

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ И ЛАВИНЫ

УДК 551.578.46; 551.578.42

ОЦЕНКА СНЕЖНОСТИ ЗИМ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ЮЖНО-САХАЛИНСКА

© 2024 г. Е. Н. Казакова

*Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований ДВО РАН,
Южно-Сахалинск, Россия*

e-mail: kazakova-e-n@yandex.ru

Поступила 27 декабря 2023 г.

После доработки 6 февраля 2024 г.

Принята к печати 10 апреля 2024 г.

Приведены характеристики снежности территории городского округа «Город Южно-Сахалинск», полученные на основе анализа метеоданных за 1947–2023 гг. Проведена оценка снежности зим по разным методикам и выяснено, что такая оценка дает разные и в некоторых случаях противоречивые результаты.

Ключевые слова: снежность, снег, снежный покров, Сахалин

DOI: 10.31857/S2076673424020087

ВВЕДЕНИЕ

Снег ежегодно оказывает значительное влияние на функционирование урбанизированных территорий. Основные негативные последствия выпадения твёрдых осадков для социально-экономической сферы — это затруднения в движении транспорта и связанные с этим издержки, затраты на расчистку от снега, подтопление территорий из-за снеготаяния, сход лавин с природных и искусственных склонов. Кроме того, существование и характеристики снежного покрова оказывают влияние на сельское хозяйство и туристическую индустрию. Для прогноза ожидаемого уровня воздействия снега проводят оценку снежности зим.

Снежность — это характеристика природных условий территории, связанных с наличием снежного покрова (Гляциологический словарь, 1984). Это понятие включает в себя условия выпадения и отложения твёрдых осадков, возникновения, существования и схода снежного покрова, данные о количестве выпадающего из атмосферы льда и максимальных снегозапасах (Гляциологический словарь, 1984). Обычно при оценке снежности зим выделяют три типа: малоснежные, среднеснежные и многоснежные зимы. Для оценки применяют разные характеристики (максимальный снегозапас, сумму твёрдых осадков, среднюю декадную толщину снежного покрова и т. п.) или их комбинации.

В работе проведена оценка снежности зим по разным параметрам на примере городского округа «Город Южно-Сахалинск» с целью определения наиболее репрезентативных методик.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Проблема оценки снежности территории рассматривалась многими учёными ещё с 1960-х годов. Разные авторы в своих работах используют разные характеристики для оценки снежности зим: снегозапас к началу снеготаяния (Яшина, 1978), среднюю декадную толщину и динамику снежного покрова (Галахов, 1961), максимальную толщину снежного покрова (Трошкина и др., 2005), среднезимнюю толщину снежного покрова (Олейников, 1982), сумму осадков, выпавших при температуре ниже $+1^{\circ}\text{C}$ (Шмакин, 2010) и т. д. К мало- и многоснежным обычно относят зимы, в которые исследуемый параметр отличается от среднегодовом значения на 25–30% в меньшую или большую стороны соответственно.

Н. Н. Галахов выделяет типы зим по толщине и динамике снежного покрова: зима считается много- или малоснежной, если среднедекадная толщина снежного покрова отличалась на $\pm 25\%$ и более от среднегодовом значения в течение 2/3 зимы. Если в течение зимы толщина снежного покрова отклонялась от средней менее чем на 25%, то зима считается среднеснежной; а если изменялась в обе стороны — неустойчивоснежной (Галахов, 1961).

Некоторые авторы используют коэффициенты, рассчитываемые на основе нескольких параметров, например, продолжительности периода с устойчивым снежным покровом и средней толщины снежного покрова за тот же период (Осокин, 1967), суммы зимних осадков (ноябрь — март) и толщины снежного покрова (Medeu and others, 2022) либо числа

дней со снежным покровом толщиной больше 1 см, числа дней со снежным покровом толщиной больше 20 см и суммы толщины снежного покрова (Urban and others, 2018). Г. П. Медведева использует коэффициент В. П. Шульца: снежность зим рассчитывается на основе данных о максимальном снегозапасе и среднеквадратичного отклонения (Медведева, 1970).

В некоторых случаях авторы используют для оценки снежности зим суммы осадков, выпавших при низких температурах или в зимний период без привязки к температуре (Шмакин, 2010; Medeu and others, 2022), что, очевидно, не соответствует количеству осадков в виде снега и снижает качество оценки. Однако это вынужденная мера, вызванная отсутствием необходимых данных в метеоархивах и необходимостью найти альтернативу.

Оценка снежности зим в большинстве регионов России во многом осложнена, во-первых, из-за недостаточного количества точек наблюдений (особенно с длинными непрерывными рядами данных), во-вторых, вследствие высокой степени пространственной неоднородности снежного покрова (Черноус, 2019). Так, среднезимняя высота снежного покрова по данным метеостанции «Южно-Сахалинск» и по снегосъёмке отличается очень сильно (в некоторые годы на 50–60%).

В целом, несмотря на достаточно большое число работ, посвящённых оценке снежности зим, единого подхода к этой проблеме на данный момент не существует.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При анализе снежности зим в городском округе «Город Южно-Сахалинск» были использованы данные измерений, проводившихся на метеостанции «Южно-Сахалинск» (абс. высота 22 м над ур. моря), опубликованные на сайте ВНИИГМИ-МЦД (<http://meteo.ru>). Доступны данные за период с 1947 по 2022 г.

В работе использованы ежедневные данные о толщине снежного покрова на метеостанции, а также данные о снегозапасах (запасе воды в снеге) и толщине снежного покрова по данным снегосъёмки. К сожалению, метеорологические данные отличаются рядом неточностей и неоднородностью. Так, есть ряд пробелов в 1970-е и 1980-е годы. Снегосъёмки в 1970/71 и 1975/76 гг. проводились только в поле, а в остальные зимние сезоны — в лесу, что делает невозможным сравнение данных о снегозапасе в эти годы с основным рядом данных. Кроме того, как уже было сказано выше, снежный покров характеризуется высокой степенью пространственной неоднородности, в связи с чем данные о его толщине и снегозапасе могут отличаться очень сильно даже для точек, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга. Тем не менее, поскольку в оценку снежности зим заложено отклонение среднезимних значений

от среднемноголетних, а не конкретные величины, в целом данные наблюдения за снегом на метеорологических станциях и материалы снегосъёмок позволяют оценить снежность зим в достаточной степени.

В связи с неоднородностью метеоданных до 1986 г. оценка снежности зим для городского округа «Город Южно-Сахалинск» была выполнена для периода 1986–2022 гг.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Городской округ «Город Южно-Сахалинск» расположен в южной части о. Сахалин, в Сусунайской низменности между Сусунайским и Мицульским хребтами. Абсолютные высоты составляют от 10 м в низменной части до 100 м в предгорной. В границы городского округа входят и склоны Сусунайского хребта (самая высокая точка — гора Пушкинская, 1047 м), у подножия которого расположен город Южно-Сахалинск.

В городском округе и окрестностях в настоящее время проживает более 45% населения Сахалинской области (более 200 тыс. чел. по состоянию на 2021 г., по данным сайта sakhlin.gov.ru), расположен административный центр Сахалинской области, а также горнолыжный курорт «Горный воздух» (рис. 1).

Территория относится к Южно-Сахалинской климатической области. Особенности здешнего климата обусловлены действием муссона умеренных широт. Зимние атмосферные процессы в Южно-Сахалинске характерны для периода с ноября по март. Самый холодный месяц — январь (средняя месячная температура воздуха — 13.5 °С), период с температурой воздуха ниже — 10 °С длится около 70 дней (по данным сайта sakhmeteo.ru). Для зимнего периода характерна активная циклоническая деятельность, обуславливающая частые снегопады и метели (Генесина, 1975).

Одна из важнейших характеристик снежности зим — это даты формирования и разрушения снежного покрова, а также его устойчивость. Устойчивым считается снежный покров, залегающий непрерывно не менее трёх декад подряд с перерывами не более 3 дней на каждые 30 дней, а устойчивость снежного покрова — это отношение числа дней с фактическим снежным покровом к общему числу дней от первого до последнего дня со снежным покровом (Гляциологический словарь, 1984).

В ходе анализа данных о снеге по метеостанции «Южно-Сахалинск» за период с 1986 по 2022 г. определены следующие параметры снежности зим. Снежный покров обычно появляется в первой декаде ноября. Средняя дата появления снежного покрова — 4 ноября, самая ранняя — 3 октября (2012 г.), самая поздняя — 23 ноября (1989 г.). Среднее число дней со снежным покровом — 146, минимальное — 117 дней (1989/90 г.), максимальное — 167 (1992/93 и 2016/17 гг.). Устойчивый снежный покров образуется в третьей декаде ноября, средняя дата — 23 ноября,

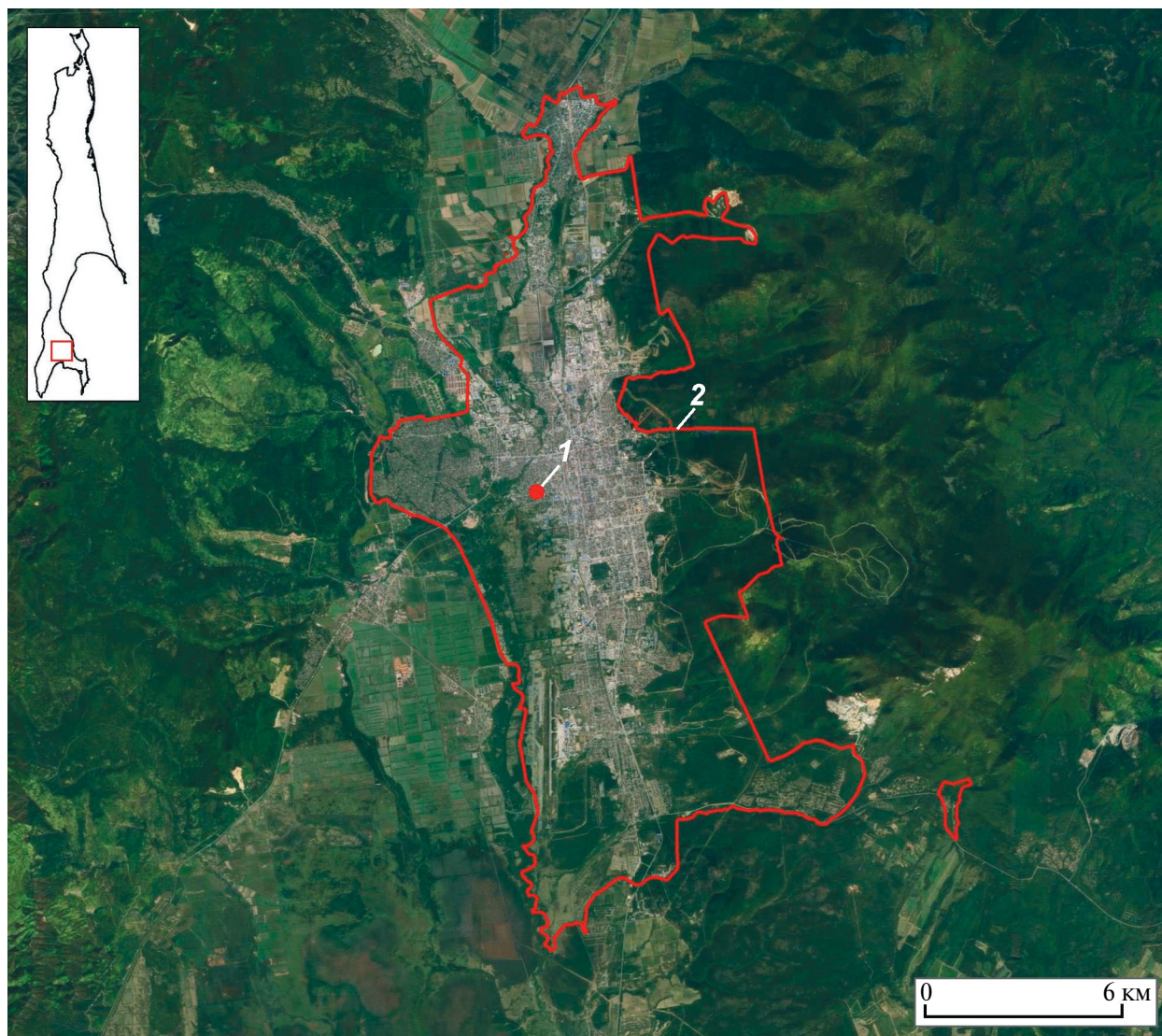


Рис. 1. Схема исследуемой территории: 1 – метеостанция «Южно-Сахалинск»; 2 – граница городского округа «Город Южно-Сахалинск»

Fig. 1. Scheme of the study area: 1 – weather station “Yuzhno-Sakhalinsk”; 2 – the boundary of the Yuzhno-Sakhalinsk urban district

а разрушается в первой декаде апреля (средняя дата – 8 апреля). Самая ранняя дата установления снежного покрова – 30 октября (2016 г.), самая поздняя – 20 декабря (2003 г.). Самая ранняя дата разрушения устойчивого снежного покрова – 18 марта (1990 г.), самая поздняя – 4 мая (2006 г.). Число дней с устойчивым снежным покровом колеблется от 104 (1989/90 и 1990/91 гг.) до 167 (2005/06 г.) и составляет в среднем 138 дней. Устойчивость снежного покрова колеблется в разные зимы от 68 до 99% и в среднем составляет 83%. Средняя дата схода снежного покрова – 24 апреля, самая ранняя – 24 марта (1989/90 г.), самая поздняя – 26 мая (1992/93 г.).

В районе Южно-Сахалинска (не считая горной части территории) период максимальных снегозапасов приходится в основном на третью декаду

марта – первую декаду апреля, причём в 44% зим – на третью декаду марта, в 31% – на первую декаду апреля. Среднегодовое максимальное снегозапас, по данным снегосъёмки, составляет 258 мм. Минимальный из наблюдаемых – 56 мм (зима 2018/19 г.), максимальный – 449 мм (зима 1993/94 г.).

Среднезимняя толщина снежного покрова по данным метеоплощадки и снегосъёмки отличается очень сильно, в некоторые годы на 50–60%. Это связано с высокой пространственной неоднородностью снежного покрова, обусловленной ветровым перераспределением снега, различием в растительности и микрорельефе и т. п. Несмотря на то, что в целом колебания среднезимней толщины снежного покрова идут практически синхронно (рис. 2), в отдельные

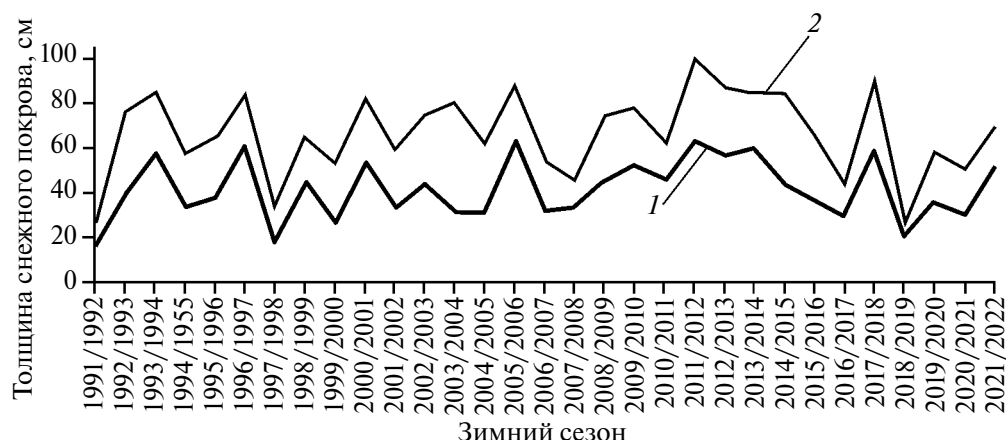


Рис. 2. Среднезимняя толщина снежного покрова в Южно-Сахалинске по данным метеостанции (1) и снегосъёмки (2)
Fig. 2. Average winter snow thickness in Yuzhno-Sakhalinsk according to weather station data (1) and snow survey (2)

годы они сильно различаются (например, зимой 2003/04 г.).

Основные параметры, использованные для определения снежности зим: максимальный снегозапас, сумма твёрдых осадков, сумма осадков, выпавших при температуре ниже $+1^{\circ}\text{C}$, средняя наибольшая декадная толщина снежного покрова, среднезимняя толщина снежного покрова (по метеостанции и по снегосъёмке), максимальная толщина снежного покрова (по метеостанции и по снегосъёмке). Их статистические характеристики приведены в табл. 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Типы снежности зим были определены за последние 36 лет (1986–2022 гг.), поскольку в предыдущие годы в данных слишком много пробелов. Для оценки были использованы 9 методов: по максимальному за зиму снегозапасу (Яшина, 1978), по сумме твёрдых осадков, по среднезимней толщине снежного покрова по данным метеостанции и по снегосъёмке (Олейников, 1982), по средней наибольшей декадной толщине снежного покрова, по сумме осадков в виде снега (Шмакин, 2010), по методике Н. Н. Галахова (Галахов, 1961), по коэффициенту Шульца (Медведева, 1970), по максимальной за зиму толщине снежного покрова (Трошкина и др., 2005). Результаты приведены в табл. 2.

Только в 17% зим типы снежности, определённые на основе разных характеристик, совпали; в 61% зим типы снежности совпали по 2/3 показателей. Отметим, что даже при оценке снежности зим по одному показателю (по среднезимней толщине снежного покрова) на основе данных метеостанции и снегосъёмки, типы совпали только в 81% зим, что обусловлено очень высокой пространственной неоднородностью снежного покрова.

Типы снежности, определённые по среднезимней и по средней наибольшей декадной толщине снежного покрова, совпадают в 89% случаев; различие есть только в четырёх зимах (2001/02, 2004/05, 2006/07 и 2007/08 гг.), которые определены как мало- или среднеснежные в зависимости от используемого параметра. Однако в эти зимы толщина снежного покрова отличалась от среднемноголетней на 0.1–5.2% и находилась практически на границе типов снежности. Поскольку результаты оценки снежности зим по среднезимней и по средней из наибольших декадных толщин снежного покрова так близки, логично следовать рекомендации А. Д. Олейникова и использовать первый параметр, поскольку это расширяет возможности статистической обработки информации и упрощает процесс подготовки данных (Олейников, 2010).

Оценка по коэффициенту В. П. Шульца, где снежность зим рассчитывается на основе данных о максимальном снегозапасе и среднеквадратичного отклонения (Медведева, 1970) для Южно-Сахалинска осложнена тем, что она применяется, когда коэффициент вариации снегозапасов меняется в малых пределах и колеблется около 0.30, а здесь он равен 0.40. Поэтому в данном случае логичнее использовать метод, предложенный в (Яшина, 1978) и основанный на отклонении снегозапаса к началу снеготаяния от среднемноголетнего на 25%. Типы снежности, определённые по этим методам, совпали в 78% зим.

Выбор методов, основанных на таких параметрах, как сумма твёрдых осадков или сумма осадков, выпавших при температуре ниже $+1^{\circ}\text{C}$, целесообразен только в тех случаях, когда невозможно получить данные о толщине снежного покрова или снегозапасе.

Таблица 1. Статистические характеристики снежного покрова Южно-Сахалинска (на основе данных метеостанции «Южно-Сахалинск», 1986–2022 гг.)

Параметр	Средне- многолетнее	Медиана	Минимум	Максимум	Коэффициент вариации	Средне- квадратичное отклонение	Величина 25%- го отклонения от средне- многолетнего	Нижний и верхний пределы 25%- го отклонения от средне- многолетнего
Максимальный снегозапас, мм	258	234	56	449	0.40	102	64	193–322
Сумма твёрдых осадков, мм	226	209	120	408	0.31	71	56	169–282
Сумма осадков, выпавших при температуре ниже +1 °С, мм	287	296	158	423	0.25	71	72	215–359
Средняя наибольшая декадная высота снежного покрова, см	39	37	16	68	0.36	14	10	29–49
Среднезимняя толщина снежного покрова, см (по метеостанции)	35	33	13	59	0.36	13	9	26–44
Среднезимняя толщина снежного покрова, см (по снегосъёмке)	64	65	25	100	0.30	19	16	48–80
Максимальная толщина снежного покрова, см (по метеостанции)	78	75	31	132	0.35	27	19	58–97
Максимальная толщина снега, см (по снегосъёмке)	98	100	31	171	0.35	34	25	74–123

Таблица 2. Сопоставление типизации зим по снежности, определённой по разным методикам

Зимний сезон	Тип снежности									
	по снегозапасу к началу снеготаяния (Яшина, 1978)	по максимальному снегозапасу (коэффициенту Шульца (Мелведева, 1970))	по среднезимней толщине снежного покрова (Олейников, 1982) (по метеостанции)	по среднезимней толщине снежного покрова (Олейников, 1982) (по снегосъемке)	по средней декадной высоте и динамике снежного покрова (Галахов, 1961)	по средней наибольшей декадной толщине снежного покрова	по максимальной за зиму толщине снежного покрова (Трошкина и др., 2005 МГИ)	по сумме твердых осадков	по сумме осадков, выпавших при температуре ниже +1 °С (Шмакин, 2010)	
1986/87	3	3	2	3	0	2	3	2	2	2
1987/88	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2
1988/89	2	1	1	2	0	1	2	1	3	3
1989/90	1	1	2	2	0	2	1	1	2	2
1990/91	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1991/92	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1992/93	3	3	2	2	2	2	3	3	2	2
1993/94	3	3	3	3	0	3	3	2	3	3
1994/95	2	1	2	2	0	2	2	2	2	2
1995/96	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1996/97	2	3	3	2	0	3	3	2	2	2
1997/98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1998/99	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1999/00	2	1	1	2	0	1	2	2	2	2
2000/01	3	3	2	2	0	3	3	2	2	2
2001/02	2	2	2	2	0	1	2	1	1	1
2002/03	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2
2003/04	3	3	2	2	1	1	2	2	2	2
2004/05	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2
2005/06	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3
2006/07	1	1	2	2	0	2	2	1	2	2
2007/08	1	1	2	1	0	1	1	2	1	1
2008/09	2	3	2	2	0	2	2	2	3	3
2009/10	2	2	2	2	3	3	2	2	2	2
2010/11	2	1	2	2	0	2	2	2	3	3
2011/12	3	3	3	3	0	3	3	3	2	2
2012/13	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3
2013/14	2	2	3	2	0	3	2	3	2	2

Окончание табл. 2

Зимний сезон	Тип снежности								
	по снегозапасу к началу снетаяния (Яшина, 1978)	по максимуму снегозапасу (коэффициенту Шульца (Медведева, 1970))	по средней толщине снежного покрова (Олейников, 1982) (по метеостанции)	по средней толщине снежного покрова (Олейников, 1982) (по снегосъёмке)	по средней декадной высоте и динамике снежного покрова (Галахов, 1961)	по средней наибольшей декадной толщине снежного покрова	по максимальной за зиму толщине снежного покрова (Трошкина и др., 2005 МГИ)	по сумме твердых осадков	по сумме осадков, выпавших при температуре ниже +1 °С (Шмакин, 2010)
2014/15	2	3	2	2	0	2	3	2	2
2015/16	1	1	2	2	0		2	-	2
2016/17	1	1	1	1	0	2	1	-	2
2017/18	3	3	3	3	3	3	3	-	2
2018/19	1	1	1	1	1	1	1	-	1
2019/20	2	1	2	2	2	2	1	-	2
2020/21	1	1	2	1	0	1	2	-	2
2021/22	2	2	2	2	0	2	2	-	2

Примечание. Цифрами обозначены типы снежности: 0 – неопределенно снежная; 1 – малоснежная; 2 – среднеснежная; 3 – многоснежная.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Несмотря на то, что снежность зим – комплексное понятие, включающее в себя ряд параметров, большинство авторов при оценке снежности используют значения только одного, максимум двух из них. Как следствие, оценка получается достаточно упрощённой и однобокой. Тем не менее при оценке снежности зим для решения практических задач не всегда нужно учитывать все возможные параметры одновременно.

При оценке снежности зим по среднезимним характеристикам не учитывается распределение количества выпадающих осадков во времени в течение зимнего сезона, что важно при определении снежности зим, например, для оценки предполагаемого воздействия снега на урбанизированные территории. Кроме того, не учитывается и продолжительность устойчивого залегания снежного покрова: например, в Южно-Сахалинске зимы 2013/14 и 2017/18 гг. относятся к многоснежным по средней толщине снежного покрова, средняя за зиму толщина снежного покрова примерно одинакова (59.5 и 58.9 см соответственно), однако устойчивый снежный покров зимой 2017/18 г. сохранялся на 21 день дольше, чем зимой 2013/14 г. Методика Н. Н. Галахова (Галахов, 1961), который выделяет типы зим по отклонению среднедекадной толщины снежного покрова от среднегодовых значений на протяжении 2/3 зимы, удачна тем, что учитывает временной аспект, однако тоже имеет недостатки. Например, при оценке снежности в Южно-Сахалинске по этой методике 61% зим относится к неустойчивоснежным, а это малоинформативно.

Сложным вопросом остаётся оценка снежности зим в малоизученных горных районах, где нет продолжительных рядов наблюдений за характеристиками снежного покрова, а пространственная неоднородность снежного покрова ещё выше, чем на равнинных участках. Тем не менее, поскольку в оценку снежности зим по большинству методик заложены не абсолютные значения, а отклонения от средних, при отсутствии наблюдений могут быть использованы данные близлежащих равнинных метеостанций.

На взгляд автора, при оценке снежности зим для конкретных целей может быть использован один параметр, наиболее точно характеризующий эту цель (например, для оценки стока весеннего половодья целесообразно использовать максимальный снегозапас, а в лавиноведении – максимальную декадную толщину снежного покрова (Трошкина и др., 2009). Для оценки общей снежности зим целесообразно использовать комплексный показатель, включающий в себя ряд параметров (например, продолжительность залегания снежного покрова и его среднезимнюю толщину). При этом для предотвращения недопонимания важно, чтобы в работах, посвящённых снежности зим, была приведена конкретная методика, использованная автором.

Что касается оценки снежности зим с точки зрения воздействия снега на инфраструктуру населённых территорий, то важна не только толщина снежного покрова, но и характер выпадения снега (например, интенсивность снегопадов). Если рассматривать воздействие снега на инфраструктуру, важно оценить продолжительность многоснежного периода в течение зимнего сезона, а не только максимальную толщину снега за зиму (например, большое количество снега может выпасть один раз за зиму в конце сезона, причинив гораздо меньше неудобств и экономических затрат, чем если то же количество снега выпадет в начале сезона). В этом случае для оценки снежности зим можно использовать число дней с толщиной снежного покрова более какой-либо конкретной величины, определяемой индивидуально для каждого региона в зависимости от средней толщины снежного покрова.

В целом оценка снежности зим позволяет получить общие представления о параметрах зим в регионе, о порядке величин толщины снежного покрова и т. п., поскольку из-за низкого уровня достоверности при оценке трендов дать адекватный прогноз снежности зим невозможно. Проанализировать повторяемость зим с разными типами снежности сложно, поскольку типы, определённые по разным параметрам, совпадают только в небольшом числе случаев.

ВЫВОДЫ

Оценка снежности зим сильно затруднена из-за неточностей в архивах метеонаблюдений и погрешностей метеорологических измерений, редкой сети метеостанций, высокой степени пространственной неоднородности снежного покрова, а также в связи с различием параметров, характеризующих снежность зим. Типы снежности зим, определённые по разным методикам, дают противоречивые значения: при оценке по девяти методикам для г. Южно-Сахалинска типы снежности совпали полностью только в 17% зим, а в 58% зим типы снежности совпали по 2/3 показателей.

На взгляд автора, разработать единый подход к оценке снежности зим невозможно, поскольку параметры, выбираемые для этого, различны в зависимости от целей этой оценки. Целесообразнее всего подбирать методику оценки снежности зим в зависимости от поставленных задач и от наличия достоверных исходных метеорологических данных для анализа.

Благодарности. Представленные результаты получены при финансовой поддержке государственного задания FWWW-2022-0001.

Acknowledgments. The presented results were obtained with the financial support of the state assignment FWWW-2022-0001.

ЛИТЕРАТУРА

- 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.
- Генесина А. С. Основные синоптические процессы в зимний период над Сахалинской областью // Снег и лавины Сахалина. Л.: Гидрометеопечат, 1975. С. 5–12.
- Гляциологический словарь / Ред. В. М. Котляков. Л., Гидрометеопечат, 1984. 528 с.
- Медведева Г. П. Влияние снежности зим на формирование весеннего половодья рек Западной Сибири в 1936–1965 гг. // Проблемы регионального землеведения. Вып. 3. Чита, 1970. С. 34–36.
- Трошкина Е. С., Сапунов В. Н., Селиверстов Ю. Г., Черноус П. А. Динамика снежного покрова в Хибинах (1936–2002 гг.) // Материалы гляциологических исследований. 2005. Вып. 99. С. 112–115.
- Трошкина Е. С., Селиверстов Ю. Г., Мокров Е. Г., Сапунов В. Н., Черноус П. А., Соловьев А. Ю. Влияние изменения климатических условий на нивально-гляциальные процессы в Хибинах // Вест. МГУ. Сер. 5. География. 2009. № 2. С. 26–32.
- Олейников А. Д. Применение существующих методов типизации зим для целей лавиноведения (на примере Западного Кавказа) // Материалы гляциологических исследований. 1982. Вып. 45. С. 70–74.
- Олейников А. Д. Снежность зим в районе Красной Поляны (Западный Кавказ) // Вест. МГУ. Сер. 5. География. 2010. № 2. С. 39–45.
- Осокин И. М. География снежного покрова горных районов Востока Забайкалья. Чита: Областное изд-во, 1967. 191 с.
- Черноус П. А. О рационализации измерений характеристик снега для оценки его устойчивости на склоне // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2019. Т. 1. № 1. С. 114–142.
- Шмакин А. Б. Климатические характеристики снежного покрова Северной Евразии и их изменения в последние десятилетия // Лёд и Снег. 2010. № 1. С. 43–57.
- Яшина А. В. Основные принципы типизации зим центрально-европейской лесостепи по факторам формирования снежного покрова // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1978. № 5. С. 92–101.
- Medeu A., Blagovechshenskiy V., Gulyayeva T., Zhdanov V., Ranova S. Interannual Variability of Snowiness and Avalanche Activity in the Ile Alatau Ridge, Northern Tien Shan // Water. 2022. V. 14. P. 2936.
- Urban G., Richterová D., Kliegrová S., Zusková I., Pawliczek P. Winter severity and snowiness and their multiannual variability in the Karkonosze Mountains and Jizera Mountains // Theory and Applied Climatology. 2018. V. 134. P. 221–240.

Citation: Kazakova E.N. On the problem of estimating the snowiness of winters by different methods by the example of the Yuzhno-Sakhalinsk city. *Led i Sneg. Ice and Snow*. 2024, 64 (2): 252–261. [In Russian]. doi 10.31857/S2076673424020087

On the problem of estimating the snowiness of winters by different methods by the example of the Yuzhno-Sakhalinsk city

E. N. Kazakova

*The Special Research Bureau for Automation of Marine Research FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia
e-mail: kazakova-e-n@yandex.ru*

Received December 27, 2023 / Revised February 6, 2024 / Accepted April 10, 2024

The problem of estimating a snowiness (a snow coverage) of a territory is considered by many authors, but still nowadays no common approach to its solution is reached. Different authors use different characteristics in their works for estimating the winter snowiness. In this work the snowiness of winters was estimated using different parameters to determine the most representative one. The area under study is the Yuzhno-Sakhalinsk urban district. The data for the past 36 years (1986–2022) were used to determine the types of the winter snowiness in this district. The following nine methods have been applied: the maximum winter snow reserve; by the amount of solid precipitation; by the average winter thickness of snow cover from the weather station and by snow survey; by the average greatest ten-day thickness of snow cover; by the amount of precipitation in the form of snow; the method of N.N. Galakhov; the Schultz coefficient; and the maximum winter snow cover thickness. The results obtained are very contradictory. Thus, the types of snowiness completely coincided in only 17% of winters; while in 58% of winters the types of snowiness coincided by 2/3 of the above indicators. Estimation of snowiness using various parameters gives closer results when using data on snow reserve at the beginning of snowmelt and the average winter thickness of snow cover (coincidence in 78% of cases). The reason is that a major part of the above methods uses the values of only one parameter. But given that snowiness is a complex indicator, it would be reasonable to consider all possible parameters at the same time. It is impossible to develop a unified approach to estimating winter snowiness, since the parameters chosen for this problem depend on the goal of the determination. It would also be worthwhile to select a methodology for estimating winter snowiness depending on the tasks set, and on the availability and reliability of the initial meteorological data for the analysis. Such work is also complicated by the insufficient volume of meteorological data, as well as due to gaps in them.

Keywords: snowiness, snow, snow cover, Sakhalin Island

REFERENCES

- Galakhov N. N. *Vydelenie tipov zim po vysote i dinamike snezhnogo pokrova na bolshey chasti territorii SSSR*. Detection of winter types by depth and dynamics of snow cover across the majority of USSR territory. *Rol' snezhnogo pokrova v prirodnykh protsessakh*. The role of snow cover in natural processes. Moscow: Russian Academy of Sciences, 1961: 11–26. [In Russian].
- Genesina A. S. The main synoptic processes in winter over the Sakhalin region. *Sneg i laviny Sahalina: sbornik statey*. Snow and avalanches of Sakhalin: collection of articles. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1975: 5–12. [In Russian].
- Glyatsiologicheskii slovar'. Glaciological Glossary. Ed. V. M. Kotlyakov. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1984: 528 p. [In Russian].
- Medvedeva G. P. The influence of winter snowfall on the formation of the spring flood of the rivers of Western Siberia in 1936–1965. *Problemy regional'nogo zemlevedeniya*. Problems of regional geoscience, vol. 3. Chita: 1970: 34–36. [In Russian].
- Troshkina E. S., Sapunov V. N., Seliverstov Yu. G., Chernous P. A. Dynamics of snow cover in the Khibiny Mountains (1936–2002). *Materialy Glyatsiologicheskikh Issledovaniy*. Data of Glaciological Studies. 2003: 112–115. [In Russian].
- Troshkina E. S., Seliverstov Yu. G., Mokrov E. G., Sapunov V. N., Chernous P. A., Soloviev A. Yu. The influence of changes in climatic conditions on nival-glacial processes in the Khibiny Mountains. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografija*. Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography. 2009, 2: 26–32. [In Russian].

- Oleynikov A. D.* Application of existing methods of winter typification for avalanche research purposes (using the example of the Western Caucasus. *Materialy Glyatsiologicheskikh Issledovaniy*. Data of Glaciological Studies. 1982, 45: 70–74. [In Russian].
- Oleynikov A. D.* Snowiness of winters in the Krasnaya Pol-yana region (Western Caucasus). *Vestnik Moskovskogo universiteta*. Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography. 2010, 2: 39–45. [In Russian].
- Osokin I. M.* Geografiya snezhnogo pokrova gornyh rajonov Vostoka Zabajkal'ya. Geography of snow cover in the mountainous regions of the East of Transbaikalia. Chita: Regional publishing house, 1967: 191 p. [In Russian].
- Chernous P. A.* On the rationalization of measurements of snow characteristics to assess its stability on a slope. *Gidrosfera. Opasnye processy i javleniya*. Hydrosphere. Dangerous processes and phenomena. 2019, 1 (1): 114–142. [In Russian]
- Shmakin A. B.* Climatic characteristics of snow cover in Northern Eurasia and their changes in recent decades. *Led i Sneg*. Ice and Snow. 2010, 1: 43–57. [In Russian].
- Yashina A. V.* Basic principles for typing winters in the Central European forest-steppe according to the factors of snow cover formation. *Izvestiya Ros. Akad. Nauk. Seriya geograficheskaya*. Proc. of RAS. Geographical series. 1978, 5: 92–101. [In Russian].
- Medeu A., Blagovechshenskiy V., Gulyayeva T., Zhdanov V., Ranova S.* Interannual Variability of Snowiness and Avalanche Activity in the Ile Alatau Ridge, Northern Tien Shan. *Water*. 2022, 14: 2936.
- Urban G., Richterová D., Kliegrová S., Zusková I., Pawliczek P.* Winter severity and snowiness and their multiannual variability in the Karkonosze Mountains and Jizera Mountains. *Theor Appl Climatol*. 2018, 134: 221–240.