

---

---

ОРИГИНАЛЬНЫЕ  
СТАТЬИ

---

---

УДК 551.578:634.116

## СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ НА ВЫРУБКАХ РАЗНЫХ ЛЕТ В ПИХТОВО-КЕДРОВЫХ ЛЕСАХ ЕНИСЕЙСКОГО КРЯЖА

© 2013 г. Т. А. Буренина, А. С. Шишкин, А. А. Онучин

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН*

*660036 Красноярск, Академгородок*

*E-mail: burenina@ksc.krasn.ru*

Поступила в редакцию 13.06.2012 г.

Проанализированы результаты снегомерных съемок 2006–2011 гг. на вырубках в пихтОВО-кедровых насаждениях Енисейского кряжа. Рассмотрены орографические и биотопические особенности снегонакопления в насаждениях на различных стадиях лесовосстановления. Установлено, что мощность снежного покрова и снегозапасы на региональном уровне определяются высотой местности и орографией, формирующей “барьерно-теневые” эффекты. На локальном уровне характеристики снежного покрова зависят от давности проведения лесосечных работ, породного состава формирующихся молодняков и технологии рубок.

*Динамика снежного покрова, глубина снега, плотность снега, снегозапасы, вырубка, лесовосстановление, сукцессии.*

В условиях Сибири снежный покров, имея важное гидрологическое значение, как элемент геосистем, выполняет целый ряд других экологических функций. Основными характеристиками снежного покрова являются его глубина, плотность, снегозапасы, характер пространственного распределения, даты установления и схода, продолжительность залегания. От особенностей залегания снежного покрова зависит хозяйственная деятельность в зимнее время – функционирование транспортных магистралей, лесозаготовки, охотничий промысел и т.д. Сезонная динамика и характер снежного покрова влияют на доступность зимнего корма для большинства лесных зверей и птиц, определяют возможность их перемещения в толще снега и особенности кочевков копытных [2, 28]. Условия подснежной жизни организмов зависят от глубины и плотности снега.

Лес двояко влияет на снегонакопление. С одной стороны, полог хвойных насаждений задерживает часть выпадающего снега, который испаряется интенсивнее, чем на открытых пространствах, и тем самым уменьшает снегозапасы. С другой стороны, лес предохраняет проникший под полог снег от испарения, выдувания и снеготаяния в период оттепелей, способствуя тем самым снегонакоплению. Для темнохвойных насаждений характерно

неравномерное распределение снежного покрова под кронами. В приствольных кругах глубина и плотность снежного покрова минимальны, а в межкрупных пространствах характеризуются повышенными значениями вследствие осыпания снега, задержанного кронами деревьев. Несмотря на существующие противоречия в оценке влияния леса на снежный покров, существуют общие закономерности изменения снегозапасов в лесу с изменением сомкнутости, возраста, полноты, состава, запаса надземной фитомассы и других таксационных и биометрических показателей насаждений [3, 4, 10, 12].

Рядом исследователей [7, 8, 19, 20 и др.] установлено, что древесный полог перехватывает до 30% твердых осадков, поэтому при проведении сплошных рубок увеличивается количество осадков, поступающих на поверхность почвы. Изменения температурного и ветрового режимов на вырубках влияют на сезонную и пространственную динамику снежного покрова. Впервые параллельные снегомерные съемки в лесу и на открытом участке с измерением глубины и плотности снежного покрова на территории нашей страны были проведены в конце XIX в. М.К. Турским [21]. Дальнейшие исследования в этом направлении позволили получить массовый материал, на основе которого сложилось общее представление

о влиянии леса и вырубок на формирование снежного покрова [8, 10, 22, 24]. До настоящего времени остаётся дискуссионным вопрос, в лесу или на открытом месте накапливается больше снега [9, 10, 22, 29, 30]. Проводя многолетние наблюдения снегонакопления в лесу и на открытых участках, некоторые исследователи на одних и тех же объектах получали разные результаты [17, 25].

Согласно исследованиям А.В. Лебедева [6, 7] на вырубках в горных темнохвойных лесах Западного Саяна и юго-восточного Прибайкалья запасы воды в снеге на 20–30 мм (15–20%) выше, чем под пологом леса. В континентальных условиях Средней Сибири, где амплитуда температуры достигает 100 °С (на северном склоне Западного Саяна амплитуда абсолютного максимума и минимума составляет 77–89 °С), при относительно невысокой зимней влажности воздуха и небольших осадках отмечены иные тенденции. Вследствие увеличения роли метелевого переноса снега на концентрированных вырубках увеличивается испарение со снежного покрова и, соответственно, уменьшаются снеготпасы. Увеличением зимнего испарения можно объяснить снижение стока рек в средней части бассейна Ангары, пройденных концентрированными рубками [11, 15].

Вопросы влияния технологии рубки и площади лесосеки на формирование снежного покрова на вырубках достаточно полно освещены в литературе [1, 17, 18], однако специфика снегонакопления в связи с особенностями лесовосстановительных сукцессий остается слабо изученной.

Для оценки пространственно-временной динамики снежного покрова и выявления ее связи с сезонными и сукцессионными изменениями почвы, растительности и животного населения на вырубках темнохвойных насаждений Енисейского кряжа необходимо было решить следующие задачи:

- выяснить, в какой степени проявляются региональные и биотопические особенности сезонной динамики снеготпасов на вырубках и при последующем возобновлении древостоев;

- изучить влияние различных способов сплошной рубки на характеристики снежного покрова, включая его пространственное распределение;

- провести сопряженный анализ снегонакопления со стадиями лесовосстановительных сукцессий;

- оценить возможное воздействие снежного покрова на изменения параметров почвы, растительности и животного населения.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в верхней части бассейна р. Сухой Пит, на западном макросклоне северной части Енисейского кряжа. Эта часть горной системы простирается от Ангары до Подкаменной Тунгуски более чем на 400 км. Преобладающие высоты 800–900 м, максимальная точка – гора Енашиминский Полкан высотой 1104 м. Самая низкая отметка (30 м) находится на р. Енисее, у северной оконечности кряжа. Западные склоны кряжа круто обрываются к долине Енисея, а восточные, постепенно понижаясь, сливаются с прилегающими равнинами и плато. Типы рельефа Енисейского кряжа весьма разнообразны. Междуречья большей частью уплощенные или куполовидные, речные долины глубокие, крутосклонные, расчленяют кряж на отдельные массивы.

Географическое положение исследуемого района и значительная высота горной системы обуславливают своеобразные особенности климата. Зимой отчетливо выражены инверсии температур: средние температуры января в речных долинах минус 22 – минус 26 °С, то есть примерно на 5–6° ниже, чем на склонах горных массивов. Лето умеренно теплое: в июле средние температуры в долинах 16–17 °С, но на вершинах – не выше 11–12 °С [27].

Енисейский кряж является орографическим барьером на пути господствующего западного переноса влагонесущих воздушных масс и существенно влияет на распределение осадков. С повышением местности над уровнем моря количество осадков увеличивается. По данным метеорологических станций “Усть-Пит” (58°58'60" с.ш. 91°46'00" в.д., абсолютная высота 55 м) и “Северо-Енисейск” (60°23'00" с.ш. 93°02'00" в.д., абсолютная высота 585 м) на наветренных склонах кряжа выпадает от 540 мм до 1002 мм осадков в год. На восточных склонах количество осадков уменьшается и составляет 406–490 мм (метеостанции “Южно-Енисейск”, 58°47'23" с.ш., 94°38'52" в.д., абсолютная высота 330 м; “Раздолинск”, 58°24'41" с.ш., 94°37'23" в.д., абсолютная высота 218 м). Около 70% осадков выпадает в жидком виде [26].

Средние многолетние характеристики снежного покрова для метеостанций “Лесосибирск” и “Северо-Енисейск” приведены в табл. 1.

На Енисейском кряже роль рельефа является главным фактором, влияющим на пространственное распределение атмосферных осадков в условиях континентального климата, что определяет

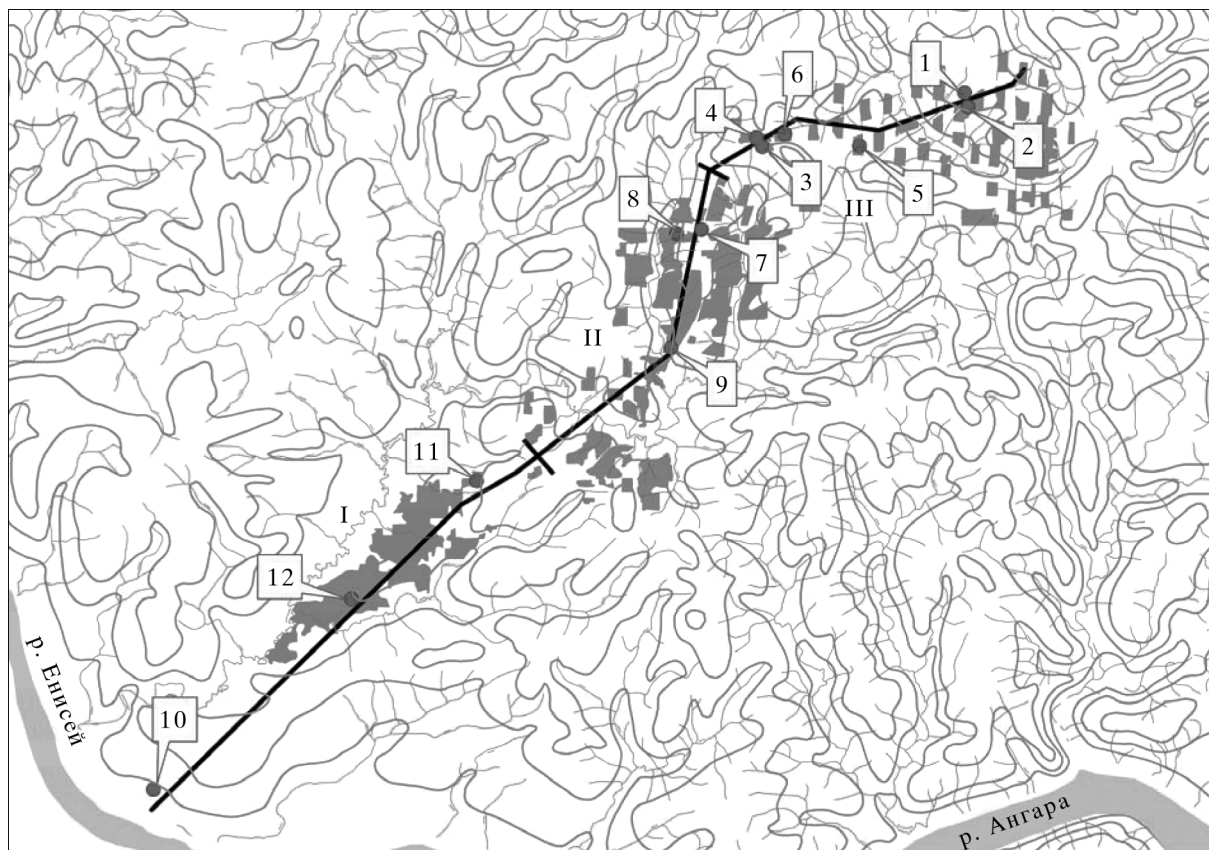


Рис. 1. Схема расположения пробных площадей по орографическому профилю.

1 – пихтарник (контроль-1); 2 – вырубка 2007 г.; 3 – лиственный жердняк; 4 – пихтовый жердняк; 5 – лиственный молодняк; 6 – вырубка 2003 г.; 7 – пихтарник (контроль-2); 8 – лиственный молодняк; 9 – вырубка 2003 г.; 10 – пихтарник (контроль-3); 11 – вырубка 2005 г.; 12 – березняк, 40 лет; I – участок профиля с высотами 100–150 м; II – участок профиля с высотами 150–300 м; III – участок профиля с высотами более 300 м.

характер лесной растительности. По лесорастительному районированию этот район относится к Приенисейской провинции, Приенисейскому округу темнохвойных и темнохвойно-лиственных лесов [5]. Территория провинции покрыта темнохвойной тайгой, формирующейся на мерзлотных горно-подзолистых и дерново-сла-

боподзолистых почвах. Наиболее повышенные приводораздельные и западные районы, расположенные на высоте более 500–700 м, заняты густой темнохвойной тайгой с преобладанием пихты сибирской (*Abies sibirica*) и значительным участием сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica*). По пониженным элементам рельефа и долинам рек более обычна зеленомошная елово-пихтовая тайга, в которой видную роль играет ель сибирская (*Picea obovata*). На восточном склоне с увеличением континентальности на высотах ниже 500 м появляются парковые сосново-лиственные леса с кустарничковым наземным покровом и обширные участки высокотравных таежных лугов и ерников. На юге, по правобережным склонам долины р. Ангары, преобладают разнотравные сосновые боры. Наиболее высокие вершины (например, Енашимский Полкан) безлесны и покрыты каменными россыпями, чередующимися с зарослями ерников или участками субальпийских лугов.

Таблица 1. Средние многолетние характеристики снежного покрова

Сумма осадков XI–III, мм	Наибольшая высота снежного покрова за зиму, см			Запасы воды в снеге, мм	Дата установления снежного покрова	Дата схода снежного покрова
	средн.	макс.	мин.			
Метеостанция “Лесосибирск”						
131	58	72	33	143	25 октября	1 мая
Метеостанция “Северо-Енисейск”						
185	60	89	26	146	9 октября	20 мая

Таблица 2. Лесоводственная характеристика объектов мониторинговых наблюдений по ортографическому профилю (2008 г.)

Пробные площади	Год рубки	Абс. высота местности, м	Лесоводственно-таксационные характеристики дровяной востоя	Лесоводственно-таксационные характеристики дровяной востоя			Тип леса	
				состав	возраст, лет	полнота		высота, м
Верхняя часть склона								
1. Пихтарник	Контроль-1	370	10П	150	0.8	19.5	17.8	Пихтарник вейниково-зеленомошный
2. Вырубка	2007	368	–	–	–	–	–	Вырубка разноотравно-злаковая
3. Лиственный жердняк	1988	361	8БЗППс *	30	1.0	7.8	6.4	Березняк травяно-вейниково-кустарниковый
4. Пихтовый жердняк	1988	360	7ПЗБ+Пс	30	0.8	6.4	5.6	Пихтарник мелкоотравно-зеленомошный
5. Лиственный молодняк	1998	345	10Б+ОсЕПс	10	0.7	1.8	1.5	Березняк кипрейно-разнотравный
6. Вырубка	2003	333	5Б5Пс	5	0.3	0.5	–	Вырубка вейниково-разнотравная
Средняя часть склона								
7. Пихтарник	Контроль-2	265	10П+Ос+Б	80	0.9	18.0	17.0	Пихтарник мелкоотравно-зеленомошный
8. Лиственный молодняк	1996	265	8Б1Ос1Пс	12	0.3	2.0	1.6	Березняк кипрейно-разнотравный
9. Вырубка	2003	224	5Б5Ос	5	0.3	0.6	–	Вырубка вейниково-разнотравная
Нижняя часть склона								
10. Пихтарник	Контроль-3	111	7ППК1Б	150	0.8	23	24	Пихтарник вейниково-зеленомошный
11. Вырубка	2005	158	–	–	–	–	–	Вырубка вейниково-разнотравная
12. Березняк	1970	144	10Б+Ос	38	0.7	11	10	Березняк разноотравный

\* Пс – сохранный подрост пихты.

Исследования проводились в течение 2006–2007 и 2009–2011 гг. на 12 постоянных мониторинговых объектах по орографическому профилю протяженностью 60 км на восток от р. Енисей до водораздела Енисейского кряжа (рис. 1). В связи с тем, что исследуемые вырубки находятся на разных высотных уровнях, орографический профиль был условно разделен на три участка: первый простирался от русла р. Енисей до высоты 150 м и характеризовался незначительной крутизной; на втором с изолинии 150 м до 300 м начиналось резкое повышение абсолютной высоты местности с врезанными долинами местных притоков; третий с отметками высот более 300 м расположен на главном водоразделе Енисейского кряжа, который представляет слегка всхолмленную поверхность. Для каждого участка подобраны серии пробных площадей, включавших вырубки с различными стадиями зарастания, лесные поляны и фоновые насаждения.

Маршрутные снегомерные съемки проводились в период максимальных снегозапасов (I–II декада марта) перед началом снеготаяния с повторностью 20–30 измерений на каждой пробной площади [7, 23]. Для определения плотности снега использовался весовой снегомер. Запасы воды в снеге определялись как произведение средневзвешенной величины мощности снега и его средней плотности. В результате статистической обработки данных были рассчитаны средние характеристики снежного покрова и их среднеквадратичные отклонения.

На третьем отрезке профиля, где были заложены постоянные пробные площади с комплексными исследованиями, преобладают разновозрастные зеленомошные пихтовые, в меньшей степени, кедровые спелые и перестойные древостои. Территория находится в зоне интенсивной и длительной лесоэксплуатации. На первой стадии возобновление на вырубках идет преимущественно листовыми породами, после смыкания которых начинается появляться подрост пихты и кедра.

Исследованные вырубки характеризуются чересполосным примыканием лесосек шириной 200 м со сроком примыкания 4–5 лет, которые представлены четырьмя послерубочными стадиями: свежая вырубка, травянистая вырубка, молодняк и жердняк. Последняя стадия имеет листовый и темнохвойный варианты возобновления. Спелые и перестойные насаждения представляют темнохвойные леса III–IV классов бонитета зеленомошной и разнотравной групп типов леса, в которых доминантное положение занимает пихта.

**Таблица 3.** Межгодовая изменчивость (2005–2011 гг.) характеристик снежного покрова (по данным метеостанции “Лесосибирск”)

Сезон наблюдений	Сумма осадков XI–III, мм	Наибольшая высота снежного покрова за зиму, см	Даты формирования снежного покрова	
			установление	сход
2005–2006	112,9	67	1 ноября	26 апреля
2006–2007	185,9	84	3 ноября	3 мая
2008–2009	167,1	75	28 октября	29 апреля
2009–2010	135,8	68	25 октября	1 мая
2010–2011	107,3	51	10 ноября	25 апреля

Лесоводственная характеристика пробных площадей представлена в табл. 2.

По данным метеостанции “Лесосибирск” за период наблюдений наиболее снежными были зимы 2006–2007 и 2008–2009 гг. (табл. 3). Количество осадков, выпавших за холодный период этих лет, превышало средние многолетние показатели более чем на 50 мм (36%). Зимы 2005–2006 и 2010–2011 гг. характеризовались наименьшей величиной твердых атмосферных осадков. Следует отметить, что снежный покров в сезон 2010–2011 гг. установился 10 ноября, то есть на декаду позже, чем в среднем для данного района, и часть атмосферных осадков выпала в виде дождя и не приняла участие в формировании снежного покрова.

Для изучения температурного режима на поверхности и под снегом, а также скорости и даты схода снежного покрова – наиболее важных показателей условий подснежного обитания мелких млекопитающих – использовались электронные температурные самописцы “Термохрон” в виде металлических таблеток. Они размещались в расщеп двух маркерных шестов и закреплялись скотчем. Один датчик находился на уровне земли, другой всегда находился на поверхности снега. По дате установления положительной температуры на верхнем датчике и дате выравнивания показаний обоих датчиков определялся период снеготаяния.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

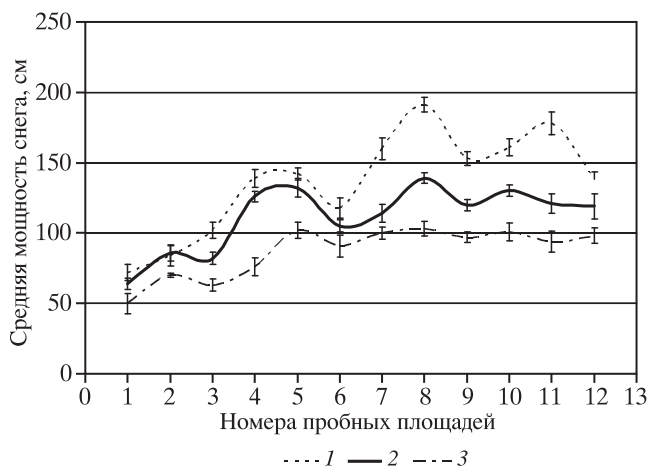
Изменение характеристик снежного покрова в районе исследований проявилось по сезонам, всему орографическому профилю и биотопам. На рис. 2 показана вариация мощности снежного покрова на объектах исследования для трех лет,

различающихся по количеству выпавших осадков за зимний период. Среднее квадратическое отклонение на изучаемых биотопах составляло от 4 до 10 см.

Динамика снежного покрова во временном аспекте связана со снежностью зим. За годы наблюдений наиболее снежным был сезон 2006–2007 гг., наименьшее количество твердых осадков выпало зимой 2010–2011 гг. Анализируя динамику снежного покрова по годам, следует отметить, что, несмотря на локальные особенности аккумуляции снега на каждом мониторинговом участке, прослеживается синхронность изменения мощности снега с изменением суммы твердых осадков (рис. 3). Межгодовые различия мощности снега для одних и тех же объектов составляют от 30 до 80 см. Значительные вариации характерны и для величины запасов воды в снеге. Средние запасы воды в снеге многоснежного 2007 г. были выше, чем в 2006 г. на 22% и на 18%, чем в 2009 г. Различия влагозапасов 2007 г. и малоснежными годами достигали 39% (2010 г.) и 45% (2011 г.).

Анализ динамики плотности снега показал, что в зависимости от локальных ландшафтных характеристик и погодных условий конкретных зим этот показатель варьировал в пределах от 0.16 до 0.28 г м<sup>-3</sup> [13].

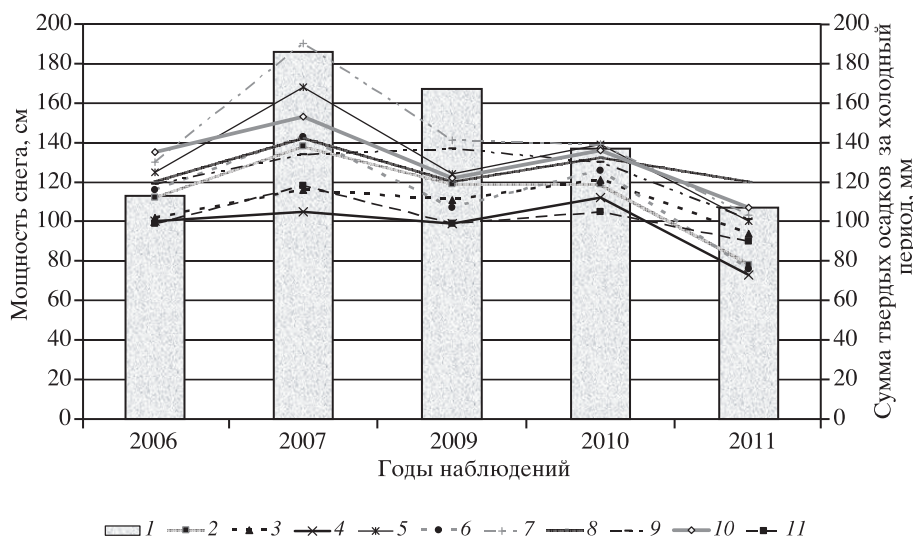
Анализ зависимости величины запасов воды в снеге на пробных площадях от суммы твердых атмосферных осадков показывает, что практически на всех объектах исследования, за исключением



**Рис. 2.** Среднеквадратические отклонения от средней мощности снежного покрова на мониторинговых объектах по годам с различной снежностью.

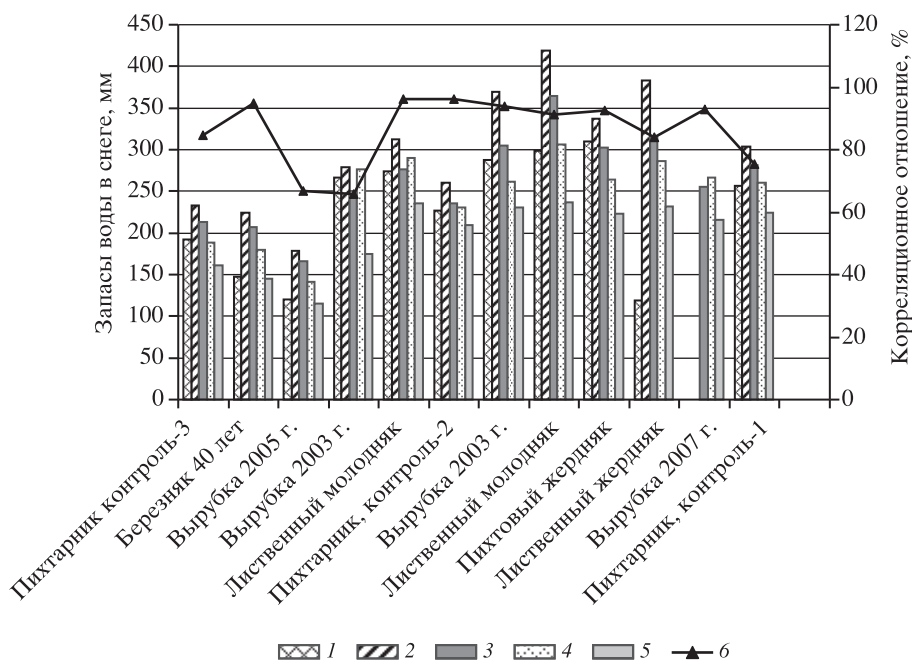
Номера пробных площадей по оси X согласно таблице 2; 1 – данные 2007 г., 2 – данные 2010 г., 3 – данные 2011 г.

трех пробных площадей, существует тесная связь между этими величинами (рис. 4). Наименьшее значение межсезонной изменчивости снежного покрова отмечено в нижней части профиля на вырубках 2003 и 2005 гг. В этих же условиях для 40-летнего березняка корреляционное отношение снегозапасов с суммой твердых атмосферных осадков ближайшей метеостанции составляет около 90%. Это свидетельствует, что в лиственных насаждениях снежный покров меньше подвержен влиянию ветрового режима и особенностей погодных условий зимнего периода, которые



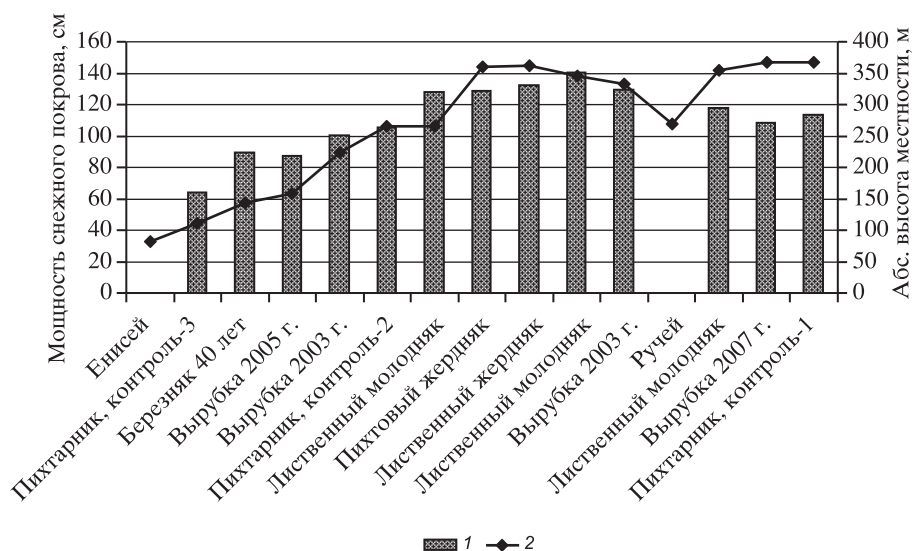
**Рис. 3.** Сравнение суммы твердых осадков (по данным метеостанции “Лесосибирск”) и изменение мощности снежного покрова на мониторинговых объектах по годам.

1 – сумма твердых осадков за холодный период, мм; 2 – пихтарник, контроль-2; 3 – вырубка 2007 г.; 4 – вырубка 2005 г.; 5 – вырубка 2003 г. (абс. высота 333 м); 6 – вырубка 2003 г. (абс. высота 224 м); 7 – лиственный молодняк (абс. высота 345 м); 8 – лиственный молодняк (абс. высота 265 м); 9 – пихтовый жердняк; 10 – лиственный жердняк; 11 – пихтарник, контроль-1.



**Рис. 4.** Корреляционная связь между суммой твердых осадков (по данным метеостанции “Лесосибирск” и запасами воды в снеге на мониторинговых объектах.

1 – 2006 г.; 2 – 2007 г.; 3 – 2009 г.; 4 – 2010 г.; 5 – 2011 г.; 6 – корреляционное отношение



**Рис. 5.** Зависимость средней высоты снега на мониторинговых объектах с абсолютной высотой местности на орографическом профиле.

1 – мощность снежного покрова, см; 2 – орографический профиль.

определяют величину потерь снега на испарение и выдувание. Поэтому лесные гидрологи считают лиственные леса, как и небольшие лесные поляны, “естественными осадкомерами”, на которых величина зимнего испарения минимальна и где формируется наиболее мощный снежный покров [11, 19].

**Мощность снега.** Результаты снегосъемки по орографическому профилю на вырубках разного

возраста показали общую тенденцию увеличения высоты снега с удалением от долины р. Енисей к главному водоразделу Енисейского кряжа и повышением высоты местности (рис. 5). Высотный градиент мощности снега на западном склоне Енисейского кряжа по данным [14] составляет 30 см на 100 м высоты. В период наблюдений в зависимости от снежности года этот показатель

варьировал от 16 см (2011 г.) до 39 см (2007 г.) на каждые 100 м высоты орографического профиля.

Следует отметить, что локальные особенности рельефа (мезорельеф) оказывают влияние на пространственное распределение снежного покрова по всему профилю. После первого локального барьера образованного водоразделом местных притоков р. Енисей, наблюдается снижение мощности снежного покрова на 20–30 см (рис. 5).

На исследуемых нами объектах лесовосстановительный процесс идет по двум сукцессионным сериям: лиственной и темнохвойной. Наиболее полный спектр сукцессионных смен представлен в верхней части орографического профиля. Наблюдения за снежным покровом на свежей вырубке, расположенной на высоте 368 м, показали, что в первые два года после рубки мощность снежного покрова была на 10% меньше, чем под пологом леса, но на третий и четвертый годы после формирования травянистого покрова показатели практически не различались. На вырубке 2005 г. в нижней части профиля (высота 158 м) мощность снежного покрова во все годы наблюдений была выше на 20–30%, чем в контрольном насаждении.

Анализ осредненных характеристик снежного покрова за пять лет позволил установить некоторые общие тенденции аккумуляции снежного покрова на вырубках по мере их зарастания. Начиная с травянистой стадии, с увеличением возраста вырубки происходит увеличение мощности и влагозапасов снега. Наиболее высокие значения мощности снежного покрова по сравнению с контролем (на 20–25% выше) отмечены в лиственных молодняках и жердняках в верхней части склонов и на водораздельном пространстве. Высота снега в средневозрастном березняке и на лесных полянах в пихтарниках нижней части Енисейского кряжа достоверно не различается и значительно выше, чем под пологом темнохвойных насаждений (табл. 4). Следовательно, максимальный снегоаккумулирующий эффект проявляется для лиственной сукцессионной серии лесовосстановления независимо от положения на орографическом профиле. Мощность снежного покрова в пихтовом жердняке также выше, чем на контрольном участке, но различия между ними менее значимы, чем для лиственных молодняков и жердняков в силу перехвата твердых атмосферных осадков пологом хвойных молодняков.

Вырубки на Енисейском кряже имеют технологические особенности, связанные с оставлением недорубов, темнохвойного подроста, высокой захламленности, что препятствует развитию ме-

**Таблица 4.** Высота снежного покрова в средневозрастных березняках и спелых пихтарниках по данным снегосъемки 2005 г.

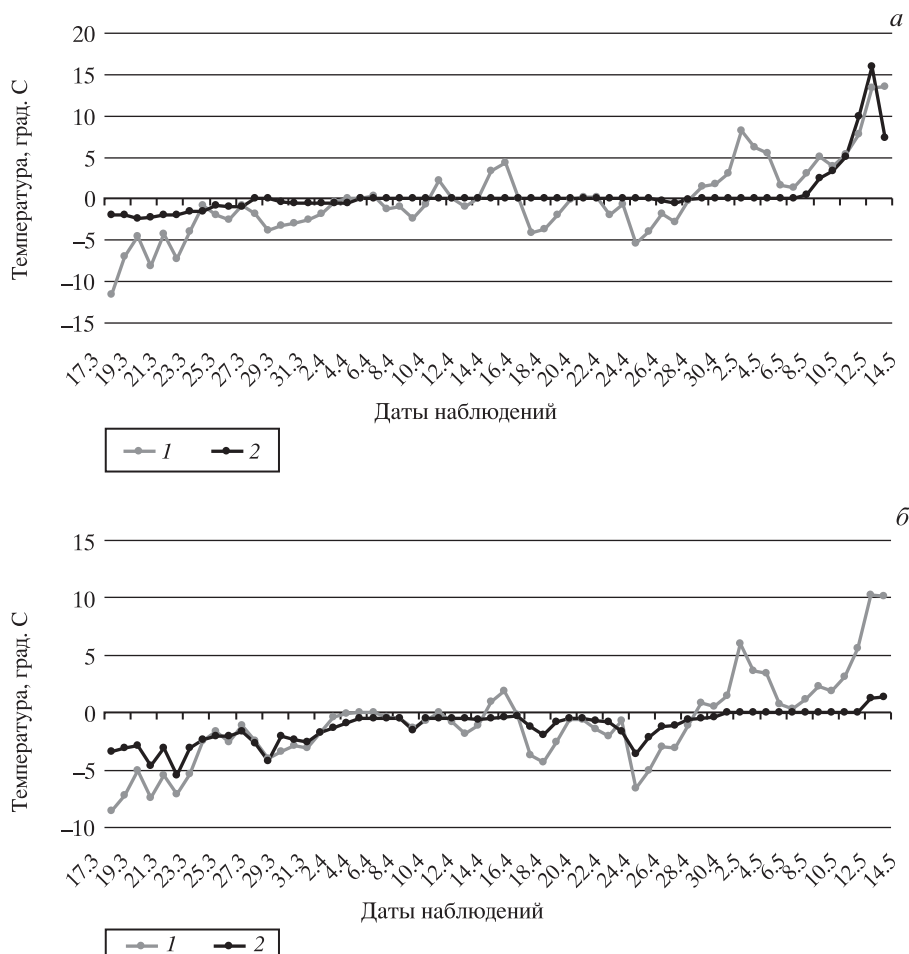
Древостой	Возраст, лет	Полнота	Высота местности, м	Мощность снежного покрова, см	Примечания
Березняк	60	0,7	84	90,7	Под пологом
Пихтарник	120	0,7	111	62,5	Под пологом
Березняк	30	0,3	91	92,0	Под пологом
Пихтарник	130	0,7	123	98,1	Поляна 0,2 га
Березняк	40	0,7	144	94,3	Под пологом
Пихтарник	120	0,6	146	93,2	Поляна 0,1 га

телей и испарению снега. Рассмотренные выше особенности динамики снегозапасов в связи с характером лесовосстановительных сукцессий в целом согласуются с известными представлениями о закономерностях формирования снежного покрова в лесах и на открытых участках. Локальная специфика формирования снежного покрова в пределах вырубки зависит от микрорельефа и технологии лесозаготовок. В частности, неравномерность распределения снежного покрова на вырубках связана с куртинным расположением оставленного хвойного молодняка и недорубами, а также с нарушением естественного рельефа в результате работы тяжелой техники, последующего вывала деревьев, технологической захламленности лесосеки, линейной эрозии и т.д.

Наибольшие значения коэффициента вариации высоты снежного покрова ( $C.V. = 50–60\%$ ) характерны для свежих вырубок (1–5 лет) в зависимости от оставленного хвойного подроста и недорубов, а также захламленности. В молодняках коэффициент вариации снижается вдвое ( $C.V. = 25–35\%$ ). К стадии жердняка наблюдается более равномерное залегание снежного покрова ( $C.V. = 10–12\%$ ), что связано с выравниванием рельефа за счет деструкции порубочных остатков и формированием древесного полога относительно равномерной сомкнутости. На лесосеках, где рубка леса проводилась с использованием комплекса машин “Тимберджек” с сохранением подроста на пасаках, сразу наблюдается равномерное залегание снежного покрова ( $C.V. = 10–15\%$ ).

**Плотность снега.** Плотность свежеснегоснега не высока и составляет около  $0.08–0.12 \text{ г см}^{-3}$ . Перед началом снеготаяния плотность снега перед началом снеготаяния имела максимальные значения; в зависимости от локальных ландшафтных характеристик и погодных условий конкретных





**Рис. 6.** Температурный режим в лиственном (а) и пихтовом (б) жердняках на поверхности снега и почвы в период 17.03 – 05.05.2012 г.

1 – температура воздуха на поверхности снега, град. С; 2 – температура воздуха на поверхности почвы, град. С.

зим этот показатель изменяется в значительных пределах. Максимальные значения плотности наблюдаются на лесных полянах, где формируется наиболее мощный снежный покров, а также на склонах южных экспозиций и на обширных открытых пространствах. На лесосеках, где рубка леса проводилась с использованием комплекса машин “Тимберджек”, плотность снега несколько меньше (0.16–0.20 г см<sup>-3</sup>).

Для мелких млекопитающих большое значение имеет температура в подснежном пространстве и плотность снега. С помощью датчиков “Термохрон” установлены значительные отличия температурного режима на поверхности почвы и под снегом для лиственного и пихтового жердняков. В березняке при равномерном распределении снега и его мощности более 1 м температура на поверхности почвы не опускается ниже минус 3 °С и колеблется от минус 2 до минус 3 °С (рис. 6 а). В темнохвойных насаждениях в связи с неравномерным распределением снега под кро-

нами происходят синхронные колебания температуры на поверхности снега и почвы, создавая значительный дискомфорт для мелких млекопитающих (рис. 6 б). Высокая пространственная изменчивость мощности снега в темнохвойных насаждениях подтверждается результатами снего-съемки по профилям. Комплексные исследования вырубок, включавшие наблюдения за населением мелких млекопитающих, позволяют объяснить видовой состав и динамику их численности не только от наличия кормовых условий, но и защитных свойств снежного покрова. Неглубокий снег вокруг стволов пихты и ели позволяет лесным полевкам легко выходить на поверхность и питаться древесными лишайниками. При образовании мокрого снега или снежного наста в лиственных насаждениях создается более критичная ситуация, приводящая к спаду численности зверьков.

Известно, что под влиянием сплошных рубок значительно изменяются микроклиматические условия [7, 8, 19 и др.]. Это, в свою очередь, отра-

жается на интенсивности и продолжительности снеготаяния. На сплошных вырубках интенсивность снеготаяния возрастает в 1.5–2 раза. При больших снеготаяниях это приводит к изменению гидрологического режима почв, в частности, к промывному увлажнению и изменению в почвенных горизонтах. На свежих вырубках наблюдается кратковременное переувлажнение по западным элементам микрорельефа, что проявляется в образовании пятнистой гидрофитной растительности.

Для Енисейского кряжа, как и большинства горных систем, характерна задержка сроков снеготаяния с последующим интенсивным сходом снежного покрова после установления устойчивых положительных температур. Как показали результаты снегосъемки, различия в величинах снеготаяний на свежих вырубках и под пологом леса составляют 20–30 мм (10–15%). По данным самописцев “Термохрон” полный сход снежного покрова в лиственном молодняке наступает на 7–10 дней раньше, чем в темнохвойном жердняке.

**Заключение.** На западном склоне Енисейского кряжа в определенной мере проявляются “барьерно-теневые” эффекты осадконакопления, связанные с параметрами рельефа. Пространственное распределение снежного покрова на вырубках на западном склоне Енисейского кряжа определяется высотными и региональными особенностями, а также локальными проявлениями мезорельефа. Помимо региональных особенностей в снегонакоплении выявлены биотопические особенности динамики снежного покрова в связи с рубкой и последующим возобновлением древостоев.

Сопряженный анализ особенностей аккумуляции снежного покрова и сукцессионных смен на вырубках показал, что максимум снегонакопления отмечен в лиственных молодняках, минимум – в пихтовых жердняках. На формирование снежного покрова большое влияние оказывает технология лесозаготовки, в частности, особенности пространственного распределения сохраненного подроста и недорубов на свежих вырубках, а также породный состав и темпы последующего возобновления. При лесовосстановлении без смены пород, начиная со стадии жердняка, перехват твердых атмосферных осадков пологом начинает играть решающую роль в формировании снежного покрова. Мощностное распределение снежного покрова в молодняках подчиняется тем же закономерностям, которые выявлены в спелых насаждениях. Лиственные насаждения не зависят от возраста

отличаются повышенными снегоаккумулирующими функциями.

При лиственном возобновлении вырубок равномерное распределение снега и его максимальная глубина, а также быстрое и раннее таяние определяют оптимальные условия зимнего обитания мелких млекопитающих.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что пространственная вариация характеристик снежного покрова в послерубочных фитоценозах на региональном уровне зависит от орографии и возраста вырубки, на локальном уровне – от технологии рубки и породного состава формирующихся молодняков. Биотопические различия снежного покрова усиливают экологическую дифференциацию послерубочных стадий, воздействуя на параметры почвы, растительность и мелких млекопитающих.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бизюкин В.В.* Экологические последствия выборочных рубок главного пользования в светлохвойных лесах Хамар-Дабана // Экологическое влияние леса на среду. Красноярск: Изд-во ИЛиД СО АН СССР, 1977. С. 83–101.
2. *Владышевский Д.В.* Экология лесных птиц и зверей. Новосибирск: Наука, 1980. 260 с.
3. *Воронков Н.А.* О гидрологической роли лесных насаждений в связи с их структурой // Повышение устойчивости и средоохранной роли лесов. М.: ВНИИЛМ, 1983, С. 125–132.
4. *Грудинин Г.В.* Снежный покров // Геосистемы предгорий Западного Саяна. Новосибирск: Наука, 1979. С. 117–133.
5. *Кутафьев В.П.* Лесорастительное районирование Средней Сибири // Вопросы лесоведения Красноярск. 1970. Т. 1. С. 165–179.
6. *Лебедев А.В.* Водный и тепловой балансы природных комплексов // Средообразующая роль лесов бассейна оз. Байкал. Новосибирск: Наука, 1979. С. 79–136.
7. *Лебедев А.В.* Гидрологическая роль горных лесов Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. 182 с.
8. *Молчанов А.А.* Гидрологическая роль леса. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 487 с.
9. *Онучин А.А.* Снегоаккумулирующая роль открытых участков в лесных экосистемах Хамар-Дабана // Трансформация лесными экосистемами факторов окружающей среды. Красноярск: Изд-во ИЛиД СО АН СССР, 1984. С. 75–86.
10. *Онучин А.А.* Снежный покров в темнохвойных насаждениях Хамар-Дабана и зависимость снеготаяния от таксационных и биометрических показате-

- телей насаждений // Средоулучшающая роль леса. Тезисы докладов Всесоюзной научно-практ. конф. 14–16 августа 1984 г. Новосибирск. 1984. С. 134–136.
11. *Онучин А.А.* Общие закономерности снегонакопления в бореальных лесах Известия АН. Серия геогр. 2001. № 2. С. 80–86.
  12. *Онучин А.А., Борисов А.Н.* Влияние темнохвойных лесов Хамар-Дабана на формирование снежного покрова // Средообразующая роль лесных экосистем Сибири. – Красноярск: Изд-во ИЛиД СО АН СССР, 1982. С. 95–105.
  13. *Онучин А.А., Буренина Т.А.* Пространственно-временная динамика плотности снежного покрова на территории Северной Евразии // Метеорология и гидрология, 1996, № 12. С. 101–111.
  14. *Онучин А.А., Буренина Т.А.* Моделирование пространственно-временного распределения осадков // Лесные экосистемы Енисейского меридиана / Под ред. Ф.И. Плещикова – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 356 с.
  15. *Онучин А.А., Буренина Т.А.* Концептуальный подход к оценке гидрологической роли бореальных лесов / Научно-практическая конференция, посвященная 110-летию Красноярского краевого отделения РГО. Красноярск. 2011. С. 34–36.
  16. *Онучин А.А., Гапаров К.К., Михеева Н.А.* Влияние лесистости и климатических факторов на годовой сток рек Прииссыккуля // Лесоведение, 2008. № 6. С. 45–52.
  17. *Онучин А.А., Буренина Т.А., Фарбер С.К., Шишикин А.С.* Экологические последствия рубок главного пользования в Нижнем Приангарье // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Красноярского края / Под ред. И.Н. Целюка. Красноярск: Изд-во КНИИГиМС, 2007. С. 34–43.
  18. *Побединский А.В.* Водоохранная и почвозащитная роль лесов. М.: Лесн. пром-сть, 1979. 176 с.
  19. *Протопопов В.В.* Средообразующая роль темнохвойного леса. Новосибирск: Наука, 1975. 327 с.
  20. *Рахманов В.В.* Водоохранная роль лесов. М.: Лесн. пром-сть, 1962. 234 с.
  21. *Рахманов В.В.* Водорегулирующая роль лесов // Труды Гидрометцентра СССР. 1975. Вып. 153. 192 с.
  22. *Рахманов В.В.* Гидроклиматическая роль лесов. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 240 с.
  23. Руководство водно-балансовыми станциями. М.: Гидрометеиздат, 1973. 218 с.
  24. *Рутковский В.И.* Влияние лесов на накопление и таяние снега // Снег и талые воды. М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 184–205.
  25. *Сабо Е.Д.* Испарение со снежного покрова в районе Ергеней. // Снег и талые воды М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 44–51.
  26. Справочник по климату СССР. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. Вып. 21. Ч. IV. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 404 с.
  27. Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы. Вып. 21. Ч. II. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 504 с.
  28. *Формозов А.Н.* Снежный покров в жизни млекопитающих и птиц СССР. М.: Изд-во Московского ун-та, 1990. 288 с.
  29. *Onuchin A.A., Burenina T.A.* Hydrological role of the Forest in Siberia // Trends in Water Research. NOVA, 2008. P. 67–92.
  30. *Onuchin A.A., Burenina T.A.* Climatic and geographic patterns of spatial distribution of precipitation in Siberia // Environmental change in Siberia: earth observation, fields Studies and modeling. Series “Advances in Global Change Research”. 2010. V. 40. P. 193–210.

## Snow Cover on Felled Areas in Fir-Siberian Pine Forests of the Yenisey Ridge

**T. A. Burenina, A. S. Shishikin, A. A. Onuchin, A.N. Borisov**

The results of the snow survey on felled areas in fir-Siberian pine forests of the Yenisey Ridge in 2006–2011 are presented. Orographic and biotopic features of snow accumulation in these stands at the different stages of forest regeneration are considered. The snow cover depth and its reserves are determined by the altitude and topography of this region that form “barrier-shadow” effects. On the local level, characteristics of the snow cover are related to the time of the cuttings accomplished, species composition of developing young forests, and technology of carrying the cuttings.

*Dynamics of snow cover, snow depth, snow density, snow reserves, felled area, forest regeneration successions.*