УДК 630.9

ФИТОМАССА ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В СОСНЯКАХ ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЫ Г. ЕКАТЕРИНБУРГА

Трофимова И.Л., Шевелина И.В., Нагимов З.Я., Алиева Т.М.

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург, Россия (620100, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37Б-127), e-mail: icha86@mail.ru

В статье представлены результаты изучения живого напочвенного покрова на 16 постоянных пробных площадях, заложенных в сосновых насаждениях зеленой зоны г. Екатеринбурга. Получены количественные данные о фитомассе и проективном покрытии данного компонента насаждения в 4 типах сосновых лесов. В пределах типов леса выявлены тесные зависимости массы живого напочвенного покрова в свежем и абсолютно сухом состояниях от его проективного покрытия и разработаны уравнения, передающие эти зависимости. Получено уравнение множественной регрессии, адекватно описывающее зависимость запасов фитомассы живого напочвенного покрова от его проективного покрытия и высоты расположения сосняков над уровнем моря. Установлено, что фитомасса живого напочвенного покрова закономерно снижается с увеличением высоты участков относительно уровня моря. При фиксированных высотах над уровнем моря она закономерно возрастает с увеличением величины проективного покрытия. Для практического применения при оценочных работах разработана таблица с данными об изменении фитомассы живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии в зависимости от его проективного покрытия и высоты над уровнем моря.

Ключевые слова: живой напочвенный покров, фитомасса живого напочвенного покрова, проективное покрытие, высота над уровнем моря, норматив, сосняки, оценка, пробная площадь, уравнение, коэффициент детерминации.

PHYTOMASS OF ALIVE GROUND COVER IN PINE FORESTS OF GREEN SPACE OF YEKATERINBURG

Trofimova I.L., Shevelina I.V., Nagimov Z.Y., Alieva T.M.

Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia (620100, Yekaterinburg, Sibirsky trakt, 37B-127), e-mail: icha86@mail.ru

The results of research of alive ground cover on 16 permanent sample plots established in pine forests of green space of Yekaterinburg are presented in the article. The quantitative data were obtained on phytomass and projective covering of this component in 4 types of pine forests. Close relationship of the mass of alive ground cover in fresh and absolutely dry conditions with its projective covering within the exact type of forest were discovered and the equations describing this relationship were developed. The equation of multiple regression is obtained that adequately describes the dependence of phytomass of alive ground cover with projective covering and elevation above sea level. It was found that phytomass of alive ground cover regularly decreases with increasing elevation of site above sea level. In fixed elevation above sea level it is regularly increasing with rise of projective covering. The data table on phytomass changes of alive ground cover in absolutely dry conditions depending on its projective covering and elevation above sea level is developed for the practical use.

Keywords: alive ground cover, phytomass of the ground cover, projective covering, altitude above sea level, standard, pine forests, assessment, sample area, equation, determination coefficient.

Введение

В последние годы согласно решениям Киотского протокола многие страны, в том числе и Россия, приступили к реализации программ по связыванию и консервации углерода в его глобальном круговороте. Признается важность региональных оценок запасов углерода с использованием экспериментальных данных по фитомассе насаждений [4, 6]. При оценке фитомассы насаждений основное влияние уделяется древостою как основному его компоненту [4, 7-9]. Нижние яруса растительности изучены крайне слабо. Между тем продукционная деятельность насаждения в полном объеме может быть определена при исследовании

всех его компонентов.

Цель исследования

Данные по общей фитомассе насаждений имеют важное значение также при решении проблем, определенных международной конвенцией по биологическому разнообразию. В сосняках Среднего Урала подобные исследования проводились не в достаточном объеме. Одной из составляющих частей лесной экосистемы, оказывающей существенное влияние на течение биоценотических и сукцессионных процессов и играющей большую роль в процессах обмена веществ и энергии, является живой напочвенный покров [1, 2]. В этой связи нами проведена оценка фитомассы живого напочвенного покрова в различных лесорастительных условиях.

Материал и методы исследования

Наша работа выполнялась на территории Уральского учебно-опытного лесхоза, который согласно лесорастительному районированию Б.П. Колесникова расположен в Зауральской холмисто-предгорной провинции в пределах южной подзоны лесной ландшафтно-географической зоны [3]. Настоящие исследования являются составной частью комплексных работ по изучению роста и продуктивности сосняков Среднего Урала. Исследования проводилась на 16 постоянных пробных площадях (ПП), которые расположены вдоль длинных склонов. Склоны начинаются от резко очерченных вершин с обнажениями горных пород и заканчиваются котловинными понижениями с торфянистыми почвами. Пробными площадями охвачены сосновые насаждения четырех типов леса: брусничниковый (Сбр), ягодниковый (Сяг), разнотравный (Сртр), осоково-сфагновый (Сос-сф).

Оценочные работы проводились в середине июля, в период максимального развития фитомассы растительности и стабилизации её влажности. Учет фитомассы осуществлялся на учетных площадках (УП), заложенных в количестве не менее 20 штук на параллельных продольным границам ПП визирах. Размер УП принимался равным 0,25м^2. Для определения абсолютно сухой фитомассы отбирались навески, которые высушивались до постоянного веса в термостатах при температуре 105 ºС.

Помимо фитомассы на учетных площадках проводились работы по определению проективного покрытия живого напочвенного покрова. Проективное покрытие – это часть поверхности, занятая проекцией общего контура растения на поверхность почвы [5]. Площадь проективного покрытия, как правило, определяется с помощью палетки, что является трудоемкой операцией. Для автоматизации процесса подсчета проективного покрытия было решено использовать современные информационные системы. Каждая учетная площадка ограничивалась по периметру специальной рамкой и фотографировалась на цифровую камеру (сверху). Обязательным условием фотографирования являлся охват кадром всей учетной

площадки. Обработка снимков была выполнена с использованием таких программ, как Adobe Photoshop, Corel Draw X3 и ImageJ. Первичная обработка фотоснимков была проведена в растровом редакторе Adobe Photoshop, в котором было сделано выравнивание границ кадра, удаление частей, не входящих в учетную площадку, удаление рамки и приведение кадра к определенным размерам. Далее полученное изображение обрабатывалось с использованием векторного редактора Corel DRAW. В зависимости от освещения и вида растительности живой напочвенной покров может принимать различные оттенки зеленого. Таким образом, перевод изображения из многоцветного в бинарное (черно-белое) имеет некоторые трудности. Использование данной программы позволило зеленый цвет и все его оттенки перевести в белый цвет, а остальные – в черный (рис.1).

Рис. 1. Перевод цветного изображения в черно-белое

Площадь проективного покрытия (белое изображение) была определена с помощью программы ImageJ. Данное приложение используется для анализа и обработки изображений (разработка National Institutes of Health) [10].

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 представлены данные по фитомассе живого напочвенного покрова и его проективному покрытию.

Таблица 1. Фитомасса и проективное покрытие живого напочвенного покрова по типам леса

№ ПП	Тип леса	Высота над уровнем моря, м (HS)	Фитомасса, кг/га		Проективное покрытие ЖНП, % (SPP)
			свежая (PS)	абсолютно сухая (PAS)	
1	Сбр	333	1335,0	619,8	24,2
2	Сяг	326	1223,2	373,4	33,0
3	Сяг	331	1358,8	488,1	31,2
4	Сртр	302	4034,4	711,9	64,1
5	Сртр	300	2425,0	882,3	61,0
6	Сос-сф	293	7859,2	1250,3	56,7

7	Сбр	348	94,3	43,6	11,3
8	Сбр	335	66,1	32,1	8,8
9	Сяг	328	2370,4	1217,5	64,0
10	Сртр	315	2050,8	673,1	70,6
11	Сбр	347	352,6	116,8	15,3
12	Сяг	347	582,1	207,1	45,1
13	Сбр	349	798,5	266,4	22,3
14	Сртр	336	1472,5	315,9	60,3
15	Сос-сф	335	2120,4	856,4	43,9
16	Сос-сф	332	2970,9	1261,3	57,1

Для учета живого напочвенного покрова необходим норматив, позволяющий определить фитомассу этого компонента насаждения на основе более просто и объективно определяемых показателей. Такими показателями могут служить высота лесных участков над уровнем моря и проективное покрытие живого напочвенного покрова. Результаты исследований, приведенные в табл. 1, позволяют отметить наличие достаточно устойчивых связей между фитомассой живого напочвенного покрова, с одной стороны, и высот над уровнем моря и проективным покрытием, с другой.

Более наглядно зависимости фитомассы живого напочвенного покрова в свежем (PS) и абсолютно сухом (PAS) состояниях от проективного покрытия приведены на рис. 2 и 3.

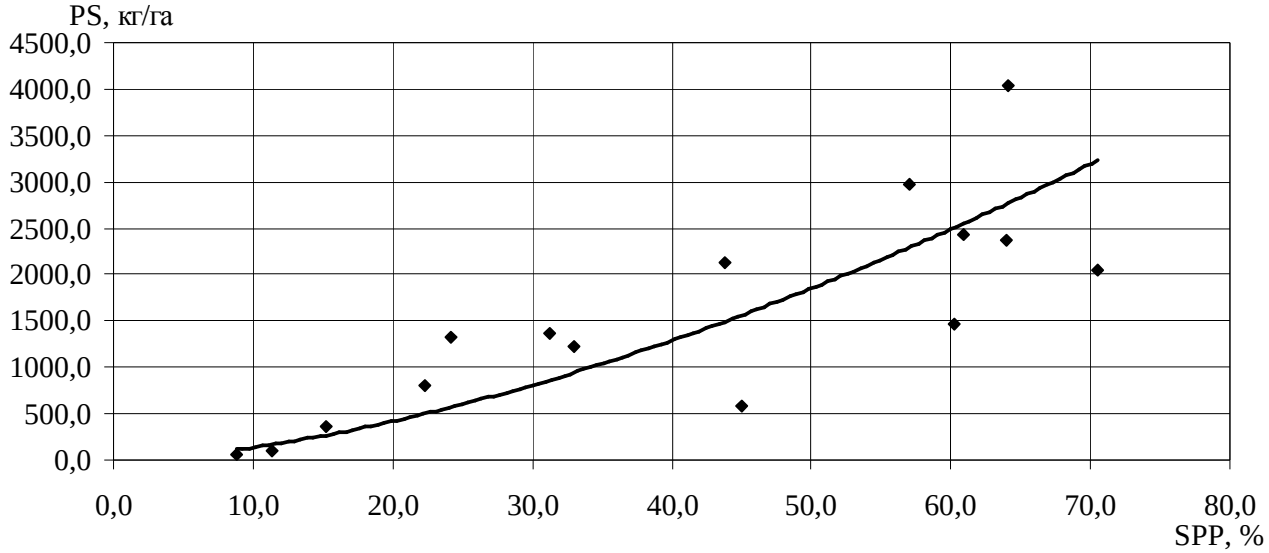

Рис. 2. Зависимость фитомассы ЖНП в свежем состоянии от его общего проективного покрытия

Полученные данные наиболее корректно описываются степенной функцией. Для фитомассы живого напочвенного покрова в свежем состоянии получено следующее уравнение:

$$PS=3,2557*SPP^{1,6216},\ R^2=0,820\ (1)$$

Значение коэффициента детерминации (R^2) свидетельствует о высокой адекватности полученного уравнения экспериментальным данным.

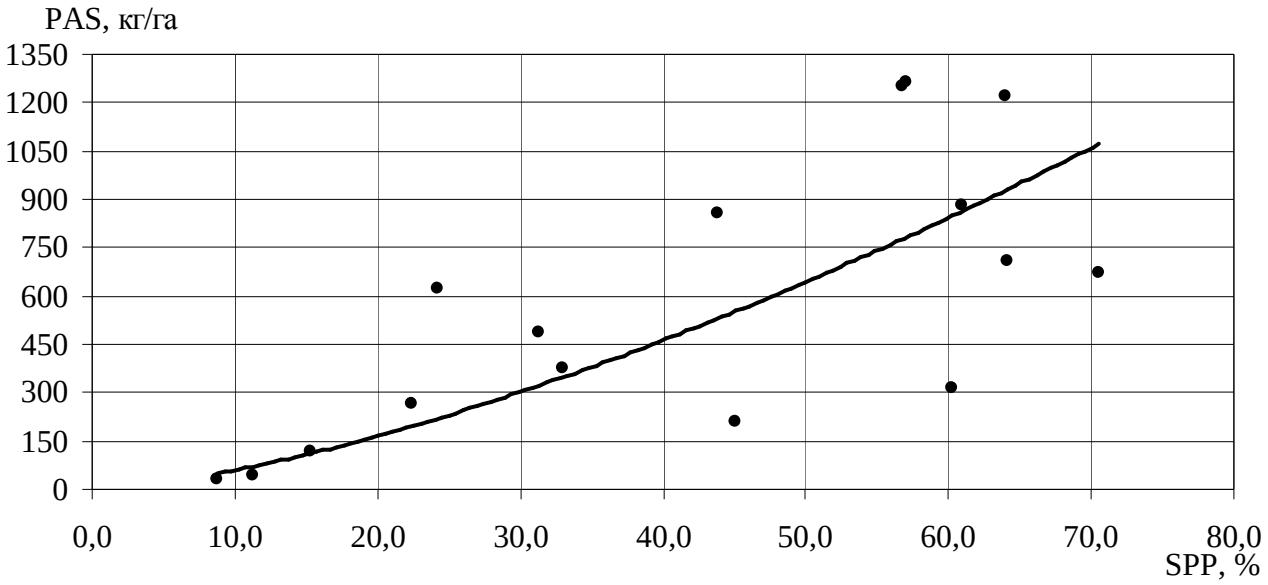

Рис. 3. Зависимость фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии от его общего проективного покрытия

Разброс экспериментальных данных на рис. 3 более значителен, чем на рис. 2. Это свидетельствует о том, что связь фитомассы живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии от его общего проективного покрытия менее тесная, чем рассмотренная выше (рис. 3). Она передается следующим уравнением:

$$PAS=1{,}9553*SPP^{1{,}4817},\ R^2=0{,}754\ (2)$$

Уравнение (2) характеризуется достаточно высоким коэффициентом детерминации, хотя его значение несколько ниже, чем уравнения (1). В целом полученное уравнение (2) адекватно отражает изменение фитомассы живого напочвенного покрова в зависимости от проективного покрытия.

Фитомасса живого напочвенного покрова, при одинаковых величинах проективного покрытия, отличается в зависимости от типа леса (рис. 4). Это связанно с различиями между типами леса по составу и высоте живого напочвенного покрова.

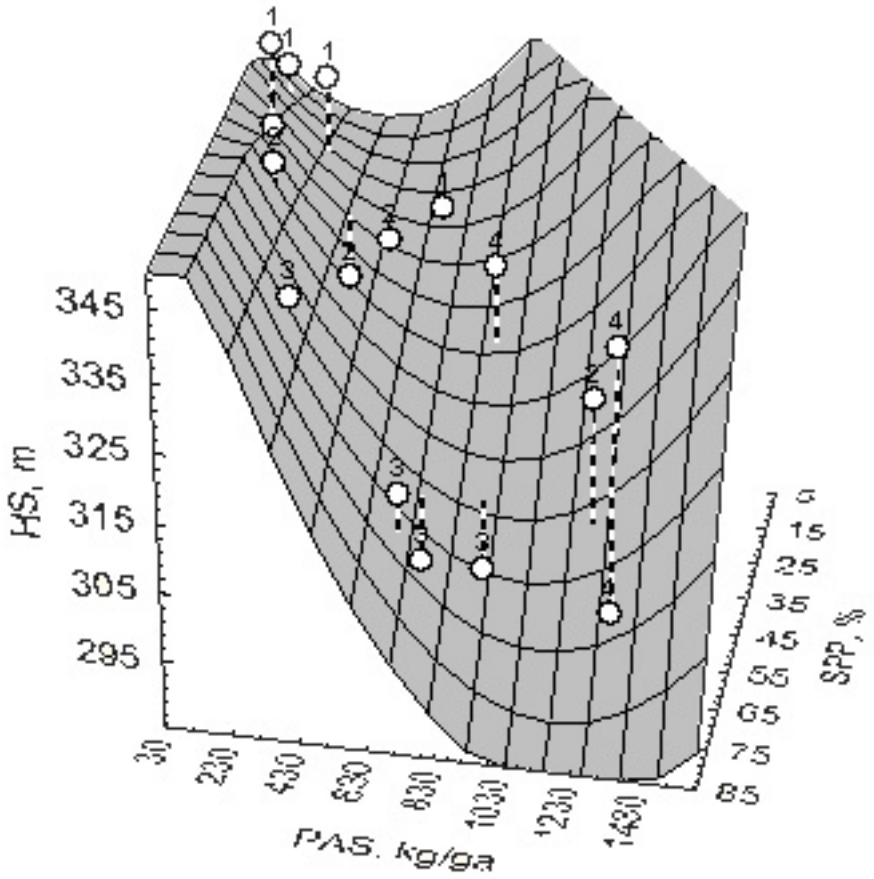

Рис. 4. Зависимость фитомассы живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии от проективного покрытия и высоты над уровнем моря
(цифрами обозначены типы леса: 1 – Сбр, 2 – Сяг, 3 – Сртр, 4 – Сос-сф)

При разработке оценочных уравнений типы леса могут быть опосредованы высотой над уровнем моря. Зависимость фитомассы живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии от высоты над уровнем моря и проективного покрытия наиболее точно описывается уравнением:

$$\log(PAS)=15{,}9516-2{,}56075*\log(HS)+1{,}35666*\log(SPP),\ R^2=0{,}726 \quad (3)$$

Все константы при независимых переменных в уравнении (3) значимы на 5 % уровне. Значение коэффициента детерминации свидетельствует об адекватности уравнения экспериментальным данным.

На основе табулирования уравнения (3) получена таблица изменения фитомассы живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии в зависимости от высоты над уровнем моря и проективного покрытия (табл. 2). Данные табл. 2 свидетельствуют, что фитомасса живого напочвенного покрова закономерно снижается с увеличением высоты участ-

ков относительно уровня моря. При фиксированных высотах над уровнем моря она закономерно возрастает с увеличением величины проективного покрытия.

Таблица 2. Изменение фитомассы живого напочвенного покрова в абсолютно сухом состоянии в зависимости от его проективного покрытия и высоты над уровнем моря

Высота над уровнем моря, м	Фитомасса живого напочвенного покрова (кг/га) при величине проективного покрытия ЖНП (%)							
	10	20	30	40	50	60	70	80
280	104,2	266,8	462,5	683,2	924,8	1184,3	1459,8	1749,7
300	87,3	223,6	387,6	572,6	775,0	992,5	1223,4	1466,3
320	74,0	189,5	328,5	485,4	657,0	841,3	1037,0	1243,0
340	63,4	162,3	281,3	415,6	562,5	720,3	887,9	1064,2
360	54,7	140,2	243,0	359,0	485,9	622,3	767,0	919,3
380	47,7	122,1	211,6	312,6	423,1	541,8	667,8	800,5
400	41,8	107,0	185,5	274,1	371,0	475,1	585,6	701,9

Заключение

В целом в результате проведенных исследований получены количественные данные о наличных запасах фитомассы живого напочвенного покрова в лесных насаждениях зеленой зоны г. Екатеринбурга. Выявлена зависимость фитомассы живого напочвенного покрова от проективного покрытия и высоты над уровнем моря. Полученные уравнения и таблицы могут успешно применяться в качестве нормативов при оценке запасов живого напочвенного покрова, а также экологических и рекреационных функций насаждений.

Список литературы

1. Дылис, Н.В. Основы биогеоценологии / Н.В. Дылис. – М., 1978. – 152 с.
2. Залесов, С.В. Основы фитомониторинга / С.В. Залесов, Е.А. Зотеева, А.Г. Магасумова, Н.П. Швалева // Учебное пособие. – Е.: УГЛТУ, 2007. – 76 с.
3. Колесников Б.П. Леса Свердловской области / Б.П. Колесников // Леса СССР. – М., 1969. – Т.4. – С. 64-124.
4. Нагимов, З.Я. Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03 / Нагимов Зуфар Ягфарович. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2000. – 40 с.
5. Реймерс, Н.Ф. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы / Н.Ф. Реймерс, А.В. Яблоков. – М.: Изд-во «Наука», 1982. – 144 с.
6. Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: нормативы и элемент географии // Екатеринбург: УрОРАН, 2002. – 762 с.

7. Усольцев, В.А. Методы определения биологической продуктивности насаждений: моногр. / В.А. Усольцев, С.В. Залесов. – Е.: УГЛТУ, 2005. – 147 с.

8. Уткин, А.И. Биологическая продуктивность лесов: Методы изучения и результаты // Лесоведение и лесоводство: Итоги науки и техники. – М.: ВИНИТИ, 1975. – Т.1. – С. 9-189.

9. Уткин, А.И. Исследования по первичной биологической продуктивности лесов СССР // Лесоведение. – 1970. – № 3. – С. 58-59.

10. Основная информация о программе ImageJ – особенности и возможности. [Электронный ресурс] – URL: http:// www.imagej.ru (дата обращения: 21.01.14).

Рецензенты:

Залесов С.В., д.с.-х.н., профессор, проректор по научной работе, заведующий кафедрой лесоводства Института леса и природопользования, Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург.

Сродных Т.Б., д.с.-х.н., профессор кафедры ландшафтного строительства Института леса и природопользования, Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург.