

УДК 551.509.3:504.3

Г.П. Івус, к.геогр.н., Л.М. Гурська, ст.викл., Р.М. Марчишин*

Одеський державний екологічний університет

*Львівський регіональний центр з гідрометеорології

МІНЛИВІСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА МЕТЕОСТАНЦІЇ СЛАВСЬКЕ ПРОТЯГОМ 1990 – 2010 РОКІВ

На основі даних метеорологічних спостережень за сніговим покривом за двадцятирічний період досліджено період залягання снігу, умови його формування та висоту снігового покриву на метеостанції Славське. Зроблено порівняльний аналіз одержаних характеристик з даними Кліматичного кадастру України.

Ключові слова: сніговий покрив, запас води у снігу, тривалість залягання снігового покриву

Вступ. При моделюванні змін клімату один із найбільш тонких і складних моментів – відтворення зворотних зв'язків кліматичної системи з максимальною близькістю до природи. У свою чергу, сезонний сніговий покрив – один із найважливіших механізмів зворотного зв'язку в кліматичній системі [6]. Вплив снігу на суспільство багатогранний і містить у собі складні фізичні, соціальні, економічні та психологічні аспекти. Відомо [4, 7], що висота, щільність, вологість та прозорість снігового покриву є основними фізичними параметрами, які враховуються при використанні снігу та боротьбі з ним. Товщина снігового покриву і тривалість залягання його мають соціальне та економічне значення і здійснюють вплив на навколишнє середовище. При появі снігового покриву радикально змінюється енергетика атмосфери.

Мета дослідження. Метою даної роботи є дослідження мінливості снігового покриву та основних його характеристик на метеостанції Славське протягом двадцятирічного періоду, починаючи з 1990 р. і закінчуючи 2010 р.

Селище міського типу Славське – це відомий в Україні та за її межами кліматотерапевтичний та гірськолижний курорт, економіка якого напряму залежить від снігового покриву та особливостей його залягання. Формування і маса снігу зумовлюються географічною зональністю, рельєфом поверхні, загальною циркуляцією атмосфери і кількістю твердих опадів. Значну неоднорідність у формуванні снігового покриву, особливо в горах, спричиняє вітрове перенесення снігу.

Матеріали дослідження та отримані результати. Вихідними матеріалами для даної роботи послужили дані восьмирічних метеорологічних спостережень на метеостанції Славське за 20 зимових сезонів, починаючи з грудня 1990 р. і закінчуючи березнем 2010 р. Розглянуті такі характеристики снігового покриву як висота, щільність, запас води в снігу, дати появи та руйнування снігового покриву тощо. Також використані дані п'ятиденних спостережень по снігомірному маршруту. Проведено порівняльний аналіз вище зазначених характеристик розглянутого періоду з попереднім 30-річним періодом за даними Кліматичного кадастру України [3]. Аналіз синоптичних процесів проведено за матеріалами архіву АРМСин.

Кліматичні особливості місцевості, де знаходиться Славське, визначаються його положенням відносно рівня моря (метеостанція розташована на висоті 592,5 м над рівнем моря) та вертикальною зональністю. Як метеостанція, так і населений пункт знаходяться у гірській долині, де яскраво виражений гірсько-долинний клімат. Цей тип клімату особливо яскраво проявляється у періоди випадіння першого снігу, довготривалих зимових морозів і танення снігу. Гірський масив Бескиди з відносно невисокими горами та незначною крутизною схилів впливає на клімат селища.

Переважні повітряні потоки з Атлантики і фізико-географічне розташування створюють умови для накопичення в Славському вологи.

Сніг – дуже динамічний елемент, властивості якого залежать від умов випадіння, часу, термічних і динамічних режимів існування. Встановлення снігового покриву відбувається не відразу. Час формування, висота, щільність і тривалість залягання снігового покриву залежать від характеристик клімату, зокрема від його континентальності. В областях з різко континентальним кліматом більша частина снігу випадає на початку зими і відкладається на мерзлий ґрунт. В областях з помірно-континентальним кліматом сніг частіш за все починає відкладатись на ще теплий ґрунт і перші шари снігу можуть танути. Тому стійкий сніговий покрив формується із запізненням у порівнянні з датами перших снігопадів [5].

За даними досліджень за період 1990-2010 рр. на метеостанції Славське сніговий покрив починав формуватись здебільшого у другій-третьій декаді листопада або ж у першій-другій декаді грудня (табл. 1). Можна виділити окремі роки, коли сніговий покрив утворювався у першій декаді листопада (2005, 2006 рр.) і навіть у середині жовтня (2008 р.). Як правило, такий сніговий покрив є нестійким. Руйнування снігового покриву характеризується значними коливаннями у часі. Сніговий покрив найдовше залягав до 6 квітня 1996 р., тоді як у 1995 р. руйнування його відбулося 7 лютого. Таким чином простежується значна мінливість перших та останніх дат залягання снігу.

Таблиця 1 – Утворення та руйнування снігового покриву за період 1990-2010 рр.

Зимовий період, роки	Дата формування снігового покриву	Дата руйнування снігового покриву	Зимовий період, роки	Дата формування снігового покриву	Дата руйнування снігового покриву
1990-1991	21.12	06.03	2000-2001	15.11	04.03
1991-1992	21.11	24.03	2001-2002	17.12	27.03
1992-1993	14.12	28.02	2002-2003	07.12	29.03
1993-1994	01.12	28.02	2003-2004	20.12	19.03
1994-1995	12.12	07.02	2004-2005	21.11	29.03
1995-1996	26.11	06.04	2005-2006	03.11	31.03
1996-1997	18.11	26.02	2006-2007	08.11	28.02
1997-1998	16.11	13.02	2007-2008	21.12	22.02
1998-1999	17.11	26.03	2008-2009	14.10	31.03
1999-2000	21.12	27.03	2009-2010	27.11	20.03

Однією з найважливіших метеорологічних характеристик зимового сезону є кількість днів зі сніговим покривом. Як правило, спостерігаються відмінності у формуванні снігового покриву із року в рік. Випадіння опадів зумовлюється циркуляційними процесами в атмосфері. Так, над Східною Європою найбільша кількість снігу спричинена домінуванням меридіональної циркуляції, при якій холодні маси з півночі сприяють подовженню періоду зі снігопадами. Територія Львівщини основний запас вологи у вигляді опадів одержує з південно-західними, західними та північно-західними потоками, які приносять в цей регіон вологе повітря середземноморського та атлантичного походження [1, 2]. Такі опади спостерігаються за умови: а) виходу на територію України західних і південно-західних циклонів або їх взаємодії з холодним фронтом з хвилями із заходу чи північного заходу; б) наявності блокуючого процесу, що гальмує рух циклонів, при якому має місце як їх

стаціонавання, так і аномальне переміщення. Часто циклон здійснює петлеподібний рух. Через блокування створюються великі горизонтальні градієнти тиску та температури, що спричиняють хуртовини, сильні та дуже сильні опади.

За розглянутий період визначено максимальну кількість днів зі сніговим покривом у кожному році (рис. 1) та проведено порівняльний аналіз одержаних результатів з аналогічними даними Кліматичного кадастру України [3]. На графіку прямими горизонтальними лініями виділено абсолютний мінімум та абсолютний максимум кількості днів зі сніговим покривом за період 1961-1990 рр. Таким чином, протягом шести зимових сезонів із останнього двадцятиріччя число днів зі сніговим покривом менше за кліматичний мінімум, який становив 74 дні в зимовий сезон 1989-1990 року. Абсолютний максимум (136 днів, зима 1975-1976 року) перевищено лише один раз у 1995-1996 році, коли кількість днів зі сніговим покривом досягла 141 дня. Тобто можна вважати, що в останні 20 зимових сезонів число днів із заляганням снігового покриву зменшується у порівнянні із попереднім тридцятирічним періодом. З метою дослідження динаміки залягання снігового покриву протягом останнього двадцятиріччя побудовано лінійний тренд (рис. 2), який демонструє зростання числа днів зі снігом за зиму всередині 20-річного періоду.

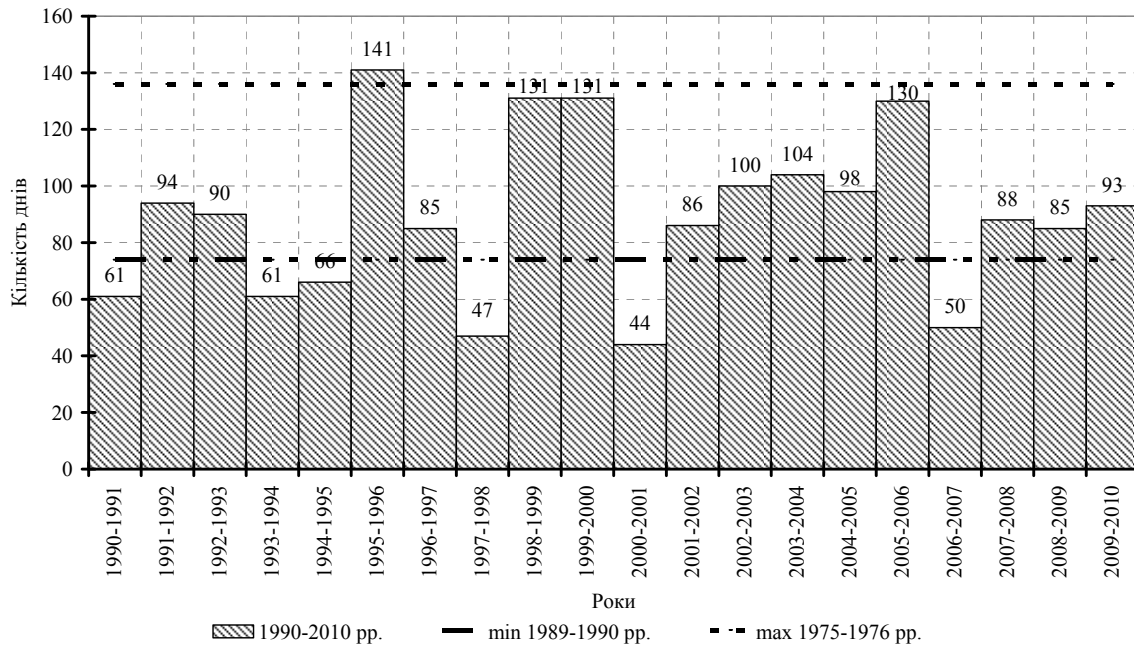


Рис. 1 – Максимальна кількість днів зі сніговим покривом на метеостанції Славське за період 1990-2010 рр.

Серед характеристик снігового покриву найбільш цікавою як для населення, так і для спеціалістів-метеорологів є його висота. Цей показник змінюється як протягом зими, так і з року в рік. За об'ємом снігу, що випадає, виділяють багато-, середньо- і малосніжні зими [7]. Багато- і малосніжними зимами прийнято називати такі зими, коли середні декадні висоти снігового покриву відхиляються від середніх багаторічних величин більше ніж на 25%. Якщо ж відхилення не досягають 25%, то зима вважається середньо сніжною. Відомо [2], що висота снігового покриву в Славському найвища серед метеостанцій Львівської області. Вона залежить безпосередньо від переносу вологи повітряними масами, швидкості вітру, температури повітря.

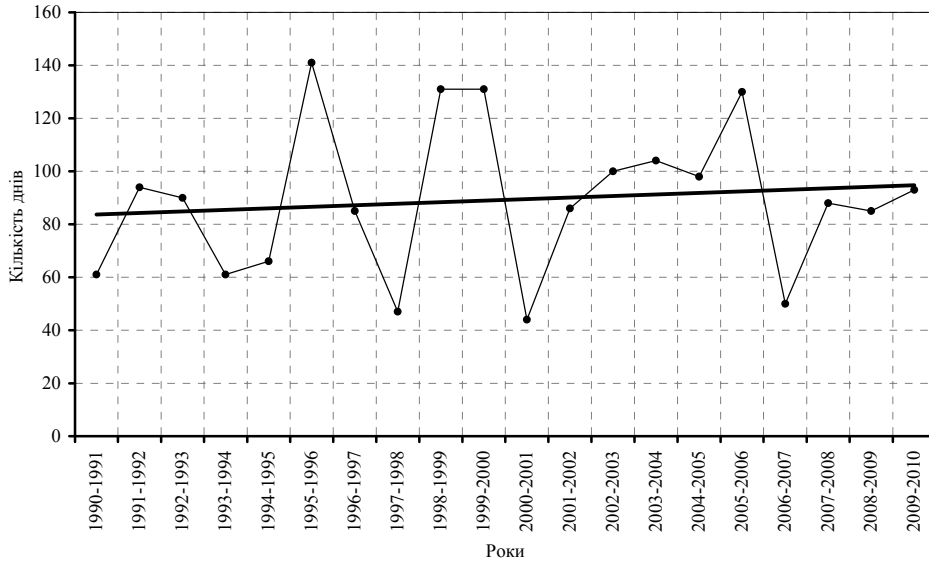


Рис. 2 – Тривалість залягання снігового покриву на метеостанції Славське за період 1990-2010 рр.

У холодні зими спостерігається закономірне збільшення висоти снігового покриву протягом зими. Найчастіше максимальне снігонакопичення фіксується наприкінці лютого або на початку березня. Протягом періоду, що розглядається, також добре помітні різкі коливання висоти снігу (рис. 3). Так, максимальна висота снігового покриву зимою 1998-1999 рр. досягала 120 см. Це значення значно перевищило абсолютний максимум, який спостерігався за період 1961 – 1990 рр. і становив 77 см у зимовий сезон 1975-76 рр. Слід відмітити, що тривалість залягання снігу зимою 1998-1999 рр. становила 131 день. Мінімальна висота снігового покриву зафіксована на метеостанції Славське у зимовий сезон 1997-1998 рр. і не перевищувала 13 см. Зимових сезонів без сталого снігового покриву не відмічалось.

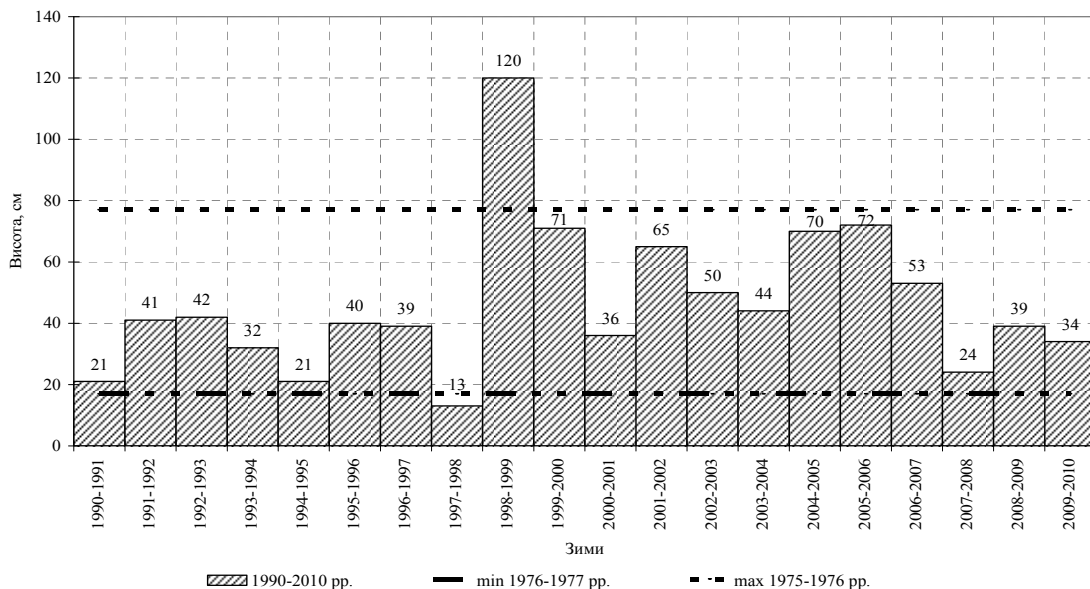


Рис. 3 – Максимальна висота снігового покриву за стаціонарною рейкою на метеостанції Славське за період 1990-2010 рр.

Доречно розглянути таку характеристику як середню з найбільших висот снігового покриву. За період 1961-1990 рр. цей показник становив 39,8 см. З 1990 р. по 2010 р. середня з найбільших висот за розрахунками досягла 46,4 см. Подібна тенденція до зростання висоти снігового покриву зберігається і в останньому десятиріччі, про що наочно свідчить тренд (рис. 4). Так, наприкінці ХХ століття (1990 - 2000 рр.) середня з найбільших висот була 44 см, тоді як на початку ХХІ століття (2001 - 2010 рр.) це значення дорівнює 48,7 см, що є результатом збільшення інтенсивності опадів протягом останніх років на фоні зменшення їх повторюваності.

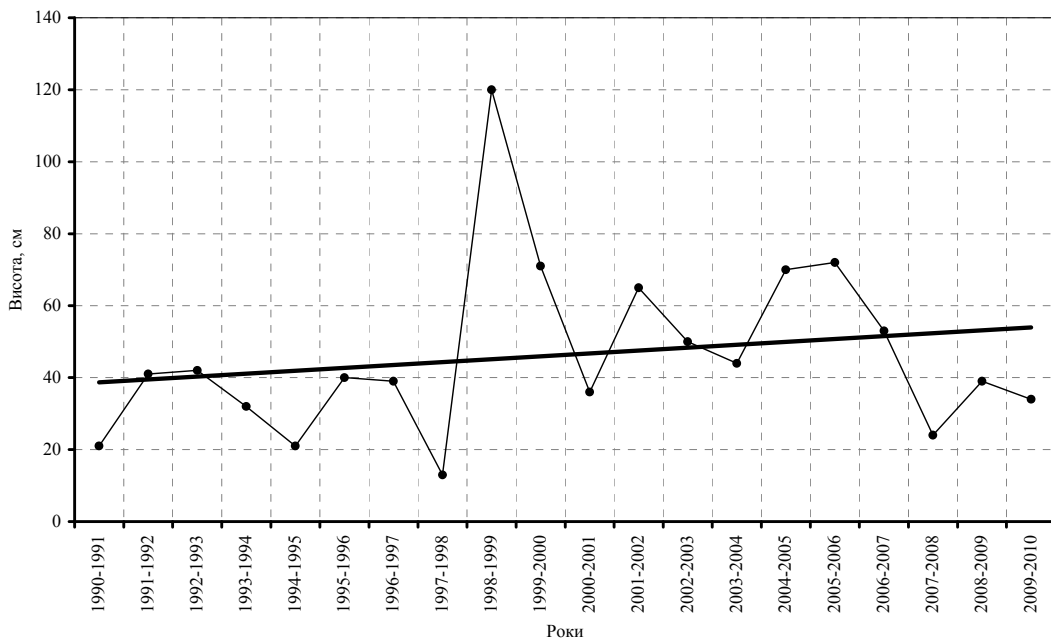


Рис. 4 – Тренд максимальної висоти снігового покриву за стаціонарною рейкою на метеостанції Славське за період 1990-2010 рр.

Запас води у снігу – одна з основних характеристик снігового покриву, яка визначає кількість води в ньому і полягає у визначенні глибини води, яка має утворитися після того, як весь сніг розтане водночас [4]. Для визначення запасів води в снігу необхідно знати висоту снігового покриву і його щільність. Під щільністю снігу розуміють відношення об'єму води (в см^3), який знаходиться у снігу, до об'єму снігу.

Розподілу запасів води у сніговому покриві властиві ті ж закономірності, що й розподілу висоти снігу, а саме – зростання запасів води зі збільшенням висоти місцевості. Протягом зими запас води у снігу змінюється. Відомо [7], що максимальне водонасичення снігу припадає на період його танення, тому можна не враховувати перші місяці зимового сезону, зважаючи на низьку щільність снігу (сніг пухкий). Згідно Настанові гідрометеорологічним станціям і постам [4] щільність снігового покриву вимірюють один раз у п'ять днів (5, 10, 15, 20, 25 числа і в останній день кожного місяця), а також окрім цього у дні після сильних снігопадів і хуртовин. У період танення снігу вимірювання проводяться щоденно. На основі аналізу річного запасу води в снігу можна прогнозувати вірогідність весняних повеней.

В табл. 2 представлено максимальний запас води за кожен рік. Так, максимальний запас води у снігу відмічався у 1999 р. і становив 468,7 мм. Це цілком закономірно, оскільки цього ж зимового сезону фіксувалася і найвища висота снігового покриву. Але говорити у будь-якому разі про однозначний зв'язок цих двох параметрів не можна,

оскільки сніг, що випадає при дуже низьких температурах має невелике водонасичення, але утворює значний сніговий покрив, що є більш характерним для початку зими. Величина запасу води у снігу 469 мм є аномальною, оскільки за період 1961-1990 роки аналогічний максимальний показник становить 269 мм у зимовий сезон 1975-1976 рр. [3]. Мінімальне значення водозапасу 38,9 мм у 2008 р. було нижчим, ніж кліматичний мінімум 27 мм, що був зареєстрований у 1989-1990 рр.

Таблиця 2 – Максимальний річний запас води в сніговому покриві

Рік	Запас води в сніговому покриві, мм	Рік	Запас води в сніговому покриві, мм
1991	41,5	2001	146,6
1992	101,9	2002	155,7
1993	73,8	2003	124,7
1994	51,6	2004	128,9
1995	41,5	2005	160,6
1996	135,9	2006	179,6
1997	88,8	2007	100,5
1998	60,6	2008	38,9
1999	468,7	2009	61,3
2000	179,9	2010	41,8

Розглянемо детально зимовий сезон 1998-1999 рр., параметри снігового покриву за який представлено в табл. 3. Зима була найбільш сніжною і мала дуже довгий період залягання снігового покриву (131 день) і максимальну висоту снігу за стаціонарною рейкою (120 см). Середня висота по снігомірному маршруту становила 150 см, максимальна – 160 см. Як бачимо з табл. 3, протягом короткого періоду збільшилася висота снігу і запас води в ньому.

Інтенсивне зростання снігового покриву було спричинено великою кількістю опадів, які випали за період з 31 січня по 15 лютого 1999 р. Протягом цього періоду синоптичні процеси характеризувались активною циклонічною діяльністю над європейським континентом. У першій декаді лютого активні північно-західні циклони перемістились зі Скандинавського півострова на північ Європейської території Росії та Верхню Волгу. Слід зазначити, що їх активність не викликає ніякого сумніву, оскільки атмосферний тиск у центрі циклонічного вихору над Білим морем становив 5 лютого 953,2 гПа. При такому розвитку синоптичних процесів територія Західної України перебувала під впливом переміщення теплих повітряних мас атлантичного походження по південній периферії циклону. Оподи переважно формувались в зоні фронтів оклюзії за типом теплих та в тиловій частині циклону на холодних атмосферних фронтах.

На початку другої декади активізувались середземноморські процеси, що проявилось у переміщенні протягом 10-12 лютого 2009 р. циклону з південного заходу. Траєкторія руху атмосферного вихору пролягала через Балканський півострів на Крим і далі на Центральну Україну, тобто мала петлеподібний характер. Одночасно із сильними опадами на територію України надійшло і тепле повітря, що спричинило відлигу. Максимальний запас води у снігу 25.02.1999 р. досяг значення 468,7 мм, а на останній день третьої декади дорівнював 373,8 мм. Така ситуація спричинила велику повінь у період сходження снігу, яка була зумовлена інтенсивною адвекцією тепла (відлигою), і відповідно таненням снігу у дуже короткий термін.

Таблиця 3 – Параметри снігового покриву за зиму 1998-1999 рр.

Дата	Середня щільність снігу, г/см ³	Запас води в снігу, мм	Середня висота снігового покриву, см	Максимальна висота снігового покриву, см
20.11.1998р.	0,12	20,4	17	22
25.11.1998р.	0,11	15,4	14	20
30.11.1998р.	0,11	13,2	12	16
05.12.1998р.	0,18	21,6	12	15
10.12.1998р.	0,14	46,2	33	36
15.12.1998р.	0,16	57,6	36	42
20.12.1998р.	0,19	60,8	32	40
25.12.1998р.	0,16	54,4	34	40
31.12.1998р.	0,18	50,4	28	32
05.01.1999р.	0,24	50,4	26	26
10.01.1999р.	-	-	4	5
15.01.1999р.	0,20	16,0	12	12
20.01.1999р.	-	-	4	5
25.01.1999р.	-	-	4	6
31.01.1999р.	0,14	14,0	14	14
05.02.1999р.	0,14	56,0	48	48
10.02.1999р.	0,48	33,6	81	81
15.02.1999р.	0,17	215,0	150	160
20.02.1999р.	0,16	180,0	140	145
25.02.1999р.	0,43	468,7	127	130
28.02.1999р.	0,42	373,8	114	120
05.03.1999р.	0,37	144,3	55	55
10.03.1999р.	0,39	89,7	30	30
15.03.1999р.	0,31	40,3	23	23
20.03.1999р.	0,28	36,4	20	20
25.03.1999р.	-	-	4	8

Примітка: при середній висоті снігового покриву до 5 см середня щільність та запас води в снігу не визначаються.

Висновки. В сучасний період на фоні кліматичних змін відбуваються певні зміни в формуванні снігового покриву та особливостях його залягання. Згідно з одержаними результатами аналізу характеристик снігового покриву на метеостанції Славське можна констатувати, що за останні 20 зимових сезонів число днів із сніговим покривом зменшилось у порівнянні з попереднім 30-річним періодом 1961-1990 рр., але поряд з цим зросла середня з найбільших висот снігового покриву і досягла 46,4 см, що значно перевищує показник попереднього тридцятирічного періоду. Зростання числа днів зі снігом спостерігається всередині 20-річного періоду. Отже можна вважати, що опади стають більш інтенсивними протягом останнього двадцятиріччя. Простежується значна мінливість перших та останніх дат залягання снігового покриву від першої декади листопада до першої декади квітня.

Максимальне водонасичення снігу припадає на період його танення, тому при прогнозуванні вірогідності весняних повеней враховується річний запас води в снігу.

Весняна повінь 1990 р. була спричинена таненням снігу в дуже короткий термін за рахунок інтенсивної адвекції тепла при наявності максимального снігового покриву та максимального водонасичення снігу.

Література

1. *Клімат Львова* / За ред. В.М. Бабіченко, Ф.В. Зузука. - Луцьк: Волинський державний університет. -1998. - 188 с.
2. *Клімат України* / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. - К.: Вид-во Раєвського, 2003. - 343 с.
3. *Кліматичний кадастр України*. – Київ, 2002. – 446 с.
4. *Настанова гідрометеорологічним станціям і постам*. Вип. 3, ч. 1. Метеорологічні спостереження на станціях. - К.: Ніка-Центр, 2011. - 280 с.
5. *Нерушев А.С., Новицкий М.А., Калиничева О.Ю., Кулижникова Л.К., Милехин Л.И., Чечин Д.Е.* Динамика атмосферы в период интенсивного снегопада в центральной части европейской территории России в апреле 2012 г. // *Метеорология и гидрология*. - 2013. - № 2. – С. 5-17.
6. *Рубинштейн К.Г., Золоева М.В.* Использование динамики классов снежного покрова для валидации модели общей циркуляции атмосферы // *Тр. Росгидромета*. - 2008. - Вып. 342. – С. 144 – 154.
7. *Снег*. Справочник / Под. ред. Д.М. Грея и Д.Х. Мейла. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - 751 с.

Изменчивость характеристик снежного покрова на метеостанции Славское за период 1990-2010 годов. Івус Г.П., Гурская Л.М., Марчишин Р.М.

На основании данных метеорологических наблюдений и пятидневных наблюдений по снегомерному маршруту за период 1990-2010 годов определены основные характеристики снежного покрова: даты образования и разрушения, высоту и продолжительность залегания, плотность снежного покрова, запас воды в снеге. Проведено сравнительный анализ с данными Климатического кадастра Украины.

Ключевые слова: *высота снежного покрова, продолжительность залегания снежного покрова, запас воды в снеге*

Variability characteristics of snow cover on the meteorological station Slavs'ke over 1990-2010 years. Іvus G.P., Hurska L.M., Marchyshyn R.M.

Based on eight-period of meteorological observations at meteorological stations Slavs'ke and five-day observations by snow way route for the period 1990 - 2010 years defines the main characteristics snow cover dates of creation and destruction, the height and duration of its occurrence, density, supply of water in the snow. The comparative analysis of the above-mentioned characteristics to the data Climate inventory Ukraine was made.

Keywords: *snow depth, duration of occurrence of snow cover, a supply of water in the snow*