

Географія

УДК 551.583: 338.43 (477.81)

Романів Оксана Яківна

*кандидат географічних наук, доцент,
доцент кафедри геології та гідрології*

Національний університет водного господарства та природокористування

Романив Оксана Яковлевна

*кандидат географических наук, доцент,
доцент кафедры геологии и гидрологии*

Национальный университет водного хозяйства и природопользования

Romaniv Oksana

*Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Geology and Hydrology
National University of Water and Environmental Engineering*

ORCID: 0000-0002-2870-1322

Білик Олександр Віталійович

студент

Львівського національного університету імені Івана Франка

Билык Александр Витальевич

студент

Львовского национального университета имени Ивана Франко

Bilyk Oleksander

Student of the

Ivan Franko National University of Lviv

**ВПЛИВ НА АГРОСФЕРУ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИХ
ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ГІДРОТЕРМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
КЛІМАТУ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**ВЛИЯНИЕ НА АГРОСФЕРУ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ
ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
КЛИМАТА РОВЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**INFLUENCE OF SPATIAL AND TEMPORAL PATTERNS OF
HYDROTHERMAL CHARACTERISTICS OF CLIMATE ON THE
AGROSPHERE OF THE RIVNE REGION**

Анотація. Етап дослідження охоплює десятилітній період (2008-2017 роки). Виявлено просторово-часові зміни кліматичних показників Рівненської області в досліджуваній період. Здійснено порівняння основних гідротермічних показників з прийнятою кліматичною нормою. У статті охарактеризовано температурний режим та явища погоди, пов'язані з температурою повітря. Розглянуто режим зволоження території Рівненської області. Досліджено середній рівень снігового покриву та його наявність за місяцями. Складено кліматичні карти регіону. Вивчено агрокліматичні характеристики регіону за гідротермічним коефіцієнтом Селянинова. Проведено аналіз потенційного впливу зміни кліматичних умов на вирощування сільськогосподарських культур у Рівненській області.

Ключові слова: температура повітря, атмосферні опади, сніговий покрив, гідротермічний коефіцієнт Селянинова.

Аннотация. Этап исследования охватывает десятилетний период (2008-2017 годы). Выявлены пространственно-временные изменения климатических показателей Ровенской области в исследуемый период. Проведено сравнение основных гидротермических показателей с общепринятой климатической нормой. В статье охарактеризованы температурный режим и явления погоды, связанные с температурой воздуха. Рассмотрен режим увлажнения территории Ровенской области. Исследованы средний уровень снежного покрова и его наличие по месяцам.

Составлены климатические карты региона. Изучены агроклиматические характеристики региона по гидротермическому коэффициенту Селянинова. Проведен анализ потенциального влияния изменений климатических условий на выращивание сельскохозяйственных культур в Ровенской области.

Ключевые слова: температура воздуха, атмосферные осадки, снежный покров, гидротермический коэффициент Селянинова.

Summary. *The research phase covers a ten-year period (2008-2017). Spatial-temporal changes of climatic indicators of Rivne region in the studied period were revealed. The comparison of the main hydrothermal indicators with the generally accepted climatic norm was carried out. The article describes the temperature regime and weather phenomena related to air temperature. The regime of humidification of the territory of Rivne region was considered. The average level of snow cover and its presence by months was studied. Climate maps of the region have been compiled. Agroclimatic characteristics of the region by Selyaninov hydrothermal coefficient were studied. An analysis of the potential impact of climate change on the cultivation of crops in Rivne region was conducted.*

Key words: *air temperature, precipitation, snow cover, Selyanynov hydrothermal coefficient.*

Постановка проблеми. Упродовж останніх десятиліть глобальні зміни температурного режиму спостерігаються майже скрізь на планеті. Екстремальні погодні явища впливають на продовольчу безпеку мільйонів людей, особливо найбільш вразливих. В огляді ФАО було констатовано: в країнах, що розвиваються, 26% всіх втрат, пов'язаних із середніми-великими штормами, повенями і засухами, припадають на сільське господарство (вирощування сільськогосподарських культур, тваринництво,

рибальство, аквакультура і лісове господарство) [10].

Глобальні зміни є інтегральним показником регіональних змін клімату, тому досить важливе виявлення кліматичних тенденцій на регіональному рівні. Адже якраз під час аналізу регіонального клімату наслідки потепління проявляються особливо чітко. Саме тому актуальним є дослідження кліматичних тенденцій в Рівненській області та оцінка можливого впливу потенційних змін на агросферу регіону і продуктивності орієнтації підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах значних кліматичних змін, кліматична інформація стає необхідною для планування розвитку кліматозалежних галузей господарства [8]. У провідних країнах світу проводяться оцінки поточних та очікуваних у майбутньому змін клімату – глобального та регіонального (для окремих країн та їх областей), а також розробляються заходи з адаптації до змін та пом’якшення впливу на клімат [4].

Аналіз впливу кліматичних змін на агросферу сьогодні є актуальним, особливо в регіонах, де відбулися значні зміни у виробничій структурі. Але у вітчизняній географічній, економічній науці ця проблема вивчена недостатньо. Хоча місце і роль сільського господарства в економіці України є істотними.

Формулювання цілей статті і (постановка завдання). Метою дослідження є встановити просторово-часові закономірності динаміки основних гідротермічних характеристик клімату Рівненської області, оцінити ступінь сприятливості клімату регіону виробництву рослинницької сільськогосподарської продукції.

Рівненщина, як і більша частина України, знаходиться у зоні помірного клімату. Територія області належить до двох ландшафтних зон – Полісся та Лісостепу, які формують власний мікроклімат. Тому для дослідження ми обрали дані спостережень з метеостанцій Рівного та Сарн,

які розташовані в зонах Лісостепу та Полісся відповідно. Також емпіричну базу дослідження становили дані спостережень ще одинадцяти метеостанцій суміжних регіонів, у тому числі закордоння. Використані дані з ftp-сервера Національного управління океанічних і атмосферних досліджень (NOAA) [9]. Для оцінки показників застосовано методи математичної статистики та геоінформаційні методи дослідження.

Виклад основного матеріалу. Оцінки можливих впливів клімату на галузі економіки та життєдіяльність людей зазвичай починаються з аналізу фактичних та прогнозованих змін температурного режиму, а саме усереднених характеристик приземних температур повітря.

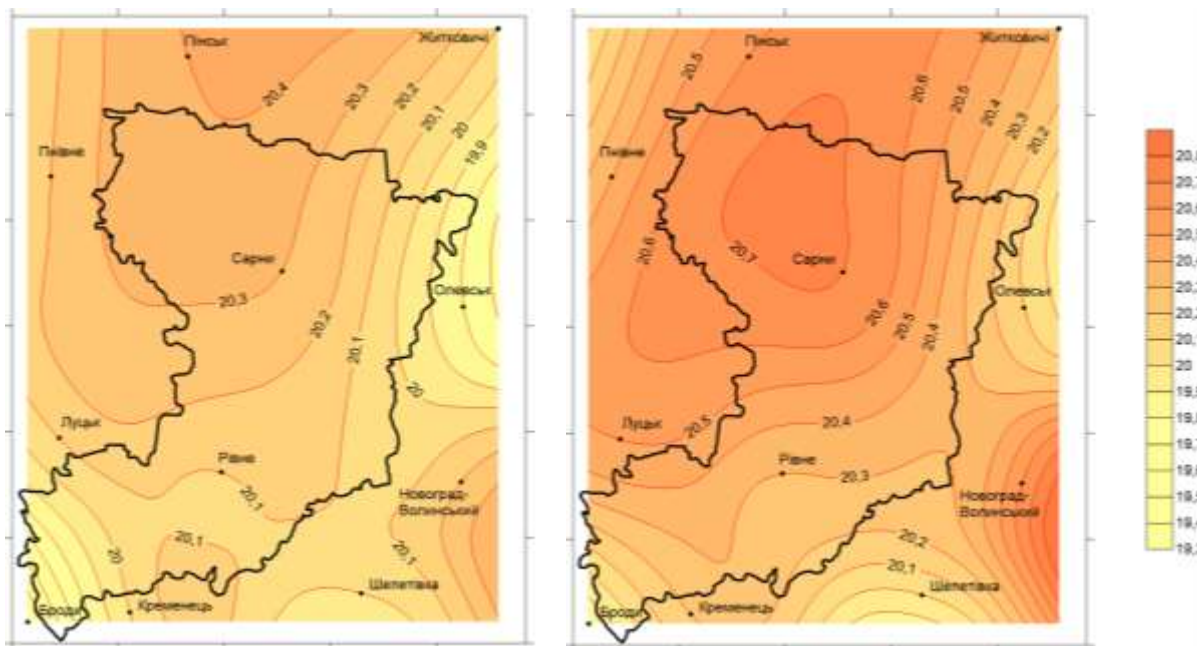
Проведено оцінку температурного режиму Рівненської області, який упродовж попереднього століття помітно змінювався у зв'язку з глобальним потеплінням.

Побудовано карти розподілу липневої та січневої температур Рівненської області по двох п'ятирічках – 2008-2012 рр. та 2013-2017 рр. Для побудови ізолій використано інтерполяцію методом Шеппарда.

Аналіз карт (рис. 1) засвідчив, що середня температура липня в Рівненській області складає $+20,2^{\circ}\text{C}$ в період 2008-2012 рр. та зростає на $0,4^{\circ}\text{C}$ в 2013-2017 рр. Вища температура липня спостерігається в північних поліських районах, нижча температура – в південно-західній частині області. Це може бути обумовлено особливостями мікроклімату районів, рельєфом місцевості тощо.

Середня температура січня в Рівненській області у досліджений період $-4,1^{\circ}\text{C}$, найхолодніше в східній частині області (див. рис. 2).

В цілому по регіону спостерігається ріст температур як в зимовий, так і в літній періоди.

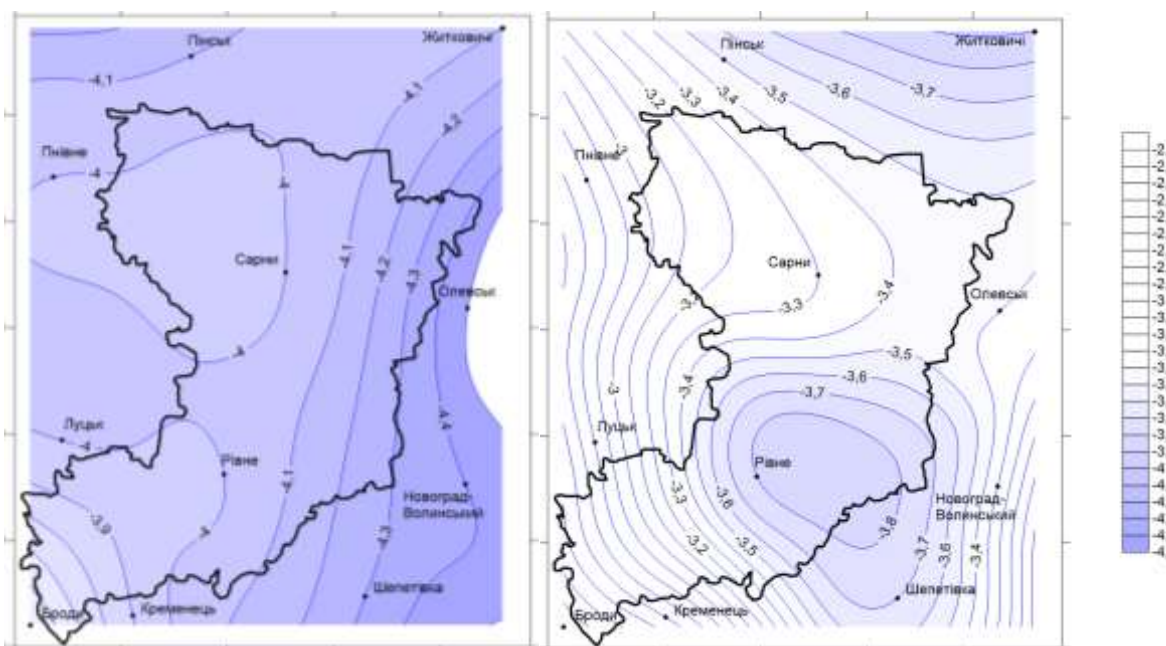


2008-2012 pp.

2013-2017 pp.

Рис. 1. Середня температура липня в Рівненській області

Джерело: складено авторами



2008-2012 pp.

2013-2017 pp.

Рис. 2. Середня температура січня в Рівненській області

Джерело: складено авторами

Порівняння показників середніх місячних температур з кліматичною нормою демонструє суттєве зростання середніх температур в літній період

(особливо липень, серпень). Загалом термічний режим регіону характеризується поступовим зростанням значень середніх місячних температур. Найтеплішим місяцем року залишатиметься липень, найхолоднішим – січень. Найбільше зросла середня температура в період з травня по серпень.

Як підкреслюють Клок С.В., Красюкова Я.В., тривалий час оцінка зміни клімату ґрунтувалася, головним чином, на зміні кліматичних середніх. Проте вони не є спостережуваними величинами і вимагають відповідної інтерпретації: урахування співвідношення періодів усереднення, оцінки дисперсій тощо. Водночас значний науковий і практичний інтерес мають дослідження таких кліматичних характеристик, як екстремальні значення метеорологічних величин. Вони є мінливіші та менш повторювані, саме тому часто можливі випадки неврахування пов'язаних з ними соціально-економічних збитків [4].

Нами було досліджено кількість днів з екстремальними температурами в холодний та теплий періоди року. До екстремальних температур ми віднесли такі, коли абсолютний показник був рівний або нижчий за -20°C в холодний період року та вищий за $+25^{\circ}\text{C}$ в теплий період. Для узагальнення ми обрали результати спостережень в період 2008-2017 рр. в м. Рівне та м. Сарни (дані взяті з сервера NOAA [9]). Окрім того визначили абсолютний показник річного мінімуму та максимуму температур в цей період.

Абсолютний мінімум і максимум температури повітря характеризують найнижчі та найвищі межі, що досягала температура на даній станції за багаторічний період спостережень за окремі місяці та за рік в цілому [7, с. 53].

Найнижча температура в Сарнах - $30,3^{\circ}\text{C}$ була зафіксована 6 лютого 2008 року, найвища $+36,3^{\circ}\text{C}$ 1 вересня 2015 року. Найнижча температура

в Рівному $-32,6^{\circ}$ була зафіксована 3 лютого 2012 року, найвища $+36,4^{\circ}$ 1 вересня 2015 року.

Аналіз показує, що для Рівненщини в останнє десятиліття не є характерними екстремальні показники зимових температур. Треба звернути увагу, що впродовж десятиліття взимку зменшується кількість випадків у градаціях нижче -20°C та збільшується кількість випадків екстремально гарячих температур в теплий період. Це є ще одним свідченням потепління клімату.

Для агросфери важливим є параметр переходу через певні температурні межі. Досить різноманітний період між датами переходу в регіонах України ускладнює узагальнення інформації в цілому по державі, тому доцільніше визначати дати стійкого переходу для кожної адміністративної одиниці країни окремо. Саме тому ми дослідили дати стійкого переходу температур в Рівненській області на підставі даних метеорологічних спостережень в Рівному та Сарнах.

Безумовно, дати стійкого переходу температури будуть визначені точніше за середніми добовими значеннями. Для визначення дат стійкого переходу ми скористалися методом гістограм: побудували річну гістограму середньодобової температури повітря з кроком в один день та скористалися поліноміальною лінією тренду для інтерполяції дати переходу в проміжках, коли середньодобова температура повітря змінювалась циклічно від температури переходу протягом декади як в сторону збільшення так і в сторону зменшення. Порівняли отримані дані по метеостанції Рівне з даними кліматичної норми 1961-1990 рр. (табл. 1).

Зазначені у табл. 1 зміни дат стійкого переходу температури повітря призводять до змін початку встановлення стійкого снігового покриву та його сходження, змінюється тривалість теплового та холодного періодів року, що, в свою чергу, впливає на розвиток сільськогосподарських культур.

Таблиця 1

Дати стійкого переходу температури повітря в м. Рівне

роки	весна				осінь			
	0°	5°	10°	15°	15°	10°	5°	0°
2008-2017	01.03	25.03	18.04	11.05	15.09	11.10	09.11	06.12
1961-1990	13.03	07.04	28.04	25.05	07.09	03.10	04.11	01.12

Джерело: складено авторами

Відзначається більш ранній розвиток весняних процесів. На чотири дні скоротився період активної вегетації у весняний період. На 6-10 днів змістилися дати стійкого переходу в осінній період. На 13 днів скоротилася тривалість зимового сезону та на 22 дні збільшилася тривалість літнього сезону в порівнянні з 1961-1990 роками (табл. 2).

Таблиця 2

Тривалість періодів переходів в днях

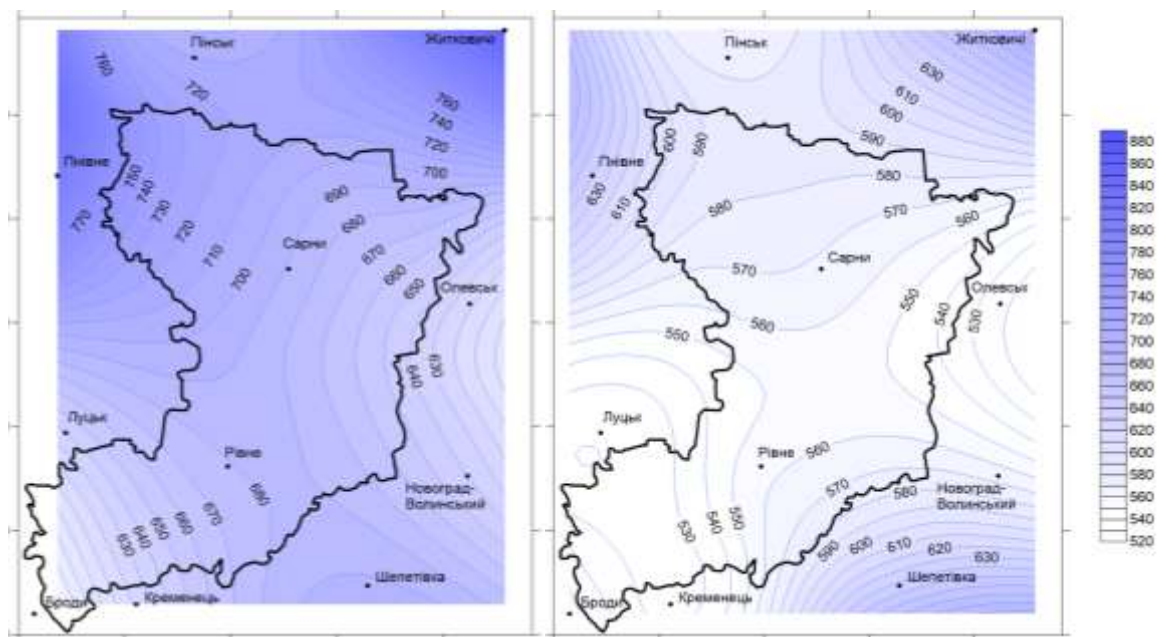
Роки	0°-5°	5°-10°	10°-15°	15°-15°	15°-10°	10° - 5°	5°-0°	0°-0°
2008-2017	24	24	23	127	26	29	27	84
1961-1990	25	21	27	105	26	32	27	97
Різниця, днів	-1	3	-4	22	0	-3	0	-13

Джерело: складено авторами

Охарактеризуємо режим зволоження регіону.

В останні десятиліття відбувається зміщення кількості опадів по місяцях, але загальнорічна кількість опадів змінюється не суттєво. Це може бути пов'язано зі зростанням середньорічних температур та зменшенням тривалості холодного періоду. Отже, впродовж коротких періодів важко виявити спільні закономірності зміни температури і опадів.

Карта річної суми опадів в Рівненській області наведена на рис. 3.



2008-2012 pp.

2013-2017 pp.

Рис. 3. Річна кількість опадів в Рівненській області

Джерело: складено автором

В умовах сучасного клімату в Рівненській області суттєвих змін опадів відносно кліматологічної стандартної норми не відбулося. Про це свідчать дані річної кількості опадів та опадів за теплий і холодний періоди, які досить стійкі у часі. Хоча прослідковується перерозподіл кількості опадів за окремі місяці та сезони. Збільшилася кількість опадів у січні, лютому та особливо у березні в порівнянні з кліматичною нормою. У травні і червні кількість опадів зменшилась. Ймовірно, це прояви періодичностей, які відмічалися і раніше. Вважаємо, що саме за рахунок зменшення кількості опадів у теплу пору року і спостерігаємо на рис. 3 деяке зниження річної суми опадів у 2013-2017 pp. порівняно з 2008-2012 pp.

Небезпечні метеорологічні явища за своєю інтенсивністю, часом виникнення, тривалістю, площею поширення можуть нанести або завдати значного збитку. Поширені стихійні метеорологічні явища – дуже сильні дощі, які можуть бути тривалими (100 мм опадів за 1-3 доби) та

короткочасні зливи (50 мм і більше за 12 годин). Такі опади можна класифікувати як небезпечно сильні, оскільки іноді протягом дощу випадає понад 100 мм та 200 мм; відповідно снігу та мокрого снігу – до 60-90 мм.

Було проаналізовано дані наземних метеорологічних спостережень в області. Відповідно до визначення поняття небезпечно сильних опадів [3, с. 25], для аналізу відбиралися випадки, коли за добу випадало понад 50 мм дощу чи 20 мм снігу в теплий і холодний періоди року відповідно.

З'ясовано, що небезпечно сильні опади не є типовим явищем для регіону. Переважно вони бувають у вигляді дощу один-два рази на рік з перервами в декілька років. Найчастіше небезпечно сильні опади у вигляді дощу проходять у червні та липні, найрідше у листопаді (рис. 4). Небезпечно сильні опади у вигляді снігу спостерігались здебільшого у лютому.

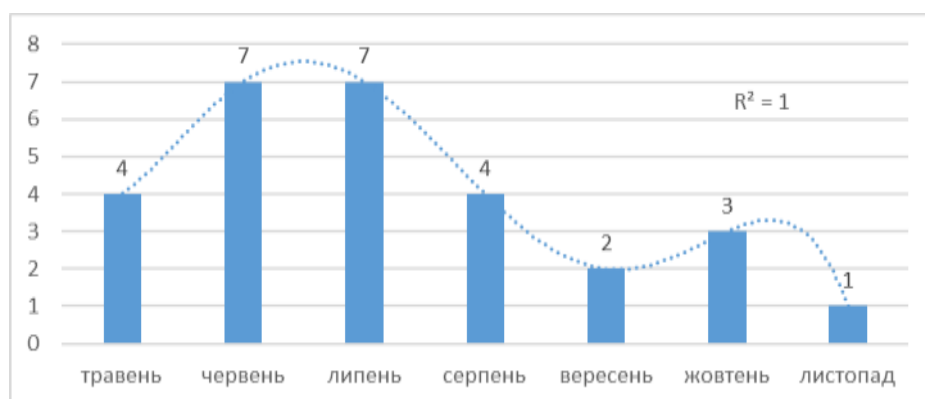


Рис. 4. Розподіл кількості небезпечно сильних опадів у вигляді дощу по місяцях

Джерело: складено авторами

Досліджено значення середньомісячної висоти снігового покриву. Дані для аналізу взято з сайту gr5.ua [6]. Прогнози для сайту готуються Мет Офісом Великобританії (Met Office). Інформація про фактичну погоду надходить з сервера даних міжнародного обміну NOAA (США) в форматах SYNOP і METAR.

поняття заморозку можна сформулювати як зниження мінімальної температури повітря або поверхні ґрунту до від'ємних значень у період зі сталою середньою добовою температурою повітря 5 °С і вище. Тоді критерієм небезпечності цього явища буде зниження температури повітря або поверхні ґрунту до -2 °С і нижче [5].

Заморозок відносять до небезпечних метеорологічних явищ, що завдають значної шкоди сільському господарству. Заморозок зумовлює значне пошкодження, а іноді й повну загибель рослин. Найбільше потерпають від них теплолюбні культури.

На території області заморозок у повітрі найчастіше закінчується в квітні (82%), зрідка – у травні та березні (9%). Перший заморозок у повітрі нерідко відмічається в жовтні (91%), деколи у вересні (9%).

Наведена нами характеристика гідротермічних показників потрібна для встановлення термінів сівби, посадки розсади та збирання сільськогосподарських культур, для обґрунтування розміщення теплолюбних культур та їх селекції, а також для розроблення заходів захисту рослин від небезпечних атмосферних явищ. Виникає необхідність визначити особливості агрокліматичного поділу території регіону.

УкрНДГМІ агрокліматичне районування України проводить за гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) Г.Т. Селянинова. За даними 1961–1990 рр., виділення агрокліматичних зон в основному збігається з рисами попереднього районування (1891–1935 рр.) [7].

Гідротермічний коефіцієнт Селянинова прямо залежить від кількості опадів і обернено від можливих витрат вологи рослинами на випаровуваність. В основі цього коефіцієнта закладено положення, відповідно до якого ступінь зволоження території прямо впливає на випаровуваність. Гідротермічний коефіцієнт Селянинова визначається за формулою [7, с. 104]:

$$\text{ГТК} = \frac{r}{0,1 \sum t > 10^{\circ}\text{C}}$$

де r – кількість опадів, що випали за період з температурою вище $+10^{\circ}\text{C}$; $\sum t > 10^{\circ}\text{C}$ – сума активних температур вище $+10^{\circ}\text{C}$.

Суми активних температур – це суми середніх добових температур вище $+10^{\circ}\text{C}$ (або біологічного мінімуму, що встановлений для певного періоду розвитку рослин). Елемент $0,1\sum t > 10^{\circ}\text{C}$ характеризує випаровуваність. Посушливим вважається період з гідротермічним коефіцієнтом нижче 1,0, сухим – з гідротермічним коефіцієнтом нижче 0,5; ГТК $< 0,4$ – ознака дуже сильної посухи; ГТК $0,4 - 0,5$ – сильної, ГТК $0,5 - 0,6$ – середньої. ГТК $1,0 - 1,3$ дозволяє ідентифікувати період як нормально зволожений; $1,4 - 1,6$ – вологий; більше $1,6$ – надмірно вологий [1, с. 34].

Як для зони Лісостепу, так і для зони Полісся Рівненщини, за нашими розрахунками, середній ГТК рівний $1,3$ (нормальне зволоження). Але по роках ГТК змінюється у межах $0,6-1,9$, що означає, що показник знаходиться на межі між зоною недостатнього і надмірного зволоження.

В наслідок зменшення кількості опадів в теплу пору року та збільшення суми активних температур за рахунок зростання тривалості періоду із середньодобовою температурою $+10^{\circ}\text{C}$ середній показник ГТК в 2008-2017 рр. зменшився до $0,6-1,9$ проти кліматичної норми $1,3-2,0$.

Отже, за цими ознаками можна спрогнозувати тенденцію до подальшого зменшення ГТК Селянинова та появи помірних посух, що призведе до зниження урожайності. Адже коли ГТК дорівнює $0,95 - 0,6$, урожайність сільськогосподарських культур знижується на 20% [10, с.190].

Зауважимо, що ГТК Селянинова має свої обмеження – це показник, який не враховує весняних запасів вологи в ґрунті та рівня агротехніки.

Продуктова орієнтація підприємств зони Полісся зумовлена характеристиками цієї ландшафтної зони. До її складу входить і північна частина Рівненської області. Спеціалізацію Поліського агропромислового

комплексу традиційно визначають льонопромисловий і картоплепродуктовий спеціалізовані комплекси, додаткове значення мають зернопродуктовий, плодоовочеконсервний та цукробуряковий комплекси, виробництво хмелепродукції.

Та поряд з комерційною метою однією з основних причин зміни продуктової орієнтації агросфери в наш час мають стати кліматичні умови.

При забезпеченості культури теплом на 50 – 70% вирощування її можливе, але необхідно застосовувати додаткові заходи для збільшення теплозабезпеченості (використання південних схилів, висадження розсади ранньостиглих сортів тощо). Наприклад, якщо забезпеченість культури теплом менше 50%, то вирощування її в даному регіоні не має сенсу.

Розглянемо потребу рослин для дозрівання в сумі активних сонячних температур на прикладі кукурудзи, яку активно почали вирощувати приватні агрохолдинги на території Рівненської області. Для повного досягання кукурудзи необхідно близько 3000°C активних температур протягом вегетаційного періоду [2]. Саме такі суми активних температур в регіоні ми спостерігаємо в останні роки. Хоча кукурудза, як і овес, потребують на Поліссі додаткових заходів для збільшення теплозабезпеченості в період з січня по березень.

Озима пшениця та просо можуть культивуватися лише в зоні Лісостепу. На Поліссі лютнева температура $-2,4^{\circ}\text{C}$ не задовольняє теплотребам цих культур. Також не зовсім сприятливими для цих культур є температури листопада та грудня.

Соняшник може рости в умовах Рівненщини, але температура січня не є сприятливою для цієї культури, також температура в літні місяці менша на 1- $1,5^{\circ}\text{C}$ від оптимальної. Отже, його вирощення з комерційною метою є недоцільним.

Основними причинами пошкодження рослин взимку є вимерзання, випрівання, вимокання, випирання та видування. Важливим фактором для

озимих культур є висота і тривалість залягання снігового покриву: сніговий покрив, висота якого менша 10 см, створює умови для вимерзання, а якщо більша 30 см – для випрівання. Середній показник снігового покриву в регіоні, як було вказано вище на рис. 5, в останні роки в зимовий період коливається в межах 7-11 см. Отже, при виборі сортів агрокультур необхідно обирати зимостійкі сорти рослин.

Порівнюючи середньомісячну температуру, отриману в результаті дослідження, з теплопотребою польових культур у передпосівний період і вегетаційний цикл, можна зробити висновок, що найбільш придатні для вирощування в регіоні є такі польові культури: картопля, гречка, горох, озиме жито, ярий ячмінь, цукровий буряк.

Висновки і перспективи подальших досліджень. В процесі дослідження було оцінено сучасні кліматичні зміни різних метеорологічних величин регіону (приземна температура повітря, кількість опадів, висота снігового покриву тощо). Виявлені аномалії температури останніх років доводять факт глобального потепління, що продовжується у XXI ст.

Складені кліматичні карти демонструють, що в п'ятирічний період 2013-2017 років в порівнянні з періодом 2008-2012 років середня температура липня зросла в середньому на 0,4 °С. Також зросла температура січня – особливо це помітно в поліських районах області, де збільшення складає в середньому 0,6-0,7 ° С. Разом з тим, зменшилась річна сума опадів, в середньому по регіону на 120 мм, та складає від 520 мм на півдні області (Лісостеп) до 590 мм у північних районах (Полісся).

Пом'якшення зими призвело до зниження середньої висоти снігового покриву по області на 1 см, на сьогодні він складає 7-11 см. Одночасно важливим фактором для озимих культур є висота і тривалість залягання снігового покриву: сніговий покрив, висота якого менша 10 см, створює умови для вимерзання. Тому в кліматичних умовах регіону доцільно використовувати морозостійкі сорти озимих. Водночас ймовірність

несприятливих агрометеорологічних явищ для перезимівлі сільськогосподарських культур зменшилася – цьому сприяють теплі зими.

В результаті дослідження встановлено, що суттєво скорочується ймовірність дуже тривалих і холодних періодів, проте абсолютно не зменшується ймовірність короткочасних сильних похолодань. Відмічається більш ранній розвиток весняних процесів, але тривалі та глибокі відлиги в кінці зимового періоду з подальшими морозами в березні є несприятливим фактором для зимуючих рослин. На фоні загального потепління спостерігаються пізні заморозки.

В літній період суттєво зростає ймовірність підвищення температури до +30 °C і більше. Збільшується тривалість спекотних періодів. Травень та вересень за температурним режимом прирівнюються до літніх місяців, внаслідок чого зростає сума активних температур. В поєднанні зі зменшенням інтенсивності опадів це призводить до зменшення гідротермічного коефіцієнту Селянинова. Отже, можна очікувати, що клімат регіону буде змінюватися з нормально-зволоженого до посушливого. Тому з метою недопущення зменшення урожайності сільськогосподарських культур необхідно вжити заходів вологозабезпечення посівів за допомогою зрошення, снігозатримання, полезахисного лісоведення, змін строків сівби тощо. Також доречно використовувати посухостійкі сорти рослин, розміщення посівів з урахуванням агрокліматичних і мікрокліматичних особливостей регіону. Розробка рекомендацій для конкретних агропідприємств потребує подальших міждисциплінарних досліджень.

Література

1. Божко Л.Ю. Оцінка впливу екстремальних явищ на продуктивність сільськогосподарських культур : навч. посібн. Одеса: Екологія, 2013. 238 с.

2. Бутко В.А. Вплив кліматичних змін на продуктову орієнтацію аграрних підприємств Полісся // Економіка України, 2014. № 10. С. 44-50.
3. Заболоцька Т.М., Підгурська В.М., Шпиталь Т.М. Небезпечно сильні опади в Україні та можливі причини їх утворення // Наук. праці УкрНДГМІ, 2006. Вип. 255. С. 25-41.
4. Клок С.В., Красюкова Я.В. Просторово-часові зміни мінімальної температури повітря на території України на сучасному етапі // Наук. праці УкрНДГМІ, 2016. Вип. 268. С. 51-57.
5. Олексієнко І.М., Затула В.І. Просторово-часовий розподіл останніх весняних та перших осінніх заморозків у повітрі на території України за 1991-2010 рр. // Наук. праці УкрНДГМІ. 2011. Вип. 260. С. 67-79.
6. Погода в світі. URL: gr5.ua/ (дата звернення: 10.11.2016)
7. Ткаченко Т.Г. Агрометеорологія: навч. посібн. Харків: Харк. нац. аграр. ун-т, 2015. 268 с.
8. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland. 151 p.
9. NOAA. URL: <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/g sod/>(дата звернення: 10.11.2016)
10. World Meteorological Organization. 017 is set to be in top three hottest years, with record-breaking extreme weather. Press Release Number: 06112017. URL : <https://public.wmo.int/en/media/press-release/2017-set-be-top-three-hottest-years-record-breaking-extreme-weather> (дата звернення: 28.11.2018)