

ВЛИЯНИЕ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СНЕЖНОГО ПОКРОВА СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Т.А. Пристова

ФГБУН «Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук»
(Институт биологии Коми НЦ УрО РАН), Россия, 167982, г. Сыктывкар, ГСП-2, ул. Коммунистическая, д. 28

pristova@ib.komisc.ru

Рассмотрено влияние разновозрастных лиственных лесов послерубочного происхождения в средней тайге Республики Коми и отдельных видов древесных растений на физические показатели снежного покрова. Представлены данные таксационных измерений и их динамика для исследуемых насаждений. Показана зависимость показателей снежного покрова от вида древесного растения и метеорологических условий. Определено, что влияние древесных пород на снежный покров более выражено для ели, чем для березы и осины. Показано, что рост и изменение таксационных характеристик древостоя в процессе естественного лесовозобновления отражаются на основных показателях снежного покрова. Определены средние многолетние значения толщины снежного покрова: в березово-еловом насаждении — 75 ± 9 см, осиново-березовом — 72 ± 7 и на открытом месте (поле) — 70 ± 10 см. Установлено, что физические показатели снежного покрова в пределах лиственных насаждений неравномерны и зависят от состава древостоя. Выявлена вариабельность средней толщины снежного покрова за зимние периоды 2005–2015 гг. и 2020–2021 гг. в березово-еловом и осиново-березовом насаждениях. Зафиксированы изменения запасов влаги в снежном покрове лиственных насаждений от 81 ± 3 до 191 ± 4 мм при средних многолетних значениях около 140 мм и среднее значение плотности снежного покрова около $0,2 \text{ г/см}^3$. Показано, что запас влаги в снежном покрове лиственных лесов выше, чем на открытом месте. Рассчитан коэффициент снегонакопления, варьирующий в пределах от 1,0 до 1,5, при среднем значении 1,1. Полученные результаты дают возможность провести анализ зависимости динамики физических показателей снежного покрова от изменений таксационных показателей древостоев в лиственных лесах. Дальнейшие исследования по влиянию древесной растительности на характеристики снежного покрова, в перспективе могут использоваться при оценке влияния снежного покрова в лесах послерубочного происхождения на весенний сток северных рек.

Ключевые слова: средняя тайга, лиственные леса послерубочного происхождения, снежный покров

Ссылка для цитирования: Пристова Т.А. Влияние древесной растительности на физические показатели снежного покрова средней тайги Республики Коми // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 1. С. 68–79. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-1-68-79

Снежный покров как абиотическая часть природного комплекса представляет собой важный элемент экосистемы, особенно в районах его продолжительного залегания [1]. Как установлено, снег и древесная растительность взаимодействуют. С одной стороны, снежный покров положительно влияет на растительность, поскольку предотвращает промерзание почвы, а также на экологические и гидрологические процессы в лесных экосистемах [2–4]. С другой стороны, древесная и кустарниковая растительность удерживает больше снега и в период его таяния способствует увеличению количества продуктивной влаги. Процесс таяния снега в лесу продолжается более длительное время в отличие от территорий без лесов, вследствие чего поверхностный сток вод переходит во внутрпочвенный [4–6].

Водорегулирующую функцию лесов в определенной степени отражают физические характе-

ристики снежного покрова. Леса по сравнению с открытыми пространствами изменяют плотность, толщину и влагозапас снежного покрова. При этом влияние хвойных и лиственных лесов различается [7]. Толщина снега в лесу больше, чем на открытой местности. Однако многие авторы указывают на нестабильность показателей толщины, влагозапаса и плотности снежного покрова в лесу и зависимость этих показателей от состава насаждений, их густоты и характера древесного полога [4, 6, 8, 9]. Кроме того, снег на открытых участках менее плотный, чем под кронами деревьев. Воздействие леса на физические характеристики снега определяется, в частности, таким фактором, как — влияние крон деревьев, которые обуславливают задержку части снега и снижение скорости ветра в лесу [10–12]. В последние десятилетия интерес к изучению снежного покрова на облесенных территориях обусловлен изменениями, связанными с потеплением климата [3, 11–14].

Снежный покров оказывает существенное влияние на сток рек, поскольку в условиях Севера реки имеют преимущественно снеговое питание. В Республике Коми доля участия снежного покрова в годовом стоке рек составляет 50...80 % [15]. Рубка лесов, как известно, вызывает обмеление рек, хотя исследователи расходятся во мнениях об этом. По данным одних исследователей сток увеличивается, по данным других — уменьшается [16–18]. Согласно О.И. Крестовскому, рубка лесов с последующим его возобновлением уменьшает годовой сток и одновременно увеличивает неравномерность его внутригодового распределения, при этом весенний сток увеличивается до 10 %, а меженный уменьшается до 15 % относительно спелых и старовозрастных лесов [17].

Хвойные леса характеризуются оптимальными водорегулирующими функциями по сравнению с мелколиственными [6, 12], поэтому рубка этих лесов приводит к уменьшению водных ресурсов лесного массива, так как вырубке постепенно зарастают лиственными молодняками, потребляющими больше влаги, нежели спелые и старовозрастные леса [17].

В условиях средней тайги Республики Коми наибольшее суммарное водопотребление лиственных лесов наступает в возрасте 30...50 лет, а затем постепенно снижается [19]. Противоречивые оценки о влиянии рубок таежных лесов на сток рек обусловлены отсутствием связи между данными о гидрологическом значении лесов и лесотаксационными и почвенно-гидрологическими характеристиками водосборов [17]. Такая ситуация обеспечивает актуальность исследований влияния лиственных лесов послерубочного происхождения на физические характеристики снежного покрова в совокупности с их таксационными показателями. Показатели влагозапаса снежного покрова к моменту начала весеннего снеготаяния являются исходными в гидрологических расчетах формирования весеннего стока [5], поэтому получение сведений о максимальном накоплении влаги в снежном покрове и оценке вклада лиственных лесов в весенний сток северных рек имеет крайне важное научно-практическое значение и является актуальным.

Физические характеристики снежного покрова и влияние на них леса для территории Республики Коми в настоящее время анализируются редко [7, 12, 20]. Ранее они проводились в рамках комплексных многолетних исследований влияния леса на условия формирования стока малых рек на базе Ляльского стационара Союзгипролесхоза, расположенного в Княжпогостском районе Республики Коми [6].

Цель работы

Цель работы — оценка влияния древостоев лиственных лесов послерубочного происхождения, формирующихся в процессе естественного лесовосстановления, на физические параметры снежного покрова и их связь с лесотаксационными показателями в условиях средней тайги Республики Коми.

Материалы и методы

Исследования проводились на базе Ляльского лесозоологического стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН, расположенного в Княжпогостском районе Республики Коми (бассейн р. Вымь) в зимние периоды 2005–2015 гг. и 2020–2021 гг. Снежный покров изучался в березово-еловом и осиново-березовом насаждениях (62°18' с. ш. 50°55' в. д.) на шести постоянных пробных площадях (ППП) размером 300 м² каждая (по три в каждом насаждении) [21]. На ППП определены видовой состав и таксационные показатели древостоя, подроста и подлеска по общепринятой в лесной таксации методике [22]. Подробная характеристика древостоя и подроста приведена в табл. 1. Подлесок исследуемых фитоценозов состоит из ивы козьей, рябины и шиповника (высотой до 0,5 м) и единичных экземпляров жимолости (от 0,6 до 1 м), в березово-еловом насаждении дополнительно ивы пятитычинковой и ивы филиколистной. Почва в пределах исследуемой территории — подзолисто-торфянисто-глееватая.

В древостое березово-елового насаждения за 15 лет произошли существенные изменения, в частности увеличились запасы стволовой древесины березы и ели, густота древостоя возросла с 0,5 до 2,2, а подроста снизилась — с 16,0 до 8,7 тыс. экз./га (см. табл. 1). В осиново-березовом насаждении изменился состав древостоя: увеличилась доля осины с 5 до 6 единиц и снизилось участие березы с 4 до 3 единиц. За исследуемый период запас стволовой древесины осины возрос почти в 2 раза, ели — увеличивается незначительно, густота древостоя снизилась с 2,8 до 1,5, подроста — с 12,3 до 2,3 тыс. экз./га. (см. табл. 1). Зафиксирован рост полноты древостоя от 0,2 до 0,8 в березово-еловом и от 0,9 до 1,1 в осиново-березовом насаждении. До рубок, проведенных в 1970–1990-е годы, на месте исследуемых насаждений произрастали ельник чернично-долгомощный и ельник черничный в возрасте 150...190 лет с составом древостоя 8Е2Б и подроста, полностью представленного елью, который был частично сохранен на вырубке (по данным Кылтвовского участкового лесничества ГУ «Железнодорожное лесничество»).

Т а б л и ц а 1

Лесотаксационная характеристика древостоя и подроста березово-елового и осиново-березового насаждений

Forest taxation characteristics of forest stand and undergrowth of birch-spruce and aspen-birch stand

Год учета	Состав древостоя*	Вид	Густота, экз./га		Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр ствола, см	Запас древесины, м ³ /га		Подрост, тыс. экз./га
			растущих	сухих				растущих	сухих	
Березово-еловое насаждение разнотравного типа										
2005	6Б4Еед.С ед.Ос	Ель	211	11	12...35	7	9	5,3	0,1	3,0
		Береза	256	—	12	8	9	7,0	—	13,0
		Всего	467	11	—	—	—	12,3	0,1	16,0
2015	6Б4Е+С+Ос	Ель	300	11	22...45	8	11	18,3	0,1	2,0
		Береза	777	22	22	9	9	30,9	0,1	11,0
		Осина	33	0	20	10	10	1,0	0	0,04
		Сосна	22	0	20	11	12	1,5	0	0,1
		Всего	1132	33	—	—	—	51,7	0,2	13,14
2020	6Б4Е+С ед. Ос	Ель	456	22	27...50	10	11	29,1	0,4	3,5
		Береза	1678	11	27	9	9	47,8	0,1	5,2
		Осина	11	11	25	11	14	0,9	0	0
		Сосна	33	0	25	8	11	2,4	0	0
		Всего	2178	44	—	—	—	80,2	0,5	8,7
Осиново-березовое насаждение разнотравно-черничного типа										
2005	5Ос4Б1Е ед.Пх	Осина	524	55	40	13	16	78	4	0,1
		Береза	2032	33	40	11	8	65	1	7,0
		Ель	211	—	37	8	8	18	—	5,0
		Пихта	11	—	30	6	6	0,1	—	0,2
		Всего	2778	88	—	—	—	161,1	5	12,3
2015	6Ос3Б1Е ед.Пх	Осина	489	88	50	14	19	136,2	14,8	0,1
		Береза	1378	22	50	10	10	75,3	0,1	1,0
		Ель	522	11	47	9	9	20,2	0,1	2,0
		Пихта	22	0	40	8	8	0,4	0	0,1
		Всего	2411	121	—	—	—	232,1	15,0	3,2
2020	6Ос3Б1Е ед.Пх	Осина	400	44	55	16	22	150,5	0,6	0,07
		Береза	1467	378	55	10	9	63,4	18,8	0,4
		Ель	622	67	52	8	9	23,0	2,6	1,7
		Пихта	22	0	45	9	9	0,6	0	0,1
		Сосна	11	0	15	6	7	0,2	0	0
Всего	2522	489	—	—	—	237,7	22,0	2,3		

*Состав древостоя рассчитан по запасу

Для сравнения с исследуемыми лиственными насаждениями в 2006 и 2009 гг. был изучен снежный покров в ельнике черничном. Согласно данным, опубликованным в 2006 г., ельник с составом древостоя 8Е1Б1Пх относится к IV классу бонитета (возраст деревьев от 100 до 160 лет), имеет густоту 1 тыс. экз./га (62°17' с. ш. 50°40' в. д.) [23]. На открытом месте (поле) эти исследования проводились в окрестностях д. Серегово (62°19' с. ш. 50°48' в. д.). Ближайшая метеостанция расположена в 25 км от места отбора проб в с. Усть-Вымь Усть-Вымского района Республики Коми (62°13' с. ш. 50°27' в. д.).

Участок исследований расположен в юго-западном равнинном климатическом районе Республики Коми, характеризуется преимущественно равномерным распределением осадков [15].

Среднегодовая температура воздуха в районе исследований составляет 0 °С, период с устойчивым снежным покровом длится 190 сут. Годовое количество осадков — 700 мм. Средние даты образования устойчивого снежного покрова — 5 ноября, его разрушения — 25 апреля, схода снежного покрова — 1–5 мая [24]. Характеристика снежного покрова в III декаде марта в период с 2005 по 2015 гг., по данным метеостанции «Усть-Вымь» республиканского Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Республики Коми, приведена в табл. 2 [25]. Согласно метеорологическим данным, наименьшее количество твердых атмосферных осадков выпало зимой 2005/2006 гг., а наибольшее — в зимние периоды 2006/2007, 2008/2009, 2009/2010 и 2013/2014 гг.

**Показатели количества осадков в виде снега, толщины
и плотности снежного покрова, по данным метеостанции «Усть-Вымь» [25]**

**Indicators of the amount of precipitation (snow), the high and density
of the snow cover according to the Ust-Vym weather station [25]**

Зимний период	Толщина снежного покрова на III декаду марта, см	Плотность снега на III декаду марта, г/см ³	Количество осадков в виде снега, мм	Средняя температура воздуха на III декаду марта, °С
2005/2006	58	0,22	123	-7,2
2006/2007	52	0,23	209	2,0
2008/2009	57	0,27	172	-2,9
2009/2010	65	0,25	169	-4,3
2010/2011	59	0,32	128	-4,7
2011/2012	70	0,24	133	-6,5
2012/2013	65	0,23	138	-11,4
2013/2014	49	0,30	218	-3,0
2014/2015	51	0,29	151	-2,3
В среднем	58	0,26	149	—

Примечание. Количество осадков в виде снега рассчитано как сумма осадков за период с III декады ноября по III декаду марта.

Измерения толщины снежного покрова проводились в III декаде марта, в период максимального накопления снежного покрова для данного района. Снегомерные съемки на лесных участках проводились по характерным маршрутам с учетом расположения ППП, обозначенных столбами, на которых, как упоминалось выше, определялись лесотаксационные показатели. Замеры толщины снежного покрова проведены с помощью снегомерной рейки через каждые 5–10 м. Измерения толщины снежного покрова и отбор проб для определения плотности проведены под кронами осины, березы, ели, рябины, ивы и в межкрупных пространствах («окнах»), в 5–10-кратной повторности. На открытом месте (поле) замеры проведены с учетом достаточного расстояния от дороги и леса (более 20 м) через каждые 5–10 м в 10–15-кратной повторности [5]. Отбор проб для определения плотности снега проведен с помощью пластикового снегомера цилиндрической формы с нанесенной снаружи мерной шкалой до 100 см. Снегомер, погруженный в снег фиксировался, откапывался на всю глубину снежного покрова и затем извлекался вместе с керном снега [5]. Каждая партия кернов отбиралась в полиэтиленовый пакет для последующего определения массы и объема снеговой воды в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05–85 [26]. Пробы взвешивались на лабораторных весах с точностью до 0,01 г. В ходе исследований было выполнено около 800 замеров высоты снежного покрова, в том числе 600 — в лесу, 200 — на открытом месте.

Полученные данные использовались для расчетов плотности снега (ρ) по формуле

$$\rho = \frac{m}{Sh},$$

где m — масса пробы снега, г;

S — приемная площадь цилиндра, см²;

h — высота пробы снега, м.

Влагозапас W в снежном покрове рассчитан по формуле

$$W = 10hr,$$

где ρ — плотность снега, г/см³;

h — высота пробы снега, см.

Статистическая обработка полученных данных включала в себя определение среднего арифметического, средней квадратической ошибки, коэффициента вариации (CV) и достоверности различий.

Результаты и обсуждение

Влияние леса на снежный покров обусловлено тем, что снег накапливается на ветвях, испаряется и уплотняется под кронами [5, 10, 27]. Толщина снежного покрова и его физико-механические свойства непрерывно изменяются в течение зимы [1, 28], поэтому представленные далее результаты отражают показатели снежного покрова III декады марта — период максимального накопления снежного покрова перед началом весеннего снеготаяния. Свойства снежного покрова определяют такие важные параметры, как толщина, плотность снежного покрова и его влагозапас [29, 30]. Средняя толщина снежного покрова варьирует из года в год. Среднее многолетнее значение толщины снежного покрова в пределах березово-елового насаждения составляет 75 ± 9 и в зависимости от года исследований изменяется от 63 ± 3 до 91 ± 3 см, в осиново-березовом — 72 ± 7 см, изменяясь от 56 ± 7 до 89 ± 5 см, на открытом месте — 70 ± 9

и варьирует от 54 ± 2 до 88 ± 3 см соответственно (рис. 1). Таким образом, средние многолетние значения толщины снежного покрова в лиственных насаждениях и на открытом поле различаются между собой на 2...5 см, а в зависимости от года исследования и на 1...14 см (см. рис. 1).

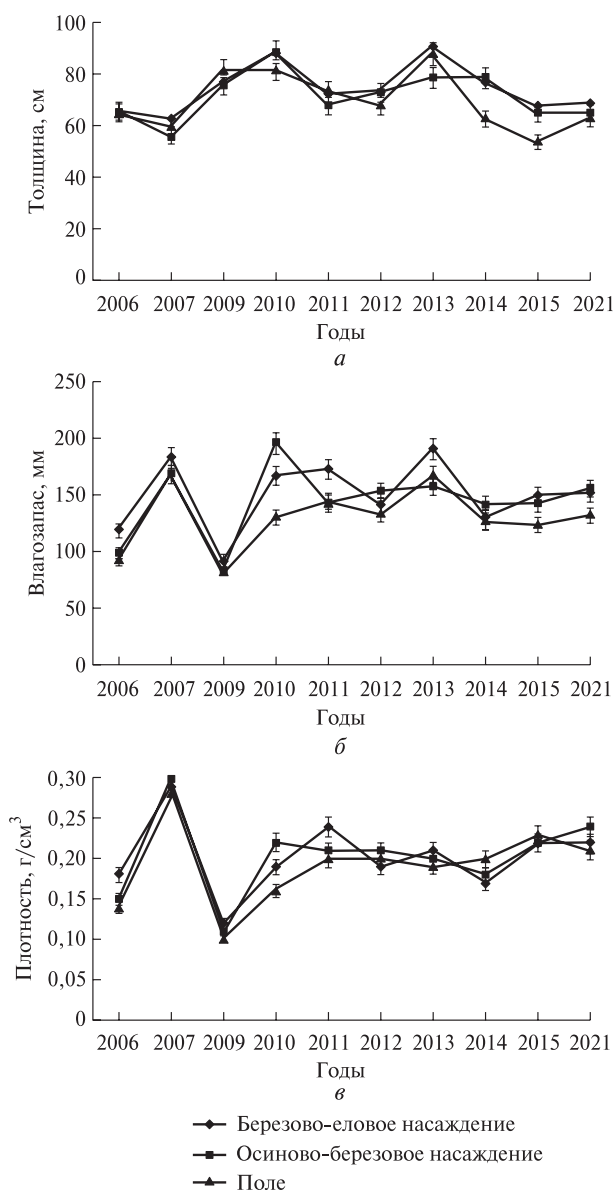


Рис. 1. Значение показателей толщины (а), влагозапаса (б) и плотности (в) снежного покрова в III декаде марта в березово-еловом, осиново-березовом насаждениях и на открытом поле в период с 2006 по 2021 г.

Fig. 1. The value of the indicators of density (a), moisture content (b) and thickness (c) of snow cover in the third decade of March in birch-spruce, aspen-birch stand and fields in the period from 2006 to 2021

В исследуемых лиственных насаждениях толщина снежного покрова довольно вариабельна (рис. 2). В березово-еловом насаждении за исследуемые годы в зависимости от места замера она изменялась от 48 до 98 см, в осиново-березо-

вом — от 48 до 100 см. Это обусловлено влиянием различных видов древесных растений на высоту снежного покрова в лесах [6–8].

Нами установлены различия в толщине снежного покрова, залегающего под основными лесообразующими породами — елью, березой и осиной и в межкروновых пространствах («окнах»). В марте 2010 г. в осиново-березовом насаждении под кронами осины средняя толщина снежного покрова составила 88 см, под кронами березы — 92, под кронами ели — 83, в «окнах» — 91 см (см. рис. 2). Под кронами ели толщина снежного покрова в большинстве случаев меньше, чем под лиственными породами. Исследования, проведенные в 2006 и 2009 гг. в ельнике показали, что влияние древесных пород на толщину снежного покрова в нем более существенно, чем в лиственных насаждениях. Например, в марте 2006 г. в березово-еловом насаждении толщина снежного покрова под кронами ели составила 67 см, березы — 65 см, в осиново-березовом насаждении 68 и 70 см, в ельнике — 50 и 56 см соответственно (табл. 3). Это подтверждается и литературными данными, согласно которым ельники задерживают больше снега, чем лиственные насаждения, и толщина снежного покрова в них меньше [5, 7, 10, 27].

Средние значения толщины снежного покрова в ельнике, по сравнению с лиственными насаждениями, в марте 2006 и 2009 г. на 15...17 % меньше. Помимо древесных пород, формирующих древостой исследуемых лиственных насаждений, на снежный покров оказывают влияние подлесочные породы — рябина и ива (см. табл. 3). Основные характеристики снежного покрова для этих пород довольно близки к таковым для березы. Например, в 2009 г. в березово-еловом насаждении толщина снежного покрова под кронами березы составила 77 см, ивы и рябины — по 76 см (см. табл. 3).

Снежный покров в лесу, по мнению авторов работ [5, 6] более плотный, чем на открытом месте. Полученные нами данные показали, что средняя плотность снега в исследуемых лиственных насаждениях может быть как выше, так и ниже, чем на открытых местах (в поле) (см. рис. 1, табл. 3). Например, в 2021 г. этот показатель в березово-еловом насаждении составил 0,22, в осиново-березовом — 0,24, на открытом месте (в поле) — 0,21 г/см³, а в 2014 г. — 0,17, 0,18 и 0,20 соответственно (см. рис. 1). В ельнике снег более плотный, чем в лиственных насаждениях (см. табл. 3). В 2009 г. плотность снежного покрова в лиственных насаждениях составила 0,11...0,12, в ельнике — 0,20 г/см³ (см. табл. 3). На это же указывается в работе О.И. Крестовского (1986) для южнотаежных лесов Кировской

области в бассейне р. Вятка: в ельнике плотность снежного покрова к началу весны составила 0,26, в смешанном лиственно-хвойном — 0,24, в лиственном лесу — 0,23 г/см³, при этом автор отметил максимальную плотность снежного покрова в поле — 0,28 г/см³ [17].

Проведенные исследования показали, что виды древесных растений оказывают различное влияние на плотность снежного покрова. В большинстве случаев более высокой плотностью отличается снег под кронами ели. Так, в марте 2006 г. плотность снега в березово-еловом насаждении под кронами ели составила 0,21, под кронами березы — 0,18, в осиново-березовом — 0,16 и 0,18 г/см³, в ельнике — 0,25 и 0,21 г/см³ соответственно, в межкروновых пространствах — 0,10, в поле — 0,15 г/см³ (см. табл. 3). Среднее значение плотности снежного покрова изменяется от года к году в лиственных насаждениях и поле от 0,1 до 0,3 г/см³ (см. рис. 1). Такая вариабельность, с одной стороны, обусловлена различиями в метеорологических условиях исследуемых временных периодов. Согласно метеоданным, плотность снежного покрова в III декаде марта с 2005 по 2015 гг. изменялась от 0,22 до 0,32 г/см³ (см. табл. 2). С другой стороны, согласно полученным данным, показатель плотности снега в пределах лиственных насаждений, в определенной степени обусловлен влиянием древесных пород, причем ель оказывает на нее большее влияние, чем лиственные породы (см. табл. 3).

Запасы влаги в снежном покрове влияют на водный режим лесных почв и продуктивность растений [3, 6]. Влагозапас снежного покрова в лиственных насаждениях за исследуемые периоды изменяется от 84 до 196 мм, при этом средние многолетние значения составляют около 140 мм (см. рис. 1). Запасы влаги в снежном покрове лиственных лесов и ельнике выше, чем в поле (см. табл. 3, см. рис. 1). Это подтверждают и другие исследователи [5, 6, 27, 29]. Среднее значение влагозапаса в снежном покрове ельника выше, чем в поле и лиственных насаждениях. Например, в 2006 г. в поле он составил в среднем 93 мм, в березово-еловом насаждении — 119 мм, в осиново-березовом — 108 мм, в ельнике — 123 мм (см. табл. 3), т. е. запас влаги в снежном покрове исследуемых лесных участков варьирует. Значение коэффициента вариации (*CV*) по среднему показателю влагозапаса в лиственных насаждениях изменяется в диапазоне от 5 до 19 %.

В зависимости от года средние значения основных физических показателей снежного покрова могут существенно различаться. На показатели толщины снежного покрова исследуемых лесных участков оказывают влияние метеорологические условия, что отмечается в работах многих исследователей [4, 14, 32, 33].

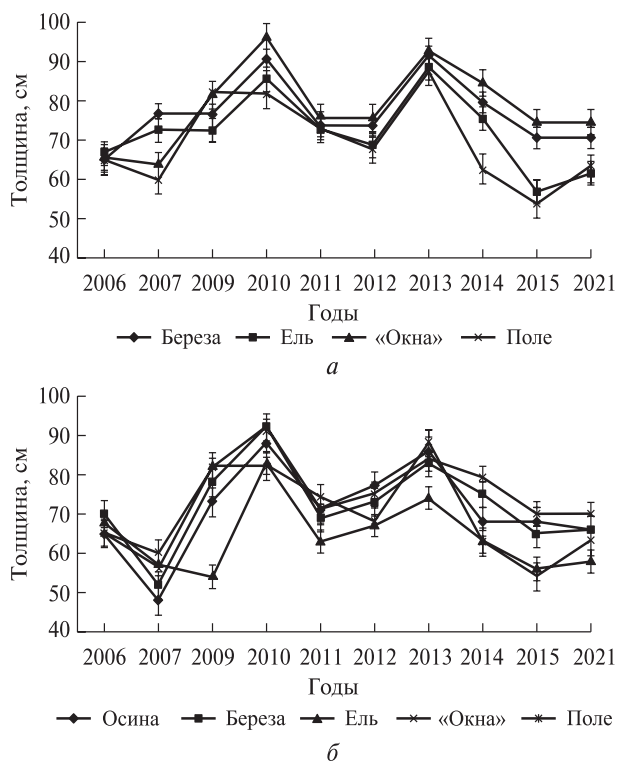


Рис. 2. Толщина снежного покрова под кронами основных лесообразующих пород, в межкروновых пространствах («окнах») в березово-еловом (а) и осиново-березовом (б) насаждениях и на открытом поле в разные годы измерений

Fig. 2. Thickness of snow cover under the crowns of the main forest-forming species, in intercrown spaces («windows») in birch-spruce (a) and aspen-birch (b) stand and the field in different years of measurements

Например, в марте 2010, 2012 и 2013 г., согласно метеоданным, толщина снежного покрова была наибольшей — 65...70 см (см. табл. 2). Эта тенденция наблюдается и на лесных участках (см. рис. 1). Минимальная толщина снежного покрова в лиственных насаждениях приходится на март 2007 г. (см. рис. 1), что вполне согласуется с низкими значениями этого показателя по данным метеостанции «Усть-Вымь» (см. табл. 2). Низкая толщина снега наблюдалась также в 2014 и 2015 гг., при этом толщина снежного покрова не отличалась столь низкими значениями, как в 2007 г. Возможно, определенное влияние на этот показатель оказал температурный режим марта 2007 г. (см. табл. 2).

Средние многолетние значения толщины, плотности и влагозапаса снежного покрова в лиственных насаждениях и на открытых участках довольно близки, и различия между ними статистически не значимы ($p < 0,05$). Однако эти показатели существенно варьируют от года к году, поэтому если сопоставлять их для каждого отдельного года, то различия между лиственными насаждениями и полем в большинстве случаев

**Основные характеристики снежного покрова ельника
в исследуемых лиственных насаждениях в 2006 и 2009 гг.**

The main characteristics of the snow cover of the spruce forest and the studied deciduous stands in 2006 and 2009

Место сбора снега	2006 г.			2009 г.		
	Толщина, см	Плотность, г/см ³	Влагозапас, мм	Толщина, см	Плотность, г/см ³	Влагозапас, мм
Березово-еловый молодняк						
Под кронами березы	65 ± 3	0,18 ± 0,01	117 ± 7	77 ± 7	0,11 ± 0,01	85 ± 2
Под кронами ели	67 ± 6	0,21 ± 0,01	141 ± 8	73 ± 6	0,13 ± 0,01	95 ± 3
Под кронами ивы	68 ± 2	0,14 ± 0,01	95 ± 4	76 ± 4	0,11 ± 0,01	84 ± 3
Под кронами рябины	67 ± 3	0,15 ± 0,01	101 ± 4	76 ± 3	0,11 ± 0,01	84 ± 3
«Окна»	66 ± 5	0,15 ± 0,01	99 ± 3	82 ± 7	0,12 ± 0,01	98 ± 4
В среднем	66 ± 3	0,18 ± 0,03	119 ± 23	77 ± 2	0,12 ± 0,01	92 ± 9
Осиново-березовое насаждение						
Под кронами березы	70 ± 4	0,18 ± 0,02	126 ± 5	78 ± 4	0,11 ± 0,01	86 ± 3
Под кронами ели	68 ± 3	0,16 ± 0,01	109 ± 2	54 ± 3	0,15 ± 0,02	81 ± 3
Под кронами осины	65 ± 5	0,15 ± 0,01	98 ± 4	73 ± 2	0,11 ± 0,01	80 ± 4
Под кронами ивы	69 ± 3	0,14 ± 0,01	97 ± 3	79 ± 4	0,10 ± 0,01	79 ± 3
«Окна»	65 ± 2	0,15 ± 0,01	98 ± 3	81 ± 5	0,10 ± 0,01	81 ± 2
В среднем	67 ± 2	0,15 ± 0,01	108 ± 10	76 ± 4	0,11 ± 0,01	84 ± 3
Ельник						
Под кронами ели	50 ± 4	0,25 ± 0,03	125 ± 3	49 ± 5	0,24 ± 0,04	118 ± 4
Под кронами березы	56 ± 3	0,21 ± 0,03	118 ± 2	70 ± 6	0,19 ± 0,03	133 ± 2
«Окна»	61 ± 6	0,19 ± 0,01	116 ± 1	69 ± 3	0,18 ± 0,02	124 ± 1
В среднем	56 ± 4	0,22 ± 0,03	123 ± 3	63 ± 8	0,20 ± 0,04	129 ± 4
Поле	65 ± 5	0,14 ± 0,01	93 ± 3	82 ± 4	0,10 ± 0,01	82 ± 3

будут статистически значимы при $p < 0,05$. Это дает основания утверждать достоверность различий определяемых показателей снежного покрова между лиственными насаждениями и полем для конкретного года исследования. Такая разница в достоверности различий средних многолетних и годовых показателей между лиственными насаждениями и полем во многом обусловлена метеорологическими условиями и спецификой переноса воздушных масс на исследуемой территории [31]. Исследуемые годы существенно отличались по количеству твердых осадков, толщине и плотности снежного покрова (см. табл. 2).

Важным показателем, отражающим особенности накопления снежного покрова в лесу, является коэффициент снегонакопления $K_{\text{л}}$, который рассчитан как отношение снегозапасов в лесу к их значению в поле. Значение этого коэффициента в исследуемых лиственных насаждениях изменяется в зависимости от возраста древостоя и года исследования от 1 до 1,5 (рис. 3).

При этом в березово-еловом насаждении значение $K_{\text{л}}$ варьирует от 1,0 до 1,3, в осиново-березовом — от 1,0 до 1,5. По сравнению с листвен-

ными насаждениями, значение этого показателя в 2006 и 2009 гг. в ельнике выше и составляет 1,3 и 1,6 соответственно. Коэффициент $K_{\text{л}}$ в березово-еловом насаждении в большинстве случаев выше, чем в осиново-березовом. Довольно близкие значения этого коэффициента приводятся для лиственных лесов — от 1,30 до 1,70 [12] и для среднетаежных ельников Республики Коми — от 1,06 до 1,55 [6]. На значение $K_{\text{л}}$ наиболее существенное влияние оказывает таксационная характеристика древостоя [12]. В изучаемых лиственных лесах в связи с процессом послерубочной сукцессии за период с 2005 по 2020 г. изменились некоторые количественные таксационные характеристики древостоя (см. табл. 1).

Например, в период с 2005 по 2015 г. количество деревьев в древостое березово-елового насаждения увеличилось следующим образом: ели — в 1,5 раза, березы — в 2,5 раза, в осиново-березовом насаждении численность березы и осины уменьшилась, а ели — возросла в 2,5 раза (см. табл. 1). С увеличением возраста древостоев к 2020 г. увеличивается средний диаметр ствола, высота деревьев и запасы стволовой древесины

(см. табл. 1). Все перечисленные выше изменения в древостое лиственных насаждений, возможно, оказывают влияние на то, что коэффициент снегонакопления с возрастом, по мере формирования древостоя, менее изменчив (см. рис. 3).

Так, в березово-еловом молодняке в возрасте от 12 до 16 лет, показатель K_d изменяется от 1,0 до 1,3, а в возрасте от 17 до 27 лет — от 1,1 до 1,2 (см. рис. 3). Вероятно, это также связано с завершением стадии смыкания крон в молодняке к 15-летнему возрасту и увеличением количества деревьев в древостое. В осиново-березовом насаждении наблюдается схожая тенденция: в возрасте от 43 до 54 лет показатель K_d изменяется незначительно — от 1,04 до 1,18 (см. рис. 3), что, возможно, связано с переходом из стадии припевающего в стадию спелого древостоя. Немаловажным фактором, влияющим на величину K_d , являются подрост и подлесок. Как показано ранее, специфика березово-елового насаждения — это густой подрост и подлесок, которые за годы исследований насчитывают 22...28 тыс. шт./га, в осиново-березовом насаждении почти вдвое меньше — 11...16 тыс. шт./га [34, 35].

Возможно, за счет густого подроста и подлеска коэффициент K_d , несмотря на разницу в таксационных показателях и возрасте древостоев между исследуемыми лиственными насаждениями, различается не так существенно. Например, в марте 2006 г. значение коэффициента в осиново-березовом насаждении составило 1,1, в березово-еловом — 1,3, в 2015 и 2021 гг. в обоих насаждениях — около 1,2 (см. рис. 3). Между лиственными насаждениями и ельником различия более существенны. Согласно исследованиям, проведенным в 2009 г., в ельнике коэффициент снегонакопления составил 1,6, в 14-летнем березово-еловом — 1,1, в 41-летнем осиново-березовом насаждении — 1,0 (см. рис. 3). По-видимому, на величину коэффициента K_d влияют такие более значимые таксационные изменения, как доминирующая древесная порода, доля участия хвойных пород и возраст древостоя, вероятно, поэтому в ельнике коэффициент снегонакопления выше, чем в более молодых лиственных насаждениях.

В результате рубки леса характер снежного покрова изменяется. В первые годы на вырубке снежный покров практически схож с полем, затем по мере формирования лиственного молодняка (до 20 лет) основные физические характеристики снежного покрова изменяются незначительно, и позднее по мере роста лиственного древостоя (от 30 до 40 лет) происходят более существенные изменения [5, 6]. Однако, согласно полученным данным, различия в физических показателях снежного покрова по сравнению с полем в березово-еловом насаждении наблюдаются до дости-

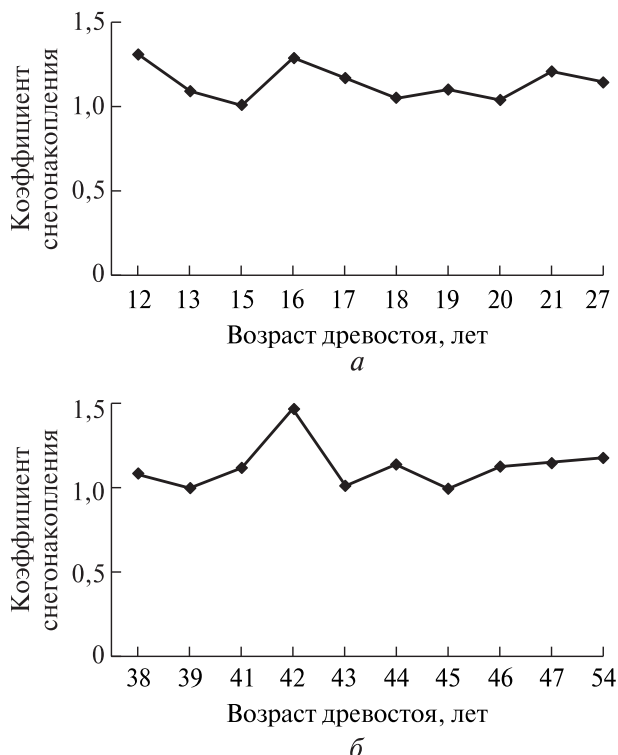


Рис. 3. Значение коэффициента снегонакопления в березово-еловом (а) и осиново-березовом (б) насаждениях разного возраста

Fig. 3. The value of the coefficient of snow accumulation in birch-spruce (a) and aspen-birch (b) stands of different ages

жения им 20-летнего возраста (2014) (см. рис. 1). Возможной причиной может быть наличие густого подроста и подлеска, о котором упоминалось выше, а также сукцессионные процессы, которые сопровождаются переходом древостоя от молодняка в стадию жердняка и завершением фазы смыкания крон в данном насаждении. Осиново-березовое насаждение в возрасте с 42 до 54 лет (2010–2021) оказывает более существенное влияние на запасы влаги в снежном покрове по сравнению с полем (см. рис. 1). Это может быть связано с развитием в этом возрасте елового яруса в древостое (см. табл. 1). Как известно, в березовых и елово-березовых фитоценозах он оказывает влияние на снеготопливы [6], поэтому увеличение разницы в показателях влагозапаса в снежном покрове осиново-березового насаждения по сравнению с полем в разном возрасте можно объяснить ростом густоты ели и ее снижением для осины и березы в результате естественного изреживания древостоя (см. табл. 1).

Выводы

Получены данные по основным физическим характеристикам снежного покрова в среднетаежных разновозрастных лиственных насаждениях послерубочного происхождения. Средние мно-

голетние значения толщины снежного покрова в исследуемых лиственных насаждениях составили 72...75 см, влагозапас около 140 мм, плотность 0,2 г/см³. Выявлено, что запас влаги в снежном покрове лиственных насаждений выше, чем в поле.

В пределах насаждений установлена вариативность показателей снежного покрова, что обусловлено воздействием отдельных видов древесных растений. Влияние древесных пород на снежный покров в исследуемых лиственных лесах послерубочного происхождения более выражено для ели, чем для лиственных пород. Рост и изменение таксационных характеристик древостоя в процессе естественного лесовозобновления отражаются на основных показателях снежного покрова.

На основании полученных данных рассчитано среднее многолетнее значение коэффициента снегонакопления ($K_{\text{д}}$) для среднетаежных лиственных насаждений послерубочного происхождения, которое составляет 1,1.

Полученные результаты имеют важное значение для исследований снежного покрова во вторичных лиственных лесах, дополняют данные исследований, проведенных ранее в подзоне средней тайги Республики Коми и актуальны в условиях изменяющегося климата.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке темы госзадания Института биологии Коми научного центра УрО РАН «Зональные закономерности динамики структуры и продуктивности первичных и антропогенно измененных фитоценозов лесных и болотных экосистем европейского северо-востока России» (№ 122040100031–8).

Выражаю благодарность сотрудникам отдела лесобиологических проблем Севера Института биологии Коми НЦ УрО РАН

Список литературы

- Быков Н.И., Попов Е.С. Наблюдения за динамикой снежного покрова в ООПТ Алтае-Саянского экорегиона. Красноярск: Типография «Город», 2011. 64 с.
- Solantie R. Snow and soil frost in Finnish forests: ecological interdependencies between climate, flora, fauna and early culture in the province of Uusimaa // *Silva Fennica*, 1993, v. 27 (4), pp. 295–301.
- Kellomäki S., Maajärvi M., Strandman H., Kilpeläinen A., Peltola H. Model computations on the climate change effects on snow cover, soil moisture and soil frost in the boreal conditions over Finland // *Silva Fennica*, 2010, v. 44(2), pp. 213–233.
- Харченко Н.Н., Моисеева Е.В., Прохорова Н.Л. Анализ среднегодовой высоты снежного покрова на территории Сибирского федерального округа в условиях климатических изменений // *Арктика: инновационные технологии, кадры, туризм*, 2020. № 1 (2). С. 626–631.
- Кузьмин П.П. Формирование снежного покрова и методы определения снегозапасов. М.: Гидрометеиздат, 1960. 171 с.
- Гидрологическая роль лесных геосистем. Новосибирск: Наука, 1989, 167 с.
- Китаев Л.М., Желтухин А.С., Коробов Е.Д., Аблеева В.А. Снежный покров: особенности локального распределения в лесных массивах как возможный источник погрешностей спутниковых данных // *Известия Российской академии наук. Серия географическая*, 2020. Т. 84. № 6. С. 855–863.
- Крючков А.Д. Оценка изменчивости высоты снежного покрова по данным стационарных и ландшафтно-маршрутных наблюдений в Пермском крае // *Дневник науки*, 2023. № 7 (79). С. 1–17.
- Евсенкин К.Н., Ильинский А.В. Многолетняя динамика запасов воды в снежном покрове лесного массива Рязанской Мещеры // *Евразийский союз ученых*, 2020. № 4-5 (73). С. 24–27.
- Vajda A., Venäläinen A., Hänninen P&Sutinen R. Effect of vegetation on snow cover at the Northern Timberline: a case study in Finnish Lapland // *Silva Fennica*, 2006, v. 40 (2), pp. 195–207.
- Zubizarreta-Gerendain A., Pellikka P., Garsia-Gonzalo J., Ironen V.-P., Peltola H. Factors affecting wind and snow damage of individual trees in a small management unit in Finland: assessment based on inventoried damage and mechanistic modeling // *Silva Fennica*, 2012, 46 (2), pp. 181–196.
- Сосновский А.В., Осокин Н.И., Черняков Г.А. Динамика снегозапасов на равнинной территории России в лесу и в поле при климатических изменениях // *Лед и снег*, 2018. Т. 58. № 2. С. 183–190.
- Ашабоков Б.А., Ташилова А.А., Кешева Л.А. Изменения характеристик снежного покрова на юге ЕТР как отклик глобального потепления // *Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова*, 2019. № 592. С. 141–158.
- Brown R. D., Fang B., Mudryk L. Update of Canadian Historical Snow Survey Data and Analysis of Snow Water Equivalent Trends, 1967–2016 // *Atmosphere-Ocean*, 2019, no. 57(2), pp. 149–156. <https://doi.org/10.1080/07055900.2019.1598843>
- Атлас Коми АССР. М.: Главное управление геодезии и картографии государственного геологического комитета СССР, 1964. 112 с.
- Соколов А.А. О чем шумит русский лес. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 96 с.
- Крестовский О.И. Влияние вырубок и восстановления лесов на водность рек. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 119 с.
- Паутов Ю., Боровлев А. Оценка долговременного воздействия сплошных рубок леса на водные ресурсы в средней подзоне тайги Республики Коми // *Бизнес и устойчивое лесопользование*, 2020. № 1 (80). С. 10–16.
- Братцев С.А. Влияние вырубок леса на водный баланс территории Коми АССР // *Труды Коми филиала АН СССР*, 1982. № 50. С. 45–57.
- Василевич М. И., Щанов В. М. Пространственная и временная дифференциация параметров снежного покрова в таежной зоне Европейского северо-востока России // *Криосфера Земли*, 2023. Т. XXVII. № 2. С. 45–54.
- ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. М.: Изд-во ЦБНТИ гослесхоза СССР, 1983. 60 с.
- Лесотаксационный справочник для Северо-Востока европейской части СССР (нормативные материалы для Архангельской, Вологодской областей и Коми АССР). Архангельск: АИЛ и ЛХ, 1986. 558 с.

- [23] Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции. СПб.: Наука, 2006. 337 с.
- [24] Атлас Республики Коми по климату и гидрологии. М.: Дрофа, Изд-во «Д и К», 1997. 116 с.
- [25] Novakovskiy A.B., Elsakov V.V. Hydrometeorological Database (HMDB) for Practical Research in Ecology // Data Science J., 2014, v. 13, pp. 57–63. DOI: 10.2481/dsj.IFPDA-10
- [26] ГОСТ 17.1.5.05–85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков». М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1986, 15 с.
- [27] Формозов А.Н. Снежный покров в жизни млекопитающих и птиц. М.: Изд-во МГУ, 1990, 287 с.
- [28] Быков Н. И., Шигимага А. А., Рыгалова Н. В. Снежный покров как фактор роста годичных колец деревьев в контрастных природных условиях Западно-Сибирской равнины // Лед и снег, 2023, Т. 63. № 2. С. 243–256.
- [29] Осокин И.М. География снежного покрова востока Забайкалья. Чита: Забайкальский филиал географического общества СССР, 1969. 192 с.
- [30] Лубенец Л.Ф., Черных Д.В. Внутриландшафтное распределение снегозапасов в бас. Р. Майма (низкогорье Русского Алтая) // Лед и снег, 2019. Т. 59. № 3. С. 319–332.
- [31] Василевич М.И., Щанов В.М. Пути переноса воздушных масс, поступающих на особо охраняемые природные территории Европейского Северо-Востока России по данным HYSPLIT // Метеорология и гидрология, 2020. № 1. С. 100–109.
- [32] Komarov A.Y., Seliverstov Y.G., Grebennikov P.B., Sokratov S.A. Spatial variability of snow water equivalent – the case study from the research site in Khibiny Mountains // J. Hydrol. and Hydromech., 2019, v. 67, no. 1, p. 110–112.
- [33] Комаров А.Ю. Влияние растительности и микрорельефа на стратиграфию снежного покрова в Подмоскovie // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География, 2021. № 6. С. 77–88.
- [34] Пристова Т.А. Фитомасса древесных растений в листовых фитоценозах послерубочного происхождения // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020, Т. 24. № 1. С. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-5-13
- [35] Пристова Т.А. Динамика древесной растительности в листовых насаждениях послерубочного происхождения (подзона средней тайги Республики Коми) // Принципы экологии, 2019. № 3. С. 63–73. DOI: 10.15393/j1.art.2019.9142

Сведения об авторе

Пристова Татьяна Александровна — канд. биол. наук, науч. сотр., ФГБУН «Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук» (отдел лесобиологических проблем Севера), pristova@ib.komisc.ru

Поступила в редакцию 12.01.2023.

Одобрено после рецензирования 24.04.2023.

Принята к публикации 05.12.2023.

WOODY VEGETATION INFLUENCE ON SNOW COVER (MIDDLE TAIGA OF KOMI REPUBLIC)

T.A. Pristova

Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (IB FRC Komi SC UB RAS), 28, Kommunisticheskaya st., 167982, Syktyvkar, Komi Republic, Russia

pristova@ib.komisc.ru

The article considers the physical parameters of snow cover — thickness, density and snow water equivalent in the middle taiga deciduous forests of different ages of post-harvest origin. The studies were carried out in the third decade of March in the winter of 2005–2015 and 2020–2021 at permanent plots. The taxation parameters and their dynamics for the studied stands are presented. The dependence of snow cover parameters on the species of woody plant and meteorological conditions of the year is shown. The average long-term values of the snow cover thickness within the birch-spruce forest were 75 ± 9 , in the aspen-birch forest — 72 ± 7 , in the open place — 70 ± 10 cm. Over the years of research, the average height of snow cover within the birch-spruce stand varied from 62 ± 3 to 97 ± 2 cm, in the aspen-birch stand from 48 ± 2 to 92 ± 3 cm. The height of the snow cover measured at the same time within the deciduous stands is uneven, which is due to the complex composition of the stand. Data on the influence of woody plant species on the height of snow cover are presented. Snow water equivalent in the snow cover of deciduous forests vary from 81 ± 3 mm to 191 ± 4 mm with average long-term values of about 140 mm. The average value of the snow cover density over the years of deciduous stands is about $0,2 \text{ g/cm}^3$. The density and water equivalent in the snow cover in deciduous forests is higher than in the open place. The snow accumulation coefficient in snow cover of the studied deciduous forests varies from 1,0 to 1,5. The results of the research make it possible to analyze between the change in forest stand taxation parameters and the dynamics of physical parameters of snow cover in deciduous forests of post-cutting origin, contribute to modern studies of the influence of woody vegetation on snow cover, and can also be used in hydrological calculations when assessing the effect of snow cover on river runoff.

Keywords: snow cover, taiga, moisture reserve, snow height and density, deciduous forests of post-harvest origin

Suggested citation: Pristova T.A. *Vliyaniye drevesnoy rastitel'nosti na fizicheskie pokazateli snezhnogo pokrova sredney taygi Respubliki Komi* [Woody vegetation influence on snow cover (middle taiga of Komi Republic)]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2024, vol. 28, no. 1, pp. 68–79. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-1-68-79

References

- [1] Bykov N.I., Popov E.S. *Nablyudeniya za dinamikoyn snezhnogo pokrova v OOPT Altae-Sayanskogo ekoregiona* [Observations on the dynamics of snow cover in the protected areas of the Altai-Sayan ecoregion]. Krasnoyarsk: Tipografiya «Gorod», 2011, 64 p.
- [2] Solantie R. Snow and soil frost in Finnish forests: ecological interdependencies between climate, flora, fauna and early culture in the province of Uusimaa. *Silva Fennica*, 1993, v. 27 (4), pp. 295–301.
- [3] Kellomäli S., Maajärvi M., Strandman H., Kilpeläinen A., Peltola H. Model computations on the climate change effects on snow cover, soil moisture and soil frost in the boreal conditions over Finland. *Silva Fennica*, 2010, v. 44(2), pp. 213–233.
- [4] *Kharchenko N.N., Moiseeva E.V., Prokhorova N.L. Analiz srednegodovoy vysoty snezhnogo pokrova na territorii Sibirskogo federal'nogo okruga v usloviyakh klimaticheskikh izmeneniy* [Analysis of the average annual snow cover height on the territory of the Siberian Federal District under conditions of climatic changes]. *Arktika: innovatsionnye tekhnologii, kadry, turizm*, 2020, no. 1 (2), pp. 626–631.
- [5] Kuz'min P.P. *Formirovanie snezhnogo pokrova i metody opredeleniya snegozapasov* [Physical properties of snow cover]. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1957, 179 p.
- [6] *Gidrologicheskaya rol' lesnykh geosistem* [The hydrological role of forest geosystems]. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch, 1989, 167 p.
- [7] Kitaev L.M., Zheltukhin A.S., Korobov E.D., Ableeva V.A. *Snezhnyy pokrov: osobennosti lokal'nogo raspredeleniya v lesnykh massivakh kak vozmozhnyy istochnik pogreshnostey sputnikovyykh dannykh* [Snow cover: features of local distribution in forests as a possible source of satellite data errors]. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya*, 2020, t. 84, no. 6, pp. 855–863.
- [8] Kryuchkov A.D. *Otsenka izmenchivosti vysoty snezhnogo pokrova po dannym statsionarnyykh i landshafino-marshrutnykh nablyudeniy v Permskom krae* [Assessment of the variability of snow cover height according to stationary and landscape route observations in the Perm Region]. *Dnevnik nauki*, 2023, no. 7 (79), pp. 1–17.
- [9] Evsenkin K.N., Il'inskiy A.V. *Mnogoletnyaya dinamika zapasov vody v snezhnom pokrove lesnogo massiva Ryazanskoy Meshchery* [Long-term dynamics of water reserves in the snow cover of the Ryazan Meschera forest]. *Evraziyskiy soyuz uchenykh*, 2020, no. 4–5 (73), pp. 24–27.
- [10] Vajda A., Venäläinen A., Hänninen P. & Sutinen R. Effect of vegetation on snow cover at the Northern Timberline: a case study in Finnish Lapland. *Silva Fennica*, 2006, v. 40 (2), pp. 195–207.
- [11] Zubizarreta-Gerendain A., Pellikka P., Garsia-Gonzalo J., Ironen V.-P., Peltola H. Factors affecting wind and snow damage of individual trees in a small management unit in Finland: assessment based on inventoried damage and mechanistic modeling. *Silva Fennica*, 2012, 46 (2), pp. 181–196.
- [12] Sosnovskiy A.V., Osokin N.I., Chernyakov G.A. *Dinamika snegozapasov na ravninnoy territorii Rossii v lesu i v pole pri klimaticheskikh izmeneniyakh* [Dynamics of snow cover on the plains of Russia in the woods and in the field under climatic changes]. *Led i sneg*, 2018, v. 58 (2), pp. 183–190.
- [13] Ashabokov B.A., Tashilova A.A., Kesheva L.A. *Izmeneniya kharakteristik snezhnogo pokrova na yuge ETR kak otklik global'nogo potepleniya* [Changes in snow cover characteristics in the south of the ETR as a response to global warming]. *Trudy Glavnoy geofizicheskoy observatorii im. A.I. Voeykova*, 2019, no. 592, pp. 141–158.
- [14] Brown R.D., Fang B., Mudryk L. Update of Canadian Historical Snow Survey Data and Analysis of Snow Water Equivalent Trends, 1967–2016. *Atmosphere-Ocean*, 2019, 57(2), pp. 149–156. <https://doi.org/10.1080/07055900.2019.1598843>
- [15] *Atlas Komi ASSR*. [Atlas of Komi ASSR]. Moscow: Glavnoe upravlenie geodezii i kartografii gosudarstvennogo geologicheskogo komiteta SSSR, 1964, 112 p.
- [16] Sokolov A.A. *O chem shumit russkiy les* [What the Russian forest is noisy about]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1962, 96 p.
- [17] Krestovskiy O.I. *Vliyanie vyrubok i vosstanovleniya lesov na vodnost' rek* [The influence of deforestation and reforestation on the water content of rivers]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986, 119 p.
- [18] Pautov Yu., Borovlev A. *Otsenka dolgovremennogo vozdeystviya sploshnykh rubok lesa na vodnye resursy v sredney podzone taygi Respubliki Komi* [Assessment of the long-term impact of continuous logging on water resources in the middle taiga subzone of the Komi Republic]. *Biznes i ustojchivoe lesopol'zovanie*, 2020, no. 1 (80), pp. 10–16.
- [19] Brattsev S.A. *Vliyanie vyrubok lesa na vodnyy balans territorii Komi ASSR* [The impact of deforestation on the water balance of the Komi ASSR territory]. *Trudy Komi nauchnogo centra AN SSSR*, 1982, no. 50, pp. 45–57.
- [20] Vasilevich M.I., Shchanov V.M. *Prostranstvennaya i vremennaya differentsiatsiya parametrov snezhnogo pokrova v taezhnoy zone Evropeyskogo severo-vostoka Rossii* [Spatial and temporal differentiation of snow cover parameters in the taiga zone of the European Northeast of Russia]. *Kriosfera Zemli*, 2023, t. XXVII, no. 2, pp. 45–54.
- [21] *OST 56-69-83. Probnye ploschadi lesoustroitel'nye. Metod zakladki* [Trial areas are forest management. Method of laying]. Moscow: CBNTI gosleskhoza SSSR, 1983, 60 p.
- [22] *Lesotaksatsionnyy spravochnik dlya severo-vostoka evropeyskoy chasti SSSR (normativnye materialy dlya Arkhangel'skoy, Vologodskoy oblastey i Komi ASSR)* [Forest tax reference book for the North-East of the European part of the USSR (normative materials for the Arkhangelsk, Vologda regions and Komi ASSR)]. Arhangel'sk: AIL I LH, 1986, 558 p.
- [23] *Korennye elovye lesa Severa: bioraznoobrazie, struktura, funktsii*. [Virgin spruce forest of North: biodiversity, structure, functions]. St. Petersburg: Nauka, 2006, 337 p.
- [24] *Atlas Respubliki Komi po klimatu i gidrologii* [Atlas of the Komi Republic on climate and hydrology]. Moscow: Drofa, Publishing house «D and K», 1997, 116 p.
- [25] Novakovskiy A.B., Elsakov V.V. Hydrometeorological Database (HMDB) for Practical Research in Ecology. *Data Science J.*, 2014, v. 13, pp. 57–63. DOI: 10.2481/dsj.IFPDA-10
- [26] *GOST 17.1.5.05-85 «Okhrana prirody. Gidrosfera. Obshchie trebovaniya k otboru prob poverkhnostnykh i morskikh vod, l'da i atmosferykh osadkov»* [State standard 17.1.5.05-85 «Nature protection. Hydrosphere. General requirements for sampling surface and sea waters, ice and precipitation»]. Moscow: USSR State Committee on Standards, 1986, 15 p.
- [27] Formozov A.N. *Snezhnyy pokrov v zhizni mlekopitayushchikh i ptits* [Snow cover in the life of mammals and birds]. Moscow: Publishing House of Moscow State University, 1990, 287 p.

- [28] Bykov N. I., Shigimaga A. A., Rygalova N. V. *Snezhnyj pokrov kak faktor rosta godichnyh kolec derev'ev v kontrastnykh prirodnnykh usloviyakh Zapadno-Sibirskoy ravniny* [Snow cover as a growth factor of annual tree rings in contrasting natural conditions of the West Siberian plain]. *Led i sneg*, 2023, T. 63. № 2. pp. 243-256.
- [29] Osokin I.M. *Geografiya snezhnogo pokrova vostoka Zabaykal'ya* [Geography of the snow cover of the east of Transbaikalia]. Chita: Zabaykal'skiy filial geograficheskogo obshchestva SSSR, 1969, 192 p.
- [30] Lubenets L.F., Chernykh D.V. *Vnutrilandshaftnoe raspredelenie snegozapasov v bas. R. Maima (nizkogor'e Russkogo Altaia)* [Intra-landscape distribution of snow reserves in the bas. River Maima (low mountains of the Russian Altai)]. *Led i sneg*, 2019, t. 59, no. 3, pp. 319–332.
- [31] Vasilevich M.I., Shchanov V.M. *Puti perenosa vozdukhnykh mass, postupayushchikh na osobo okhranyaemye prirodnye territorii Evropeyskogo Severo-Vostoka Rossii po dannym HYSPLIT* [Ways of transferring air masses entering specially protected natural territories of the European Northeast of Russia according to HYSPLIT data]. *Meteorologiya i gidrologiya*, 2020, no. 1, pp. 100–109.
- [32] Komarov A.Y., Seliverstov Y.G., Grebennikov P.B., Sokratov S.A. Spatial variability of snow water equivalent – the case study from the research site in Khibiny Mountains. *J. Hydrol. and Hydromech.*, 2019, v. 67, no. 1, pp. 110–112.
- [33] Komarov A.Yu. *Vliyaniye rastitel'nosti i mikrorel'efa na stratigrafiyu snezhnogo pokrova v Podmoskov'e* [The influence of vegetation and microrelief on the stratigraphy of snow cover in the Moscow region]. *Vestnik Moskovskogo un-ta. Ser. 5. Geografiya*, 2021, no. 6, pp. 77–88.
- [34] Pristova T.A. *Fitomassa drevesnykh rasteniy v listvennykh fitotsenozakh poslerubochnogo proiskhozhdeniya* [Phytomass of woody plants in post-harvest origin deciduous forests]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 1, pp. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-1-5-13
- [35] Pristova T.A. *Dinamika drevesnoy rastitel'nosti v listvennykh nasazhdeniyakh poslerubochnogo proiskhozhdeniya (podzona sredney taygi Respubliki Komi)* [Dynamics of woody vegetation in deciduous plantations of post-harvest origin (subzone of the middle taiga of the Komi Republic)]. *Principy ekologii*, 2019, no. 3, pp. 63–73. DOI: 10.15393/j1.art.2019.9142

Acknowledgments

This work was financially supported by the state task of the Institute of Biology of the Komi Scientific Centre of the Ural RAS Department «Zonal regularities of dynamics of structure and productivity of primary and anthropogenically modified phytocenoses of forest and bog ecosystems of the European North-East of Russia» (No. 122040100031-8).

I express my gratitude to the staff of the Department of Forest Biological Problems of the North of the Institute of Biology of the Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the RAS

Author's information

Pristova Tat'yana Aleksandrovna — Cand. Sci. (Biology), Researcher, Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, pristova@ib.komisc.ru

Received 12.01.2023.

Approved after review 24.04.2023.

Accepted for publication 05.12.2023.