

А.А. МУЗЫЧЕНКО, В.А. ЛОБКИНА

Оценка снежности зим на юге острова Сахалин по данным контрольной площадки наблюдения

По данным 15-летних наблюдений на снегомерной площадке в окрестностях г. Южно-Сахалинск (юг о-ва Сахалин) выполнена оценка снежности зимних сезонов по трем характеристикам: запас воды в снежном покрове в период максимальных снеготоплив (количество твердых осадков), продолжительность залегания устойчивого снежного покрова, среднезимняя высота снежного покрова. Полученные результаты позволили разделить наблюдаемые зимние сезоны на много-, средне- и малоснежные; определить характеристики снежного покрова, которые наиболее точно отображают снежность территории.

Ключевые слова: высота снежного покрова, запас воды в снежном покрове, продолжительность залегания снега, Сахалин, снег, снежность.

The evaluation the snowiness winters on the example of the control area (South Sakhalin).
A.A. MUZYCHENKO, V.A. LOBKINA (Far East Geological Institute, Sakhalin Department, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk).

The evaluation of the snowiness based on observations through the period of 15 years at the snow measuring site near Yuzhno-Sakhalinsk city, where snow cover research was conducted was based on observation at the snow measuring site near Yuzhno-Sakhalinsk city (the south part of the Sakhalin Island) according to three snowiness characteristics: water equivalent of a snow cover during maximum snow storage (amount of snowfall), duration of stability snow cover and average height of the snowpack. The achieved results let us distinguish 15 observed winter seasons as high snowy, medium snowy and low snowy, so as to determine original characteristics of snow cover, that most accurately represent the snowiness of the region.

Key words: height of a snowpack, snow storage, stability of snow cover, Sakhalin, snow, snowiness.

Введение

Под снежностью понимается природная характеристика территории, определяемая: выпадением и отложением твердых осадков; возникновением, существованием и сходом снежного покрова; изменением величины снеготоплив [6]. Оценка снежности территории важна при планировании инженерно-технических работ и для развития инфраструктуры, особенно в регионах с обильными зимними осадками, например таких, как о-в Сахалин.

Для многолетнего изучения снежности территории необходима организация стационарных площадок наблюдений. Одна из таких площадок была заложена сотрудниками Сахалинского филиала ДВГИ ДВО РАН в 2002 г. в окрестностях г. Южно-Сахалинск. В течение 15 лет на данной площадке проводился комплекс исследований, включающий

*МУЗЫЧЕНКО Александра Александровна – младший научный сотрудник, ЛОБКИНА Валентина Андреевна – кандидат географических наук, старший научный сотрудник (Сахалинский филиал Дальневосточного геологического института ДВО РАН, Южно-Сахалинск). *E-mail: nestra1@yandex.ru

стратиграфические наблюдения за снегом в его естественном залегании, изучение его физико-механических, химических, электрических характеристик, акустических и абсорбирующих свойств, оценивались также скорость процесса сублимации и снеговая нагрузка [4, 8, 14].

В разные годы типизацию зим по снежности проводили Н.А. Володичева, Н.Н. Галахов, О.А. Дроздов, В.М. Котляков, И.М. Осокин, А.Д. Олейников, Г.Д. Рихтер и др. [1, 2, 9, 11, 12], для этого в своих работах они использовали значение высоты снежного покрова как основной показатель. Однако наши наблюдения показывают, что высота снежного покрова не может быть главной характеристикой, определяющей снежность территории, так как она сильно изменчива и зависит от множества факторов (условий снегоотложения, температуры, периода проведения наблюдений и др.). А.В. Яшина [13] основным критерием оценки снежности считает запас воды в снежном покрове к началу периода снеготаяния. Мы согласны, что величина запаса воды в снежном покрове является основной характеристикой для оценки снежности территории, но в своем исследовании опираемся на данные наблюдений и пересчитываем количество выпавших осадков из величины снегозапасов, а не основываемся на данных гидрометеорологических станций (ГМС). Предлагаемый подход позволяет получить сведения о количестве выпавших твердых осадков в районах, не охваченных ГМС. Кроме того, работа [13] сделана для Европейской части СССР (район между Курском и Тамбовом), где, как указано, снежный покров может устанавливаться и сходить несколько раз в течение зимы, а следовательно, нет возможности получить данные о количестве осадков пересчетом из величины снегозапаса.

Целью данной работы является выявление характеристики снежного покрова, наиболее подходящей для оценки снежности зим и разделения наблюдаемых зимних сезонов по типам снежности: мало-, средне-, многоснежный. Используются три показателя, которые, по мнению авторов, являются основными при определении снежности зимнего сезона.

Описание места наблюдения

Площадка расположена на западных отрогах горы Большевик (Сусунайский хребет), в предгорной восточной части г. Южно-Сахалинск. Абсолютная высота площадки 100 м, уклон 3°. Из растительности преобладает молодой березово-ольховый лес высотой 10–15 м, диаметр стволов до 25 см. Подлесок представлен кустарниками (шиповник игольчатый, бересклет сахалинский, рябина бузинолистная), высокотравьем (лабазник камчатский) и осокой. Почвы на площадке наблюдения горно-лесные, кислые, пропитанно-многогумусные, оподзоленные. В данной почвенно-климатической фации преобладает оглеенный вариант дерново-перегнойных почв. Участок характеризуется умеренно гидроморфным типом фаций, подвергается избыточному увлажнению весной в период таяния снега, а также в период выпадения сильных дождей с конца августа по начало октября [5].

Методика исследований

Наблюдения проводились 1 раз в неделю с даты установления по дату разрушения устойчивого снежного покрова. Снежный разрез визуально разбивался на различные по генезису и морфологии слои. В комплекс стандартных наблюдений включаются послойное измерение плотности слоев снежной толщи, температуры на контактах слоев и у почвы, а также, на поверхности снежного покрова, описание структуры и текстуры снежной толщи и определение возраста снежных слоев. Данные о плотности слоев позволяют более точно оценить запас воды в снежном покрове. По данным снегосьемки определяется средняя высота снежного покрова.

Так как в настоящее время не существует конкретной методики оценки снежности зим, авторы разделили зимние сезоны по типам снежности тремя способами, основанными на следующих характеристиках снежного покрова:

запас воды в снежном покрове (W) на период максимальных снегозапасов (количество твердых осадков) рассчитывался как сумма снегозапасов слоев, слагающих снежную толщу, по формуле:

$$\Sigma W = W_1 + W_2 \dots + W_n, W = \rho \cdot h,$$

где ρ – плотность снежного слоя, h – высота снежного слоя;

продолжительность залегания устойчивого снежного покрова определялась по данным натурных наблюдений;

среднезимняя высота снежного покрова устанавливалась по данным, наблюдаемым в течение каждого зимнего сезона.

Результаты

Запас воды в снежном покрове (количество твердых осадков)

Запас воды в снежном покрове (снегозапас) напрямую зависит от количества выпадающих осадков [3, 7, 10]. Максимальные значения величины снегозапасов приходятся на начало периода водоотдачи, на юге о-ва Сахалин это третья декада марта – первая декада апреля (рис. 1).

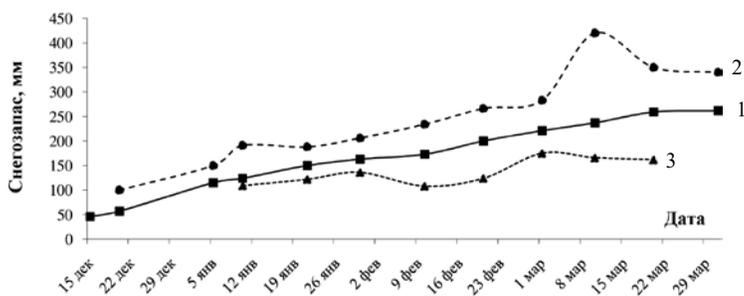


Рис. 1. Сезонный ход снегозапаса на юге Сахалина: 1 – среднее многолетнее, 2 – максимального (сезон 2005/06 г.), 3 – минимального (сезон 2007/08 г.)

Самым многоснежным за последние 15 лет был зимний сезон 2005/06 г., когда запас воды в течение сезона был выше, чем среднее многолетнее за 15 лет, в среднем на 50 мм. Запас воды на 31 марта 2006 г. составлял 350 мм, а максимальных значений достигал 20 марта – 420 мм. Самым малоснежным был зимний сезон 2007/08 г., когда запас воды в течение сезона был ниже среднее многолетнее по площадке на 70 мм. На 31 марта запас воды составлял всего 162 мм, максимальное значение за сезон 175 мм.

Среднее значение запаса воды в снежном покрове на 31 марта по площадке 262 мм, среднее из максимальных значений 286 мм. Для сравнения: по данным ГМС Южно-Сахалинск (абс. высота 22 м), среднее многолетнее значение запаса воды в снежном покрове 223 мм, а среднее из максимальных 251 мм [10].

Стоит отметить, что в многоснежные зимние сезоны бывает не менее 10 снегопадов с суммой осадков более 10 мм за явление.

Если отклонение значения по сезону не превышало 20 % в большую или меньшую сторону от среднего, сезон считался среднеснежным. Таким образом, зимы 2002/03, 2003/04, 2004/05, 2006/07, 2009/10, 2012/13, 2013/14, 2014/15, 2015/16 гг. отнесены к среднеснежным, 2005/06, 2008/09, 2011/12 гг. – к многоснежным, 2007/08, 2010/11, 2016/17 гг. – к малоснежным.

К недостаткам данного способа можно отнести то, что он подразумевает использование длительного ряда наблюдений (не менее 10 лет) на контрольных площадках, а также отсутствие в открытом доступе данных наблюдений за величиной максимальных снегозапасов, проводимых сетью гидрометеорологических станций Росгидромета.

Продолжительность залегания снежного покрова

Средняя дата образования устойчивого снежного покрова на стационарной площадке приходится на 21 ноября и совпадает со среднемноголетними значениями по ГМС Южно-Сахалинск [10].

Сравнение дат образования устойчивого снежного покрова на стационарной площадке со среднемноголетними значениями по ГМС Южно-Сахалинск показывает, что зимний сезон 2013/14 г. начался на 20 дней раньше этих значений, сезоны 2003/04 и 2014/15 г. – на 18 дней позже, а в зимнем сезоне 2016/17 г. устойчивый снежный покров сформировался 10 января, что на 50 дней позже. Данные по остальным 11 сезонам совпали со среднемноголетними значениями.

Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова по стационарной площадке – 13 апреля, что на 4 дня позже, чем по данным ГМС Южно-Сахалинск (9 апреля). Самая ранняя дата – 25 марта (сезон 2007/08 г.), самая поздняя – 26 апреля (2005/06 г.).

Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова на стационарной площадке в среднем 143 дня, что на 4 дня больше, чем по данным ГМС Южно-Сахалинск (139 дней). Самым продолжительным за наблюденный период был сезон 2013/14 г., он длился 161 день. Самым коротким был сезон 2016/17 г. – 78 дней.

Для разделения сезонов по продолжительности было рассчитано среднее квадратическое отклонение числа дней с устойчивым снежным покровом (12,4 дня) от среднего значения (143 дня). Соответственно зимние сезоны, продолжительность которых превысила

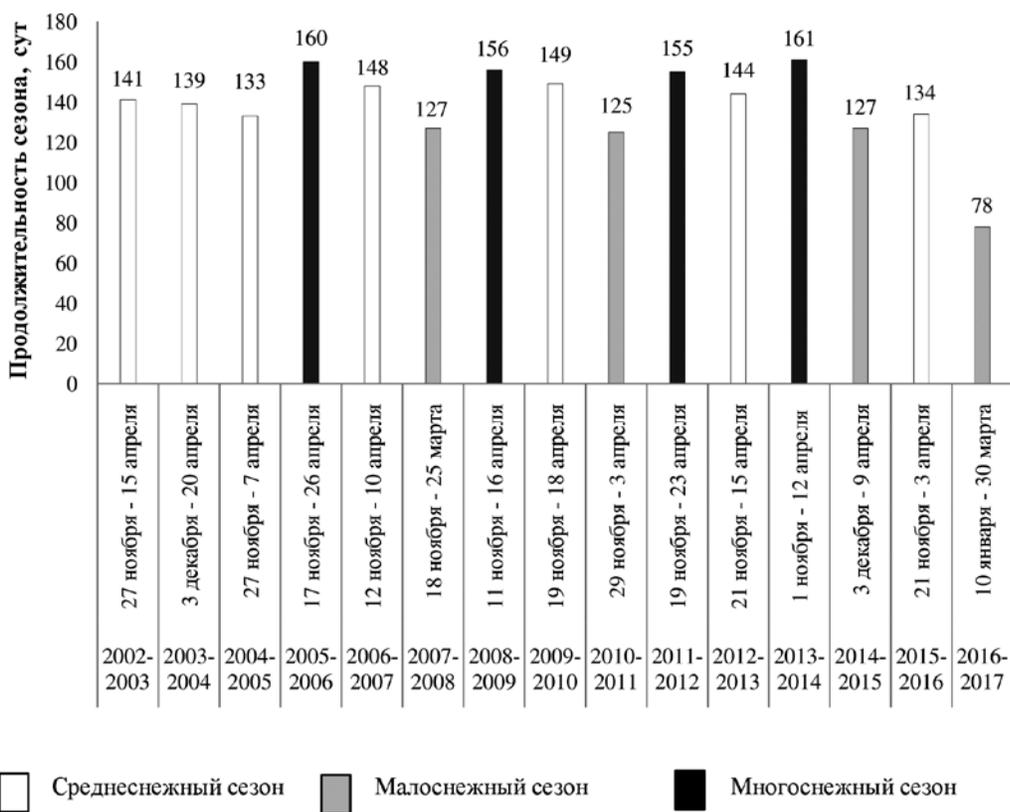


Рис. 2. Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова за период наблюдений

155 дней, были отнесены к многоснежным: это сезоны 2005/06, 2008/09, 2011/12, 2013/14 гг. К малоснежным отнесены сезоны, продолжительность которых была меньше 131 дня: это сезоны 2007/08, 2010/11, 2014/15, 2016/17 гг. Остальные сезоны отнесены к среднеснежным (рис. 2).

Информацию о продолжительности залегания устойчивого снежного покрова можно получить по данным ГМС, однако сеть станций очень разрежена, что не дает возможности в достаточной мере оценить снежность территорий, расположенных между ними. На горной территории Сахалина ГМС отсутствуют, требуется проведение натурных наблюдений.

Высота снежного покрова

Высота снежного покрова зависит от количества твердых осадков, выпадающих за зимний сезон, от его температурного режима, а также от того, как осадки распределяются в течение зимы.

Высоту снежного покрова авторы определяли по данным снегосъемки. На площадке максимальных значений она достигает к концу 2-й декады марта. За период наблюдений максимальная высота на площадке наблюдалась 20 марта в зимнем сезоне 2005/06 г. (120 см). Это обусловлено тем, что в течение сезона три глубоких циклона вызвали выпадение значительных осадков, по 30 мм и более.

Для разделения зим по данной характеристике было рассчитано среднее за зиму значение высоты снежного покрова. Среднее многолетнее значение составило 68 см. Если отклонение от среднего значения в большую или меньшую сторону не превышало 25 %, сезон считался среднеснежным. Таким образом, сезоны 2005/06, 2011/12, 2014/15 гг. – многоснежные, 2007/08 г. – малоснежный, остальные 11 сезонов – среднеснежные (рис. 3).

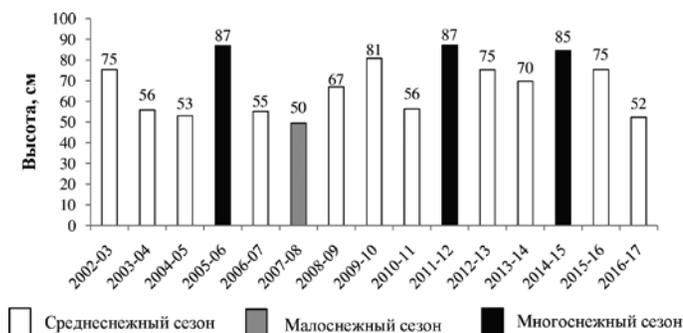


Рис. 3. Средняя высота снежного покрова за зимний сезон, см

Недостаток такого способа оценки снежности заключается в том, что высота снежного покрова при разной плотности может сильно отличаться по значению запаса воды в снежном покрове. Например, при одинаковой среднезимней высоте 75 см в зимних сезонах 2002/03 и 2012/13 гг. величина снегозапаса на период максимального снегонакопления во втором случае больше на 84 мм, что составляет в среднем 2 месячные нормы осадков любого из зимних месяцев.

Обсуждение результатов

Проанализировав зимние сезоны по трем параметрам, получаем следующие результаты (см. таблицу).

Наибольшие совпадения отмечены для среднеснежного типа зим: 7 зимних сезонов совпали по всем трем характеристикам и еще 1 – по двум из трех. Такой результат

объясняется тем, что среднеснежные зимы являются наиболее типичными (с повторяемостью 0,5 случая в год), в отличие от мало- и многоснежных, имеющих более редкую частоту повторяемости – 0,07 и 0,1 случаев соответственно.

Для многоснежного типа зим отмечено совпадение по трем характеристикам для 2 зим и по двум – для 1 зимы.

Малоснежный тип зим выделен 1 раз по трем характеристикам и 2 раза – по двум.

Распределение зимних сезонов по типам снежности

Сезон	Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова, сут	Снегозапас на 30 марта, мм	Высота снежного покрова (средняя за зиму), см
2002/03	141	203	75
2003/04	139	240	56
2004/05	133	221	53
2005/06	160	350	87
2006/07	148	219	55
2007/08	127	162	49
2008/09	154	344	67
2009/10	149	301	81
2010/11	125	194	56
2011/12	154	358	87
2012/13	144	285	75
2013/14	161	228	70
2014/15	131	297	85
2015/16	135	265	67
2016/17	78	186	52

Примечание.  – многоснежные,  – малоснежные,  – среднеснежные зимние сезоны.

Только зимний сезон 2014/15 г. по трем характеристикам был отнесен к трем разным типам зим: среднеснежная высота снежного покрова имеет одно из наибольших значений за период наблюдения, а продолжительность залегания ближе к минимальным значениям. Отнесение зимы этого года к малоснежным, по продолжительности залегания снега, связано с поздней датой установления устойчивого снежного покрова, которая приходится на 3 декабря, т.е. на 13 сут позже среднеснежных значений. Величина снегозаписа попадает в средние значения, не доходя до границы максимальных величин всего 6 %, что дает основания рассматривать этот зимний сезон как нетипично многоснежный.

В целом можно отметить, что из 15 анализируемых зимних сезонов 9 авторы относят к характерным типам снежности, так как они совпали по всем трем характеристикам. 5 зимних сезонов можно отнести к выделяемым авторами типам снежности с вероятностью ≈ 70 %, так как совпадение было по двум характеристикам.

Выводы

Предложены три способа выделения типов снежности зим, основанные на следующих характеристиках: запас воды в снежном покрове на период максимальных снегозапасов (количество твердых осадков); продолжительность залегания устойчивого снежного покрова; средняя высота снежного покрова. Используемые способы позволили разделить зимы на мало-, средне- и многоснежные.

Авторы считают, что для оценки снежности территории наиболее целесообразно использовать сочетания способов, основанных на таких характеристиках снежного покрова, как продолжительность залегания снежного покрова и запас воды в снежном покрове на период максимальных снегозапасов (количество твердых осадков), так как, в отличие от средней высоты снежного покрова, они дают более объективную оценку.

В результате разделения зимних сезонов по типам снежности предложенными авторами способами:

сезоны 2002/03, 2003/04, 2004/05, 2006/07, 2009/10, 2012/13, 2013/14, 2015/16 гг. можно считать среднеснежными. Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова в среднем составила 142 дня, среднее количество осадков – 280 мм, запас воды в снежном покрове – 274 мм;

многоснежными можно считать сезоны 2005/06, 2008/09, 2011/12, 2014/15 гг. Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова в среднем составила 156 дней, среднее количество осадков – 393 мм, запас воды в снежном покрове – 386 мм;

к малоснежным сезонам за наблюдаемый период можно отнести 3 сезона: 2007/08, 2010/11 и 2016/2017 гг. Продолжительность залегания устойчивого снежного покрова составила в среднем 110 дней, среднее количество осадков – 199 мм за сезон, запас воды в снежном покрове – 184 мм.

Также получены среднесезонные характеристики снежного покрова на площадке (в скобках для сравнения – значения, полученные ГМС Южно-Сахалинск [10]):

запас воды в снежном покрове на период максимальных снегозапасов 262 (223) мм;

продолжительность залегания устойчивого снежного покрова 143 (139) сут;

среднезимняя высота снежного покрова 68 (56) см.

Авторы выражают благодарность настоящим и бывшим сотрудникам Сахалинского филиала ДВГИ ДВО РАН, принимавшим участие в организации и проведении наблюдений, материалы которых послужили основой для написания этой работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира / ред. В.М. Котляков. М.: Минская печатная фабрика, 1997. 392 с.
2. Галахов Н.Н. Выделение типов зим по высоте и динамике снежного покрова на большей части территории СССР // Роль снежного покрова в природных процессах. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 11–26.
3. Генесина А.С. Основные синоптические процессы в зимний период над Сахалинской областью // Снег и лавины Сахалина. Л.: Гидрометеоздат, 1975. С. 5–12.
4. Генсиоровский Ю.В. Периодичность метелевых зим на острове Сахалин и проблемы снегозаносимости урбанизированных территорий // Геориск. 2010. № 4. С. 32–36.
5. География Сахалинской области / ред. Н.Л. Литенко. Южно-Сахалинск: Транспорт, 1992. 160 с.
6. Гляциологический словарь / под ред. В.М. Котлякова. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 526 с.
7. Земцова А.И. Климат Сахалина. Л.: Гидрометеоздат, 1968. 197 с.
8. Казаков Н.А. Снежный покров как электродинамическая система // Криосфера Земли. 2017. Т. 21, № 2. С. 11–24.
9. Китаев Л.М., Володичева Н.А., Олейников А.Д. Многолетняя динамика снежности на северо-западе Русской равнины // Материалы гляциол. исслед. 2007. № 102. С. 65–72.
10. Климат Южно-Сахалинска / ред. Ц.А. Швер, Д.Ф. Лазарева. Л.: Гидрометеоздат, 1982. 256 с.
11. Олейников А.Д., Володичева Н.А. Повторяемость многоснежных зим и лавинных катастроф на Большом Кавказе в XX столетии // Материалы гляциол. исслед. 2001. Т. 91. С. 87–95.
12. Олейников А.Д., Володичева Н.А., Бояршинов А.В. Снежность зим и лавинная деятельность на Большом Кавказе за период инструментальных наблюдений // Материалы гляциол. исслед. 2000. № 88. С. 74–83.
13. Яшина А.В. Основные принципы типизации зим центрально-европейской лесостепи по факторам формирования снежного покрова // Изв. АН СССР. Серия геогр. 1972. № 5. С. 92–100.
14. Lobkina V.A. Recrystallization of snowpack at sites with different degrees of humidity // Annals of Glaciology. 2012. N 53 (61). P. 27–30. DOI:10.3189/2012AoG61A011.