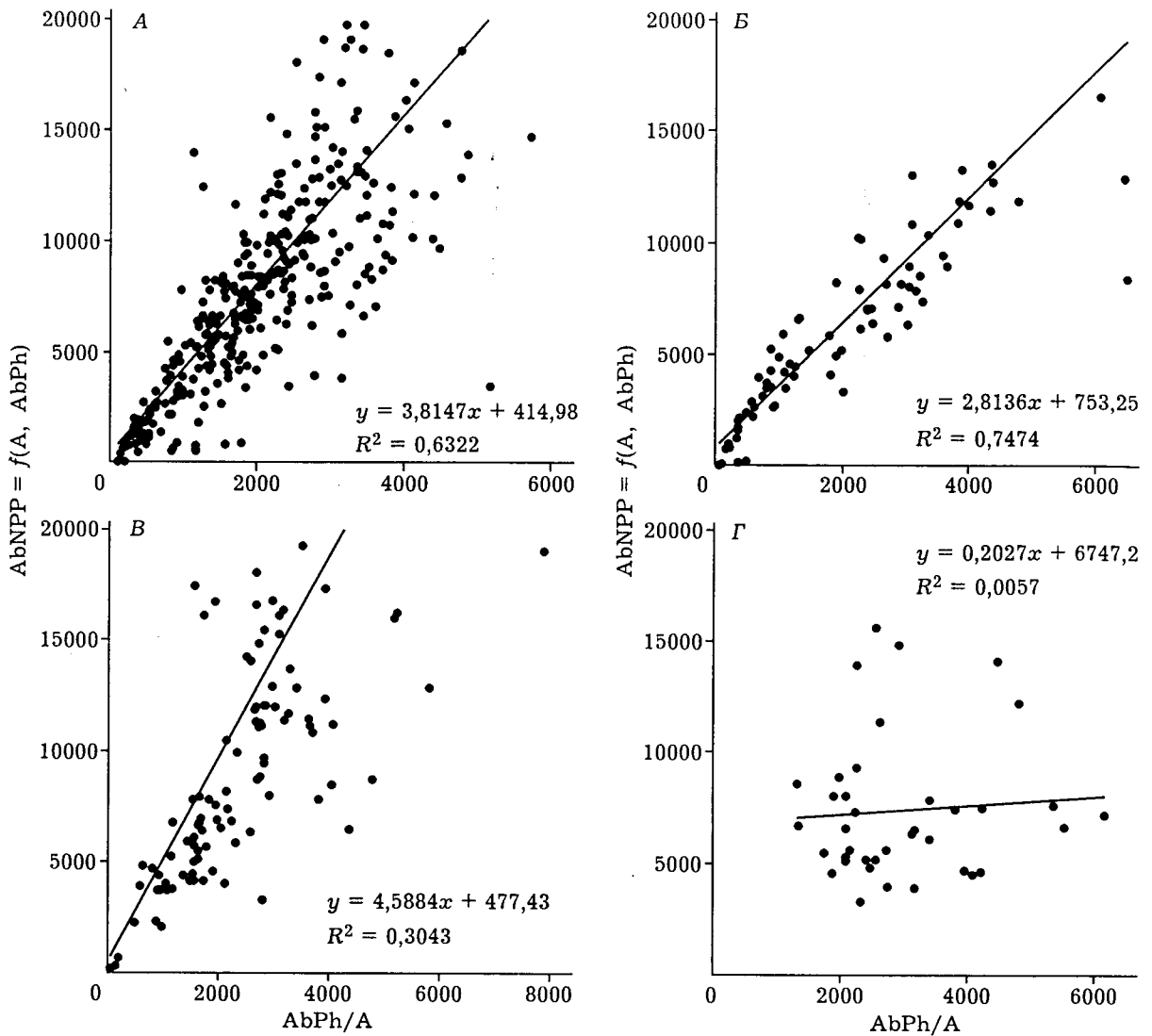


Рис. 3. Зависимость надземной чистой первичной продукции (AbNPP) от отношения надземной фитомассы к возрасту или среднего прироста (AbPh/A) в насаждениях сосны (А), ели (Б), березы (В) и осины (Г).

В качестве оценки продуктивности лесных насаждений часто используют средний прирост фитомассы (AbPh/A), поэтому целесообразно проследить соотношение данного параметра с AbNPP. Для этой цели использована третья (тестовая) выборка, для пробных площадей которой значения AbNPP рассчитаны по уравнению (5). Связь между обоими показателями продуктивности древостоев выражалась линейной функцией  $AbNPP = a \cdot AbPh/A + b$  (рис. 3). Хвойные породы (сосна и ель) демонстрируют тесную линейную связь величин AbNPP и AbPh/A ( $R^2 = 0,632$  и  $0,747$  соответственно). У березы эта зависимость выражена слабее ( $R^2 = 0,304$ ), а

у осины практически отсутствует ( $R^2 = 0,006$ ). Предстоит анализ связи AbNPP и AbPh в возрастной динамике древостоев.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Считаем, что базы данных по биопроductивности лесов должны значительно пополниться информацией по NPP после перерасчетов в продукцию AbPh по уравнению (5). Расчет подземной NPP можно осуществить по AbNPP, пользуясь нормативами из работы [11]. Уравнение (1) пригодно для ориентировочных оценок продукции по таксационным показателям древостоев, в том числе



и по материалам ГУЛФ. В дальнейшем информационная база для древесных пород на уровне родов может быть дополнена материалами исследований в Японии, Китае, США и Канаде. Полезной представляется и интеграция данных для групп лесообразующих пород (темнохвойные, твердо- и мягколиственные) с определением единых предикторов уравнения (5) и, возможно, других уравнений.

Для экспресс-метода определений  $AbPh$  и  $AbNPP$  можно использовать коэффициенты конверсии запасов в фитомассу фракций [13] и  $NPP$  [14], заведомо понимая, что в этом случае могут быть получены только ориентировочные оценки.

Исследование поддерживается РФФИ (гранты 03-04-48097 и 05-04-49552).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лесной фонд России (по учету на 1 января 2003 г.). Справочник, М., 2004.
2. Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин, Г. Н. Коровин, *Лесоведение*, 1998, 3, 84–93.
3. А. З. Швиденко, С. Нильссон, В. С. Столбовой и др., *Экология*, 2000, 6, 403–410.
4. А. И. Уткин, Д. Г. Замолодчиков, О. В. Честных и др., *Лесоведение*, 2001, 5, 8–23.
5. Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zeland (Industrialized temperate/boreal countries) UN-ECE/FAO Contribution to the Global Forest Resources Assessment 2000 (Main Report). Geneva Timber and Forest Study Papers. № 17. New York and Geneva, 2000.
6. А. Н. Филипчук, В. В. Страхов, В. А. Борисов и др., Краткий национальный очерк о секторе лесного хозяйства и лесных товаров: Российская Федерация. Серия документов по сектору лесного хозяйства и лесной промышленности, ООН, Женева, 2000, 18.
7. Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин, Г. Н. Коровин, О. В. Честных, *Экология*, 2005, 4.
8. Третье национальное сообщение Российской Федерации, представленное в соответствии со статьями 4 и 12 рамочной Конвенции Организации Объединенных наций об изменении климата, М., Межведомственная комиссия по проблемам изменения климата, 2002.
9. Национальный доклад по проблемам изменения климата, М., МПР РФ, 2002.
10. А. И. Уткин, Я. И. Гульбе, Т. А. Гульбе, Л. С. Ермолова, Биологическая продуктивность лесных экосистем. Компьютерная база данных, М., ИЛ РАН, ЦЭПЛ РАН, 1994.
11. Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин, *Лесоведение*, 2000, 6, 54–63.
12. Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин, О. В. Честных, *Лесная таксация и лесостроительство*, 2003, 1: 32, 119–127.
13. Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин, О. В. Честных, Там же, 128–130.

## Phytomass-Dependent Predictors of Above-Ground Net Primary Production of Plantations of the Main Forest-Forming Species of Russia

A. I. UTKIN, D. G. ZAMOLODCHIKOV, Ya. I. GULBE, T. A. GULBE, O. V. MILOVA

The biospheric role of forests of Russia is usually judged about by the forest area, area covered by forest vegetation and by forest resources. Lately, these indicators have begun to be supplemented by estimations of the pools of phytomass carbon ( $C_{\text{phyt}}$ ) and organic carbon of soils ( $C_{\text{soil}}$ ). The contribution of the forest cover to the biospheric processes may be correctly estimated only resorting to the functional indicators of vegetation. Considered as the main ones of such indicators are usually the net primary production (NPP) and its above-ground part ( $AbNPP$ ). The scarce number of experimental estimates of NPP for forest ecosystems of Russia makes it necessary to look for calculation methods of estimating  $AbNPP$  and NPP. The relations between the  $AbNPP$  and the phytomass of forest ecosystems presented by the main arboreal species of taiga (boreal) forests of Russia are analyzed.