

УДК 630\*52:630\*174.754

*К.С. Бобкова, М.А. Кузнецов, А.В. Манов, Э.П. Галенко, В.В. Тужилкина*

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Бобкова Капитолина Степановна родилась в 1939 г., окончила в 1962 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор РАН, главный научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет более 200 печатных работ в области экологии леса, биоразнообразия, структуры и биологической продуктивности хвойных фитоценозов, углеродного цикла лесных экосистем Севера.

E-mail: bobkova@ib.komisc.ru



Кузнецов Михаил Андреевич родился в 1982 г., окончил в 2005 г. Сыктывкарский государственный университет, аспирант Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет 8 печатных работ в области экологии леса, лесного почвоведения и углеродного цикла в ельниках.

E-mail: kuznetsov\_ma@list.ru



Манов Алексей Валерьевич родился в 1983 г., окончил в 2005 г. Сыктывкарский лесной институт, филиал С.-Петербургской лесотехнической академии, аспирант Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет 3 печатные работы по структуре фитоценозов притундровых ельников.

E-mail: manov@gmail.ru



Галенко Эльмира Пантелеймоновна родилась в 1939 г., окончила в 1961 г. Ленинградский государственный университет, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет более 80 печатных работ в области экологии леса, фитолимата и биологической продуктивности таежных лесов Европейского Северо-Востока.

E-mail: galenko@ib.komisc.ru



Тужилкина Валентина Васильевна родилась в 1949 г., окончила в 1973 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет более 100 печатных работ в области экологической физиологии древесных растений и углеродного цикла лесных экосистем Севера.

E-mail: tuzhilkina@ib.komisc.ru



## **ФИТОМАССА ДРЕВОСТОЕВ ЕЛЬНИКОВ ЧЕРНИЧНО-СФАГНОВЫХ НА БОЛОТНО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА\***

Рассмотрены запасы и структура фитомассы древостоев ельников чернично-сфагновых на болотно-подзолистых почвах в крайне северной, северной и средней подзонах тайги. Приведенные уравнения связи массы отдельных компонентов де-

---

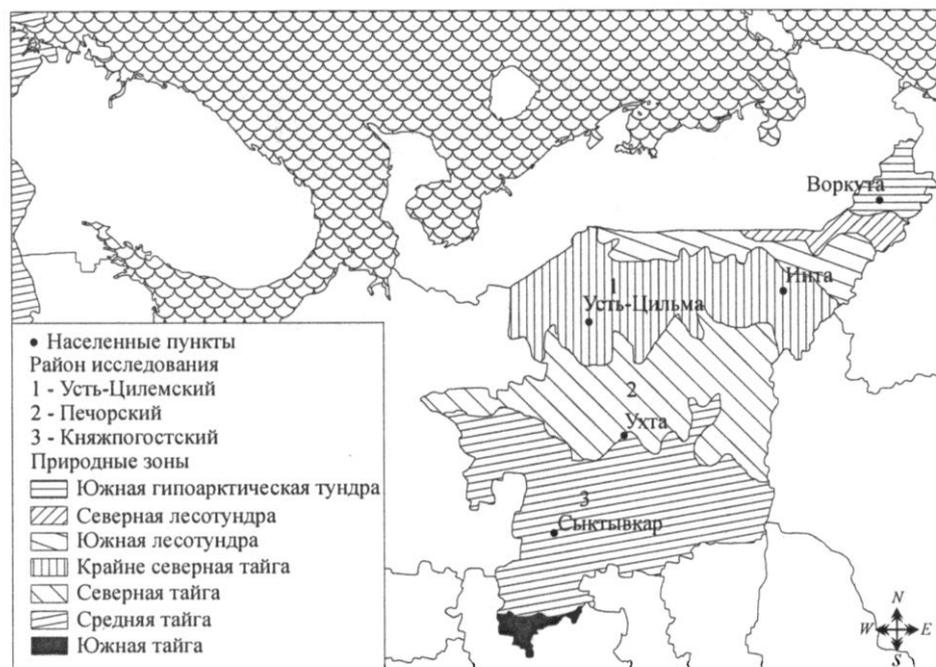
\* Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН, No 16 (2009-2011) при поддержке РФФИ (проект № 07-04-00104-а).

ревьев с диаметром их стволов позволяют определить запасы фитомассы на основе лесоустроительных материалов и данных перечетов древостоев.

*Ключевые слова:* ельник, древостой, фитомасса.

Основные изменения фитоценозов в направлении с юга на север проявляются в закономерной смене состава всех ярусов растительности, упрощении их строения, постепенном разреживании древостоев и снижении их производительности [12, 18], интенсивности накопления органической массы различных лесных формаций и типов леса [8, 14, 19].

При изучении продуктивности лесов в зональном аспекте необходимо учитывать типичность и представленность лесных фитоценозов, соответствующих географическим и эдафическим условиям их произрастания. Так, на Европейском Северо-Востоке России доминируют еловые леса. На территории Республики Коми они занимают 16,2 млн га, из них в подзоне крайне северной тайги сосредоточено 24,2; северной 31,7; средней 41,7; южной 3,5 % [7]. Зональными в этом регионе являются развитые на типичных подзолистых почвах ельники черничные, продуктивность которых изучена довольно полно [2, 6, 9, 17]. В рассматриваемом регионе значительные площади занимают ельники долгомошной и сфагновой групп, развивающихся на полугидроморфных и гидроморфных почвах [7, 11, 22]. В северных районах Республики Коми леса данных групп типов составляют более половины площади еловых лесов. Биологическая продуктивность их изуче-



на очень слабо.

Рис. 1. Картосхема Республики Коми. Расположение объектов исследований

Цель данной работы – оценить продуктивность ельников чернично-сфагновых на болотно-подзолистых почвах в разных подзонах тайги Республики Коми. Исследования проведены в подзонах крайне северной на территории Усть-Цилемского района (65°55' с.ш., 52°36' в.д.), северной (Печорский район, 64°30' с.ш., 55°30' в.д.) и средней (Княжпогостский район, 62° 17' с.ш., 50°40' в.д.) (рис. 1).

В крайне северной подзоне тайги древостой из ели с примесью березы развивается на торфянисто-подзолисто-глеевой супесчаной почве, подстилаемой тяжелыми суглинками; в северной – с березой и сосной на такой же почве; в средней – с березой, сосной и пихтой на торфянисто-подзолисто-глеевой суглинистой на глине. Исследуемые древостои разновозрастные, разновысотные, но ярусность не выражена.

Лесотаксационные работы в ельниках выполнены общепринятыми методами [16]. Были заложены три постоянные пробные площади размером 50×60 м, на которых проводили сплошной пересчет, измеряли высоту 20 ... 25 деревьев. Путем отбора кернов на высоте корневой шейки определяли возраст 15 ... 20 деревьев ели и 5 ... 10 деревьев сопутствующих пород из разных ступеней толщины. Анализ таксационных материалов выполняли в соответствии с методическими указаниями [10]. Характеристика исследуемых ельников приведена в табл. 1.

Запасы органической массы древесных растений определяли методом модельных деревьев [13, 21]. Проанализировано 43 модели, из них в подзоне крайне северной тайги: ели – 5, березы – 4; северной: ели – 7, березы – 6, сосны – 2; средней: ели – 14, березы – 4, сосны – 1. На каждой пробной площади исследовано по 3 ... 8 деревьев подроста. У моделей учитывали массу древесины ствола, коры, ветвей, листьев. Массу корней определяли по методу крупных и мелких монолитов [15].

Таблица 1

## Лесоводственно-таксационная характеристика заболоченных ельников

Состав древостоя	Порода	Возраст, лет	Густота древостоя, экз.·га <sup>-1</sup>	Запас древесины, м <sup>3</sup> ·га <sup>-1</sup>	Абсолютная полнота, м <sup>2</sup> ·га <sup>-1</sup>	Средняя высота, м	Средний диаметр, см
Крайне северная подзона							
8Е2Б	Ель	110...270	$\frac{814}{67}$	$\frac{62,0}{2,0}$	–	9	12
	Береза	80...150	$\frac{250}{-}$	$\frac{15,0}{-}$	–	9	11
	Всего	–	$\frac{1064}{67}$	$\frac{77,0}{2,0}$	–	–	–
Северная подзона							

9Е1Б+С	Ель	100...250	$\frac{1215}{136}$	$\frac{95,0}{9,7}$	16,10	10	13
	Сосна	120	$\frac{15}{-}$	$\frac{22,0}{-}$	0,40	11	18
	Береза	100	$\frac{315}{45}$	$\frac{19,0}{0,3}$	3,00	9	11
	Всего	–	$\frac{1545}{181}$	$\frac{136,0}{10,0}$	19,50	–	–
	Средняя подзона						
9Е1Б+С, ед. Пх	Ель	106...200	$\frac{595}{44}$	$\frac{177,0}{3,4}$	0,76	16	20
	Сосна	110	$\frac{5}{-}$	$\frac{8,0}{-}$	0,03	22	40
	Пихта	50	$\frac{10}{-}$	$\frac{1,0}{-}$	0	10	10
	Береза	110	$\frac{15}{-}$	$\frac{8,0}{-}$	0,04	20	32
	Всего	–	$\frac{625}{44}$	$\frac{194,0}{3,4}$	0,83	–	–

Примечание. В числителе – данные для растущих деревьев, в знаменателе – для сухих.

Таблица 2

**Коэффициенты степенных уравнений связи сухой массы  
компонентов деревьев с диаметром ствола**

Порода	Фракция фитомассы	Коэффициенты		Индекс детерминации
		<i>a</i>	<i>b</i>	
Крайне северная подзона				
Ель	Древесина стволовая	0,060	2,290	0,949
	Кора «	0,014	2,071	0,754
	Ветви живые	0,023	2,053	0,871
	« сухие	0,046	1,595	0,994
Береза	Хвоя	0,025	1,873	0,973
	Древесина стволовая	0,080	2,122	0,999
	Кора «	0,031	1,808	0,974
	Ветви живые	0,004	2,775	0,997
	« сухие	0,001	2,521	0,935
	Листья	0,105	0,928	0,994
Северная подзона				
Ель	Древесина стволовая	0,071	2,310	0,971
	Кора «	0,018	2,231	0,980
	Ветви живые	0,017	2,304	0,930
	« сухие	0,010	1,974	0,933

Сосна	Хвоя	0,100	1,602	0,993
	Древесина стволовая	0,022	2,794	0,990
	Кора «	0,016	1,997	0,990
	Ветви	0,007	2,841	0,960
Береза	Хвоя	0,014	2,258	0,960
	Древесина стволовая	0,035	2,411	0,980
	Кора «	0,027	2,171	0,979
	Ветви живые	0,013	2,445	0,932
	« сухие	0,001	2,761	0,939
	Листья	0,021	1,585	0,905
Средняя подзона				
Ель	Древесина стволовая	0,041	2,635	0,976
	Кора «	0,003	2,758	0,898
	Ветви живые	0,013	2,361	0,929
	« сухие	0,008	1,024	0,734
	Хвоя	0,024	2,196	0,896

Выравнивание фитомассы модельных деревьев по ступеням толщины выполняли с помощью регрессионных уравнений. Нами проанализированы линейное, логарифмическое, полиномиальное, степенное уравнения. Во всех рассматриваемых фитоценозах связь массы отдельных компонентов дерева с диаметром ствола лучше всего описывается степенным уравнением  $y = ax^b$ , где  $x$  – диаметр ствола на высоте 1,3 м,  $y$  – масса фракции фитомассы. Значения коэффициента детерминации уравнений в старовозрастных ельниках колеблются от 0,734 до 0,999 в зависимости от условий произрастания в различных подзонах (табл. 2). Это свидетельствует об изменчивости соотношений между компонентами массы дерева в широтном направлении.

Таблица 3

### Запасы живых фракций фитомассы, т абс. сухого вещества на 1 га

Порода	Хвоя (листья)	Ветви живые	Ствол		Всего	Корни и пни	Итого
			Древесина	Кора			
Крайне северная подзона							
Ель	2,86	4,25	20,97	2,72	30,80	19,10	49,90
Береза	0,27	1,16	4,19	0,25	5,87	3,64	9,51
Всего	3,13	5,41	25,16	2,97	36,67	22,74	59,41
Северная подзона							
Ель	7,59	8,85	36,42	7,44	60,30	26,72	87,02
Береза	0,33	2,00	9,21	1,99	13,53	5,01	18,54
Сосна	0,16	0,57	1,40	0,09	2,22	0,95	3,17
Всего	8,08	11,42	47,03	9,52	76,05	32,68	108,73
Средняя подзона							
Ель	13,36	12,70	92,59	12,13	130,78	39,07	169,85
Береза	0,09	0,63	3,12	0,53	4,37	0,93	5,30
Сосна	0,09	0,49	1,80	0,14	2,52	0,77	3,29
Пихта	0,02	0,02	0,17	0,03	0,24	0,06	0,30
Всего	13,56	13,84	97,68	12,83	137,91	40,83	178,74

В условиях крайне северной тайги в старовозрастном ельнике чернично-сфагновом фитомасса растущих органов деревьев древостоя равна 59,41 т/га, из них ели 84, березы 16 % (табл. 3). На долю стволовой древесины приходится 42,3; ветвей 9,1; коры стволовой 5,0; пней и корней 38,2 % от общей массы древостоя. В подзоне северной тайги запасы органической массы древесного яруса составляют 108,73 т/га, из них ели 80,0; березы 17,1; сосны 2,9 %. На стволовую древесину приходится 43,3; кору стволовую 8,7; ветви 10,5; хвою (листья) 7,4; корни 30,1 %. В условиях средней тайги запас фитомассы древесного яруса в 1,7 раза больше, чем в северной, и почти в 3 раза, чем в крайне северной. Масса растущих органов деревьев древостоя здесь равна 178,74 т/га, в том числе ели 95,0; березы 3,0; сосны 1,8; пихты 0,2 %. Масса стволовой древесины составляет 54,8; коры стволовой 6,9; ветвей 7,7; хвои (листья) 7,6; корней 23,0 % от общей фитомассы.

С изменением лесорастительных условий происходит существенная перестройка в морфоструктуре древостоев. По мере продвижения на север возрастает доля корней в общей фитомассе, снижается доля стволовой древесины и хвои (листьев) (рис. 2). Такая закономерность изменения в соотношении отдельных компонентов фитомассы в ельниках черничных различных зон отмечена ранее [2, 9].

Таблица 4

Масса фитодетрита, т абс. сухого вещества на 1 га

Подзона тайги	Ствол	Ветви	Корни	Всего
Крайне северная	0,91	2,81	2,06	5,78
Северная	3,40	2,72	2,29	8,41
Средняя	5,80	2,21	2,50	10,51

Фитодетрит в древостоях исследуемых ельников состоит из сухостоя, отмерших, но прикрепленных к стволу ветвей, корней. Общие его запасы достигают 6 ... 9 % от массы растущих органов. В ельнике чернично-сфагновом крайне северной тайги они составляют 9,7 %, северной 7,7, средней 5,8 %. Распределение их по компонентам приведено в табл. 4.

Известно, что продуктивность древостоев обусловлена такими экологическими факторами, как освещенность, тепло и увлажнение. В ельниках на севере таежной зоны растения не испытывают недостатка во влаге. Так, в период вегетации в еловых фитоценозах крайне северной подзоны тайги влажность воздуха превышает 70 % [9], северной и средней – более 60 % [4]. Условия освещенности вполне достаточны для развития растений. В крайне северной подзоне тайги под полог еловых древостоев проникает

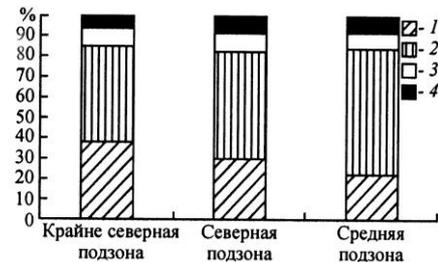


Рис. 2. Распределение фитомассы древостоя в ельниках черничных по компонентам: 1 – корни, 2 – ствол, 3 – ветви, 4 – хвоя

60...70 % лучистой энергии [20], в северной – 20...40, средней 15...30 % [1, 4]. Количество же тепла, особенно в ельниках крайне северной тайги, явно недостаточно, что обусловлено коротким периодом вегетации. Биологически активная температура воздуха ( $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) в крайне северной тайге держится 30...40 [9], северной 75...85, средней 80...100 дн. [4].

Исследуемые ельники чернично-сфагновые входят в динамический ряд заболачивания ельников черничных. Они развиваются на торфянисто-подзолисто-глееватых почвах с довольно мощной (17...20 см) торфянистой подстилкой. Фактором, определяющим структуру и накопление органической массы в этих типах сообществ, является гидротермический режим почв. Температура сезонно промерзающих, холодных почв обеспечивает активную жизнедеятельность корней в пределах верхней толщи мощностью до 50 см. Средняя продолжительность периода с температурой  $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$  и более, когда возможна активная жизнедеятельность корней растений, на глубине 20 см в торфянисто-подзолисто-глеевой почве ельника крайне северной тайги составляет 11 [9], северной 25 [2], средней 95 дн. [5]. Водный режим почв застойно-промывной. Во всех подзонах тайги в течение большей части вегетации они находятся в состоянии переувлажнения и периодического затопления [3, 6]. Суровые гидротермические условия почв, особенно в крайне северной и северной тайге, естественно ограничивают глубину проникновения корней, заставляя их концентрироваться в верхних горизонтах. Все это обуславливает напряженность минерального питания и сказывается на продуктивности фитоценозов, особенно в крайне северной тайге, где формируются низкопродуктивные разреженные еловые древостои.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев, В.А.* Световой режим леса [Текст] / В.А. Алексеев. – Л.: Наука, 1975. – 225 с.
2. *Бобкова, К.С.* Биологическая продуктивность хвойных лесов Европейского Северо-Востока [Текст] / К.С. Бобкова. – Л.: Наука, 1987. – 156 с.
3. *Верхоланцева, Л.А.* Влияние почвенных условий на корневые системы древесных пород в еловых насаждениях подзоны северной тайги [Текст] / Л.А. Верхоланцева, К.С. Бобкова. – Сыктывкар, 1972. – 56 с. – (Сер. препр. науч. докл.; Вып. 6).
4. *Галенко, Э.П.* Фитоклимат и энергетические факторы продуктивности хвойного леса Европейского Севера [Текст] / Э.П. Галенко. – Л.: Наука, 1983. – 129 с.
5. *Галенко, Э.П.* Температурный режим почвы чернично-сфагнового ельника средней тайги [Текст] / Э.П. Галенко, К.С. Бобкова, С.П. Швецов // Лесн. журн. – 2008. – № 3. – С. 19–28. – (Изв. высш. учеб. заведений).
6. *Забоева, И.В.* Почвы и земельные ресурсы Коми АССР [Текст] / И.В. Забоева. – Сыктывкар, 1975. – 344 с.
7. Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции [Текст] / К.С. Бобкова, Э.П. Галенко. – СПб.: Наука, 2006. – 337 с.
8. *Лавренко, Е.М.* Профиль продуктивности надземной части природного растительного покрова СССР от тундр к пустыням [Текст] / Е.М. Лавренко, В.Н. Андреев, В.Л. Леонтьев // Ботан. журн. – 1965. – № 3. – С. 415–419.
9. Лесорастительные условия и продуктивность предтундровых лесов

[Текст] / В.Г. Чертовской, Ф.П. Елизаров, Б.А. Семенов, В.С. Корняк. – Архангельск : Арханг. Ин-т леса и лесохимии, 1978. – 111 с.

10. Лесотаксационный справочник для Северо-Востока европейской части СССР [Текст] / Г.С. Войнов. – Архангельск, 1986. – 357 с.

11. *Мартыненко, В.А.* Темнохвойные леса [Текст] / В.А. Мартыненко // Леса Республики Коми / под ред. Г.М. Козубова, А.И. Таскаева. – М.: Дизайн. Информация. Картография, 1999. – С. 133–184.

12. *Мелехов, И.С.* Лесоведение и лесоводство [Текст] / И.С. Мелехов. – М., 1970. – 1967 с.

13. *Молчанов, А.А.* Методика изучения прироста древесных растений [Текст] / А.А. Молчанов, В.В. Смирнов. – М., 1967. – 95 с.

14. *Молчанов, А.А.* Продуктивность органической массы в лесах различных зон [Текст] / А.А. Молчанов. – М., 1971. – 275 с.

15. *Орлов, А.Я.* Метод определения массы корней деревьев в лесу и возможность учета годичного прироста органической массы в толще лесной почвы [Текст] / А.Я. Орлов // Лесоведение. – 1967. – № 1. – С. 64–69.

16. ОСТ 59-69-83. Пробные площади лесостроительные. Метод закладки [Текст]. – М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. – 60 с.

17. Продуктивность и круговорот элементов в фитоценозах Севера [Текст]. – Л.: Наука, 1976. – 130 с.

18. Растительность европейской части СССР [Текст] / под ред. С.А. Грибовой, Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко. – Л., 1980. – 429 с.

19. *Родин, Л.Е.* Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара [Текст] / Л.Е. Родин, Н.И. Базилевич. – М.; Л.: Наука, 1965. – 253 с.

20. *Семенов, Б.А.* К характеристике экологических условий под пологом предтундровых лесов [Текст] / Б.А. Семенов, Н.И. Кубрак, В.Г. Чертовской // Экология таежных лесов. – Архангельск: Арханг. ин-т леса и лесохимии, 1978. – С. 11–26.

21. *Уткин, А.И.* Биологическая продуктивность лесов (методы изучения и результаты) [Текст] / А.И. Уткин // Итоги науки и техники. Сер. «Лесоведение и лесоводство». – М.: ВИНТИ, 1975. – Т. 1. – С. 9–190.

22. *Юдин, Ю.П.* Темнохвойные леса [Текст] / Ю.П. Юдин // Производительные силы Коми АССР. Т.3, ч. 1. – М.; Л.: Наука, 1954. – С. 42–125.

Поступила 19.06.09

*K.S. Bobkova, M.A. Kuznetsov, A.V. Manov, E.P. Galenko, V.V. Tuzhilkina*  
Institute of Biology, Komi Science Centre, Ural Branch of RAS

### **Tree Stand Phytomass of Bilberry-sphagnum Spruce Forests on Boggy Podzolic Soils of European Northeast**

Stock and structure of stands phytomass of bilberry-sphagnum spruce forests on boggy podzolic soils of pre-tundra, boreal and middle taiga subzones are considered. The provided mass coupling equations of several tree components with stem diameter allow to determine phytomass stock based on forest management materials and stands inventory data.

Keywords: spruce forest, tree stand, phytomass.

---

