

УДК 551.578.46(470.53)

DOI 10.51691/2541-8327_2023_7_4

**ОЦЕНКА ИЗМЕНЧИВОСТИ ВЫСОТЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА
ПО ДАННЫМ СТАЦИОНАРНЫХ И ЛАНДШАФТНО-МАРШРУТНЫХ
НАБЛЮДЕНИЙ В ПЕРМСКОМ КРАЕ**

Крючков А. Д.*к.г.н., доцент,**Пермский государственный национальный исследовательский университет
Пермь, Россия***Аннотация**

Приведены результаты сравнения значений высоты снежного покрова, полученных при наблюдениях на метеорологических станциях с помощью стационарных снегомерных реек и в ходе ландшафтно-маршрутных измерений. Используются данные 23 метеостанций Пермского края за период 2000–2020 гг. Сопоставление высоты снега производилось для значений, которые были получены в дни проведения маршрутных снегосъемок. Показано, что для станций с полевым маршрутом среднегодовое значение отклонения не превышает в среднем выражении 5 см в 95%, в абсолютном – в 39%; для лесного маршрута показатели составляют 38 и 0% соответственно. Средние отклонения с величиной больше 10 см характерны только для лесных маршрутов. Сопоставление информации о высоте снежного покрова, полученной путем измерений на участке возле станции, а также в ходе ландшафтно-маршрутных наблюдений часто осложнено, а в некоторых ситуациях невозможно по причине воздействия как природных, так и антропогенных факторов.

Ключевые слова: высота снежного покрова, ландшафтно-маршрутные наблюдения, снегомерные рейки, метеорологические станции, Пермский край.

***ESTIMATION OF VARIABILITY OF SNOW DEPTH ACCORDING
TO STATIONARY AND LANDSCAPE ROUTE OBSERVATIONS
IN PERM REGION***

Kryuchkov A.D.*PhD, Associate Professor,**Perm State University,**Perm, Russia***Abstract**

The results of comparing the values of the snow depth obtained during observations at meteorological stations using stationary snow measuring rails and

during landscape route measurements are presented. Data from 23 weather stations of the Perm Region for the period 2000-2020 were used. The comparison of the snow depth was made for the values that were obtained on the days of the route snow surveys. It is shown that for stations with a field route, the average annual deviation does not exceed 5 cm in 95% on average, in absolute terms – in 39%; for the forest route, the indicators are 38 and 0%, respectively. Average deviations with a value greater than 10 cm are typical only for forest routes. Comparison of information about the snow depth obtained by measurements at the site near the station, as well as during landscape route observations, is often complicated, and in some situations impossible due to the impact of both natural and anthropogenic factors.

Keywords: snow depth, landscape and route observations, station site, meteorological stations, Perm Krai.

Введение

Снежный покров (СП) – важный климатообразующий фактор. Изучение характеристик снежности основывается на информации сети гидрометеорологического мониторинга. Результаты исследований взаимного влияния снежного покрова и окружающей среды для разных районов России и мира приведены, например, в трудах [3, 9, 10, 13, 25]. СП можно охарактеризовать определенным перечнем характеристик, основными из которых являются высота снега и запас влаги в нем. Измерения влагозапасов как параметров, наиболее важных, в первую очередь для гидрологических и сельскохозяйственных расчетов, на гидрометеорологической сети производятся в процессе ландшафтно-маршрутных наблюдений за характеристиками снега. На протяжении маршрута измеряется высота и плотность снежного покрова, после чего выполняется расчет запаса влаги в СП.

Плотность снежного покрова, как правило, является более устойчивой характеристикой во времени и пространстве по сравнению с высотой снега, поэтому на изменения величины влагозапасов большее воздействие оказывает именно высота снежного покрова. В то же время при выборе информации о высоте СП возникает ряд проблем, поскольку значения, Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

полученные по стационарным и маршрутным наблюдениям, в силу своих особенностей, могут существенно различаться. По этой причине, а также для оценки репрезентативности двух источников информации необходимо регулярно проводить их сравнение. Исследования распределения снежного покрова в зависимости от типа ландшафтно-маршрутных наблюдений проводятся для разных территорий России [2, 4, 12, 18, 19].

Соответствующая работа проводится в условиях дефицита сведений о параметрах снега, что обусловлено низкой плотностью сети станций и их неравномерным распределением. Это является значительной проблемой для многих регионов, в том числе Пермского края, поэтому в последнее время все чаще используют данные спутниковых измерений [1, 18], моделирования [6, 14, 21], различных реанализов [11, 22] или комбинированных подходов [24]. К последним относится разработанная в Гидрометцентре России технология расчета снегонакопления SnoWE, используемая для всей территории России [5, 23].

Использование спутниковой информации при большом пространственном охвате имеет ограничения при наличии облачности (в видимом диапазоне) или в силу несовершенства восстановления характеристик снега (в микроволновом диапазоне) из-за неоднородности растительного покрова или присутствия ледяных прослоек в снежной толще [7, 8, 23]. В модельных расчетах в качестве предикторов и верификаторов применяются интерполированные в узлы регулярной сетки данные наблюдений метеорологических станций, что вне зависимости от методов интерполяции является источником дополнительных погрешностей, а также требует высококачественных входных параметров.

Преимуществами применения информации, содержащейся в реанализах, являются ее согласованность в пространстве и времени, охватывающая достаточно большой по длительности период в глобальном

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

или региональном масштабах, а также бесплатный свободный доступ к готовым к использованию в стандартных форматах данным посредством специализированных веб-платформ [26]. В то же время, как и в случае со всеми численными метеорологическими продуктами, данные реанализа должны быть верифицированы путем сравнения с фактическими наблюдениями. Своевременное выявление факторов, влияющих на точность и репрезентативность характеристик снежного покрова, получаемых на сети гидрометеорологического мониторинга, позволяет вносить необходимые коррективы в наблюдательный процесс и улучшать качество будущих прогнозов.

Данные и методика

В текущей работе приводятся результаты сравнения данных высоты снежного покрова, полученных при наблюдениях на 23 метеорологических станциях Пермского края с помощью стационарных снегомерных реек и в ходе ландшафтно-маршрутных измерений за период с октября 2000 по май 2020 г. [15, 20].

По сравнению с работой [12] в выбранный период 7 наблюдательных подразделений проводили измерения только в поле, 5 – только в лесу, 11 пунктов имели как полевые, так и лесные маршруты.

В рамках исследования проводилось сопоставление средней высоты снежного покрова, определенной при наблюдениях в различных ландшафтах, с этой же характеристикой, измеренной в тот же день на площадке метеостанции путем получения разности между значениями. Рассчитаны средние и абсолютные значения разности стационарных и маршрутных наблюдений, а также статистические характеристики – коэффициент корреляции (r), среднеквадратическая ошибка (СКО), коэффициент репрезентативности – отдельно по годам и за весь исследуемый период за исключением отрезков времени с отсутствием снега (таблица 1). Значения

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

абсолютной разности меньше 5 см оценивались как незначительные отклонения, допустимые с точки зрения репрезентативности станции, от 5 до 10 см – как умеренные, более 10 см – как значительные, требующие особого внимания к изучению.

Анализ результатов

Сопоставление данных наблюдений за высотой снежного покрова по стационарным рейкам и на полевых маршрутах в 2000–2020 гг. показало, что в 95% случаев расхождение значений в среднем не превышает 5 см. Такой результат характерен для станций как с одним, так и с двумя типами ландшафтных измерений. Это на 25% больше, чем в период 2011–2020 гг., анализируемый в работе [11].

Таблица 1 – Результаты сопоставления станционных и ландшафтно-маршрутных наблюдений за высотой снежного покрова в Пермском крае с осреднением за 2010–2020 гг.

Станция	Маршрут	r	Средняя разность, см	Абсолютная разность, см	СКО	Ошибка репрезентативности, см
Ныроб	поле	0,98	3,2	4,8	5,2	0,3
	лес	0,96	-5,7	9,5	11,4	0,6
Вая	лес	0,96	-3,1	6,9	9,3	0,5
Усть-Чёрная	лес	0,95	-3,7	10,2	12,3	0,6
Чердынь	поле	0,99	-0,7	4,1	5,6	0,3
	лес	0,90	-13,9	14,7	13,4	0,7
Гайны	поле	0,98	3,0	5,2	6,4	0,3
	лес	0,96	-9,9	10,8	8,6	0,5
Коса	поле*	0,98	0,9	4,0	5,1	0,3
	лес	0,85	-5,5	9,0	12,2	0,6
Кочёво	поле*	0,98	-3,3	3,6	4,4	0,2
	лес	0,89	-10,4	11,2	11,1	0,5
Бисер	лес	0,81	-23,3	23,4	15,7	0,9
Кудымкар	поле	0,98	3,6	5,5	6,5	0,3
Чёрмоз	поле	0,95	-4,1	5,7	6,9	0,3
Губаха	лес	0,95	-3,7	7,6	9,7	0,5
Добрянка	лес	0,92	-5,2	8,5	10,4	0,5
Верещагино	поле	0,96	-3,8	7,0	8,1	0,4
	лес	0,89	0,6	8,4	10,6	0,5
Лысьва	поле	0,91	-6,1	7,7	8,7	0,4
Пермь	поле	0,94	-0,3	3,6	5,0	0,2

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

	лес	0,89	-0,2	6,1	8,8	0,5
Кын	поле	0,92	3,6	8,2	10,0	0,5
	лес	0,81	4,5	11,6	15,5	0,9
Б. Соснова	поле	0,99	1,5	3,7	5,0	0,2
Оханск	поле	0,97	3,8	6,1	7,2	0,3
Кунгур	поле	0,91	4,0	8,7	12,2	0,6
	лес	0,92	6,3	9,4	11,0	0,6
Оса	поле	0,96	1,0	9,3	11,1	0,5
Ножовка	поле	0,98	-1,0	4,2	6,3	0,3
	лес	0,96	0,5	6,0	9,8	0,5
Чернушка	поле	0,96	3,6	10,1	12,3	0,6
Октябрьский	поле	0,98	-4,8	5,6	6,3	0,3
	лес	0,87	-17,8	18,0	11,5	0,6

* в настоящее время наблюдений на маршруте нет.

Среди указанных случаев можно отметить преобладание положительных значений разности (10 из 18 станций), в то время как во второе десятилетие XX в. наблюдалась обратная ситуация (рис. 1).

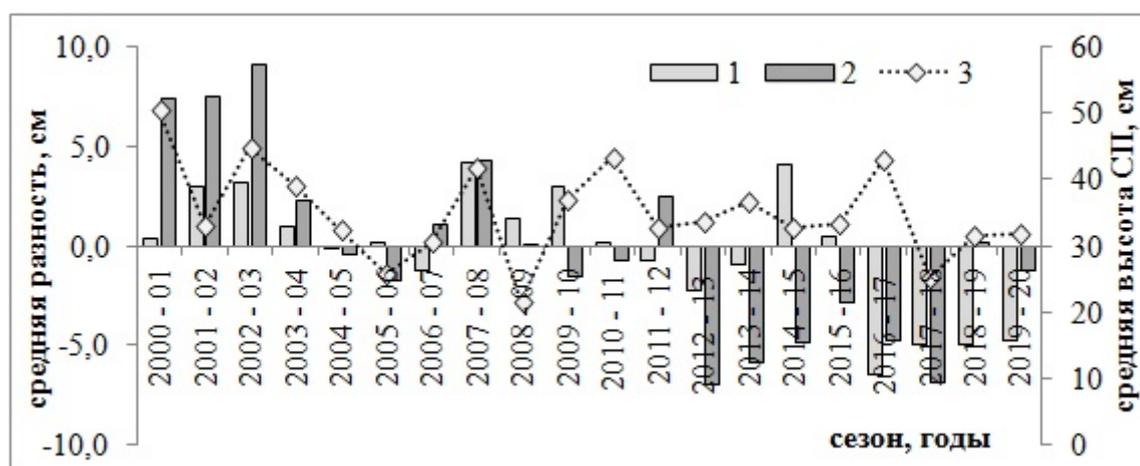


Рис. 1 – Изменчивость характеристик СП по данным наблюдений на метеорологической станции Пермь за период 2000–2020 гг.:
1,2 – средняя разность высоты снега (см) между полевым/лесным маршрутами и площадкой, 3 – средняя высота СП на площадке¹

Значительный вклад в подобные изменения внесло уменьшение высоты СП, которое наблюдалось в целом по Пермскому краю в первое десятилетие

¹ Авторская разработка

XX в., а на отдельных станциях продолжалось, хотя и в меньшей степени, и в последующий период. Подобная ситуация в той или иной степени наблюдается и на других станциях из центральной и южной частей Пермского края, в том числе с лесными маршрутами.

В представленных случаях могут сказываться условия, когда факторы, благоприятствующие снегонакоплению на площадке станции (в первую очередь защищенность участка), компенсируются общим уменьшением высоты снега. Маршруты, как правило, пересекают типичные формы рельефа, характерные для территории, окружающей станцию [16], и уменьшение снежного покрова должно сказываться и на этих участках. Однако на открытой местности может наблюдаться метелевый перенос, который перераспределяет снежные массы и таким образом компенсирует уменьшение значений. В понижениях рельефа и на границах лесных массивов сохраняются условия, благоприятствующие дополнительному снегонакоплению. Кроме того, выбранные участки, которые ранее соответствовали требованиям организации ландшафтно-маршрутных наблюдений, со временем могут становиться частично не соответствующими и даже полностью непригодными для использования: они зарастают кустарником и деревьями, их начинают использовать под хозяйственные и бытовые нужды.

В связи с этим довольно часто маршруты переносятся, из-за чего теряется однородность рядов. Кроме того, существенно изменяется величина разности в среднем и абсолютном выражении. Так, на станции Пермь (рис. 1) за последнее десятилетие маршруты переносились 3 раза. Например, смена маршрутов летом 2016 г. привела к резкому изменению направленности и величины отклонений на полевом участке.

Стоит отметить, что результаты, соответствующие полевому маршруту станции Пермь, относятся к тем случаям, когда разности и в среднем, и в Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

абсолютном выражении находятся в пределах 5 см. Кроме Перми, такая ситуация отмечается еще на 6 станциях, например, в Ныробе (рис. 2а), расположенном на севере региона.

В Ныробе значения отклонений высоты снега в среднем и абсолютном выражении для поля имеют небольшую разницу, поскольку во все сезоны, за исключением двух, средняя высота СП по стационарным рейкам была больше полевой характеристики (рис. 3а). Уменьшение высоты СП в северной части края в меньшей степени сказалась на общих показателях.

Значение СКО на станции Ныроб для разности между лесом и площадкой более чем в два раза больше аналогичной характеристики, полученной на полевом маршруте. Это связано с тем, что для лесного ландшафта при сравнении со станцией существенная разница в высоте снежного покрова проявляется только в период активного снеготаяния, в отдельные дни превышая 30 см. Кроме того, в периоды 2017–2018 и 2018–2019 гг. наблюдения в лесу не проводились из-за активности волков.

Хищные животные влияли на проведение измерений и на станции Кын (рис. 3б) на востоке Пермского края. В нескольких сезонах пришлось отменить наблюдения на лесном, а в сезоне 2010–2011 – на обоих маршрутах. В 2016 г. в целях обеспечения безопасности наблюдателей линии были перенесены ближе к станции.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

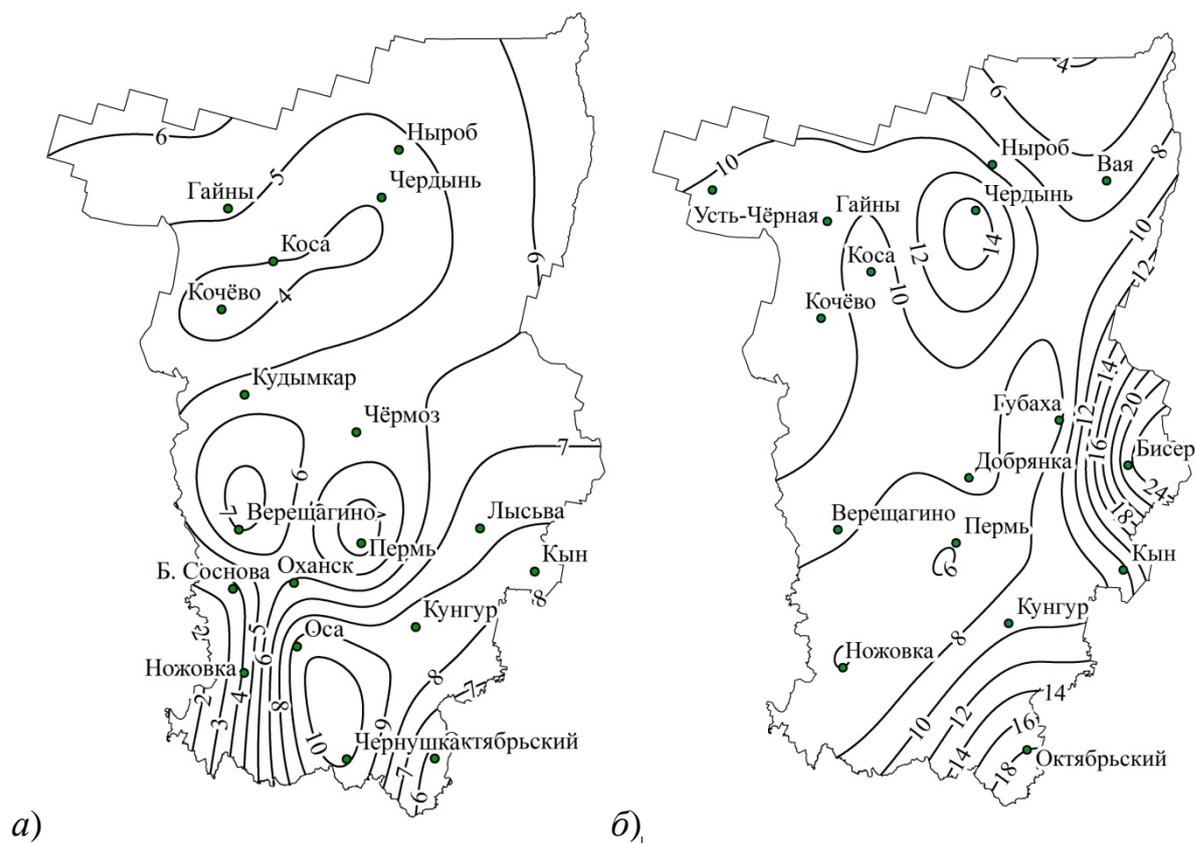


Рис. 2 – Величина разности высоты СП в абсолютном выражении по данным стационарных и маршрутных наблюдений в Пермском крае за 2000–2020 гг.: а) значения для полевого маршрута, б) значения для лесного маршрута²

Кын относится к наблюдательным подразделениям (НП), где высота СП во второе десятилетие XX в. увеличивалась после резкого снижения в предыдущий период. В целом ход разности показателей, соответствующих полевому маршруту, отражает динамику изменений высоты СП на станции. Таким образом, в районе установки стационарных снегомерных реек формировались условия для повышенного снегонакопления в результате некоторой защищенности участка, в том числе надувания снега с окружающего поля. Эти условия не отражены в паспорте станции.

² Авторская разработка

Наличие подобных условий подтверждает тот факт, что кроме Кына высота снега имела аналогичные изменения на всех НП, расположенных в северной и восточной частях Пермского края.

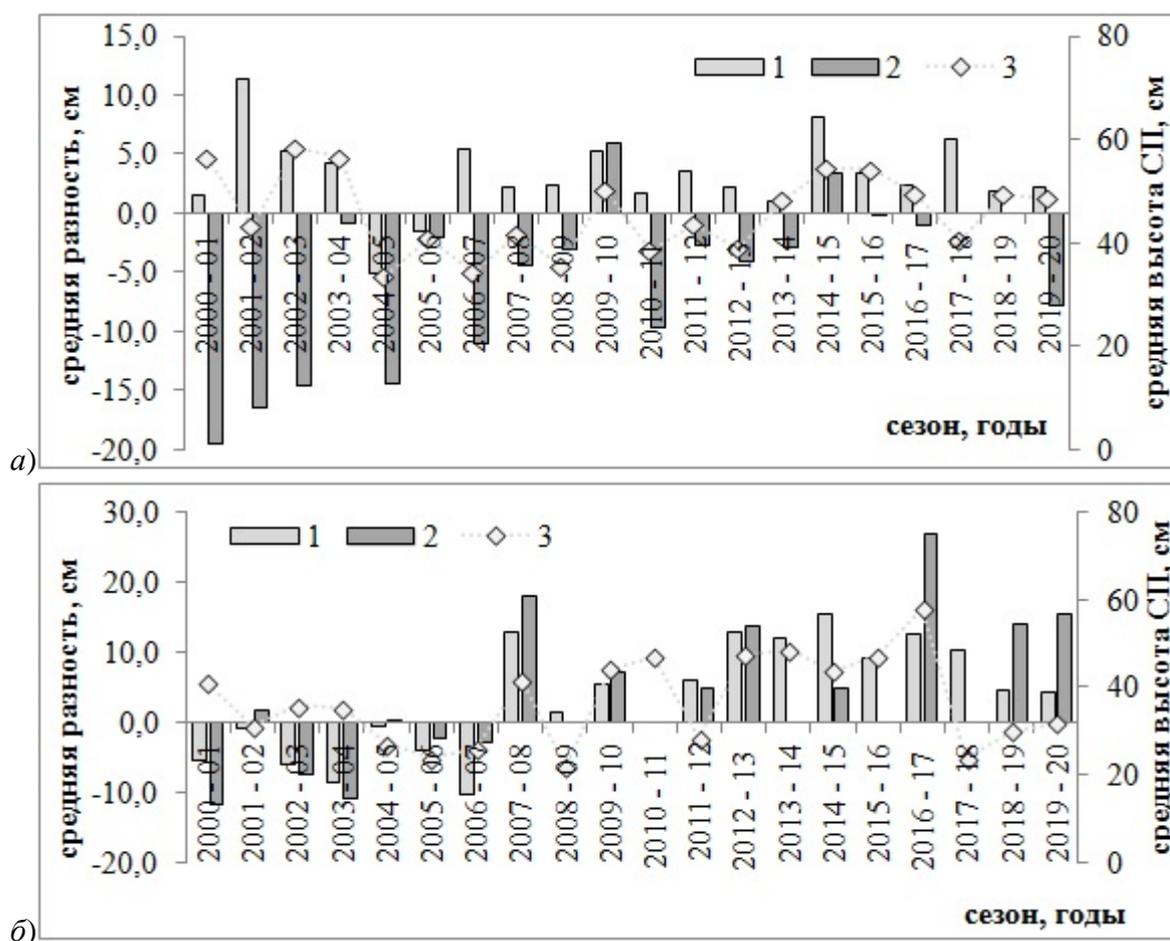


Рис. 3 – Изменчивость характеристик СП по данным наблюдений на метеорологических станциях Нырб (а) и Кын (б) за период 2000–2020 гг.: 1,2 – средняя разность высоты снега (см) между полевым/лесным маршрутами и площадкой, 3 – средняя высота СП на площадке³

Однако в большинстве случаев высота СП изменялась равномерно как на участке со стационарными рейками, так и в местах, где были проложены снегомерные маршруты. Например, в Бисере (рис. 4) на протяжении всего исследуемого периода значения разности остаются отрицательными,

³ Авторская разработка

наблюдаются только межгодовые колебания. Аналогично показатели для лесного маршрута ведут себя еще в 6 подразделениях.

Стоит отметить, что в Бисере зафиксированы наибольшие показатели среди всех станций как по значениям разности в среднем и абсолютном выражении, так и по показаниям СКО. Как показало исследование [11], и в более отдаленной ретроспективе показания для станции Бисер остаются максимальными среди всех подразделений. Основной причиной, как было выявлено, является физико-географическое положение станции, а результаты ежедневных данных о высоте СП соответствуют только небольшим открытым пространствам.

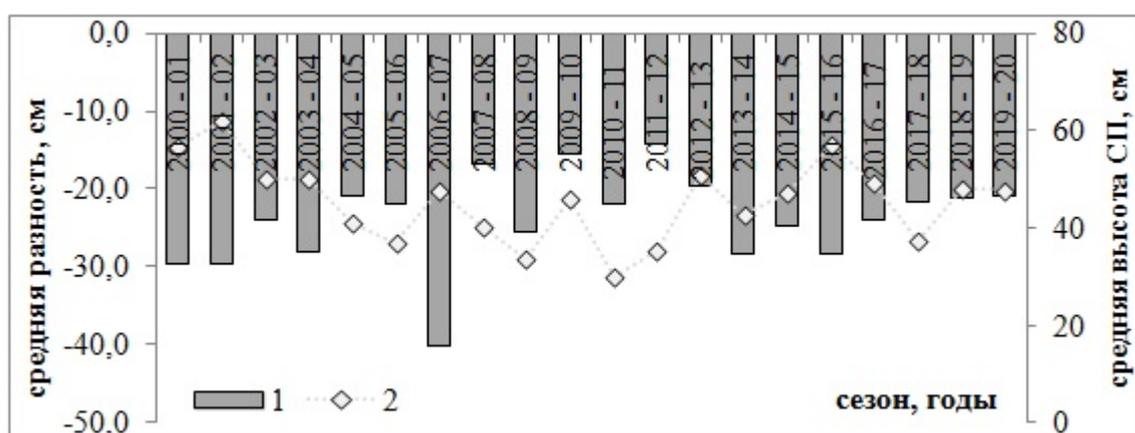


Рис. 4 – Изменчивость характеристик СП по данным наблюдений на метеорологических станциях Бисер за период 2000–2020 гг.:

- 1 – средняя разность высоты снега (см) между лесным маршрутом и площадкой,
2 – средняя высота СП на площадке⁴

Результаты анализа особенностей формирования текущих значений разностей, полученные для приведенных станций в работе [12], остаются актуальными и для расширенной выборки.

В целом средняя разница высот снежного покрова между лесным маршрутом и метеорологической площадкой не превышает 5 см в 38%

⁴ Авторская разработка

случаев. В абсолютном выражении ни один лесной участок не попадает в категорию незначительных расхождений (рис. 2б).

Вне зависимости от вида изучаемого ландшафта для наблюдательных пунктов со средним превышением 5 см характерны отрицательные значения отклонений. Исключение составляют станции Кунгур и Кын, где наблюдается положительная среднегодовая разница (6,3 см и 6,2 см) между площадкой и лесным маршрутом.

Заключение

1. Разница высот снежного покрова между участком, где установлены стационарные рейки, и полевым маршрутом не превышает в среднем выражении 5 см в 95%, в абсолютном – в 39%. Значения высоты снега, полученные в данных подразделениях на участках с рейками, можно считать характерными и для окружающей станцию территории без оговорок. Для лесного маршрута показатели составляют 38 и 0% соответственно. Средние отклонения с величиной больше 10 см характерны только для лесных маршрутов.

2. Информация о высоте снега по рейкам подразделения Бисер характерна только для открытых участков, окружающих станцию. Подобный вывод относится и к станции Усть-Черная. В Октябрьском данные площадки соответствуют открытой местности, с данными лесного маршрута имеются значительные расхождения. С осторожностью нужно относиться к показаниям пункта Кын.

3. Сопоставление информации о высоте снежного покрова, полученной путем измерений на участке возле станции, а также в ходе ландшафтно-маршрутных наблюдений осложнено природными и антропогенными факторами, которые часто приводят к изменению мест прокладки маршрутов и даже их полной отмене. К природным факторам можно отнести постепенное зарастание снегомерной линии, невозможность пройти

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

установленный маршрут в результате частых падений деревьев, перекрывающих путь, выход хищных животных на прилегающую к станции территорию. К антропогенным факторам можно отнести застройку ранее пустующих участков, на которых были проложены снегомерные линии, захламление и появление неорганизованных свалок на местах маршрутов, нарушение целостности СП транспортом. Не исключены случаи халатного отношения наблюдателей к своим обязанностям.

Библиографический список

1. Астафуров В.Г., Скороходов А.В., Мусиенко О.П., Курьянович К.В. Статистическая модель текстуры изображений и физических параметров облачности в периоды залегания снежного покрова на территории Российской Федерации по данным MODIS. // Оптика атмосферы и океана, 2018. – Т. 31, № 07. – С. 537–541. – DOI: 10.15372/AOO20180706.

2. Губанова Л.В., Кощева Г.С. Динамика характеристик снежного покрова в ландшафтах Приишимья Тюменской области // Экологический мониторинг и биоразнообразие, 2015. – №3. – С. 166–171.

3. Евсеева Н.С., Петров А.И., Каширо М.А., Квасникова З.Н., Батманова А.С., Хон А.В. Влияние рельефа и растительности на распределение снежного покрова в бассейнах малых рек // Геосферные исследования, 2017. – № 4. – С. 64–74. – DOI: 10.17223/25421379/5/6.

4. Евсенкин К.Н., Ильинский А.В. Многолетняя динамика запасов воды в снежном покрове лесного массива Рязанской Мещеры // Евразийский союз ученых, 2020. – №4–5 (73). – С. 24–27. – DOI 10.31618/ESU.2413-9335.2020.5.73.684.

5. Казакова Е.В. Ежедневная оценка локальных значений и объективный анализ характеристик снежного покрова в рамках системы численного прогноза погоды COSMO-Ru: дисс. канд. физ. мат. наук 25.00.30. – М., 2015. – 181 с.

6. *Калинин В.Г., Шайдулина А.А., Русаков В.С., Фасахов М.А.* Математико-геоинформационное моделирование процесса снеготаяния на речных водосборах Прикамья // Лёд и снег, 2022. – Т. 62, № 1. – С. 63–74. – DOI 10.31857/S2076673422010116. EDN KWGIAD.

7. *Китаев Л.М., Желтухин А.С., Коробов Е.Д., Аблеева В.А.* Снежный покров: особенности локального распределения в лесных массивах как возможный источник погрешностей спутниковых данных // Известия Российской академии наук. Серия географическая, 2020. – Т. 84, № 6. – С. 855–863. – DOI 10.31857/S2587556620060072.

8. *Китаев Л.М., Титкова Т.Б., Турков Д.В.* Точность воспроизведения межгодовой изменчивости снегозапасов Восточно-Европейской равнины по данным спутниковой информации на примере продукта GlobSnow (SWE) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2020. – Т. 17, № 1. – С. 164–175. – DOI 10.21046/2070–7401–2020–17–1–164–175. – EDN YNGRCY.

9. *Коришунова Н.Н., Давлетишин С.Г., Аржанова Н.М.* Изменчивость характеристик снежного покрова на территории России // Фундаментальная и прикладная климатология, 2021. – Т. 7, № 1. – С. 80–100. – DOI 10.21513/2410–8758–2021–1–80–100. – EDN BUSCCQ.

10. *Котова Е.И.* Оценка влияния факторов на состав снежного покрова в Российской Арктике. Успехи современного естествознания, 2019. – № 10. – С. 158–163. – EDN KIKACM.

11. *Крючков А.Д.* Пространственно-временное распределение характеристик снежного покрова на территории Пермского края: дис.... канд. геогр. наук: 25.00.30. – Пермь – 2021. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://www.psu.ru/files/docs/science/dissertatsionnye-sovety/kryuchkov/disser.pdf> (Дата обращения 21.05.2023).

12. *Крючков А.Д.* Сравнительный анализ высоты снежного покрова по данным стационарных и ландшафтно-маршрутных наблюдений в Пермском крае // Климатические риски и космическая погода: материалы Международной конференции и Школы молодых ученых, посвященных памяти Нины Константиновны Кононовой, Иркутск, 14–17 июня 2021 года. – Иркутск: Иркутский государственный университет – 2021. – С. 352–359.

13. *Крючков А.Д., Истомина О.В.* Динамика снежного покрова на территории Пермского края за период 1988–2018 гг. // Вестник удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле – 2019. – Т. 29 – вып. 2. – С. 243–251.

14. *Куракина Н.И., Михайлова А.А.* Картографическое моделирование снежного покрова в технологии геоинформационных систем // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ – 2020. – № 1 – С. 23–27. EDN ENKGAW.

15. Метеорологический ежемесячник. Уральское УГМС. Екатеринбург. 2000–2020 гг. – Ч. 2, вып. 9. – № 1–5, 10–13.

16. Наставление по гидрометеорологическим станциям и постам, выпуск 3, часть 1 // Наблюдения за снежным покровом – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – С. 98–113.

17. *Попова В.В., Морозова П.А., Титкова Т.Б., Семенов В.А., Черенкова Е.А., Ширяева А.В., Китаев Л.М.* Региональные особенности современных изменений зимней аккумуляции снега на севере Евразии по данным наблюдений, реанализа и спутниковых измерений // Лёд и Снег, 2015. – Т. 55, № 4. – С. 73–86.

18. *Сосновский А.В., Осокин Н.И., Черняков Г.А.* Влияние климатических изменений на высоту снежного покрова по рейке и маршрутной снегосъемке на равнинной территории России. // Снежный покров, атмосферные осадки, аэрозоли: технология, климат и экология.

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

Материалы 2-й Байкальской. междунар. науч.-практич. конф., 25–30 июля 2018 г., – Иркутск, 2018. – С. 96–100.

19. *Сосновский А.В., Осокин Н.И., Черняков Г.А.* Динамика снегозапасов на равнинной территории России в лесу и в поле при климатических изменениях / Лёд и Снег, 2018. – Т. 58, №2. – С. 183–190.

20. Таблицы метеорологических наблюдений на станциях и постах Департамента РОСГИДРОМЕТА по УФО. 2000–2020 гг.

21. *Турков Д.В., Сократов В.С., Титкова Т.Б.* Снежный покров Западной Сибири по расчетам на модели локального тепловлагообмена SPONSOR и данным реанализа // Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Материалы XXIII Международного симпозиума. Электронный ресурс, Иркутск, 03–07 июля 2017 года / Ответственный за выпуск О.А. Романовский. – Иркутск: Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, 2017. – С. 391–395. – EDN ZSQXIT.

22. *Хан В.М., Рубинштейн К.Г., Шмакин А.Б.* Сравнение сезонной и межгодовой изменчивости снежного покрова в бассейнах рек России по данным наблюдений и реанализов // Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2007. – Т. 43, № 1. – С. 69–80.

23. *Чурюлин Е.В., Копейкин В.В., Розинкина И.А., Фролова Н.Л., Чурюлина А.Г.* Анализ характеристик снежного покрова по спутниковым и модельным данным для различных водосборов на Европейской территории Российской Федерации // Гидрометеорологические исследования и прогнозы, 2018. – № 2 (368). – С. 120–143.

24. *Шихов А.Н., Черных В.Н., Аюржанаев А.А., Пьянков С.В.* Расчет снегонакопления в бассейне р. Селенги на основе данных глобальных численных моделей атмосферы с верификацией по спутниковым данным // Материалы 20-й Международной конференции «Современные проблемы

дистанционного зондирования Земли из космоса». – Москва: ИКИ РАН, 2022. – С. 124. – DOI 10.21046/20DZZconf-2022a.

25. *Kunkel K.E., Robinson D.A., Champion S., Yin X., Estilow T., and Frankson R.M.* Trends and extremes in Northern Hemisphere snow characteristics // *Curr Clim Change Rep*, 2016. Vol. 2.: 65–73.

26. *Sheffield J.; Goteti G.; Wood E.F.* Development of a 50-year high-resolution global dataset of meteorological forcings for land surface modeling. // *J. Clim.*, 2006. Vol. 19: 3088–3111.

Оригинальность 84%