

ФИТОМАССА ПОДЛЕСКА В ПРОИЗВОДНЫХ ЛИСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ

кандидат биологических наук **Т.А. Пристова**

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ Уральского отделения РАН, г. Сыктывкар, Российская Федерация

Определение запасов органической массы лесными фитоценозами имеет большое значение при оценке биологической продуктивности лиственных насаждений, формирующихся на месте вырубок. Как правило, при оценке продуктивности лесов приводится фитомасса древостоя и напочвенного покрова, в то время как для подлеска этот показатель определяется редко. Исследованы лиственные фитоценозы средней тайги, формирующиеся на месте рубки ельников черничного типа. Подлесок исследуемых фитоценозов представлен шестью видами древесных растений: *Salix caprea* L., *Sorbus aucuparia* L., *Rosa acicularis* Lindl. и *Lonicera pallasii* Ledeb., кроме перечисленных видов в березово-еловом молодняке встречаются *Salix pentandra* L. и *S. philicifolia* L. Для определения фитомассы подлеска использован метод «модельных деревьев» с применением аллометрических уравнений и метод «среднего дерева» для оценки массы единично встречающихся видов. Специфика динамики фитомассы подлеска в исследуемых послерубочных фитоценозах связана с зарастанием вырубок лесообразующими и подлесочными породами одновременно, что в последующем приводит к конкуренции между ними. Согласно проведенным исследованиям, в березово-еловом молодняке за 10 лет фитомасса подлеска снизилась с 8,8 до 4,7 т/га, в осиново-березовом насаждении – с 4.0 до 3.8. В течение всего исследуемого периода в фитомассе подлеска преобладают фракции, длительно аккумулирующие органическое вещество – стволы и ветви. Масса листьев составляет 6-8 % от общей фитомассы подлеска. Динамика аккумуляции органического вещества подлеском определяется биологическими особенностями видов, которые его формируют, их численностью, естественным изреживанием и стадией сукцессии производного насаждения.

Ключевые слова: средняя тайга, леса послерубочного происхождения, подлесок, фитомасса.

UNDERGROWTH PHYTOMASS IN THE SECONDARY DECIDUOUS STANDS OF THE MIDDLE TAIGA

PhD (Biology) **T.A. Pristova**

Institute of Biology of Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
(IB FRC Komi SC UB RAS), Syktyvkar, Russian Federation

Abstract

The determination of organic matter reserves by forest phytocenoses is important in assessing biological productivity of deciduous plantations formed at felling. As a rule, phytomass of the stand and soil cover is given when assessing forest productivity. This indicator is rarely determined for the undergrowth. The deciduous phytocenoses of the middle taiga, formed at the cutting of spruce of myrtillus type, have been studied. The undergrowth of the studied phytocenoses is represented by six species of woody plants: *Salix caprea* L., *Sorbus aucuparia* L., *Rosa acicularis* Lindl. and *Lonicera pallasii* Ledeb. Besides the mentioned species, *Salix pentandra* L. and *S. philicifolia* L. are found in birch and spruce young growths. The method of “model trees” using allometric equations and the method of the “middle tree” for estimating the mass of individual species were used to determine the undergrowth phytomass. The specifics of the undergrowth phytomass dynamics in the studied after-cutting phytocenoses is associated with the overgrowing of felling by forest-forming and undergrowth species at the same time. It subsequently leads to competition between them. According to the studies in birch and spruce young forests, the undergrowth phytomass of decreased from 8.8 to 4.7 t/ha over 10 years; in aspen-birch stands – from 4.0 to 3.8. Throughout the entire studied period, fractions, accumulating

organic matter (trunks and branches) for a long time, prevail in the undergrowth phytomass. The mass of leaves is 6-8 % of the total undergrowth phytomass. The dynamics of the accumulation of organic matter by undergrowth is determined by biological characteristics of the species that form it, their abundance, natural thinning, and succession stage of the secondary stands.

Keywords: middle taiga, forests of logging origin, undergrowth, phytomass.

Введение

Особенностью фитоценозов, формирующихся на вырубках путем естественного лесовозобновления, является существенное изменение пространственной структуры, ярусов и видового состава. В процессе развития лесных экосистем после рубки происходит потеря их естественной структурно-динамической организации по сравнению с исходным фитоценозом [6]. В настоящее время важной задачей является анализ лесовосстановления для последующего прогнозирования лесных запасов. Для этой цели разрабатываются различные методы оценки лесовосстановления [3]. Оценка запасов органической массы растений лесных фитоценозов является важным показателем, отражающим продуктивность лесов в целом и процессы лесовосстановления в частности, однако исследователями больше внимания уделяется древостою, данные по фитомассе подлеска приводятся редко [1, 2, 10, 14, 15, 19, 22]. Исследования лиственных фитоценозов послерубочного происхождения в условиях средней тайги, при которых проведено определение фитомассы отдельных видов древесных растений подлеска, единичны [13]. Особенность развития подлеска в послерубочных производных фитоценозах определяется зарастанием вырубki лесообразующими и подлесочными породами одновременно, что в последующем приводит к конкуренции между ними. Актуальность определения фитомассы древесных растений подлеска и ее динамики обусловлена необходимостью пополнения баз данных по биологической продуктивности и фитомассе лесных фитоценозов в целом [15, 18]. Кроме того, многие виды растений подлеска имеют ресурсное значение [4]. Цель исследований состояла в определении фитомассы древесных растений подлеска в лиственных фитоценозах послерубочного происхождения и ее динамики за 10-летний период.

Объекты и методы

Исследования проведены в подзоне средней тайги на базе Ляльского лесоэкологического стационара Института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН в Кытловском лесничестве Княжпогостского района Республики Коми. Постоянные пробные площади (ППП) закладывали под руководством д-ра биол. наук, профессора К.С. Бобковой в березово-еловом молодняке разнотравном и осиново-березовом насаждении разнотравно-черничного типа (62°18' с.ш., 50°55' в.д.), произрастающих на торфянисто-подзолисто-глебоватых почвах [8]. До вырубki на месте исследуемых насаждений произрастали: ельник чернично-долгомошный и ельник черничный, с составом древостоя 8Е2Б, подроста – 10Е, возраст 150-190 лет (по данным Кытловского участкового лесничества ГУ РК «Железнодорожное лесничество»). Объекты исследования расположены на территории Кытловского участкового лесничества ГУ РК «Железнодорожное лесничество» и относятся к эксплуатационным лесам. На территории Железнодорожного лесничества ежегодный размер естественного лесовосстановления составляет 74,1 % от общего количества земель, нуждающихся в лесовосстановительных мероприятиях, искусственное лесовосстановление – 3,9 %, комбинированное – 22 %. В результате естественного лесовозобновления на этой территории в большинстве случаев формируются лиственные насаждения. Площадь, занятая лиственными породами, преимущественно березой, по состоянию на 2008 г. составила 29,3 % от общей лесопокрытой площади Железнодорожного лесничества [5].

Древесный ярус березово-елового молодняка сложный по составу и представлен доминирующими *Betula pendula* Roth., *B. pubescens* Ehrh., *Picea obovata* Ledeb., а также единичными экземплярами *Populus tremula* L., *Pinus sylvestris* L., *Abies sibirica* Ledeb. Напочвенный покров березово-елового молодняка отличается большой мозаичностью. На месте трелевочных волоков в исследуемом фитоце-

нозе развивается моховой покров – преимущественно из *Sphagnum magelanicum* и *Polytrichum commune* (Hedw.) Br. Из кустарничков доминируют *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea*, из трав – *Juncus fliformis* и *Agrostis tenuis*, среди мхов *Polytrichum commune* Sch. Et Gmb., *Sphagnum magelanicum* Brid., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Br., Sch. Et Gmb.

Древостой осиново-березового насаждения состоит из *Populus tremula*, *Betula pendula*, *B. pubescens*, *Picea obovata*, единично *Abies sibirica*. В травяно-кустарничковом ярусе доминируют *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea*, среди трав – *Oxalis acetosella* L., *Solidago virgaurea* L., *Rubus saxatilis* L., *Aegopodium podagraria* L. Для мохового яруса в исследуемом осиново-березовом фито-ценозе характерно неравномерное распределение, преобладает *Polytrichum commune*, на отдельных участках *Sphagnum magelanicum*.

Подлесок исследуемых фитоценозов представлен 6 видами древесных растений и состоит из *Salix caprea* L., *Sorbus aucuparia* L. и единичных экземпляров *Rosa acicularis* Lindl. (высотой до 0,5 м) и *Lonicera pallasii* Ledeb. (от 0,6 до 1 м), кроме перечисленных видов в березово-еловом молодняке встречаются *Salix pentandra* L. и *S. philicifolia* L.

Согласно таксационным измерениям, проведенным в 10-летнем березово-еловом молодняке, состав древостоя (по запасу) – 8Б2Еед.Сед.Ос и 7Б3Е+С ед.Ос в 20-летнем возрасте, в 38-летнем осиново-березовом насаждении – 5Ос4Б1Еед.Пх и 6Ос3Б1Еед.Пх – в 48-летнем. Запасы древесины за 10 лет в березово-еловом молодняке возросли с 19 до 52, в осиново-березовом насаждении с 161 до 232 м³/га. Более подробное описание древостоя и напочвенного покрова исследованных объектов приведено ранее [9].

Для определения запасов фитомассы подлеска в исследуемых фитоценозах использован метод «модельных деревьев» с последующим применением аллометрических уравнений для оценки отдельных фракций древесных растений и фитомассы подлеска в целом [15, 17, 20, 23]. Фитомасса шиповника и жимолости рассчитывалась по весу среднего по высоте растения, так как эти виды представлены в подлеске единичными экземпляра-

ми [16]. На основании анализа результатов таксационных измерений для каждого из видов древесных растений подлеска отбирали растения разной высоты, которые срезали под корень и определяли вес ствола, ветвей и листы. Корни выкапывали, отбирали и обрабатывали в соответствии с общепринятыми методиками [11, 16]. Все фракции фитомассы взвешивали в сыром виде, затем отбирали образцы на определение влажности, которые высушивались при температуре 105 °С до абсолютно сухого веса [11]. В последующем вес отдельных фракций древесных растений пересчитывали на абсолютно сухой вес.

Результаты и обсуждение

Роль подлеска в накоплении органического вещества фитоценозом во многом определяется его видовым составом и густотой. Среди исследуемых фитоценозов наибольшей густотой подлеска отличается 10-летний березово-еловый молодняк, наименьшей – 48-летнее осиново-березовое насаждение. Общая численность подлеска за 10 лет снижается в березово-еловом молодняке с 13 до 8, в осиново-березовом насаждении – с 6 до 3 тыс. шт./га.

Снижение численности связано с естественным изреживанием, которое приводит к увеличению количества сухих деревьев в подлеске. В составе подлеска березово-елового молодняка в 10-летнем возрасте по количеству преобладали ивы, в 20-летнем – ивы и рябина, в осиново-березовом насаждении на протяжении всего исследуемого периода – рябина (табл. 1). Среди рассматриваемых древесных видов подлеска наибольшими значениями возраста, диаметра и высоты характеризуются ива козья и рябина, наименьшими – шиповник и жимолость. Так, 18-летняя ива козья в березово-еловом молодняке достигает высоты 8,6 м и 12 см в диаметре, рябина – 7,4 м и 9 см соответственно.

Динамика фитомассы древесных растений подлеска специфична и обусловлена биологическими особенностями видов, их численностью и стадией сукцессионного развития исследуемых производных насаждений. За 10-летний период общие запасы органического вещества древесных растений подлеска снизились с 8,8 до 4,7 т/га в березово-еловом молодняке и с 4,0 до 3,8 т/га в

осиново-березовом насаждении (табл. 2). Довольно близкие показатели (3,9 т/га) приводятся для подлеска 25-летнего березняка, расположенного южнее (Республика Марий Эл) [2]. Ведущая роль в накоплении фитомассы подлеска в исследуемых фитоценозах принадлежит рябине и ивам. Снижение массы рябины в березово-еловом молодняке более чем в 2 раза обусловлено рядом ее биологических особенностей. Она хорошо размножается корневыми отпрысками, и первые 3-5 лет после рубки происходит увеличение ее численности, которая к 10 годам достигает максимума, однако через 10-12 лет она вытесняется более долговечными и быстрорастущими лиственными породами – березой и осиной [4, 19]. Снижение с 3,9 до 3,7 т/га массы рябины, составляющей до 90 % от общей фитомассы подлеска осиново-березового насаждения, связано с уменьшением количества деревьев в результате естественного изреживания и увеличением до 25 % численности усыхающих особей (табл. 2). Уменьшение фитомассы рябины в данном насаждении по сравнению с молодняком небольшое, так как большая часть рябины представлена крупными деревьями. Фитомасса кустарников – шиповника и жимолости – в исследуемых фитоценозах не превышает 1 %, что обусловлено небольшими размерами растений и их низкой численностью в исследуемых фитоценозах (табл. 2).

Установлено, что фитомасса древесных растений подлеска и ее фракционное распределение определяются возрастом и стадией сукцессии исследуемых фитоценозов. В надземной фитомассе древесных растений подлеска преобладают органы, длительно аккумулирующие органическое вещество – стволы и ветви, на которые приходится более 80 % от надземной фитомассы подлеска исследуемых фитоценозов (табл. 2).

На ассимилирующие органы в березово-еловом молодняке приходится около 8 %, в осиново-березовом насаждении – 6-7 % от надземной фитомассы подлеска. Схожие показатели по доле листьев в надземной фитомассе приводятся для ивы козьей в среднетаежных лиственных фитоценозах Вологодской области: 15 % в 18-летнем березово-еловом молодняке и 5,5 % в 37-летнем березово-еловом насаждении с участием осины, при этом отмечается, что процент веса листвы ивы с увеличением ее диаметра уменьшается [13]. Соотношение фракций фитомассы в исследуемых насаждениях также связано с особенностью распределения надземных фракций фитомассы рябины – небольшая масса ветвей и листьев по отношению к стволу – 1:1,7 в березово-еловом молодняке и 1:2,10 в осиново-березовом насаждении. Такое соотношение объясняется тем, что рябина, несмотря на свою теневыносливость, в условиях недостаточной освещенности под пологом древостоя формирует зонтикообразную крону [4].

Таблица 1

Долевое участие видов в общем количестве древесных растений подлеска исследуемых фитоценозов, %

Вид растения*	Березово-еловый молодняк		Осиново-березовое насаждение	
	10 лет	20 лет	38 лет	48 лет
Рябина обыкновенная	29.6	45.6	97.4	92.4
Ива**	66.7	53.4	1.7	6.5
Шиповник иглистый	3.6	0.9	0.2	0.4
Жимолость Палласа	0.1	0.1	0.7	0.7

Примечания. * Видовые латинские названия растений подлеска приведены в описании объектов

** Данные по доле участия ивы в осиново-березовом насаждении представлены для одного вида – *Salix caprea*, в березово-еловом молодняке общие для трех видов – *Salix caprea*, *S. pentandra* и *S. philicifolia*.

Фитомасса древесных растений подлеска исследуемых лиственных фитоценозов, кг/га

Вид растения	Ствол (стволик)		Ветви		Листья		Корни		Всего	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Березово-еловый молодняк										
Рябина	3578.0	1575.2	611.4	270.9	322.7	132.1	261.5	110.3	4773.6	2088.5
Ива*	2744.5	1778.4	318.1	200.5	380.2	239.5	564.0	427.0	4006.8	2645.4
Жимолость	0.1	0.4	0.1	0.4	0.04	0.2	0.1	0.9	0.3	1.9
Шиповник	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	0.4
Осиново-березовое насаждение										
Рябина	2931.0	2761.5	488.1	470.8	271.5	236.0	218.4	197.1	3909.0	3665.4
Ива*	60.0	72.6	5.4	6.6	6.5	8.0	9.4	13.4	81.3	100.6
Жимолость	0.09	0.1	0.09	0.1	0.04	0.04	0.2	0.2	0.4	0.4
Шиповник	0.07	0.1	0.05	0.08	0.07	0.1	0.07	0.1	0.3	0.4

Примечание. *Данные по фитомассе ивы в осиново-березовом насаждении представлены для одного вида – *Salix caprea*, в березово-еловом молодняке общие для трех видов – *Salix caprea*, *S. pentandra* и *S. philicifolia*.

Таблица 3

Доля участия фракций фитомассы древесных растений подлеска исследуемых лиственных фитоценозов,
% от общей массы фракции

Вид растения	Ствол (стволик)		Ветви		Листья		Корни		Всего	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Березово-еловый молодняк										
Рябина	56.590	46.960	65.76	57.41	45.9	35.52	31.67	20.49	54.361	44.10
Ива*	43.400	53.020	34.22	42.49	54.08	64.40	68.31	79.32	45.631	55.86
Жимолость	0.005	0.015	0.01	0.05	0.006	0.05	0.01	0.17	0.003	0.03
Шиповник	0.005	0.005	0.01	0.05	0.014	0.03	0.01	0.02	0.005	0.01
Осиново-березовое насаждение										
Рябина	97.99	97.430	98.88	98.58	97.62	96.67	95.76	93.50	97.90	97.31
Ива*	2.005	2.560	1.094	1.38	2.341	3.28	4.12	6.36	2.034	2.67
Жимолость	0.003	0.005	0.016	0.023	0.014	0.01	0.09	0.09	0.060	0.01
Шиповник	0.002	0.005	0.010	0.017	0.025	0.04	0.03	0.05	0.006	0.01

Примечание. *Данные по доле участия ивы в фитомассе подлеска в осиново-березовом насаждении представлены для одного вида – *Salix caprea*, в березово-еловом молодняке – общие для трех видов – *Salix caprea*, *S. pentandra* и *S. philicifolia*.

Согласно полученным данным, доля подземных органов древесных растений подлеска в фитомассе исследуемых фитоценозов не превышает 12 %, при этом в березово-еловом молодняке она составляет 9,4-11,4 %, в осиново-березовом насаждении – около 6 % от общей фитомассы подлеска (табл. 2). Небольшая доля корней в общей фитомассе подлеска обусловлена определенными особенностями и спецификой онтогенеза некоторых видов. Так, для корневой системы ивы

козьей в процессе ее роста характерно отмирание или невыраженность главного корня и развитие придаточных корней. С возрастом у ивы козьей разрушаются основные скелетные корни [7].

В березово-еловом молодняке ива представлена тремя видами – *Salix caprea*, *S. pentandra* и *S. philicifolia*, которые занимают разные ниши в древесной растительности. За 10-летний период их фитомасса снижается в 1,5 раза (табл. 2). В молодняке *Salix caprea* имеет жизненную форму

одноствольного дерева, которая отличается светолюбивостью, поэтому не выдерживает конкуренции с формирующимся древостоем и постепенно отпадает [7, 21]. Кустарниковые формы ивы (*S. pentandra* и *S. philicifolia*) более устойчивы и произрастают под пологом формирующегося древостоя молодняка в виде биогрупп, состоящих из нескольких стволов, которые в условиях увеличивающегося затенения древостоем постепенно отмирают [12]. Ива, представленная в подлеске осиново-березового насаждения одним видом, ивой козьей, представленной одноствольными деревьями, в течение исследуемого периода имеет небольшую фитомассу (табл. 2). Объясняется это тем, что ива в данном фитоценозе представлена в основном мелкой порослью высотой до 0,5-1 м и крупными деревьями – около 5 м, при этом живых деревьев высотой от 1 до 4,5 м мало, но много сухих. Такое распределение по высоте обусловлено гибелью порослевых побегов ивы козьей под пологом древостоя в течение 5-7 лет, что связано с биологическими особенностями данного вида, возрастом и стадией сукцессионного развития осиново-березового фитоценоза [7, 21].

В березово-еловом молодняке доля участия рябины в формировании фитомассы подлеска за исследуемый период снижается на 10 %, ивы, напротив, увеличивается на 10 %, жимолости и шиповника – увеличивается (табл. 3). Изменение доли участия рябины и ивы в фитомассе происходит за счет стволовой древесины, жимолости и шиповника – за счет листьев.

В осиново-березовом насаждении доля участия ивы и рябины в формировании фитомассы подлеска практически не изменяется и составляет около 97 % для рябины и около 2 % для ивы (табл. 3). Участие жимолости в фитомассе снижается, а шиповника – увеличивается. При этом доля участия фракций фитомассы ивы и рябины за 10-летний период практически остается такой же.

Выводы

1. Согласно таксационным измерениям, численность подлеска за 10 лет снижается в березово-еловом молодняке с 13 до 8, в осиново-

березовом насаждении – с 6 до 3 тыс. шт./га. Наибольшей густотой подлеска отличается 10-летний березово-еловый молодняк, наименьшей – 48-летнее осиново-березовое насаждение.

2. Установлено, что фитомасса подлеска лиственных фитоценозов послерубочного происхождения, представленного шестью видами древесных растений, за 10 лет снижается с 8,8 до 4,7 т/га в березово-еловом молодняке и с 4,0 до 3,8 т/га в осиново-березовом насаждении. Ведущая роль в формировании фитомассы подлеска исследуемых фитоценозов принадлежит иве и рябине.

3. Выявлено, что в фитомассе древесных растений подлеска преобладают органы, длительно аккумулирующие органическое вещество, – стволы и ветви, на которые приходится более 80 % общих запасов фитомассы подлеска исследуемых фитоценозов. На ассимилирующие органы в березово-еловом молодняке приходится около 8 %, в осиново-березовом насаждении – 6-7 % от надземной фитомассы подлеска.

4. Аккумуляция органического вещества древесными растениями подлеска и ее динамика обусловлена биологическими особенностями видов, которые его формируют, их численностью, естественным изреживанием и стадией сукцессии.

5. Полученные в результате проведенных исследований данные по фитомассе и динамике подлеска в производных лиственных насаждениях средней тайги, формирующихся после рубки еловых лесов черничного типа, могут быть использованы для пополнения базы данных по продуктивности лесов и оценке запасов для видов, имеющих ресурсное значение.

Работа выполнена при финансовой поддержке темы госзадания Института биологии Коми научного центра УрО РАН (№ АААА-А 17-117122090014-8) «Пространственно-временная динамика структуры и продуктивности фитоценозов лесных и болотных экосистем на европейском Северо-Востоке России».

Автор выражает искреннюю благодарность К.С. Бобковой и А.В. Манову за помощь в сборе и обработке материала.

Библиографический список

1. Биопродукционный процесс в лесных экосистемах / под общ. ред. К. С. Бобковой, Э. П. Галенко. – Санкт-Петербург : Наука, 2001. – 278 с. – ISBN 5-02-026154-8.
2. Закамская, Е. С. Фитомасса подлеска в березняках / Е. С. Закамская, А. В. Закамский // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 9 (51). – С. 6–9. – DOI 10.18454.
3. Разработка методики для оценки успешности лесовосстановления дистанционными методами / А. А. Карпов, Н. Р. Пирцхалава-Карпова, Р. А. Алешко, А. П. Богданов, А. Г. Гудина // Лесотехнический журнал. – 2019. – № 3. – С. 25–34. – DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/3.
4. Ковалев, Н. В. Ресурсный потенциал и ценогическая роль рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.) в лесных экосистемах Ленинградской области: специальность 06.03.02 «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация»: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н. В. Ковалев ; Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. С.М. Кирова. – Санкт-Петербург, 2012. – 20 с.
5. Лесохозяйственный регламент ГУ «Железнодорожное лесничество» Комитета лесов Республики Коми. 2008 г. – URL: <http://www.komles.rkomi.ru/page/17998> (дата обращения 08.02.2010).
6. Мелехов, И. С. Изучение концентрированных рубок и возобновления леса в связи с ними в таежной зоне / И. С. Мелехов // Концентрированные рубки в лесах Севера: сборник. – Москва : Изд-во АН СССР, 1954. – С. 5–47.
7. Недосеко, О. И. Разнообразие жизненных форм ивы козьей (*Salix caprea* L.) / О. И. Недосеко // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. биол. – 2011. – Т. 116. – Вып. 5. – С. 55–63.
8. ОСТ 56–69–83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки [Trial areas are forest inventory. Bookmark Method]. – Москва : ЦБНТИ гослесхоза СССР, 1983. – 60 с.
9. Пристова, Т. А. Динамика надземной фитомассы живого напочвенного покрова в лиственных фитоценозах послерубочного происхождения / Т. А. Пристова // Известия Самарского научного центра РАН. – 2019. – Т. 21 – № 2 (2). – С. 204–209.
10. Родин, Л. Е. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности / Л. Е. Родин, Н. И. Базилевич. – Москва-Ленинград : Наука, 1965. – 254 с.
11. Родин, Л. Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л. Е. Родин, Н. П. Ремезов, Н. И. Базилевич. – Ленинград : Наука, 1968. – 145 с.
12. Сидорова, О. В. Эколого-биоморфологические особенности ивы пятитычинковой (*Salix pentandra* L.) / О. В. Сидорова, А. С. Пахов, А. А. Софронов // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: естественные науки. – 2012. – № 4. – С. 82–89.
13. Смирнов, В. В. Изменение сырораствующей органической массы в еловых и елово-лиственных древостоях средней тайги в связи с их возрастом / В. В. Смирнов // Материалы к научному обоснованию некоторых лесохозяйственных мероприятий в северной части Вологодской области: труды Института леса и древесины. Москва-Ленинград : Изд-во Академии наук СССР, 1962. – С. 103–125.
14. Трофимова, И. Л. Надземная фитомасса и ее годичная продукция в спелых сосняках Среднего Урала: специальность 06.03.02. «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация»: дис. ... канд. с.-х. наук / Ия Леонидовна Трофимова. – Екатеринбург, 2015. – 249 с.
15. Усольцев, В. А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения / В. А. Усольцев ; УрО РАН. – Екатеринбург, 2007. – 636 с. – ISBN 978-5-7691-2122-7.
16. Усольцев, В. А. Методы определения биологической продуктивности насаждений / В. А. Усольцев, С. В. Залесов ; Уральский гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург, 2005. – 147 с.
17. Уткин, А. И. Определение запасов углерода насаждений на пробных площадях: сравнение аллометрического и конверсионно-объемного методов / А. И. Уткин, Д. Г. Замолотчиков, Г. Н. Коровин // Лесоведение. – 1997. – № 5. – С. 51–65.

18. Aalto, M. Feedstock availability and moisture content data processing for multi-year simulation of forest biomass supply in energy production / M. Aalto, O. Korpinen, T. Ranta // *Silva fennica*. – 2019. – Vol. 53. – № 4. – 15 p.
19. Korsmo, H. Weight equations for determining biomass fractions of young hardwoods from natural regenerated stand / H. Korsmo // *Scandinavian Journal of forest Research*. – 1995. – № 10. – P. 333–346.
20. Ledermann, T. Biomass equations from data of old long-term experimental plots / T. Ledermann, M. Neumann // *Austrian Journal of Forest Science*. – 2006. – № 123. – P. 47–64.
21. Malmivaara, E. Pajujen mahdollisuudet metsäpuiden jalostuksessa / E. Malmivaara, J. Mikola, C. Palmberg // *Silva fennica*. – 1971. – № 1. – P. 11–19.
22. Muukkonen, P. Biomass equations for European trees: addendum / P. Muukkonen, R. Makipaa // *Silva fennica*. – 2006. – № 40 (4). – P. 763–773.
23. Repola, J. Biomass Equations for Birch in Finland / J. Repola // *Silva Fennica*. – 2008. – № 42 (4). – P. 605–624.

References

1. *Bioprodukcionnyj process v lesnyh jekosistemah Severa* [Bioproduction process in forest ecosystems of the North]. Sankt-Peterburg: Nauka, 2001. 278 p.
2. Zakamskaja E.S., Zakamskij A.V. (2016) *Fitomassa podleska v bereznejakah* [Phytomass of undergrowth in birch forests]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International Research Journal]. №9 (51). pp. 6-9. doi: 10.18454. (in Russian).
3. Karpov A.A., Pirtskhalava-Karpova N.R., Aleshko R.A., Bogdanov A.P., Gudina A.G. (2019) *Razrabotka metodiki dlja ocenki uspešnosti lesovosstanovlenija distancionnymi metodami* [Development of a methodology for assessing the success of reforestation by remote methods]. *Lesotekhnicheskij zhurnal* [Forestry Engineering Journal]. Vol. 9. No. 3. pp. 25-34 (in Russian). DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2019.3/3.
4. Kovalev N.V. *Resursnyj potencial i cenoticheskaja rol' rjabiny obyknovnoj (Sorbus aucuparia L.) v lesnyh jekosistemah Leningradskoj oblasti*. Dis. kand. s.-h. nauk [Resource potential and cenotic role of common mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.) in forest ecosystems of the Leningrad region. PhD thesis]. Sankt-Peterburskaja gosudarstvennaja lesotekhnicheskaja akademija im. S.M. Kirova. Sankt-Peterburg, 2012. 20 p. (in Russian).
5. *Lesohozjajstvennyj reglament GU «Zheleznodorozhnoe lesnichestvo» Komiteta lesov Respubliki Komi* [Forestry regulations of the State Institution “Zheleznodorozhnoe Forestry” of the Forest Committee of the Komi Republic]. 2008. URL: <http://www.komles.rkomi.ru/page/17998> (as amended on 08.02.2010) (in Russian).
6. Melehov I.S. *Izuchenie koncentrirovannyh rubok i vozobnovlenija lesa v svjazi s nimi v taezhnoj zone* [The study of concentrated cutting and reforestation in connection with them in the taiga zone]. *Koncentrirovannye rubki v lesah Severa: sbornik statej* [Concentrated cutting in the forests of the North: a collection of articles]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1954. pp. 5-47 (in Russian).
7. Nedoseko O.I. (2011) *Raznoobrazie zhiznennyh form ivy koz'ej (Salix caprea L.)* [A variety of life forms of goat willow (*Salix caprea* L.)] *Bjul. Mosk. obshhestva ispytatelej prirody. Otd. biol.* [Bulletin of the Moscow Society of Naturalists. Department of Biology]. Vol. 116. Iss. 5. pp. 55-63 (in Russian).
8. OST 56–69–83. *Probnye ploshhadi lesoustroitel'nye. Metod zakladki* [Trial areas are forest inventory. Bookmark Method]. Moscow: CBNTI gosleshoza USSR, 1983. 60 p. (in Russian).
9. Pristova T.A. (2019) *Dinamika nadzemnoj fitomassy zhivogo napochvennogo pokrova v listvennyh fitocenoazah poslerubochnogo proishozhdenija* [Dynamics of the aboveground phytomass of living soil cover in deciduous phytocenoses of postcutting origin]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra RAN* [Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. Vol. 21. № 2 (2). p. 204-209 (in Russian).
10. Rodin L.E., Bazilevich N.I. *Dinamika organicheskogo veshhestva i biologicheskij krugovorot v osnovnyh tipah rastitel'nosti* [The dynamics of organic matter and the biological cycle in the main types of vegetation]. M.-L.: Nauka, 1965. 254 p. (in Russian).

11. Rodin L.E., Remezov N.P., Bazilevich N.I. *Metodicheskie ukazaniya k izucheniju dinamiki i biologicheskogo krugovorota v fitocenoazah* [Guidelines for the study of dynamics and the biological cycle in phytocenoses]. Leningrad: Nauka, 1968. 145 p. (in Russian).
12. Sidorova O.V., Pahov A.S., Sofronov A.A. (2012) *Jekologo-biomorfologicheskie osobennosti ivy pjatitychinkovoj (Salix pentandra L.)* [Ecological and biomorphological features of five-stamen willow (*Salix pentandra* L.)]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Serija: estestvennye nauki* [Bulletin of the Northern (Arctic) Federal University. Series: natural sciences]. № 4. pp. 82-89 (in Russian).
13. Smirnov V.V. *Izmenenie syrорastushhej organicheskoy massy v elovyh i elovo-listvennyh drevostojah srednej tajgi v svjazi s ih vozrastom* [Change in raw-growing organic matter in spruce and spruce-deciduous stands of the middle taiga due to their age]. *Materialy k nauchnomu obosnovaniju nekotoryh lesohozjajstvennyh meroprijatij v severnoj chasti Vologodskoj oblasti: trudy Instituta lesa i drevesiny* [Materials for the scientific substantiation of some forestry activities in the northern part of the Vologda Oblast: Proceedings of the Forest and Timber Institute]. Moskva-Leningrad: Izd-vo Akademii nauk SSSR, 1962. pp. 103-125 (in Russian).
14. Trofimova I.L. *Nadzemnaja fitomassa i ee godichnaja produkcija v spelyh sosnjakah Srednego Urala*. Dis. kand. s.-h. nauk [Elevated phytomass and its annual production in ripe pine forests of the Middle Urals: PhD thesis]. Ekaterinburg, 2015. 249 p. (in Russian).
15. Usol'cev V.A. *Biologicheskaja produktivnost' lesov Severnoj Evrazii: metody, baza dannyh i ee prilozhenija* [Biological productivity of forests of Northern Eurasia: methods, database and its applications]. Ekaterinburg: UrO RAN, 2007. 636 p.
16. Usol'cev V.A., Zalesov S.V. *Metody opredelenija biologicheskoy produktivnosti nasazhdenij* [Methods for determining the biological productivity of plantations]. Ekaterinburg: Ural'skij gos. lesotehn. un-t, 2005. 147 p. (in Russian).
17. Utkin A.I., Zamolodchikov D.G., Korovin G.N. (1997) *Opredelenie zapasov ugleroda nasazhdenij na probnyh ploshhadjah: sravnenie allometricheskogo i konvercionno-obemnogo metodov* [Determination of carbon stocks of stands on trial plots: comparison of allometric and conversion-volumetric methods]. *Lesovedenie*. № 5, p. 51-65 (in Russian).
18. Aalto M., Korpinen O., Ranta T. (2019) Feedstock availability and moisture content data processing for multi-year simulation of forest biomass supply in energy production. *Silva fennica*. Vol. 53. № 4. 15 p.
19. Korsmo H. (1995) Weight equations for determining biomass fractions of young hardwoods from natural regenerated stand. *Scandinavian Journal of forest Research*. № 10. pp. 333-346.
20. Ledermann T., Neumann M. (2006) Biomass equations from data of old long-term experimental plots. *Austrian Journal of Forest Science*. № 123. pp. 47-64.
21. Malmivaara E., Mikola J., Palmberg C. (1971) *Pajujen mahdollisuudet metsäpuiden jalostuksessa* [The possibilities of willows in forest tree breeding]. *Silva fennica*. № 1. pp. 11-19.
22. Muukkonen P., Makipaa R. (2006) Biomass equations for European trees: addendum. *Silva fennica*. 40 (4). pp. 763-773.
23. Repola J. (2008) Biomass Equations for Birch in Finland. *Silva Fennica*. 42(4). P. 605-624.

Сведения об авторе

Пристова Татьяна Александровна – кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела лесобиологических проблем Севера Института биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар, Российская Федерация; e-mail: pristova@ib.komisc.ru.

Information about the author

Pristova Tatyana Aleksandrovna – PhD (Biology), researcher, Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russian Federation; e-mail: pristova@ib.komisc.ru.