

РЕГІОНАЛЬНІ ПРОЯВИ ГЛОБАЛЬНОЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ В ЗАКАРПАТСЬКІЙ ОБЛАСТІ

У статті висвітлено головні прояви регіональних кліматичних змін в Закарпатській області в сучасний період на тлі глобальних процесів зміни клімату на основі аналізу та порівняння параметрів кліматичної системи протягом останніх двадцяти років (1991-2010 рр.) відносно кліматичної норми (1961-1990 рр.). Виявлені регіональні особливості зміни термічного режиму, режиму зволоження та екстремальних явищ погоди.

Ключові слова: регіональні зміни клімату; стихійні явища погоди; екстремальні умови погоди; Закарпатська область

Вступ. В останні 1,5-2 десятиріччя проблема зміни клімату та її наслідків є однією з головних проблем розвитку світового співтовариства, яка зачіпає не тільки наукові, але й економічні та соціальні аспекти його розвитку, навіть позначається на політичному житті країн. Дослідження кліматичних змін на глобальному, регіональному та національному рівнях набувають ключового значення в обґрунтуванні та реалізації національної політики та заходів щодо адаптації до змін клімату. Цю проблему Генеральний секретар ООН Пан Гі Мун назвав однією з найважливіших проблем нашої епохи, яка має найвищий пріоритет [1-3].

Актуальність пошуку шляхів пом'якшення наслідків кліматичних змін зумовлена не лише міркуваннями екологічної безпеки, це - комплексна проблема. Розробка конкретних адаптаційних стратегій знаходиться зараз на стадії вивчення і планування та потребує *індивідуального підходу до кожного окремого регіону* з урахуванням його природних і соціально-економічних особливостей, оскільки наслідки зміни глобального клімату будуть проявлятися по-різному в різних регіонах, а саме такі зміни важливі для оцінки перспектив життєдіяльності великих груп населення [2-4].

Ключову роль в цьому процесі мають наукові дослідження. Для розробки адекватних і дієвих заходів потрібні не тільки ефективні системи спостереження за станом довкілля і кліматичними процесами, що відбуваються, а й оцінки природних ризиків (у тому числі й гідрологічних) з метою попередження можливості катастрофічних і безповоротних наслідків в майбутньому та аналізу чинників, що впливають на них. Крім того необхідна розробка адекватних заходів адаптації до наслідків зміни клімату і технологій, що дозволяють зменшити негативну антропогенну дію на довкілля.

Метою цього дослідження є опис регіональних особливостей клімату в Закарпатській області (басейн р. Тиси), виявлення змін параметрів кліматичної системи в регіоні за період з 1961 по 2010 рр., визначення проявів цих змін та їх значущості.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження кліматичних умов і їх зміни у Закарпатській області виконувалися за даними мережі спостережень гідрометеорологічної служби України за період 1961-2010 рр.

Статистична характеристика зміни в часі повторюваності екстремальних погодних умов і інтенсивності процесів, які їх зумовлюють, здійснювалася за допомогою аналізу часових рядів. Для обґрунтування структурних коливань застосовувався математичний апарат, представлений автокореляційним і спектральним аналізом [5,6]. Оскільки за даними автокореляційного і спектрального аналізів було встановлено, що для рядів річної кількості випадків з екстремальними погодними умовами характерна наявність періодичності і тренда, подальший аналіз їх динаміки

проводили, використовуючи методи сезонної декомпозиції, які передбачають коригування ряду при появі викидів, що дуже важливо при дослідженні екстремальних явищ [5,6].

Невелика довжина рядів, що вивчаються, не дозволяє виключити з них окремо періодичну складову і тренд, тому в досліджуваному ряду визначалася тренд-циклічна складова, сезонна компонента і випадкові коливання. Необхідна форма тренда розраховувалася для отриманого згладженого ряду і оцінювалася за допомогою регресійного аналізу. Визначалася статистична значущість трендів з 99% довірчим рівнем ($p \leq 0,01$). Розрахунки проводилися за допомогою пакету STATISTICA 6.0 [7].

Основні результати дослідження. Одним з головних проявів регіональних кліматичних змін на тлі глобальних процесів потепління є істотне підвищення температури повітря, зміна термічного режиму та структури опадів, збільшення кількості стихійних метеорологічних явищ і екстремальних погодних умов, збитків, яких вони завдають різним галузям економіки та населенню країни.

На Закарпатті впродовж останніх двадцяти років (1991-2010 рр.) спостерігається стійке зростання приземної температури повітря протягом усього року. Середня річна температура повітря у цей період підвищилася на 0,7 -0,8 °C відносно кліматичної норми (1961-1990 рр.). Найбільший внесок у зміну річної температури у регіоні мали літній та зимовий сезони. Їх середня температура зросла відповідно на 1,4°C та 0,8°C. При цьому найбільш суттєво підвищилася температура повітря у січні (1,7°C), серпні (1,6°C) та липні (1,5°C). Середня температура перехідних сезонів (осені та весни) зросла на 0,4 – 0,5°C (рис. 1).

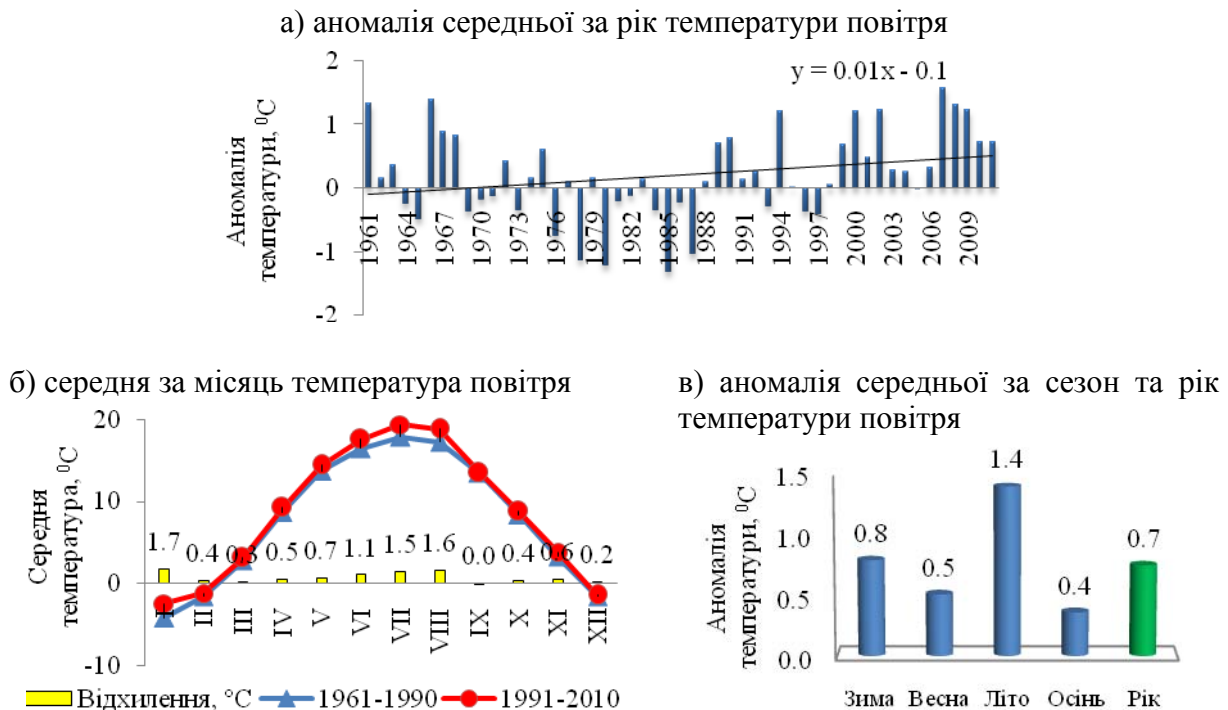
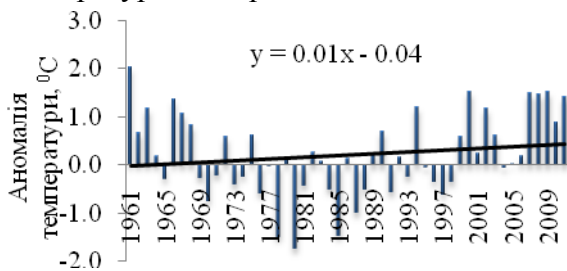


Рис.1 – Зміна середньої річної, сезонної та місячної температури повітря в1991-2010 рр. відносно кліматичної норми (1961-1990рр.)

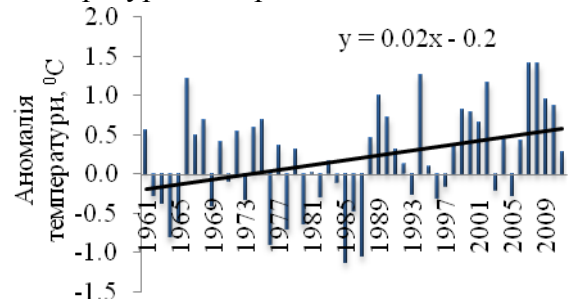
Зростання середньої за рік та місяць температури повітря зумовлено збільшенням максимальної і, особливо, мінімальної температури впродовж усього року (рис. 1, 2). При цьому на Закарпатті в холодний період відмічається суттєве зростання мінімальної

температури, а в теплий – максимальної. За останні двадцять років у регіоні середня за рік максимальна та мінімальна температура повітря зросли на 0,7°C. Найбільш суттєво збільшились екстремальні температури влітку - максимальна на 1,7 °С, а мінімальна на 1,1 °С. Взимку також відмічається суттєве зростання (1,0 °С) мінімальної температури. При цьому найбільше зростання максимальної температури спостерігається в серпні – 1,8 °С, а мінімальної у січні – 2,2 °С. Весною відмічається більш значне зростання середньої максимальної температури (0,5 °С), особливо у травні (1,0 °С), а восени – мінімальної (0,4°C). Така зміна екстремальних температур повітря зумовила збільшення місячної амплітуди температури та континентальності клімату.

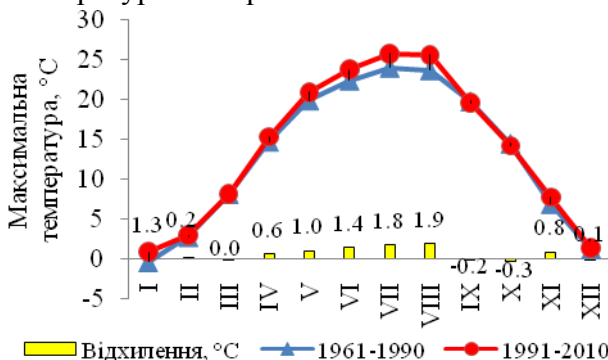
а) аномалія середньої максимальної за рік температури повітря



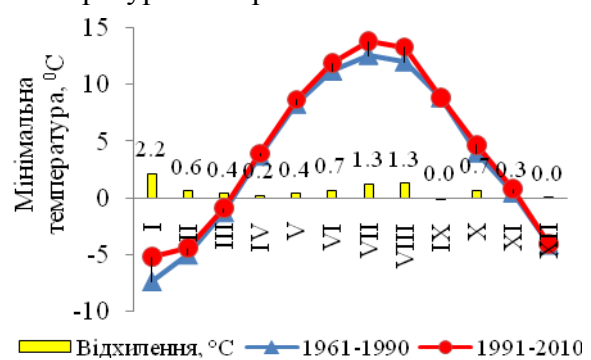
б) аномалія середньої мінімальної за рік температури повітря



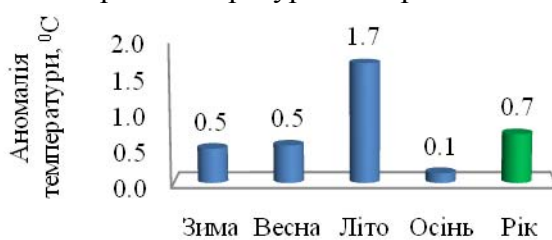
б) середня за місяць максимальна температура повітря



в) середня за місяць мінімальна температура повітря



г) аномалія середньої максимальної за сезон та рік температури повітря



д) аномалія середньої мінімальної за сезон та рік температури повітря

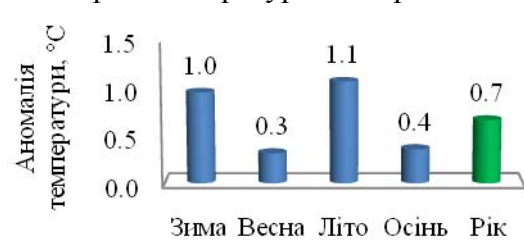


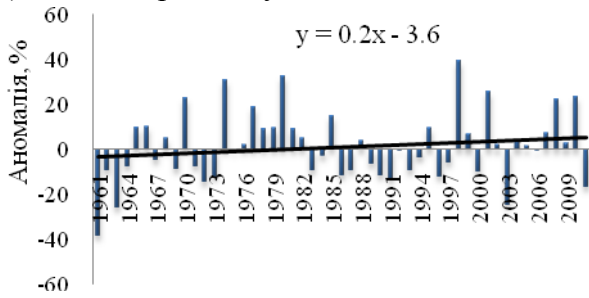
Рис.2 – Зміна середньої максимальної та мінімальної річної, сезонної та місячної температури повітря в 1991-2010 рр. відносно кліматичної норми (1961-1990рр.)

Значне зростання середньої, максимальної та мінімальної температури повітря у холодний період привело до того, що з початку XXI ст. спостерігається тенденція до

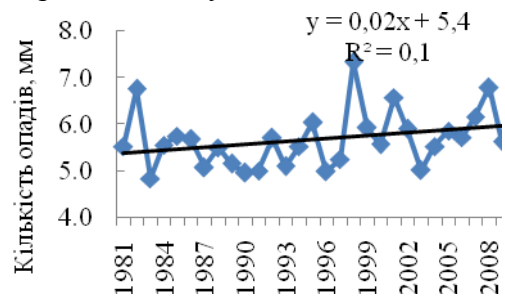
зменшення суворості зими, про що свідчить зміна індексу Бодмана. Зими у кінці ХХ - на початку ХХІ століття у регіоні були найменш суворими за останні 30 років.

Зміна термічного режиму в регіоні супроводжується зміною режиму зволоження. Річна сума опадів у регіоні змінилась не суттєво, але відбувся їх перерозподіл між сезонами: влітку на 10% менше, а восени на 20% більше. Відмічається також зміщення максимальної кількості опадів з червня на липень (рис.3).

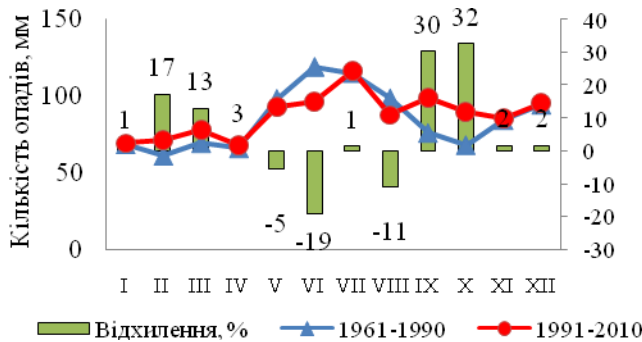
а) аномалія річної суми опадів



б) середня за добу кількість опадів



г) сума опадів за місяць



д) аномалія суми опадів за сезон та рік

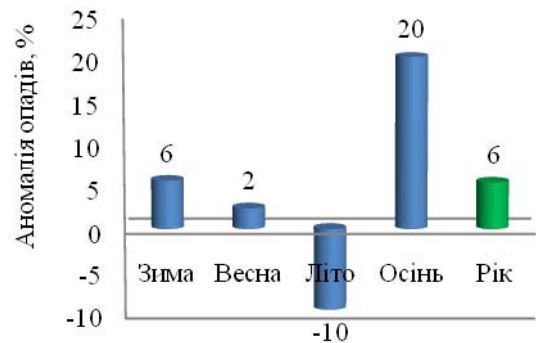


Рис. 3 – Зміна річної, сезонної та місячної суми опадів у 1991-2010 рр. відносно кліматичної норми (1961-1990 рр.)

Збільшення опадів восени призвело до зростання зволоженості території у цей період. Ця тенденція характерна і для лютого та березня. У той же час влітку, особливо з початку ХХІ ст. спостерігається зростання посушливості, зумовлене значним підвищенням температури і зменшенням опадів (рис.4).

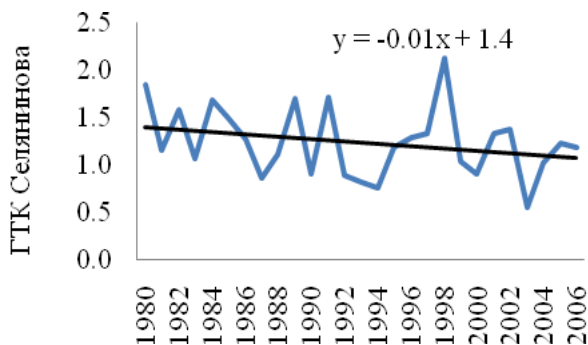
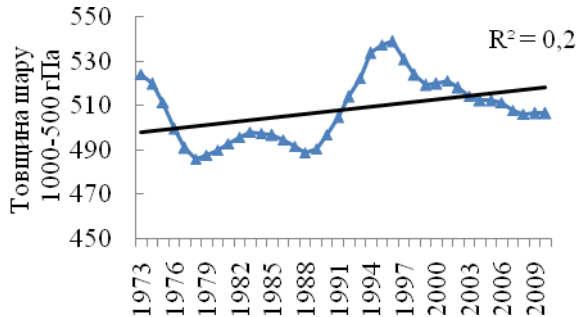


Рис. 4 – Зміна зволоженості території. МС Берегове

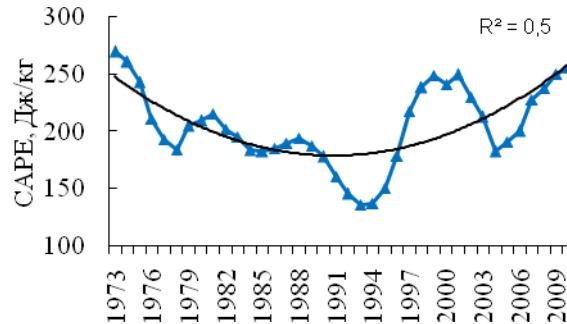
Зростання температури спостерігається не лише біля земної поверхні, а й в нижній тропосфері і супроводжується збільшенням вологовмісту тропосфери. Аналіз товщини нижнього 5 - кілометрового шару тропосфери у теплий період показав, що в регіоні спостерігається стійка тенденція до її збільшення. Разом із зростанням вологовмісту атмосфери це привело до підвищення рівня конвекції і потужності конвективно-нестійкого шару атмосфери майже на 100 гПа, а також до суттєвого збільшення

величини конвективно-доступною потенційної енергії і, відповідно, швидкості вертикальних рухів. З початку XXI ст. ця тенденція значно посилилася (рис.5).

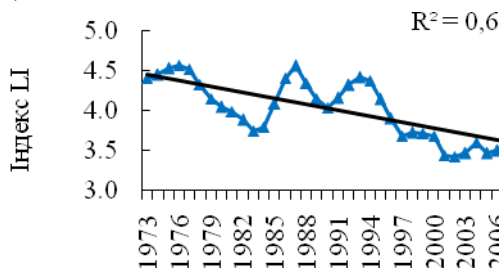
а) товщина нижнього 5-кілометрового шару тропосфери у теплий період



б) величина конвективно доступної потенційної енергії CARE



в) індекс LI



г) висота рівня конвекції

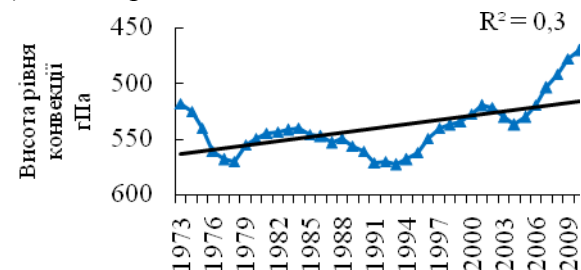


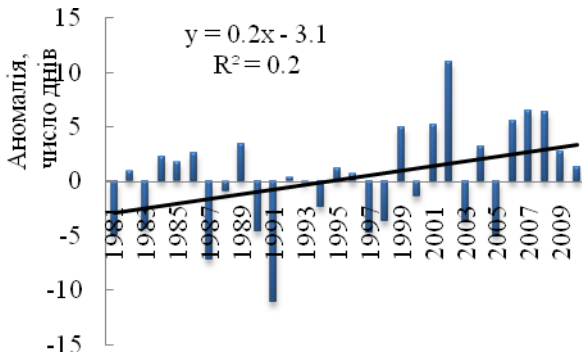
Рис. 5 – Міжрічна мінливість інтенсивності конвекції. Ужгород (00 UTC)

Аналіз умов формування конвективних явищ погоди в Україні показав [8,9], що із збільшенням енергії нестійкості атмосфери зростає інтенсивність конвективних явищ погоди. При цьому зі збільшенням середньої за добу величини конвективно доступної потенційної енергії (CAPE) від 600 до 1000 Дж / кг в Україні найбільш ймовірна поява сильних злив, тому серед конвективних явищ погоди вони мають найбільшу повторюваність. Імовірність появи великого граду, сильного шквалу і смерчів збільшується з подальшим зростанням енергії нестійкості атмосфери. Грози можуть виникати й при незначних величинах CAPE, тому збільшення нестійкості атмосфери на Закарпатті привело, насамперед, до суттєвого збільшення кількості днів з грозою. Це збільшення значною мірою зумовлено зростанням грозової активності у весняні місяці та в липні і серпні. Спостерігається також тенденція до збільшення повторюваності та інтенсивності й інших конвективних явищ – злив, граду, шквалу. Про збільшення зливної складової опадів свідчить зростання максимальної інтенсивності дощу та зменшення його тривалості. При цьому число дощових днів влітку зменшується, особливо протягом останнього десятиріччя, що й зумовило зменшення опадів і збільшення посушливості у цей період.

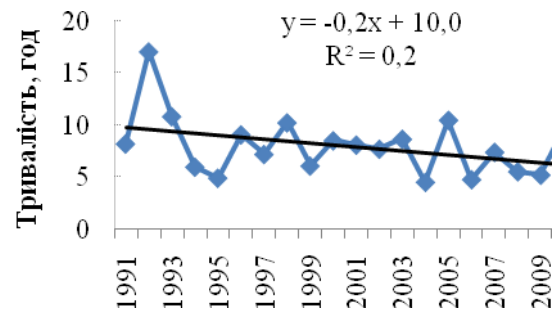
Збільшилась також кількість випадків сильних і дуже сильних дощів та тривалість періоду, протягом якого вони досягають свого максимуму (рис. 6). Велика кількість випадків сильних дощів спостерігається вже не лише у липні, але і в серпні, а також, в окремі роки і у вересні. Зросла також кількість небезпечних зливових дощів в холодний період, особливо в осінні місяці.

Таким чином зростання температури повітря в регіоні зумовило підвищення нестійкості атмосфери і сприяло зростанню інтенсивності конвекції, збільшенню частоти та інтенсивності конвективних явищ погоди: гроз, злив, граду, шквалу (рис.6).

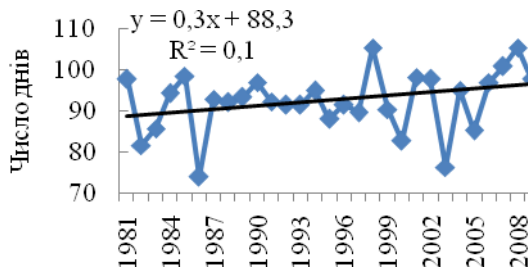
а) аномалія числа днів з грозою



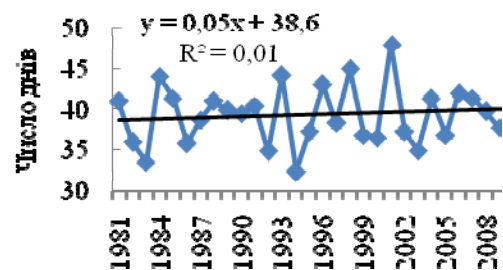
б) середня тривалість дощу ≥ 10 мм. МС Міжгір'я



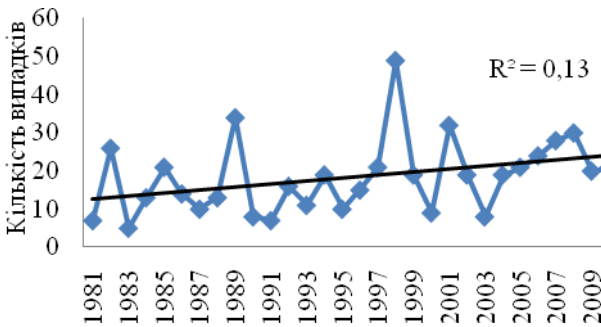
б) число днів з дощем та зливою за рік



б) число днів з дощем та зливою влітку



в) кількість випадків сильних дощів (15-29 мм/12год)



г) кількість випадків дуже сильних дощів (≥ 30 мм/12год)

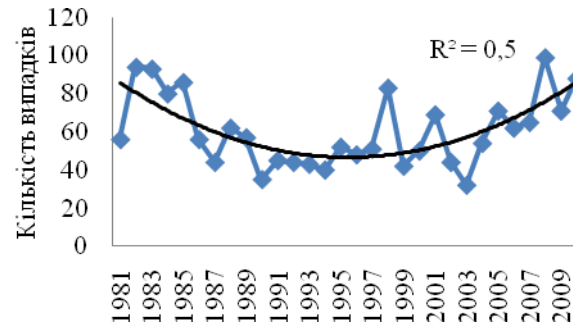
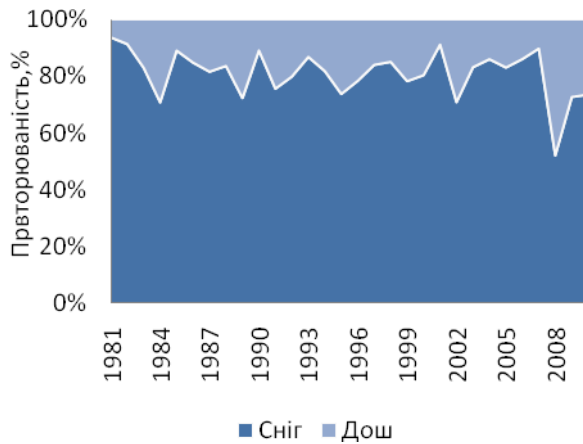


Рис. 6 – Зміна повторюваності та інтенсивності конвективних явищ погоди

Підвищення температури повітря у холодний період зумовило зміну структури опадів. У регіоні спостерігається тенденція до збільшення повторюваності числа днів з дощем і зменшення числа днів зі снігом, особливо взимку, яка значно посилилась з початку ХХІ ст. (рис.7). При цьому, як і в теплий період, збільшується нестійкість атмосфери, що зумовлює зростання інтенсивності опадів. Як видно із рис.7 на Закарпатті протягом останнього десятиріччя, яке було найтеплішим за увесь період інструментальних спостережень за температурою, суттєво збільшилась повторюваність днів із зливовим снігом. Підвищення температури повітря, особливо мінімальної, зумовило також збільшення повторюваності мокрого снігу, налипання мокрого снігу

та ожеледі небезпечного діаметра. Відмічається тенденція до збільшення частоти сильних снігопадів у регіоні.

а) повторюваність числа днів зі снігом та дощем взимку, (%)



б) повторюваність числа днів зі снігом різного виду, (%)

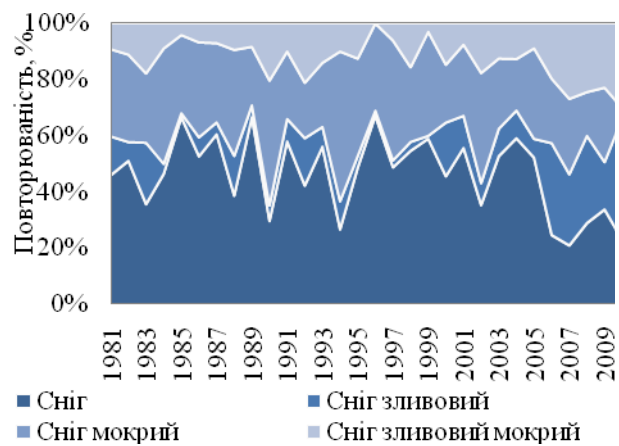


Рис. 7 – Зміна структури опадів

Висновки. Таким чином, зміна клімату, яка спостерігається на нашій планеті, простежується і в Закарпатській області, але має свої територіальні особливості. Зростання приземної температури повітря спостерігається протягом усього року, але найбільші зміни відмічаються влітку, у той час як в інших регіонах [1-4] максимальне зростання приземної температури спостерігається взимку. Зростання середньої річної та місячної температури зумовлено збільшенням мінімальної та максимальної температури повітря впродовж усього року. При цьому на Закарпатті в холодний період відмічається суттєве зростання мінімальної температури, а в теплий – максимальної. Значне зростання середньої, максимальної та мінімальної температури повітря у холодний період зумовило зменшення тривалості холодного періоду, збільшення тривалості теплого періоду і відповідно, вегетативного періоду та зменшення суворості зими. Суттєве підвищення температури у цей період привело до зміни структури опадів за рахунок збільшення повторюваності дощу і зменшення повторюваності снігопадів, зумовило збільшення випадків мокрого снігу, налипання мокрого снігу та ожеледі небезпечного діаметра.

Збільшення температури повітря у теплий період зумовило зростання нестійкості атмосфери і спричинило до збільшення частоти та інтенсивності конвективних явищ погоди: гроз, злив, граду, шквалу. Внаслідок таких змін у регіоні зросла максимальна інтенсивність дощу, зменшилась його тривалість, тобто зросла зливова складова опадів. Збільшилась також кількість випадків сильних і дуже сильних дощів та період, протягом якого вони досягають свого максимуму. При цьому влітку відмічається тенденція до зменшення числа днів з дощем.

Зміна термічного режиму в регіоні супроводжується зміною режиму зволоження. Річна сума опадів на Закарпатті змінилась не суттєво, але відбувся їх перерозподіл між сезонами. Збільшення опадів восени призвело до зростання зволоженості території у цей період. Ця тенденція характерна і для лютого та березня. У той же час влітку спостерігається зростання посушливості, зумовлене значним підвищенням температури та зменшенням опадів.

Перспектива подальшого дослідження у цьому напрямку полягає у більш детальному вивченні регіональних проявів зміни клімату на Закарпатті й, перш за все, у

виявленні їх особливостей на рівнинній і гірській території, у вивченні механізмів, які призводять до виявлених змін клімату в Закарпатській області, дослідженні зміни атмосферних процесів у цьому регіоні. Дуже важливим є вивчення впливу зміни кліматичної системи на різні сфери економіки, екосистеми, життєдіяльність населення в регіоні. Необхідна також розробка регіональних сценаріїв зміни кліматичної системи, як на найближчу, так і на віддалену (до 2100 р.) перспективу. Результати цих досліджень можуть бути використані при розробці регіональних планів з адаптації до зміни клімату.

Список літератури

1. МГЭИК, 2007: Изменение климата, 2007 г.: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II, III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата [Пачаури, Р.К., Райзингер, А., и основная группа авторов (ред.)]. МГЭИК, Швейцария, 104 с.
2. Оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации [Бедрицкий А.И., Блинов В.Г. и др.]. Т.1. Изменение климата. – Москва, Росгидромет, 2008. – 278 с.
3. Оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации [Бедрицкий А.И., Блинов В.Г. и др.]. Т.2. Последствия изменения климата. – Москва: Росгидромет, 2008. – 291 с.
4. Третье, четвертое и пятое национальные сообщения Украины по вопросам изменения климата, подготовленные на выполнение статей 4 и 12 Рамочной конвенции ООН об изменении климата и статьи 7 Киотского протокола. – Киев: 2009. – 236 с.
5. Андерсон. Т. Статистический анализ временных рядов: Монография.– М.: Мир, 1976.– 757с.
6. Пановский Г.А., Брайер Г.В. Статистические методы в метеорологии: Монография.– Л.:Гидрометеиздат, 1967.– 241с.
7. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. – СПб.:Питер, 2003. – 688с.
8. Балабух В.А. Межгодовая изменчивость интенсивности конвекции в Украине //Глобальные и региональные изменения климата; под ред. Осадчего В.И. – Киев: Ника-Центр, 2011. – С. 161-173.
9. Балабух В.А., Ягодинец С.Н., Малицкая Л.В., Скульбиденко Н.А. Региональные особенности количественных критериев интенсивности конвекции//Труды научного семинара «Проблемы долгосрочного прогнозирования погоды». – Киев: Ника-Центр, 2012 . – С.108-118.

Региональные проявления глобального изменения климата в Закарпатской области.

Балабух В. А.

В статье отражены главные проявления региональных климатических изменений в Закарпатской области в современный период на фоне глобальных процессов изменения климата на основе анализа и сравнения параметров климатической системы в течение последних двадцати лет (1991-2010 гг.) относительно климатической нормы(1961-1990 гг.). Выявлены региональные особенности изменения термического режима, режима увлажнения и экстремальных явлений погоды.

Ключевые слова: региональные изменения климата; стихийные явления погоды; экстремальные условия погоды; Закарпатская область

Regional climate change in the Transcarpathian area. Balabukh V.

In the article describes the main displays of regional climate change in the Transcarpathian region in the modern period. Showed results of the analysis change the climate system during the last twenty years (1991-2010) of relatively climatic norm (1961-1990). Identified regional features of changes thermal regime, the regime of humidity and extreme weather events.

Keywords: regional climate changes; dangerous phenomena of weather; extreme conditions of weather; Transcarpathian region