

ДИНАМИКА ХАРАКТЕРИСТИК СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЛАНДШАФТАХ ТОМЬ-ЯЙСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

На основе 25-летних стационарных локально-региональных наблюдений за период с 1988 по 2012 г. проведен статистический анализ ряда важнейших характеристик снежного покрова юго-востока Томской области на примере Томь-Яйского междуречья (стационар Лучаново). Исследована динамика основных характеристик снежного покрова (высота, плотность и влагозапасы), определены коэффициенты вариации толщины, выявлены тенденции выпадения осадков зимнего периода. Установлено увеличение высоты и плотности снежного покрова в среднем за период наблюдений на всех микроландшафтах, осадков холодного периода.

Ключевые слова: снежный покров; влагозапас; микрорельеф; климат.

Снежный покров (СП) – один из важнейших факторов, оказывающих влияние на формирование ландшафтов и социально-экономическую жизнь стран, расположен в умеренных и полярных широтах в течение значительной части года. Вследствие этого СП издавна привлекает внимание исследователей: так, в России снегомерные работы проводятся с 1891 г., в США – с 1910 г. [1]. В последние годы в печати опубликовано немало работ об изменении различных характеристик СП Северной Евразии [2–6]. Это связано с проблемами глобального изменения климата и окружающей среды, которые остаются актуальным предметом научных исследований. Изменения климата и вызванные этим последствия неоднородны в пространстве и по сезонам. Часто трудно оценить, насколько и в какую сторону меняются климатические показатели, в частности, это касается и основных характеристик снежного покрова. Изменения снежного покрова могут считаться комплексным индикатором климата холодного сезона, отражающим изменения температуры, осадков, частоты оттепелей и т.д. [2–6 и др.].

В настоящее время основные характеристики снежного покрова (высота, плотность, влагозапас) территорий и бассейнов рек оцениваются по данным наземной информации гидрометеостанций и постов Росгидромета с привлечением космической информации о динамике заснеженности территории. Работы А.Н. Кренке, Д.М. Китаева и др. [5] показали, что при применении дистанционных методов исследования характеристик снежного покрова возникает проблема занижения высоты реального СП и его водного эквивалента (в.э.) – влагозапаса. Расхождение в толщине СП возрастает от 20–25 см (около 50 мм в.э.) в редкой западно-сибирской тайге, с наличием значительных болотных пространств, до 50–60 см (100–150 мм в.э.) в плотной европейской тайге.

Решение указанной проблемы, а также и других задач возможно на основе данных многолетних стационарных наблюдений за основными характеристиками СП, особенно на уровне микромасштаба на репрезентативных участках в различных ландшафтах разных природных зон.

Исходные данные. Первые стационарные наблюдения за основными характеристиками СП стали проводиться с 1936 г. на метеостанции «Томск». На основе стационарных и маршрутных данных Н.В. Рутковской [11] были построены карты среднемноголетних значе-

ний высоты, плотности и влагозапаса СП в пределах Томской области. На картах средних из наибольших за зиму значений высот и влагозапаса СП, определенных по данным снегосъемок «поле» и «лес под кронами деревьев» за 1936–1970 гг., выделено три района с высотой снежного покрова более 55 см: северо-восток, запад и юго-восток [11]. Так, на юго-востоке Томской области, куда входит и Томь-Яйское междуречье, средняя многолетняя максимальная высота СП на полевых участках составляла 51–62, на лесных – 70–84 см, запасы воды оценивались в поле (120–140 мм) и, соответственно, в лесу (в 150–190 мм). Оценки основных характеристик СП, полученные Н.В. Рутковской, можно рассматривать как базовые.

Изучение основных характеристик СП на территории стационара Лучаново (в 20 км юго-восточнее г. Томска) проводится с 1988 г. на основе ландшафтно-маршрутной снегомерной съемки в подтайге в пределах разных урочищ: поле (пашня), кедровый и березово-осиновый лес, поляны в лесу, лесополосы и др. Площадь стационара, расположенного на междуречье рек Басандайки и Томи, более 50 га. Его микрорельеф достаточно сложный: здесь развиты ровные участки, ложбины, суффозионно-просадочные депрессии, характерны склоны разной крутизны (от 1–3 до 7–13°, реже более), длины и экспозиции. Описание территории стационара Лучаново и промежуточные результаты по СП нами были ранее опубликованы в [3–7].

Для проведения снегомерных наблюдений были выбраны репрезентативные участки, отличающиеся как по рельефу, растительности, ориентации склонов по отношению к направлению господствующих ветров, крутизне склонов и их длине, так и по степени антропогенной нагрузки. Наблюдения и маршрутные снегосъемки проводились ежегодно в основном во время образования максимального влагозапаса, а также во время снеготаяния и окончательного схода снега. Для проведения снегомерных съемок были заложены опорные профили, закрепленные на местности. Профили проходят как по открытым полевым участкам (распаханным или покрытым стерней), так и по залесенным (кедровым и березово-осиновым лесом). Протяженность профилей составляет 0,5–2,0 км и более. Расстояние между точками наблюдений, в которых определялась по снегомерной рейке высота снежного покрова, принималось в зависимости от длины маршрута равным: 2,5; 5,0; 10; 20 м. Плотность снежного покрова определялась в точках на

профиле в 2–3-кратной повторности через каждые 50, 100 и 200 м в зависимости от длины маршрута.

Данные по снежному покрову, полученные за время наблюдений на стационаре Лучаново с 1988 г. и по настоящее время, согласно А.Б. Шмакину [8], относятся к периоду современного потепления, начавшемуся с 1989 г. В работе обобщены результаты исследований основных характеристик СП стационара Лучаново; проведено сравнение процессов формирования СП в различных урочищах и дан анализ параметрам кривых распределений основных характеристик СП (высота, плотность и влагозапас) в разные по снежности годы.

Результаты. Анализ 25-летних наблюдений за динамикой основных характеристик СП выявил следующие закономерности:

1. За период наблюдений многоснежными, превышающими по высоте и влагозапасам среднемноголетнее значение, были зимы 1996/97, 2006/07 и 2009/10 гг., а малоснежными – зимы 1995/96 и 2011/12 гг. Большинство

зим были среднеснежными (60%). Высота снежного покрова в среднем за многолетний период равна 59 см в кедровом лесу; для распаханых полей 53 см (склоны южной экспозиции) и 55 см (склоны северной экспозиции), а для малого полевого водосбора (южной экспозиции) – 38 см, т.е. в 1,5 раза меньше, чем в кедровом лесу.

Относительная среднеквадратическая ошибка средних многолетних значений рядов высоты и влагозапаса СП изменяется от 4 до 13%. При этом для кедрового леса, полей (северной и южной экспозиций) не превышает допустимого значения, а для малого полевого водосбора составляет 12–13%.

В разных урочищах коэффициент вариации высоты и влагозапаса СП на момент максимального снегонакопления варьирует в значительных пределах – от 0,16 до 0,35 и соответственно от 0,19 до 0,32 соответственно (табл. 1). Среднеквадратическая ошибка коэффициента вариации высот и влагозапаса в различных урочищах колеблется от 2 до 10%.

Таблица 1

Основные параметры кривых распределений характеристик снежного покрова в разных экосистемах ст. Лучаново (1988–2012 гг.)

Репрезентативные участки	Высота		Плотность		Влагозапас	
	$H_{\text{ср}}$, см	C_v	$\rho_{\text{ср}}$, г/см ³	C_v	$S_{\text{ср}}$, мм	C_v
Кедровый лес	59	0,16	0,21	0,07	123	0,19
Южный склон (пашня)	53	0,26	0,26	0,11	137	0,27
Северный склон (пашня)	55	0,31	0,26	0,11	146	0,32
Ложбина на склоне южной экспозиции (пашня)	38	0,35	0,27	0,09	99	0,32

2. Плотность СП также различается: среднее многолетнее значение в кедровом лесу составило 0,21 г/см³, а на пашне – 0,26–0,27 г/см³; коэффициент вариации плотности СП во всех урочищах незначителен и колеблется от 0,07 до 0,11 (табл. 1).

3. На рис. 1 приведены графики динамики высоты снега в кедровом массиве и на южном склоне распаханной ложбины по годам. На южном склоне пашни высота СП варьирует в значительных пределах от 18 см (1996 г.) до 67 см (2010 г.) при средней многолетней высоте в 38 см.

4. Наибольшие вариации высоты СП на дату максимального влагозапаса за весь период наблюдений отмечены на репрезентативных участках склона южной экспозиции: от минимальной высоты 0 (1990, 1991, 1992, 1996 гг.) до 211 см (1998 г.) при средней многолетней высоте в 53 см. В кедровом лесу минимальная высота СП, равная 27 см, наблюдалась в 2012 г., что примерно в 2,2 раза меньше средней многолетней, а максимальная высота, равная 72 см, – в 1997 г., что примерно в 1,2 раза больше средней многолетней, равной 59 см.

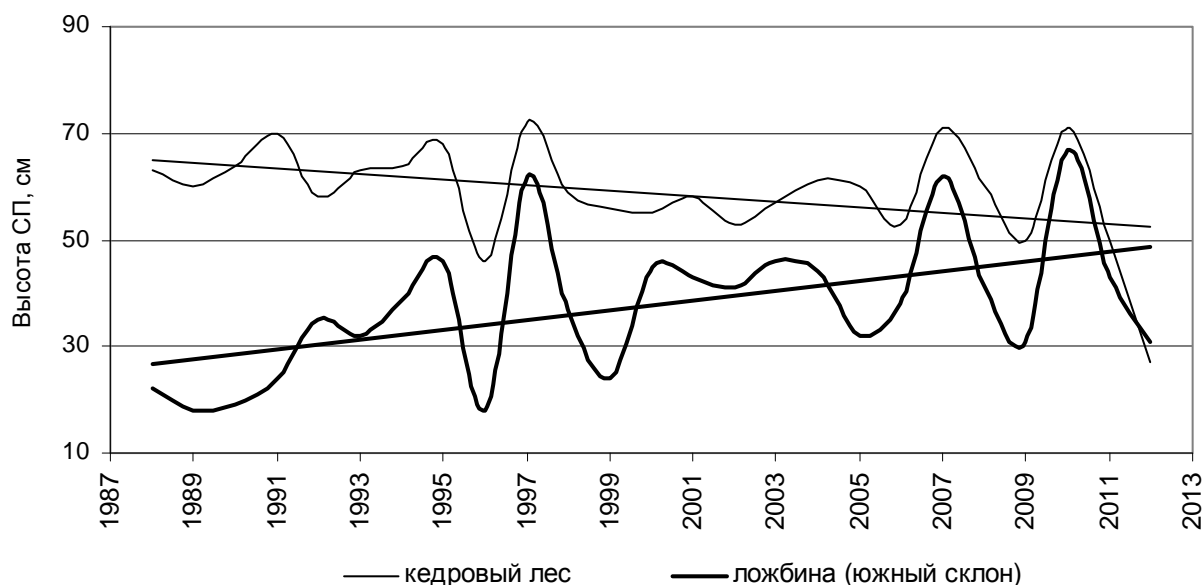


Рис. 1. Динамика высоты снежного покрова за 1988–2012 гг. в кедровом лесу и распаханной ложбине (южный склон) ст. Лучаново

Наименьшие значения высот СП в период максимального снегонакопления отмечались на полевом водосборе, расположенном на южном склоне. Здесь средняя многолетняя высота снежного покрова составила 38 см, наибольшая мощность СП – 67 см – наблюдалась в многоснежную зиму 2010 г., что на 176% больше средней многолетней, а минимальная толщина (18 см) – в малоснежную зиму 1995–1996 гг. При сравнении данных по высоте СП северного и южного склонов (табл. 1) в 70% случаев отмечается, что на северном склоне толщина СП выше, чем на южном.

5. Существенны изменения в значениях коэффициентов вариации высот снежного покрова по основным

профилям. Среднее многолетнее значение коэффициента вариации высоты СП в кедровом лесу равно 0,14, что в 3,6–4,9 раза меньше коэффициентов изменчивости высоты на полевых участках с разной экспозицией склона. Для полевых участков наблюдается явная закономерность в динамике коэффициента вариации СП: в малоснежные зимы коэффициенты вариации в 1,5–2,0 раза превышают таковые в многоснежные зимы (табл. 2). Для однородной в физико-географическом отношении территории разница в мощности СП северного и южного склонов связана как с экспозицией склона, так и с метелевым переносом снежных масс, характером микрорельефа и сменой агрофона в разные годы.

Таблица 2

Коэффициенты вариации высот снежного покрова в разных урочищах ст. Лучаново за 1990–2000 гг.

Год	Коэффициент вариации в урочищах			
	Кедровый лес	Южный склон (пашня)	Северный склон (пашня)	Ложбина на склоне южной экспозиции (пашня)
1990	0,22	0,81	0,50	1,21
1991	0,17	0,91	0,56	1,33
1992	0,15	0,72	0,48	0,82
1993	0,18	0,62	0,51	0,73
1994	0,13	0,43	0,54	0,83
1995	0,10	0,55	0,54	0,67
1996	0,19	0,91	0,67	0,95
1997	0,15	0,42	0,44	0,57
1998	0,09	0,79	0,42	1,08
1999	0,07	0,70	0,43	0,82
2000	0,11	0,57	0,42	0,67
Среднее многолетнее	0,14	0,68	0,50	0,88

Одной из основных причин неравномерного залегания снежного покрова является метелевый перенос – горизонтальное перемещение рыхлого снега ветром с образованием надувов и сугробов. Наши исследования показывают, что для начала переноса снега критическими являются скорости ветра в диапазоне 3–6 м/с на высоте 20 см от его поверхности. На Томь-Яйском междуречье средние скорости ветра за зиму варьируют от 2 до 9 м/с, а на открытых полевых участках (в том числе и в районе стационара Лучаново) повторяемость скоростей ветра 6 м/с и более достигает 57%. В открытом поле (на пашне) на высоте 1 м над поверхностью снега порывы ветра здесь нередко достигают 15–23 м/с. С учетом того, что среднее число дней с метелью за период с октября по апрель здесь достигает 80 дней, а их суммарная продолжительность превышает 670 ч, можно полагать, что горизонтальный перенос снега в формировании его снеготопливого запаса может иметь весьма существенное значение. Неравномерность накопления снега в зависимости от микрорельефа местности и характера ее поверхности находит отражение в высоте снегового покрова [3].

Различия в высотах СП разных урочищ зависят во многом от условий поступления твердых осадков и метелевого переноса снега, от мезо- и микрорельефа поверхности, от наличия растительности на изучаемой территории (как механического барьера), агрофона открытых участков, испарения со снега в переходные (осенний и весенний) сезоны года. Наибольшее накопление снега наблюдается в различных понижениях на полевых участках, а особенно в переходной зоне «поле – лес» и у густых лесополос (до 2–2,5 м), что, естественно, сказывается на средней высоте (Н) и коэффициенте вариации (C_v) снеж-

ного покрова на опорных профилях в разных урочищах. Динамика плотности снежного покрова за 1988–2012 гг. представлена на рис. 2.

Плотность СП на поле также выше, чем в кедровом лесу, и варьирует от 0,22 до 0,31 г/см³. Наибольшие значения плотности снега характерны для возвышенных мест на поле (пашня), где наблюдается наименьшая толщина СП в конце зимы, за счет значительного уплотнения снега в результате влияния метелевого переноса и единичных оттепелей. В разрезе снежной толщи СП в отдельные годы наблюдаются до 2–3 ледяных прослоек, слой воды в которых составляет от 5 до 15 мм.

На основе статистической обработки полевых материалов ландшафтных маршрутных снеготопливых проб были получены оценки параметров кривых обеспеченности СП для разных урочищ (табл. 3). Различия в высотах и плотностях сказываются и на влагозапасах СП (рис. 3). Так, в ложбине (склон южной экспозиции) запасы влаги в снеге изменялись от 10 (1999 г.) до 161 мм (2010 г.) при среднем многолетнем значении в 99 мм. В кедровом лесу колебание влагозапасов составило от 51 (2012 г.) до 156 мм (2007 г.) Значения коэффициентов вариации рядов влагозапасов колеблются от 0,16 до 0,35.

Основные характеристики снежного покрова в разных урочищах стационара Лучаново приведены в табл. 3. Наименьшая изменчивость СП характерна для кедрового леса и составляет 0,16, а наибольшие колебания в снегонакоплении наблюдаются в ложбине (0,35), расположенной на склоне южной экспозиции.

В табл. 4 приведены оценки основных характеристик снежного покрова в различные по снежности годы.

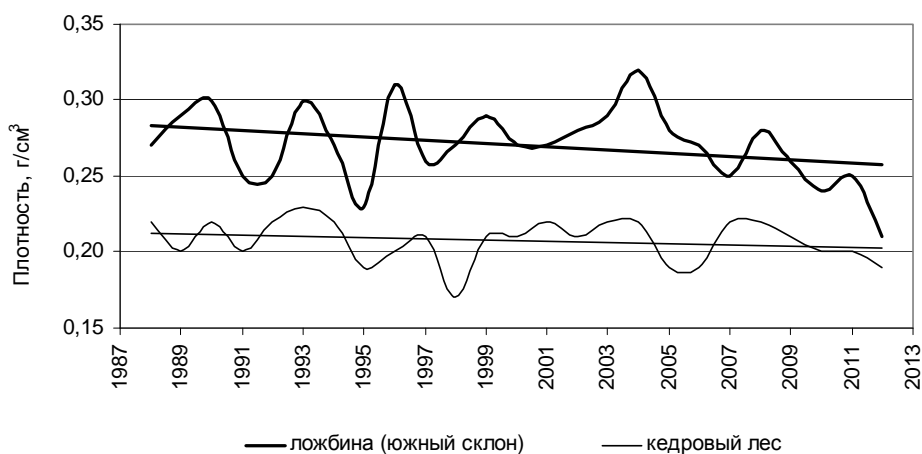


Рис. 2. Динамика плотности снежного покрова за 1988–2012 гг. в кедровом лесу и распаханной ложбине (южный склон) ст. Лучаново

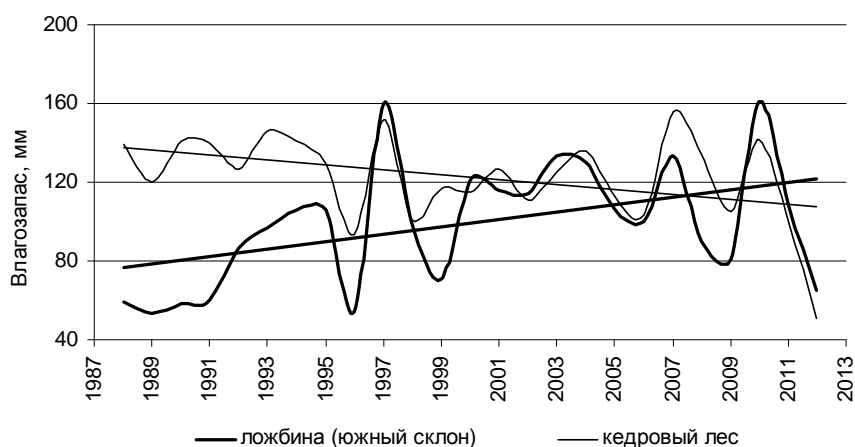


Рис. 3. Динамика влагозапаса в снежном покрове за 1988–2012 гг. в кедровом лесу и распаханной ложбине (южный склон) ст. Лучаново

Таблица 3

Основные оценки параметров кривых распределений характеристик снежного покрова в разных урочищах ст. Лучаново, определенных за 1988–2012 гг.

Репрезентативный участок	Высота снежного покрова, см					Плотность, г/см ³	Влагозапас, мм		
	H _{min}	H _{max}	H _{ср}	C _v	Cs/C _v		ρ _{ср}	S _{min}	S _{max}
Кедровый лес	27	72	59	0,16	2,0	0,21	51	156	123
Южный склон (пашня)	26	82	53	0,26	1,5	0,26	61	194	137
Северный склон (пашня)	21	86	55	0,31	2,0	0,26	54	205	146
Ложбина на склоне южной экспозиции (пашня)	18	67	38	0,35	1,5	0,27	53	161	99

Таблица 4

Основные характеристики СП и оценки параметров кривых распределений за характерные по снежности годы в разных урочищах ст. Лучаново за 1988–2012 гг.

Урочище	H _{ср} , см	C _v	ρ, г/см ³	S _{ср} , мм
Многоснежная зима 2009/10 г.				
Кедровый лес	71	0,13	0,20	142
Полевой склон южной экспозиции (пашня)	82	0,38	0,24	191
Полевой склон северной экспозиции (пашня)	86	0,31	0,24	205
Ложбина на склоне южной экспозиции (пашня)	67	0,37	0,24	161
Малоснежная зима 2011/12 г.				
Кедровый лес	27	0,18	0,19	51
Полевой склон южной экспозиции (пашня)	31	0,36	0,21	67
Полевой склон северной экспозиции (пашня)	32	0,49	0,21	67
Ложбина на склоне южной экспозиции (пашня)	31	0,34	0,21	65
Среднеснежная зима 1992/93 г.				
Кедровый лес	63	0,18	0,23	146
Полевой склон южной экспозиции (пашня)	55	0,62	0,30	164
Полевой склон северной экспозиции (пашня)	54	0,51	0,30	162
Ложбина на склоне южной экспозиции (пашня)	32	0,73	0,30	97

На полях (склонах северной и южной экспозиций) запасы влаги в снеге изменяются от 51 (2012 г.) до 205 мм (2010 г.) при среднем многолетнем 137 и 146 мм соответственно. Значения коэффициентов вариации колеблются в диапазоне от 0,31 до 0,62 при среднем многолетнем 0,26 и 0,31 соответственно. Формирование СП и его сход в разных урочищах весной происходит одновременно: вначале СП сходит на склонах южной экспозиции, затем – северных, позднее – в депрессиях и у лесополос, и лишь потом в кедровом лесу.

Ошибка расчета коэффициента вариации влагозапасов по различным урочищам колеблется в пределах от 4 до 12%. Среднеквадратические ошибки среднего влагозапаса по маршруту зависят от коэффициента изменчивости и длины профиля, которые, в свою очередь, учитывают характер подстилающей поверхности и метеоловой перенос. При этом для кедрового леса и полей

(склонов северной и южной экспозиций) она не превышает допустимого значения 2–10%, а для ложбин (южный склон) – 13%.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. За последние 25 лет до 60% случаев отмечались зимы, когда высота и влагозапас СП превышали среднемноголетние, т.е. наблюдается тенденция увеличения осадков в холодный период года. Наши выводы согласуются с исследованиями других авторов. Так, Н.К. Барашкова и др. [12] отмечают, что в последние десятилетия наблюдается тенденция к установлению на территории Томской области более теплого климата с большим количеством осадков в холодный период года. Ближайшей метеостанцией от стационара Лучаново является метеостанция «Томск», для которой, по мнению названных авторов, является характерным увеличение осадков в холодное полугодие (табл. 5).

Таблица 5
Тенденции изменения среднемесячной температура воздуха ($T, ^\circ/10$ лет) и месячных сумм осадков ($X, мм/10$ лет) в холодный период по данным метеостанции «Томск» за последние 40 лет (1970–2009 гг.) [12]

Станция «Томск»	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Октябрь–апрель
$T, ^\circ/10$ лет	0,3	0,1	0,3	0,2	1,6	1,0	0,0	0,5
$X, мм/10$ лет	2,6	-1,4	6	0,2	2,6	2,5	2,1	14,5

2. Сравнительный анализ данных снегосъемок за период 1935/36–1967/70 гг. [11] и авторов данной статьи показывает увеличение средней плотности СП на полевых участках от 0,22–0,24 г/см³ по Н.В. Рутковской до 0,26–0,27 г/см³ по нашим исследованиям. Это, по-видимому, связано со следующими факторами: увеличением распаханности территории, усилением ветровой деятельности и участвующими оттепелями в условиях меняющегося климата. Наибольшая плотность снега характерна для полевых участков, расположенных на южных склонах, и составляет 0,31 г/см³.

3. Средние многолетние величины влагозапасов на полевых участках имеют один порядок: 120–140 мм, по [11], и 100–146 мм – по нашим данным. Сравнение характеристик СП на лесных участках с данными [11] затруднено вследствие того, что в лесах разного породного состава высота СП различна. Так, Г.Е. Пашнева и др. [13] установили, что за период с 1977 по 1985 г. на Томь-Яйском междуречье высота СП в кедровом лесу составила 55±10 см, а в березово-осиновом она была на 15–25 см больше.

Наблюдения С.А. Николаевой и А.Н. Панова [14] за СП под пологом лиственно-сосновых сообществ на Обь-Томском междуречье в 12 км к западу от г. Томска

в течение 2002–2012 гг. также показали колебания толщины СП по годам. По данным авторов, за девять лет наблюдений многоснежными были зимы в 2003/04, 2006/07, 2009/10 гг. и одна малоснежная – в 2011/12 г., а остальные – среднеснежными.

Авторы работы [14] отмечают, что высота и плотность СП в большей степени зависят от характера микрорельефа, состава древесного яруса и подроста. В понижениях рельефа в березняках снега накапливается больше, плотность его составляет 0,20–0,22 г/см³; на ровных участках в сосняках (черничный и разнотравный) снега накапливается меньше и плотность его ниже – 0,19 г/см³.

Высота СП под пологом сосняка (черничного, разнотравного) на примере ряда лет варьирует от 35 (2012 г.) до 80 см (2004 г.)

4. Сравнение наших наблюдений с результатами исследований К.Н. Дьяконова и А.Н. Иванова [2] в ландшафтах Центральной Мещеры (табл. 6) показали, что средняя высота СП в хвойном лесу южной тайги Западно-Сибирской равнины в пределах Томской области выше, средняя плотность – ниже, а запасы влаги в снежном покрове – также выше.

Средние многолетние характеристики снежного покрова

Таблица 6

Краткое название ПТК	Высота, см	Коэффициент вариации	Плотность, г/см ³	Влагозапас, мм
Пологий склон ельник-черничник, зеленомошник [2]	35,8	0,29	0,24	85
Вершинная поверхность, сосняк орляково-зеленомошный [2]	43,4	0,27	0,24	79
Томская обл., кедровый лес на пологом склоне [в данной работе]	59,0	0,16	0,21	123

5. Методом тренд-анализа исследована динамика основных характеристик СП. Проверка рядов на наличие тренда показала, что высота СП в урочище ложбины (южный склон) имеет положительную тенденцию, а для кедрового леса – отрицательную.

В плотности СП для урочищ кедрового леса и распаханной ложбины (южный склон) имеет место отрицательный тренд, а в рядах плотности других урочищ тренд не обнаружен. Только в рядах влагозапаса урочищ пашни (южный склон) наблюдается положительная

ная динамика роста, а для других урочищ нет проявления тренда.

Полученные результаты имеют важное научное и практическое значение, в частности для оценки прогноза весеннего половодья на средних и малых

реках, анализа развития водной эрозии почв, расчета стока твердых наносов, устойчивости и изменчивости функционирования ландшафтов, поскольку СП играет важную роль в механизме их развития и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Снег* : справочник / пер. с англ. Л. : Гидрометеиздат, 1986. 752 с.
2. Дьяконов К.Н., Иванов А.Н. Пространственно-временная изменчивость характеристик снежного покрова в ландшафтах Центральной Мещеры // Вестник МГУ. Сер. 5. География. 1993. № 6. С. 43–51.
3. Евсеева Н.С., Петров А.И. Роль снега в развитии водной эрозии почв на Томь-Яйском междуречье // Проблемы геологии Сибири. Томск, 1996. Т. 2. С. 299.
4. Евсеева Н.С., Петров А.И., Пашиева Г.Е. Изучение залегания снежного покрова в подтайге Западно-Сибирской равнины на уровне микро-масштаба // География и природные ресурсы. 1996. № 3. С. 70–73.
5. Кренке А.Н., Китаев Д.М., Турков Д.В. Изменения снежного покрова и их климатическая роль // Криосфера Земли. 1997. Т. 1. С. 39–46.
6. Инишева Л.И., Петров А.И., Инишев Н.Г. и др. Закономерности снегонакопления на олиготрофных болотах (на примере Западной Сибири // Мелиорация и водное хозяйство XXI века. Наука и образование : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. Горки : БГСХА, 2010. С. 88–96.
7. Петров А.И., Евсеева Н.С. Некоторые итоги стационарных наблюдений за снежным покровом в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины // Материалы Всероссийской научной конференции «Проблемы географии на рубеже XXI века». Томск : Изд-во Том. ун-та, 2000. С. 143–145.
8. Шмакин А.Б. Климатические характеристики снежного покрова Северной Евразии и их изменения в последние десятилетия // Лед и снег. 2010. № 1(109). С. 43–57.
9. Голубев В.Н., Петрушина М.Н., Фролов Д.М. Закономерности формирования стратиграфии снежного покрова // Лед и снег. 2010. № 1(109). С. 58–72.
10. Кренке А.Н., Черенкова Е.А., Чернавская М.М. Устойчивость залегания снежного покрова на территории России в связи с изменениями климата // Лед и снег. 2012. № 1(117). С. 29–37.
11. Рутковская Н.В. География Томской области: сезонно-агроклиматические ресурсы. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1984. 158 с.
12. Барашкова Н.К., Волкова М.А., Кужевская И.В. Оценка современной климатической составляющей хозяйственного комплекса Томской области в холодный период года // Вестник Томского университета. 2011. № 351. С. 163–168.
13. Пашиева Г.Е., Печень-Песенко О.Э. Влияние снежного покрова на гидротермический режим почв юга Томской области // Ледники и климат Сибири. Томск, 1987. С. 162–165.
14. Николаева С.А., Панов А.Н. Структура снежного покрова под пологом лиственно-сосновых сообществ на Обь-Томском междуречье // Климатология и гляциология Сибири. Томск, 2012. С. 177–179.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 18 марта 2013 г.