

Характеристика снежного покрова лесостепи Предбайкалья

© 2012 г. Е.В. Максютова

Институт географии имени В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск

emaksyutova@irigs.irk.ru

Статья принята к печати 18 марта 2011 г.

Максимальная плотность, продолжительность залегания снежного покрова, снегозапасы, тенденции многолетних изменений, толщина снега.

Duration of snow cover, maximum density, snow depth, snow storage, tendencies of the long-term changes.

Определены статистические параметры и тенденции многолетних изменений характеристик снежного покрова лесостепи Предбайкалья. Используются материалы наблюдений метеостанций, полученные с помощью постоянных реек и снегомерных съёмок в поле и в лесу в 1961–2000 гг. Установлено, что продолжительность залегания снежного покрова уменьшается, а толщина снега увеличивается. В полевых условиях, при незначительных изменениях толщины снега отмечается локальный эффект снижения снегозапасов. Максимальные скорости уменьшения толщины снежного покрова и снегозапасов характерны для лесных массивов. Максимальная плотность снежного покрова уменьшается и в поле, и в лесу.

Введение

В настоящее время даны различные оценки изменения окружающей среды и климата [3, 7 и др.]. В глобальном плане, особенно на территории России, значительно увеличивается приземная температура воздуха, изменяются и другие климатические показатели. Наиболее интенсивное потепление началось после 1976 г. При исследовании изменений природной среды первостепенное значение имеют вопросы состояния снежного покрова, который представляет собой важное звено во взаимодействии климатических, гидрологических и гляциологических процессов. Анализ изменений параметров снежного покрова Северной Евразии за различные периоды, включая 2006 г., посвящено достаточно много работ [1, 11–13, 15 и др.]. Отмечается уменьшение площади снежного покрова вместе с ростом снегозапасов в целом для субконтинента.

В работе [14] на основе данных ежедневных наблюдений по постоянным рейкам на 450 станциях России за 1951–2006 гг. рассмотрены тенденции изменений продолжительности залегания и толщины снежного покрова. На территориях основных зернопроизводящих районов бывшего СССР в течение 1891–1992 гг. толщина снежного покрова уменьшалась повсеместно, но более отчётливо – в европейской части [5]. Оценка изменений снежного покрова важна не только для диагностики изменения климата региона, но и для решения многих практических задач, связанных с сельским хозяйством, транспортом, строительством и т.д. Снег, предохраняя почву от выхолаживания и резких температурных колебаний в зимнее время, служит

одним из основных источников влаги в почве, особенно для малоснежных районов. Время установления снежного покрова, промерзание грунтов, температурные профили почвы в значительной степени зависят от толщины, продолжительности залегания и характера распределения снежного покрова. Определение снегозапасов к началу весеннего снеготаяния необходимо для прогнозов весеннего половодья, наводнений, норм весеннего стока. Величина плотности входит в строительные расчёты при определении снеговых нагрузок на сооружения, а также используется при эксплуатации техники в современных дорожных технологиях.

Постановка проблемы

Исследования велись в Приангарском и Иркутско-Черемховском районах островных лесостепей предгорных впадин Алтае-Саянской высокогорно-таёжной, подгорно-лесостепной и горно-котловинной области с развитым земледельческо-скотоводческим, лесным хозяйством и промышленностью [8]. Основной фактор, определяющий климатические условия зимнего периода данной территории, – развитие области высокого давления. Сибирский антициклон начинает формироваться в сентябре и действует весь холодный период года. По климатической классификации А.А. Григорьева и М.И. Будыко, на рассматриваемой территории зима умеренно суровая и малоснежная; средняя температура в январе выше -30°C , а максимальная толщина снежного покрова составляет менее 50 см.

Максимальное количество осадков в холодный период года в пределах лесостепи Предбайкалья

характерно для западных районов (метеостанции Тайшет и Тулун) и постепенно уменьшается в направлении степных районов (метеостанции Бохан, Байандай, Усть-Ордынский). Согласно средним многолетним данным, на исследуемой территории твёрдые осадки наблюдаются с октября по апрель, причём доля снега в годовых осадках (300–400 мм) составляет 16–27% [6]. В холодный период года из-за преобладания антициклонической погоды скорость ветра небольшая, в декабре–феврале часто отмечаются штили.

В Предбайкалье средняя годовая температура воздуха повышается с 1960-х годов. Положительный региональный тренд составляет 0,2–0,6 °С/10 лет [2]. Именно поэтому анализ возможных изменений характеристик снежного покрова, который служит одним из параметров единой климатической системы, имеет научную и практическую значимость для заселённых, а также промышленных и используемых в сельском хозяйстве территорий. Цель работы – на основе статистического анализа материалов наблюдений метеостанций с помощью постоянных реек и снегомерных съёмок лесостепи Предбайкалья за период 1961–2000 гг. установить тенденции изменения характеристик снежного покрова.

Методика исследований

Снежный покров отличается значительной изменчивостью и во времени, и в пространстве. Методика наблюдений за ним имеет свои особенности. Сейчас на метеостанциях регулярные наблюдения за снежным покровом ведутся ежедневно по стационарно установленным (постоянным) рейкам и один раз в декаду с помощью маршрутных снегомерных съёмок. Главные элементы ландшафта, где проводятся снегомерные наблюдения, – поле и лес. Исходными данными по снежному покрову служили многолетние материалы наблюдений Иркутского управления гидрометеорологической службы на 14 метеостанциях по постоянным рейкам в период 1961–2000 гг. Используются также результаты снегомерных съёмок: в поле – в этот же период в окрестностях десяти станций; в лесу – за 1965–2000 гг. в окрестностях пяти станций, имеющих в программе наблюдений эти маршруты [4, 9]. На метеостанциях места установки реек могли быть как защищёнными от воздействия ветра, так и открытыми.

Выбор периода был обусловлен рекомендованным ВМО стандартным 30-летием (1961–1990 гг.) и продолжен до 2000 г.; последнее объясняется доступностью метеорологической информации и наиболее полными рядами наблюдений с минимальным числом пропусков – 3–10%. По каждой

исследуемой характеристике при длине ряда 40 лет пропуски не превышали 1–4 года; из анализа эти годы исключали. При длине ряда 35 лет (результаты снегомерных съёмок в лесу) пропуски также не превышали 1–4 года, что позволяет считать его действительно многолетним.

Анализировались величины, полученные путём осреднения максимальных декадных значений за каждый год независимо от того, на какой месяц и декаду этот максимум приходится. Для решения многих практических задач интересна средняя наибольшая декадная толщина снежного покрова (далее – толщина снежного покрова), наблюдения за которой ведут с помощью постоянных реек и на основе снегомерных съёмок. Мы использовали также среднюю наибольшую плотность (далее – максимальная плотность) снежного покрова, которая позволяет установить величину снегозапаса к моменту весеннего снеготаяния. Кроме того, рассматривался средний наибольший снегозапас по данным снегомерных съёмок на последний день декады (далее – снегозапас), от которого зависят сток воды, запасы влаги в почве и другие параметры. Учитывались также даты образования и разрушения устойчивого снежного покрова и число дней со снежным покровом, которые наблюдаются на метеостанциях. Под устойчивым снежным покровом понимается снежный покров, который непрерывно удерживается в течение зимы или с перерывами не более трёх дней подряд в течение месяца. День со снежным покровом отмечается, когда более половины видимой окрестности метеостанции покрыто снегом, причём независимо от того, было его залегание устойчивым или нет. Эта характеристика использовалась в работе в качестве продолжительности залегания снежного покрова.

Значения характеристик снежного покрова каждой отдельной станции можно рассматривать как случайные, поскольку формирование снежного покрова определяется многими независимыми факторами. Поэтому при анализе пространственно-временной изменчивости характеристик снежного покрова использовались методы математической статистики. Были вычислены: средняя арифметическая x_{cp} ; минимальные $x_{мин}$ и максимальные значения $x_{макс}$; A – амплитуда колебаний; среднее квадратическое отклонение σ . Для сравнения изменчивости применялся коэффициент вариации C_v . Тенденции изменения характеристик снежного покрова оценивались на основе линейной регрессии (тренда). Коэффициент регрессии b характеризует скорость изменения исследуемой величины, определённой за 10 лет, параметр R^2 – достоверность аппроксимации тренда, выражает вклад тренда в дисперсию исходного процесса.

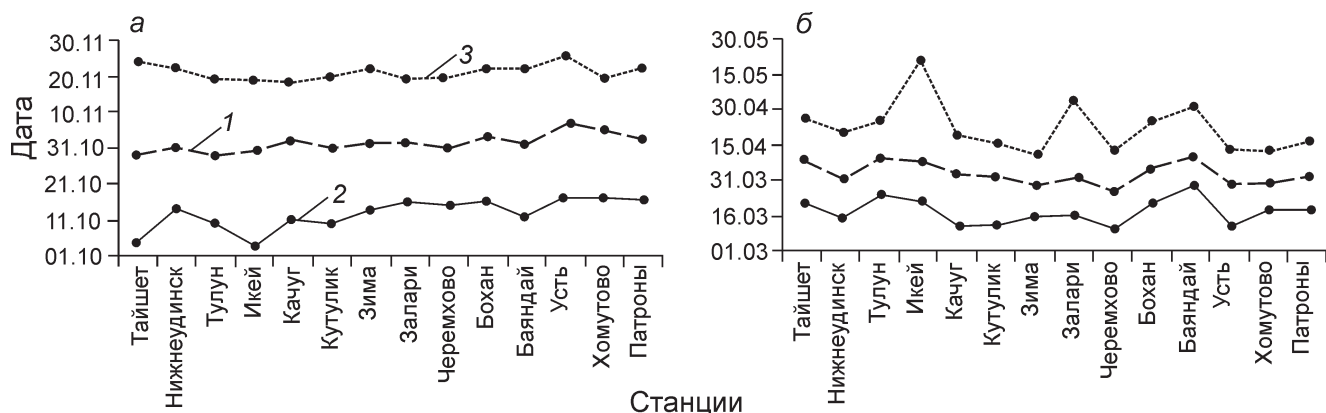


Рис. 1. Даты образования (а) и разрушения (б) устойчивого снежного покрова по данным наблюдений на метеостанциях за 1961–2000 гг.:

1 – средняя; 2 – самая ранняя; 3 – самая поздняя

Fig. 1. Date of formation (a) and destruction (б) sustained snow cover observed in meteorological stations for the period 1961–2000: 1 – average; 2 – at the earliest; 3 – at the latest

Статистическая значимость тренда оценивается путём проверки статистической нулевой гипотезы об отсутствии различий между регрессионной моделью и экспериментальными данными с 95%-м доверительным интервалом.

Результаты исследований

За период с 1961 по 2000 гг. средние даты образования устойчивого снежного покрова соответствуют последней декаде октября – первой декаде ноября, а разрушения – последней декаде марта – второй декаде апреля (рис. 1). Наиболее поздно, к концу первой декады ноября, устанавливается устойчивый снежный покров в степных районах (Усть-Ордынский). На территории лесостепи Предбайкалья устойчивый снежный покров образуется в среднем за девять дней, а разрушается в течение 15 дней. Сроки образования и разрушения устойчивого снежного покрова из года в год сильно колеблются. Если зима ранняя, то снежный покров может образоваться в первой – второй декаде октября, если поздняя, то во второй – третьей декаде ноября. Самые ранние сроки разрушения наблюдались во второй – третьей декаде марта, самые поздние – во второй декаде апреля – третьей декаде мая. Из рис. 1 видно, что, как правило, для крайних сроков амплитуда больше, чем для средних. В отдельные годы колебания крайних дат могут быть до месяца в сторону опережения и до 40 дней в сторону запаздывания.

По сравнению с периодом 1891–1965 гг. [10] в 1961–2000 гг. отмечается более раннее образование (до пяти дней) и более раннее разрушение (до девяти дней) устойчивого снежного покрова. В зависимости от характера циркуляционных

процессов, количества выпадающих осадков и повторяемости оттепелей продолжительность залегания снежного покрова различна (табл. 1). Максимальное число дней со снежным покровом наблюдается в западных районах (Тайшет), минимальное – в центральной части (Усть-Ордынский). В отдельные зимы этот параметр может быть заметно выше или ниже среднего многолетнего. Амплитуда колебаний составляет от 40 дней (Залари) до 68 дней (Кутулик). Изменчивость числа дней со снежным покровом характеризуется стандартным отклонением 9–12 дней и небольшими коэффициентами вариации.

При уменьшении на большинстве станций числа дней со снежным покровом наиболее заметное изменение (от 3 до 6 дней/10 лет при вкладе тренда 0,07–0,39) наблюдается на двух метеостанциях – Баяндай и Качуг, что отражает потепление в холодный период года. Изменение числа дней со снежным покровом, а также сроки установления снежного покрова в той или иной мере влияют на другие природные процессы, в частности на продолжительность вегетационного периода. В малоснежные зимы устойчивый снежный покров обычно разрушается раньше. В результате в почве не накапливается достаточное количество влаги и возникают засухи.

В лесостепных районах распределение снежного покрова неравномерное. Под воздействием ветра с открытых участков снег сносится, на подветренных же склонах и в понижениях он накапливается. На исследуемой территории толщина снежного покрова нарастает в течение зимы постепенно и достигает своего максимума в феврале и марте, затем начинается её снижение. По данным

Таблица 1. Статистические характеристики и оценки линейных трендов продолжительности залегания снежного покрова (число дней с покрытием снегом более 50% территории вокруг метеостанции) за 1961–2000 гг.*

Метеостанция	Статистические характеристики						Оценки линейных трендов	
	$x_{\text{ср}}$	$x_{\text{мин}}$	$x_{\text{макс}}$	A	σ	Cv	b , дни/10 лет	R^2
<i>Открытая установка реек</i>								
Тайшет	176	152	199	47	11	0,06	–1,3	0,02
Нижнеудинск	166	146	187	41	11	0,07	–1,2	0,02
Тулун	175	149	196	47	12	0,07	–2,1	0,05
Качуг	161	123	184	61	12	0,07	–6,3	0,39
Кутулик	167	123	191	68	13	0,08	–1,3	0,01
Зима	161	136	188	52	11	0,07	–1,7	0,03
Черемхово	164	137	181	44	10	0,06	–1,4	0,03
Баяндай	173	157	198	41	11	0,06	–2,5	0,07
Усть-Ордынский	154	131	185	54	13	0,09	–2,4	0,05
Хомутово	158	135	182	47	12	0,07	–0,06	$4 \cdot 10^{-5}$
<i>Закрытая установка реек</i>								
Икей	172	147	195	48	10	0,06	–0,4	0,002
Залари	162	144	184	40	9	0,06	0,7	0,008
Бохан	162	133	181	48	11	0,07	–0,5	0,003
Патроны	162	140	182	42	10	0,06	–0,09	$1 \cdot 10^{-4}$

*Жирным шрифтом в таблицах 1–4 выделены значимые коэффициенты регрессии.

наблюдений на метеостанциях с помощью постоянных реек, толщина снежного покрова на открытых участках – 16–29 см, на защищённых – 25–32 см при амплитуде соответственно 27–48 и 31–41 см (табл. 2).

По сравнению с измерениями толщины снежного покрова по постоянным рейкам, данные которых в основном приурочены к населённым пунктам, снегомерные съёмки проводятся при полевых и лесных маршрутах и дают более сопоставимые с ландшафтно-географической точки зрения результаты. Толщина снежного покрова в лесу больше, чем в поле. Амплитуды колебаний составляют 22–53 см в лесу и 22–44 см в поле.

Расчёты среднеквадратического отклонения по данным постоянных реек и снегомерных съёмок показали, что на рассматриваемой территории значение этого параметра для толщины снежного покрова изменяется в пределах 5–12 см. Коэффициенты вариации по данным постоянных реек на открытых участках больше аналогичных коэффициентов для защищённых участков, а также коэффициентов, рассчитанных по данным снегомерных съёмок (см. табл. 2). В поле и на защищённых участках наблюдений по постоянным рейкам коэффициенты вариации сравнимы между собой. Для леса, за счёт более равномерного залегания снежного покрова, про-

странственная изменчивость снегонакопления составляет всего 0,18–0,29.

На большинстве станций отмечается увеличение толщины снежного покрова, измеренного с помощью постоянной рейки. Скорость статистически значимых изменений этого параметра на некоторых станциях составляет 2–6 см/10 лет при вкладе тренда в дисперсию исходного процесса 0,08–0,41. В поле заметных изменений толщины снега не установлено: коэффициенты регрессии имеют разнонаправленную тенденцию, незначительны по величине и не относятся к статистически значимым. В лесу на большинстве из станций отмечается уменьшение толщины снега, при этом наибольшие скорости уменьшения (3 см/10 лет) вполне значимы. Вклады трендов в дисперсию ряда малы и составляют 0,08–0,09 (см. табл. 2).

В пределах изучаемой территории толщина снежного покрова на ландшафтных маршрутах больше толщины снега по постоянным рейкам как для открытой установки, так и для защищённой (рис. 2). Влияние ветра приводит к тому, что по постоянным рейкам толщина снега на защищённых участках больше толщины снега на открытых участках в соотношении 1,0–1,3. Толщина снега в поле и на защищённых участках установки постоянных реек метеостанций сравнима и представляет

Таблица 2. Статистические характеристики и оценки линейных трендов толщины снежного покрова по постоянной рейке и снегомерным съёмкам за 1961–2000 гг.

Метеостанция	Статистические характеристики						Оценки линейных трендов	
	$x_{\text{ср}}$	$x_{\text{мин}}$	$x_{\text{макс}}$	A	σ	Cv	b , см/10 лет	R^2
<i>Постоянная рейка, открытая установка</i>								
Тайшет	28	12	44	32	8	0,29	–0,7	0,001
Нижнеудинск	20	8	36	28	7	0,33	2,1	0,14
Тулун	28	11	46	35	9	0,30	–0,4	0,003
Качуг	19	8	37	29	6	0,34	0,9	0,03
Кутулик	29	9	50	41	11	0,37	6,1	0,41
Зима	29	13	48	35	8	0,27	2,1	0,09
Черемхово	28	8	56	48	12	0,42	0,9	0,01
Баяндай	20	10	37	27	6	0,28	1,5	0,09
Усть-Ордынский	16	2	29	27	6	0,36	0,6	0,13
Хомутово	18	5	35	30	7	0,41	0,1	$4 \cdot 10^{-4}$
<i>Постоянная рейка, защищённая установка</i>								
Икей	30	15	52	37	9	0,28	3,4	0,23
Залари	27	11	52	41	8	0,29	1,9	0,08
Бохан	25	12	45	33	9	0,34	0,7	0,01
Патроны	32	16	47	31	7	0,21	0,3	0,003
<i>Поле</i>								
Тайшет	34	15	55	40	10	0,31	0,5	0,003
Тулун	32	17	52	35	9	0,27	–0,5	0,005
Зима	30	17	49	32	8	0,26	0,5	0,006
Черемхово	24	13	55	42	8	0,31	1,0	0,02
Баяндай	23	13	36	23	5	0,23	0,1	$1 \cdot 10^{-4}$
Усть-Ордынский	19	9	31	22	5	0,27	0,3	0,004
Хомутово	23	13	37	24	6	0,25	–0,1	$7 \cdot 10^{-4}$
Икей	30	17	49	32	7	0,24	0,5	0,007
Залари	28	13	57	44	8	0,31	0,7	0,009
Бохан	28	16	54	38	9	0,33	–0,9	0,01
<i>Лес</i>								
Тайшет	42	21	74	53	12	0,29	–3,4	0,08
Тулун	34	21	52	31	8	0,23	–3,3	0,19
Баяндай	28	17	39	22	5	0,19	–0,8	0,03
Бохан	36	23	55	33	8	0,24	–0,7	0,006
Патроны	42	24	56	32	7	0,18	0,9	0,02

собой более устойчивую характеристику. Увеличение толщины снега в лесу по сравнению с полем составляет 1,1–1,3. Эти отношения толщины могут быть использованы при оценке аккумуляции снега на лесостепной территории.

На рассматриваемой территории плотность в течение периода залегания снежного покрова нарастает постепенно от 0,11 до 0,29 г/см³ и достигает своего максимума во время таяния снега в конце

марта – апреле. При наибольшей декадной толщине снежного покрова плотность ещё не достигает своих максимальных величин и характеризуется как средняя плотность при наибольшей декадной толщине снежного покрова. Мы рассматриваем значения максимальной плотности: экстремальные (минимум и максимум) и средние.

Перед началом весеннего таяния различия в средней максимальной плотности между полевой-

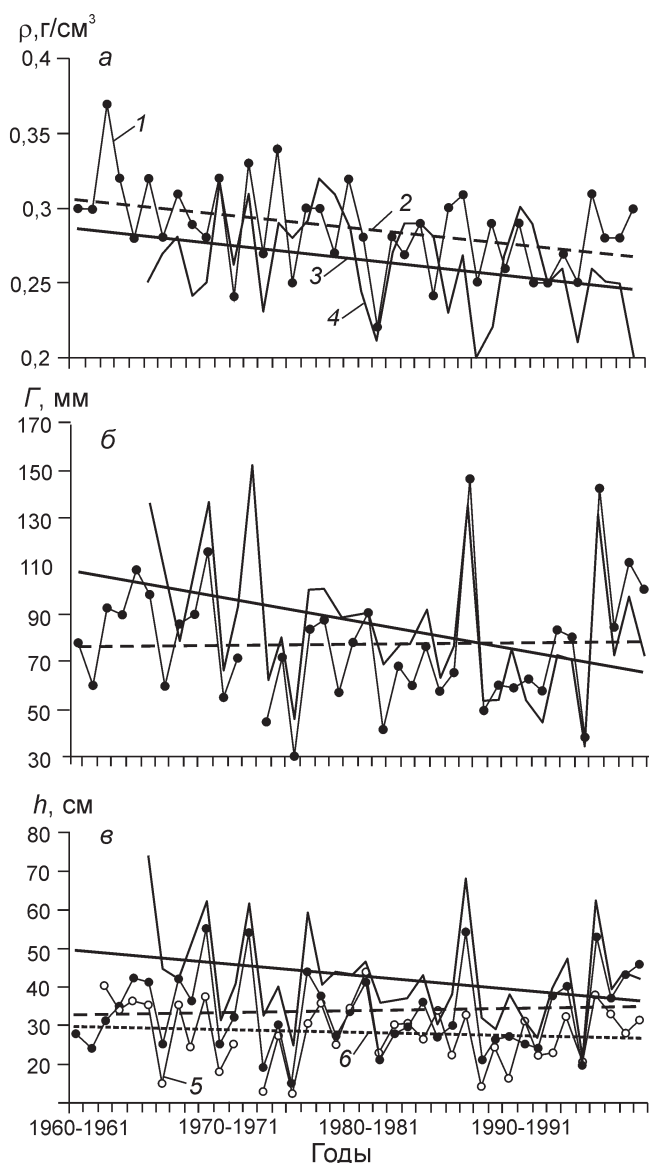


Рис. 2. Многолетние изменения характеристик снежного покрова на метеостанции Тайшет:

a – максимальная плотность; *б* – снегозапас; *в* – толщина снега; 1 – поле; 2 – линейный тренд (поле); 4 – лес; 3 – линейный тренд (лес); 5 – рейка; 6 – линейный тренд (рейка)

Fig. 2. Long-term change characteristics of snow cover in the meteorological station Tayshet:

a – maximal density; *б* – snow storage; *в* – snow depth; 1 – field; 2 – linear trend (field); 4 – forest; 3 – linear trend (forest); 5 – rod; 6 – linear trend (rod)

ми и лесными участками невелики, но преимущественно плотность выше в поле (см. рис. 2). И для поля, и для леса характерны высокие амплитуды колебаний максимальной плотности – 0,12–0,20 г/см³ (табл. 3). Среднеквадратические отклонения максимальной плотности малы, как и коэффициенты вариации. Статистически значимые изменения максимальной плотности харак-

теризуют уменьшение рассматриваемой величины при значениях тренда от –0,02 г/см³/10 лет для поля и до –0,01 г/см³/10 лет для леса при вкладе тренда в дисперсию соответственно 0,35 и 0,11.

Снегозапас определяется высотой снежного покрова и его плотностью. Максимум снегозапаса наблюдается позже, чем максимум толщины, так как плотность снега увеличивается к концу зимы. Максимальных значений снегозапасы достигают в конце марта – апреле. К началу таяния снегозапас меняется от 39–77 мм в поле до 49–84 мм в лесу (табл. 4).

Снегозапасы могут сильно колебаться (см. рис. 2). Максимальные и минимальные величины могут отклоняться от средних в 2 раза. Среднеквадратическое отклонение и в поле, и в лесу составляет 12–29 мм, коэффициенты вариации 0,23–0,37. В поле снегозапасы могут снижаться до 4 мм/10 лет (Тайшет), но вклад тренда в дисперсию ряда мал, что может указывать на случайный характер изменений рассматриваемой характеристики. В лесу на большинстве из станций снегозапасы уменьшаются. Максимальные скорости уменьшения – 7–11 мм/10 лет – значимы. Для маршрутных участков метеостанций Тайшет, Тулун, Бохан и Баяндай отношение снегозапаса на лесных и полевых участках составляет 1,0–1,1.

Заключение

Выполненное исследование на территории лесостепи Предбайкалья показало, что продолжительность залегания устойчивого снежного покрова (число дней с покрытием снегом более 50% территории вокруг метеостанции) уменьшается, что свидетельствует о потеплении в холодный период года. Статистически значимые изменения толщины снега по постоянным рейкам увеличиваются на 2–6 см/10 лет. Как отмечается в Оценочном докладе [7], наблюдаемый рост средней за зиму толщины снежного покрова на большей части Сибири не противоречит наблюдаемому потеплению климата, поскольку в течение всей зимы на этой территории преобладают низкие температуры воздуха.

Толщина снежного покрова, измеренная на ландшафтных маршрутах, больше как для открытых, так и для защищённых участков установки постоянных рек. Увеличение толщины снега в лесу по сравнению с полем составляет 1,1–1,3. Пространственно-временная изменчивость толщины снежного покрова значительно больше, чем плотности снега.

Согласно снегомерным съёмкам, установлено, что в поле, при отсутствии значимых изменений толщины снега, отмечается локальный эффект

Таблица 3. Статистические характеристики и оценки линейных трендов максимальной плотности снежного покрова по снегомерным съёмкам за 1961–2000 гг.

Метеостанция	Статистические характеристики						Оценки линейных трендов	
	$x_{\text{ср}}$	$x_{\text{мин}}$	$x_{\text{макс}}$	A	σ	Cv	$b, \text{г/см}^3/10 \text{ лет}$	R^2
<i>Поле</i>								
Тайшет	0,29	0,22	0,37	0,15	0,03	0,11	-0,01	0,15
Тулун	0,26	0,19	0,32	0,13	0,03	0,13	-0,01	0,06
Зима	0,24	0,15	0,37	0,12	0,04	0,16	-0,01	0,16
Черемхово	0,26	0,16	0,35	0,19	0,04	0,15	-0,02	0,35
Баяндай	0,21	0,14	0,31	0,17	0,04	0,18	-0,01	0,14
Усть-Ордынский	0,24	0,17	0,35	0,12	0,07	0,18	-0,01	0,07
Хомутово	0,24	0,20	0,32	0,12	0,03	0,12	-0,01	0,24
Икей	0,26	0,2	0,39	0,19	0,03	0,13	$3 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$
Залари	0,27	0,20	0,40	0,20	0,04	0,15	0,01	0,11
Бохан	0,25	0,20	0,32	0,12	0,03	0,10	-0,01	0,04
<i>Лес</i>								
Тайшет	0,26	0,20	0,32	0,12	0,03	0,13	-0,01	0,11
Тулун	0,25	0,17	0,36	0,19	0,04	0,16	-0,01	0,03
Баяндай	0,21	0,14	0,29	0,15	0,04	0,20	0,001	0,001
Бохан	0,21	0,16	0,31	0,15	0,04	0,17	-0,001	0,001
Патроны	0,24	0,16	0,32	0,16	0,03	0,14	0,006	0,03

Таблица 4. Статистические характеристики и оценки линейных трендов снегозапасов по данным снегомерных съёмок за 1961–2000 гг.

Метеостанция	Статистические характеристики						Оценки линейных трендов	
	$x_{\text{ср}}$	$x_{\text{мин}}$	$x_{\text{макс}}$	A	σ	Cv	$b, \text{мм}/10 \text{ лет}$	R^2
<i>Поле</i>								
Тайшет	77	30	146	116	26	0,34	0,6	0,0008
Тулун	63	32	99	67	18	0,29	-3,6	0,05
Зима	59	24	103	79	18	0,30	-0,2	0,0001
Черемхово	56	20	149	129	21	0,37	0,4	0,0006
Баяндай	43	23	70	47	12	0,27	-1,7	0,02
Усть-Ордынский	39	21	71	50	12	0,30	0,8	0,06
Хомутово	49	26	86	60	14	0,28	-1,7	0,02
Икей	59	35	86	51	15	0,25	1,9	0,02
Залари	60	26	118	92	19	0,32	1,7	0,01
Бохан	56	27	96	69	17	0,30	-0,04	0,00007
<i>Лес</i>								
Тайшет	84	32	152	120	29	0,34	-10,8	0,15
Тулун	62	37	106	69	18	0,29	-7,0	0,16
Баяндай	49	22	70	48	12	0,24	-0,9	0,006
Бохан	62	34	116	82	20	0,32	-2,0	0,01
Патроны	74	37	106	69	17	0,23	1,1	0,005

уменьшения снегозапасов (4 мм/10 лет). Для лесных массивов характерны наибольшие скорости уменьшения толщины снега (3 см/10 лет) и снегозапасов (7–11 мм/10 лет). Изменения максимальной плот-

ности снега характеризуют уменьшение рассматриваемой величины от $-0,02 \text{ г/см}^3/10 \text{ лет}$ в поле и $-0,01 \text{ г/см}^3/10 \text{ лет}$ в лесу. Выявленные расхождения в тенденциях изменения толщины снега по посто-

янным рейкам и снегомерным съёмкам, вероятно, обусловлены различием формирования снежного покрова, трудностью выбора участков для маршрутных наблюдений, поэтому необходимы дальнейшие исследования.

Литература

1. *Китаев Л.М., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А.* Тенденции снегонакопления на территории Северной Евразии // Криосфера Земли. 2007. Т. XI. № 3. С. 71–77.
2. Географические исследования Сибири. Ландшафтная гидрология: теория и практика исследований. Т. 3 / Отв. ред. А.Н. Антипов, А.В. Игнатов, В.В. Кравченко. Новосибирск: Гео, 2007. 262 с.
3. МГЭИК: Изменение климата: Обобщающий доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Женева, 2007. 104 с.
4. Метеорологический ежемесячник. Вып. 22. Ч. 2. Иркутск: изд. Иркутского управления гидрометеорологической службы, 1966–2000 гг.
5. *Мещерская А.В., Белянкина И.Г., Голод М.П.* Мониторинг толщины снежного покрова в основной зернопроизводящей зоне бывшего СССР за период инструментальных наблюдений // Изв. РАН. Сер. геогр. 1995. № 4. С. 101–110.
6. Научно-прикладной справочник по климату СССР: Сер. 3. Вып. 22. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 604 с.
7. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т. 1. Изменения климата. М.: изд. Росгидромета, 2008. 227 с.
8. Природно-хозяйственное районирование: Карта-врезка м-ба 1:8 000 000 / В.П. Шоцкий, Л.Л. Калеп, К.Н. Литвинова, В.С. Михеев // Карта использования земель юга Восточной Сибири. М-б 1:1 500 000. М.: изд. ГУГК СССР, 1988. 2 л.
9. Справочник по климату СССР: Метеорологические данные за отдельные годы. Вып. 22. Ч. III. Иркутск: изд. Иркутского управления гидрометеорологической службы, 1975. 128 с.
10. Справочник по климату СССР: Вып. 22. Ч. IV. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. 278 с.
11. *Шмакин А.Б.* Климатические характеристики снежного покрова Северной Евразии и их изменения в последние десятилетия // Лёд и снег. 2010. № 1 (109). С. 43–57.
12. *Brown R.D., Mote P.W.* The response of Northern Hemisphere snow cover to a changing climate // Journal of Climate. 2009. V. 22. P. 2124–2145.
13. *Popova V.V.* Winter snow depth variability over northern Eurasia in relation to recent atmospheric circulation changes // Intern. Journ. of Climatology. 2007. V. 27. № 13. P. 1721–1733.
14. *Rasuvaev V.N., Bulygina O.N.* Variations in snow characteristics over the Russian territory in recent decades // Proc. of the First Asia CliC Symposium. 20–22 April. Yokohama. Japan, 2006. P. 35–38.

Summary

Statistical parameters and tendencies of the long-term changes in snow cover characteristics of forest-steppe in Fore-Baykal region were evaluated according to the observational data obtained at meteorological stations by means of permanent snow stake as well as using snow survey in the field and in the forest for the long-term period 1961–2000. Duration of snow cover decreases. The snow depth according to the permanent snow stake increases. The observed values of snow survey show that in the field without any significant changes in the snow depth manifest itself the local effect of water supply reduction in the snow cover. The largest rates of decrease of snow depth and snow storage has experienced in the forest. The maximum snow density decreases both in the field and in forest.