

Державна гідрометеорологічна служба України

Гідрометеорологічний центр
Чорного та Азовського морів

ВІСНИК

**ГІДРОМЕТЦЕНТРУ
ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ**

№ 1 (23)

Одеса - 2019

**Вісник Гідрометцентру Чорного та Азовського морів.
Державна гідрометеорологічна служба України.
— 2019. — № 1(23). — 144 с. — Мови: укр., рос.**

**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.
— 2019. — № 1(23). — 144 с. — Языки: укр., рус.**

Редакційна колегія

Головний редактор: Неверовський І. П.
Члени редакційної колегії: Лаврентьева В. М.
Драган А. М.
Комп'ютерна верстка: Щеголева М. А.

Адреса редакційної колегії: Україна, 65009, м. Одеса,
вул. Французький б-р, 89
ГМЦ ЧАМ
тел. (0-482) 63-16-10
www.odessabul@ukr.net

*Свідоцтво про держ. реєстрацію друкованого засобу масової інформації
серія ОД № 1690-561Р від 12.03.2013 р.*

Лаврентьева В. М., Толкач Н. М., Куляс К. А.

ВІДДІЛУ АЕРОЛОГІЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ 110 РОКІВ!

Відділу аерологічних спостережень Гідрометеорологічного центру Чорного і Азовського морів цього року виповнюється 110 років.

Що ж таке аерологія? Це наука, що вивчає фізичні процеси, які відбуваються у вільній атмосфері. Основним методом аерологічних досліджень є зондування, тобто вимір різних метеорологічних величин за допомогою приладів які піднімаються в атмосферу.

Перший аерологічний вимір був здійснений в 1647 році. Француз Пер'є за допомогою ртутного барометра, піднятого на гору Пюї-де-Дом, встановив факт зменшення тиску з висотою.

Початком аерологічних спостережень в Одесі слід вважати перші підйоми метеорографа на повітряних зміях (рис. 1), які були здійснені 8 грудня 1909 року Одеською магніто-метеорологічною Обсерваторією. До організації підйомів на повітряних зміях працівники Обсерваторії почали готуватися ще в 1907 році. Для цієї мети лаборант кабінету фізичної географії Новоросійського (зараз Одеського) університету А. В. Ігнат'єв за дорученням директора Обсерваторії, професора Красовського ознайомився з постановкою змійкової справи у Москві і Казані. Програмою Міжнародної комісії з дослідження верхніх шарів атмосфери передбачалося проведення спостережень в період з 6 по 11 грудня 1909 р. Проте, несприятлива погода (дощ, туман, поривчастий вітер) не дозволила здійснити підйоми повітряних зміїв на протязі всього цього періоду. Вдалими виявилися лише спостереження 6 і 8 грудня, внаслідок чого були отримані дані розподілу атмосферного тиску, температури і вологості повітря до висоти 705 метрів. В міжнародні дні 19 травня, 9-13 серпня і 6 жовтня 1910 р. було проведено ще 7 підйомів на повітряних зміях. Персоналу вдалося досягти висоти зондування 1843 м.

Одеський аерологічний відділ спостережень знаходиться при Гідрометцентрі Чорного і Азовського морів на висоті 42 метри над рівнем моря.

Про ступінь дослідження вільної атмосфери в Обсерваторії свідчить той факт, що в той час тут був створений повітряний змій, що набагато перевершував по своїх аеродинамічних якостях і міцності за всіма відомими конструкціями (рис. 2).

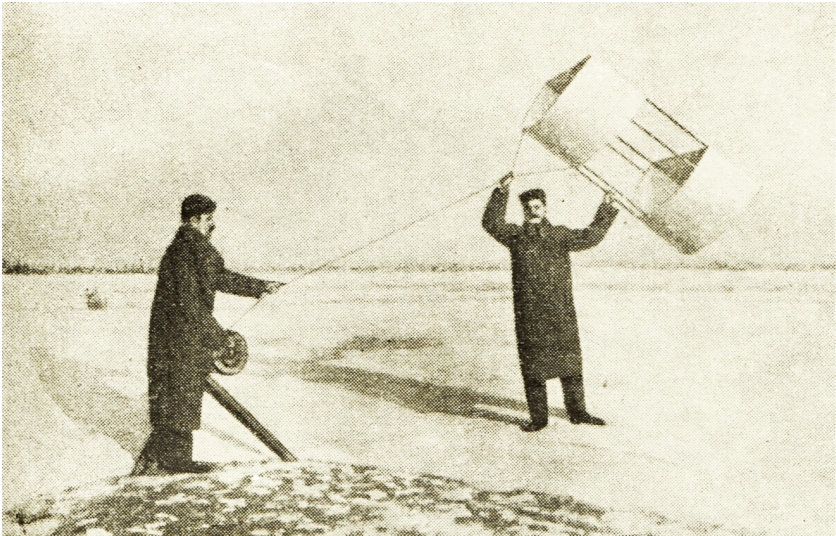


Рис. 1. Перші підйоми метеорографа на повітряних зміях

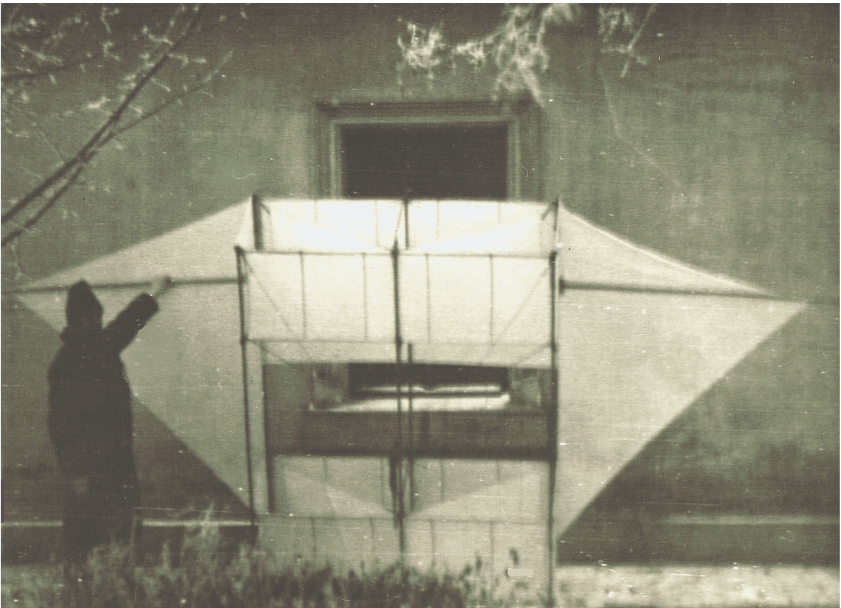


Рис. 2. Повітряний змій, створений в Одеській обсерваторії

Незабаром, довелося припинити ці підйоми, оскільки поблизу Обсерваторії була прокладена високовольтна електролінія. У 1923 році в Одеській геофізичній Обсерваторії були організовані шаропілотні спостереження. З того часу починаються регулярні інструментальні спостереження за нижньою границею хмар і вітром у вільній атмосфері. У 1934-39 рр. матеріали цих спостережень були систематизовані і піддані кліматологічній обробці Н. І. Івановою, яка очолювала цей відділ.

Важливою віхою в аерології з'явилася розробка і впровадження нового методу дослідження високих шарів атмосфери — радіозондування. В Одеській гідрометобсерваторії роботи по освоєнню радіозондування почалися наприкінці 1936 року під керівництвом директора Обсерваторії професора І. Я. Точидловського та першого техника радіозондування Г. І. Пащенко. Випуски радіозонду здійснювались на оболонках № 20, зв'язаних по 20-25 штук. Часто оболонки починали лопатися відразу ж після випуску, недосконалим був і сам зонд. Все це приводило до того, що сигнали припинялися на невеликих висотах, або зовсім не приймалися.

Перший вдалий випуск радіозонда відбувся 9 грудня 1936 року. Цього ж дня було підписано “Розпорядження Управління Гідрометслужби УРСР про організацію пункту температурного зондування атмосфери при Одеській Обсерваторії”. Вперше в Одесі були отримані дані розподілу метеорологічних елементів (атмосферного тиску, температури і вологості повітря) до висоти 7900 м.

Наступний підйом радіозонда був здійснений лише 25 лютого 1937 р. Прилад досяг висоти 8080 м.

З 1938 р. радіозондування в Одесі носить регулярний характер. Розширюється відділ радіозондування.

До цього часу удосконалюються прилади, покращується якість оболонок (в той же час, збільшуються їх розміри), підвищується стеля зондування. Максимальна висота зондування (30 км) була досягнута напередодні Великої Вітчизняної війни 21 червня 1941 року.

З початком війни радіозондування в Одесі призупиняється. Але це не означає, що аерологічні спостережені були повністю припинені. Не дивлячись на важкі умови роботи, продовжувалися випуски куль-пілотів, використовуваних для забезпечення артилерії балістичними даними під час оборони Одеси.



Рис. 3. Підготовка до запуску шара-пілота

Відразу ж після звільнення Одеси від тимчасової окупації в квітні 1944 року, були початі роботи по відновленню спостережень в обсерваторії. З Києва був відправлений у відрядження інженер Гальченко М. С., який в короткі терміни організував випуски радіозондів. З 1 жовтня 1946 року проводилось вже двократне зондування атмосфери.

У квітні 1947 року при Одеській Обсерваторії створюється станція радіолокації зондування атмосфери. Директором Обсерваторії Єфімовим П. Я. до кінця року був укомплектований штат станції СОН-2 в кількості 16 чоловік на чолі з начальником Б. А. Жуковим. Щорічник температурного зондування за 1947 рік вже був прийнятий центральною аерологічною Обсерваторією з гарною оцінкою.

З серпня 1948 року ведуться базисні теодолітні спостереження за радіозондами. Для чіткості роботи був встановлений телефонний зв'язок між пунктами впродовж 2 км. В цей період середня висота радіозондування складала в холодний період року 15-16 км, а окремі радіозонди досягали висоти 28-30 км. У лютому 1948 року від військової частини була прийнята станція радіолокації СОН-2 і розпочаті радіопілотні спостереження.

До 1950 року паралельно велися шаропілотні і радіопілотні спостереження. У серпні 1950 р. висота радіозондування дещо знизилася із-за переходу до комплексного температурно-вітрового зондування, тобто був здійснений перехід на спостереження за радіозондом з активною мішенню.

У січні 1951 року для освоєння літакового зондування була відряджена до Києва ст. технік аеролог А. Д. Сівак. Та вже у лютому 1951 року в Одесі був організований пункт літакового зондування штатом з 3 чоловік. Того ж місяця було здійснено два учбові польоти до висоти 3200 м, а в березні — ще 10 підйомів літака з учбовою метою.

З квітня 1951 р. почато регулярне літакове зондування до висоти 6-7 км. Окрім реєстрації атмосферного тиску, температури і вологості повітря, здійснювалися детальні спостереження над висотою і вертикальною потужністю шарів хмарності, обмерзанням і бовтанкою літака, а пізніше — і мікроструктурою хмар.

Літакове зондування проводилося на протязі 13 років, до кінця 1963 року. За цей період було накопичено багато матеріалів спеціальних аерологічних спостережень.

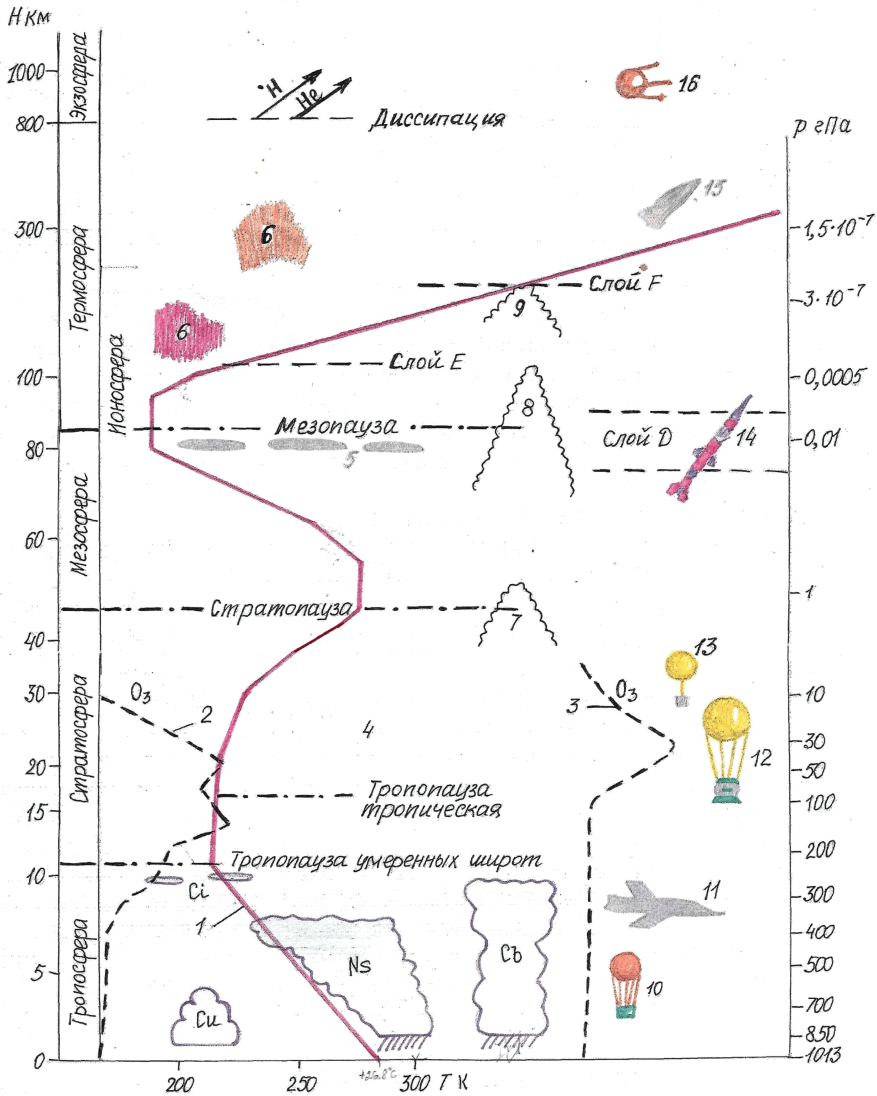


Рис. 4. Строение атмосферы и методы ее исследования.

1 — профиль температуры, 2 — распределение озона в умеренных и полярных широтах, 3 — распределение озона в тропиках, 4 — перламутровые облака, 5 — серебристые облака, 6 — полярные сияния, 7 — отражение звуковых волн, 8 — отражение средних радиоволн, 9 — отражение коротких радиоволн, 10 — свободные аэростаты, 11 — самолеты, 12 — стратостаты, 13 — радиозонды, 14 — метеорологические ракеты, 15 — геофизические ракеты, 16 — искусственные спутники Земли.

В той час, для того, щоб збільшити висоту підйому радіозонда, почали обробляти оболонку у гасі. Цей метод обробки використовувався до 2006 року. Нині використовуються оболонки китайського виробництва, які не потребують додаткової обробки.

Співробітники відділу Сомов і Торжуткин винайшли і ввели в практику обробки шаропілотних спостережень круг для інтерполяції вітру, що значно прискорило і полегшило обробку.

У 1956 році Артеменко С.Д. виніс пропозицію “скорочення анодного живлення”, що дозволило збільшити висоту зондування і дає великий економічний ефект.

У 1956 році з відділу аерології був відправлений в другу континентально-антарктичну експедицію інженер аерології і радіолокації І. А. Попов. У 1957 році його змінив інженер аерології і радіолокації О. А. Торжуткин — учасник 3 континентально-антарктичних експедицій.

В 1957-58 рр. Одеська ГМО брала участь в спостереженнях за програмою Міжнародного Геофізичного Року. В окремі періоди доби здійснювалось 4-разове температурно-вітрове зондування. Стара радіолокаційна станція СОН-2 з червня 1958 р. була замінена досконалішим радіотеодолітом “МАЛАХІТ”, що дозволило частково автоматизувати процес радіолокації.

У квітні 1958 року була відряджена до Києва інженер Ніколич І. Н. для ознайомлення з новим приладом А-22ш. Пройшла підготовка кадрів.

У першому півріччі 1958 року Одеська аерологічна станція зайняла друге місце в аерологічній мережі Української РСР, а в другому півріччі 1958 року — перше місце по Радянському Союзу і отримала перехідний Червоний Прапор Республіканського комітету союзу авіапрацівників.

У 1962 році Головним управлінням гідрометслужби був відряджений до Афганістану для організації аерологічних спостережень інженер Артеменко С. Д.

У червні 1965 року була встановлена далекомірна приставка до радіотеодоліта “Малахіт”. 16 листопада 1965 року почалися спостереження по теодоліту “Малахіт” з теодолітною приставкою.

Наприкінці 1965 року директором Обсерваторії Л. І. Козаковим був відряджений до Пензи інженер локації Шаргородський В. Е. для ознайомлення з електронною рахунково-вирішальною установкою “Агат”, яка була обладнана в Одеській ГМО з ме-

тою випробування. Це одна з перших в Радянському Союзі установок, що повністю автоматизувала процес зондування атмосфери.

У грудні 1966 року був упроваджений круг для визначення точки роси.

5 травня 1968 року було встановлено радіолокатор “Метеорит”, який в експлуатації був аж до 09.09.2010 р. З ним використовувався радіозонд РКЗ-2. Відбувалось 4-разове зондування атмосфери.

З 1 лютого 1981 року відділ частково перейшов на обробку аерологічної інформації системою НЕГА.

З 1 жовтня 1983 року передавач-відповідач А-28 замінений передавачем-відповідачем МАРЗ-0 в системі з РЛС “Метеорит”.

З 1 квітня 1984 року відділ приступив до експлуатації зондів МАРЗ-2-1.

Наказом УКР УГКС відділ аерологічних спостережень Одеською ГМО перейменований у відділ радіолокаційних спостережень.

Наказом УКР УГКС з 1990 року випуски радіозондів скорочені до двох на добу.

З 1995 року, через відсутність засобів на виробництво спостережень, випуски радіозондів скорочені до одного випуску по парних числах в строк 00 год. по Гринвічу.

У 1997 році введена в експлуатацію комп'ютерна система з програмою “АЕРО”, що дозволило швидше і якісніше обробляти отриману від радіозонда інформацію.

З 25 січня 2001 року у відділі аерологічних спостережень використовується радіозонд ПАЗА-12.

У червні 2003 року встановлена нова програмна система, що дозволяє передавати аерологічну телеграму по локальній комп'ютерній системі до Києва по каналах ГЦСГ.

З 1 листопада 2006 року знову вводиться щоденне зондування атмосфери в строк 00 год. по Гринвічу.

У 2010 році 9 вересня було введено нову систему зондування атмосфери Радіотеодоліт Ул в комплекті з радіозондом ПАЗА-12М. Система комп'ютеризована, не має випромінювання, автоматично слідкує за переміщенням радіозонду в атмосфері та обробляє отриману інформацію, кодує в кодї КС-4 та БАФР, та в електронному вигляді передає споживачам.

З 2019 року використовують оболонку наповнену безпечним газом гелієм.

Чумаченко В. В., Недострелова Л. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ РІЧНОЇ МІНЛИВОСТІ КІЛЬКОСТІ ДНІВ З ГРОЗОЮ НАД ОДЕСОЮ

Вступ. Грози є важливою складовою глобального електричного поля, що об'єднує атмосферу і Землю. Дослідження грозовій діяльності допоможе скласти повну картину цілого ряду процесів, що відбуваються в атмосфері. Забезпечення ефективного грозозахисту, зокрема шляхом активних дій на хмари і опади, можливо тільки при знанні фізичних механізмів, відповідальних за формування гроз. У грозових хмарах найбільшу погрозу для авіації представляють такі небезпечні явища, як сильна турбулентність, потужні вертикальні струми повітря, інтенсивне обледеніння, електричні розряди, гради й зливові опади. Слід зазначити, що всі ці небезпечні явища можуть спостерігатися одночасно. Під хмарами небезпеку представляють шквалисті вітри, що досягають іноді ураганної сили, смерчі, зливові опади (дощ, гради, сніжні заряди), між хмарами сильні спадні й висхідні повітряні потоки, зсуви вітру. Купчасто-дощові хмари серед хмар вертикального розвитку викликають найбільший інтерес, оскільки з ними пов'язані атмосферні явища, які в деяких випадках мають небезпечний характер: зливи, шквали, грози, град.

Аналіз публікацій. Всі процеси в хмарах проводять при постійній взаємодії хмарного повітря з оточуючим повітрям. Що стосується електрики атмосфери, то вона є фоном для електричних процесів у хмарах. Але разом з тим, електрика хмар у значній мірі формує електрику атмосфери. Електричне поле нижніх шарів атмосфери формується під дією випромінювання радіоактивних речовин. Тому найбільша густина позитивного заряду спостерігається біля земної поверхні. З висотою вона зменшується. Існує велика кількість гіпотез про формування електричної структури грозової хмари [1-5]. Але загально прийнятої теорії цього складного явища ще не розроблено. Найбільше визнання має схема будови грозової хмари, яка була запропонована Сімпсоном та Робінсоном, а потім уточнена Байерсом, Бреіамом, Пірсом й іншими [1]. У верхній частині хмари, яка розташовується вище ізотерми -12°C , переважають додатні заряди, що виникають на льодяних частках. У нижній частині хмари зосереджуються головним чином від'ємні заряди. Такий роз-

поділ об'ємних зарядів найбільш крупного масштабу обумовлюється впливом різних процесів електризації. Але треба мати на увазі, що в хмарах одночасно спостерігаються процеси, що сприяють та шкодять накопиченню зарядів на хмарних частках просторовому розділенню значних об'ємів часток, які мають заряди одного знаку. Мейсон на основі того, що велику інтенсивність мас електризація обумовлена осадженням переохолоджених краплин на поверхні градин і круп, побудував теорію утворення об'ємних зарядів у грозовій хмарі. Враховуючи такі фактори, як розподіл круп за розмірами, змінювання швидкості висхідних потоків повітря з висотою, струм стікання обумовлений провідністю повітря й струмом під грозовою хмарою, він отримав рівняння для швидкості накопичення зарядів і змінення напруженості електричного поля. Таким чином, під впливом вертикальних рухів відбувається розділення зарядів хмари з переваженням додатних у верхній частині і від'ємних у нижній, тобто зарядів першого масштабу з напруженістю, яка має порядок 10^5 В/м. Більш високі значення напруженості, що мають порядок 10^6 В/м, необхідні для виникнення блискавок, утворюються під впливом турбулентності. Турбулентність відіграє подвійну роль. По-перше, при посиленні дрібномасштабної турбулентності зростає струм провідності, що зменшує напруженість електричного поля першого масштабу, тобто по хмарі в цілому. По-друге, досить великі турбулентні об'єми, відриваючись від загального потоку, наближаючись з такими ж великими об'ємами, що утримують заряди протилежного знаку, збільшують напруженість поля. Неоднорідність електричного поля меншого (другого) масштабу, що породжується макромасштабною турбулентністю, спроможна збільшити напруженість електричного поля до критичних значень, результатом чого є виникнення електричних розрядів у середині хмари, між сусідніми хмарами, та між хмарою та земною поверхнею [1-8].

Купчасто-дощові хмари утворюються з могутньо-купчастих, коли їх вершини проникають у шари атмосфери, де температура набагато нижча від 0 °С. Верхня частина купчасто-дощової хмари (*Cb*) може залишатися куполоподібною — *Cb calv* (лисе), але частіше з неї викидаються пучки перистих хмар у виді парасолі або на ковальні. Так виникають *Cb cap* (волосаті), різновидністю яких є купчасто-дощові з на ковальнею *Cb inc*. Купчасто-

дощові хмари складаються з однієї або декількох конвективних ячеек. Конвективна ячейка включає область висхідного та компенсаційного низхідного потоків. У більшості купчасто-дощових хмар ці конвективні ячейки мають подібні структури й поведінки і, таким чином, можуть розглядатись як деякий властивий для таких хмар клас конвективних явищ [1]. Життєвий цикл ячейки поділяють на три стадії в залежності від переважних напрямків вертикального руху повітря та його інтенсивності. Перша стадія купчастої хмари характеризується висхідними рухами в більшій частині ячейки. Друга стадія зрілості — характеризується наявністю як висхідних, так і низхідних рухів. Третя стадія розпаду — характеризується слабкими низхідними рухами у більшій частині ячейки.

Купчасто-дощову хмару, у якій спостерігається одна конвективна ячейка, називають моноячейковою. Але частіше хмари купчасто-дощові утримують декілька конвективних ячеек. Такі називаються мультіячейками. Окремі ячейки послідовно розвиваються з правої сторони величезної хмарної системи, якою являють собою мультіячейкові *Cb*. Незважаючи на те, що кожна ячейка має обмежений життєвий цикл, багаторазовий розвиток нових приводить до тривалого існування *Cb*. Надзвичайно могутніми є суперячейкові купчасто-дощові хмари. Вони мають й найбільшу тривалість існування, яка досягає декількох годин. Ці хмари складаються з однієї квазістаціонарної конвективної ячейки. Діаметр її інколи може досягати 10-15 км. Ячейка об'єднує висхідний і низхідний потоки, які розташовуються один біля одного. На відміну від мультіячейкових купчасто-дощових хмар, у яких ячейки швидко змінюють свої характеристики, в суперячейкових хмарах вони залишаються практично незмінними на протязі десятків хвилин. Суперячейкові *Cb* характеризуються дуже великими швидкостями висхідних потоків. Якщо у моноячейкових і мультіячейкових хмарах вони досягають декількох м/с і іноді 10-20 м/с, то у суперячейковій хмарі 30-50 м/с і навіть більше [1].

Результати дослідження. За багаторічними даними про грозову активність над Одесою було визначено кліматичні показники грозоутворень. Результати дослідження представлено в табл. 1-2.

Таблиця 1.

Місячна кількість днів з грозою на станції Одеса

Місяць	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Всього
2009		2	4	11	2	2	1		22
2010	1	10	5	7	2	1		3	29
2011	1	3	7	4	2	1			18
2012	2	8	8	5	5	1			29
2013		2	13	4	2				21
2014		8	4	7	4	2			25
2015	1	1	5	5			1		13
2016	3	6	3	1	4	1	3	1	22
2017		1	4	7	6	1			19
2018	1	2	5	9	1	4			22
Всього	9	43	58	60	28	13	5	4	220

В табл. 1 наведені дані про місячну кількість днів з грозами на ст. Одеса за період з 2009 року по 2018 рік. В отриманих даних виділяються 3 місяці, грози в яких спостерігались за кожен рік, а саме: травень, червень та липень. Максимуми відзначалися наступні: в травні — 10 днів, в червні — 13 днів — максимальна кількість за весь період дослідження, та в липні — 11 днів з грозою. У серпні гроз не виявлено тільки у 2015 році, максимальне значення зафіксовано в 2017 році — 6 днів з грозою. В квітні грози спостерігались у шести роках, максимум виявлено у 2016 році — 3 дні. Осінні місяці характеризувалися меншою кількістю днів з грозами. У восьми роках грози було зафіксовано у вересні, максимум — 4 дні — у 2018 році, 2013 та 2015 роках грози відсутні. Грози в жовтні були визначені тільки за 3 роки: 2009, 2015 — 1 день та в 2016 році — максимальна кількість становить 3 дня. Листопад характеризувався найменшою кількістю днів з грозами. В цей місяць грози було зафіксовано тільки за два роки: в 2010 — 3 дні та в 2016 році — 1 день.

В річному ході виділяється 2016 рік, саме він характеризується наявністю гроз за всі вісім місяців (з березня до листопада). Найменшу кількість місяців з грозами було визначено в 2013 році, зафіксовано явища тільки в чотирьох місяцях (з травня до серпня), максимум спостерігається в червні — 13 днів з грозою. Незвичними були 2015 та 2010 роки. В 2010 році грози спостерігались від квітня до листопада, але відсутні в жовтні, в 2015 році дні з грозами були зафіксовані від квітня до жовтня,

але відсутні у серпні та вересні. Максимальні значення по роках: у 2009 році — 11 днів було виявлено в липні, 2010 рік — 10 днів з грозами в травні, 2011 — 7 днів (червень), 2012 рік — 8 днів у травні і червні, у 2013 році — 13 днів (червень) — максимальне значення за весь період, 2014 році — 8 — у травні, 2015 — 5 днів (червень, липень), 2016 рік — 6 днів у травні, 2017 — 7 днів та в 2018 році 9 днів з грозами були зафіксовані в липні.

Таблиця 2.

Середня кількість днів з грозою на станції Одеса за два періоди (1961-1990 рр. і 2009-2018 рр.)

Місяць	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Рік
1961-1990 рр.	0,07	0,9	3,5	7,0	6,3	3,9	2,0	0,4	0,2	24,3
2009-2018 рр.	0,0	0,9	4,0	5,8	6,0	2,8	1,3	0,5	0,4	21,5

В табл. 2 представлено кількість днів з грозами по місяцях і за рік за два періоди: перший — з 1961 по 1990 рік (кліматична норма), другий — з 2009 по 2018 рік. З таблиці видно, що максимальна середня кількість днів з грозою в перший період спостерігається в червні та становить 7 днів. Значення, менші за одиницю, мають місце в березні, квітні, жовтні та листопаді. Це свідчить про те, що в ці місяці грози спостерігалися не кожен рік за показниками кліматичної норми. За рік середня кількість днів з грозою складає 24,3 дні. В другому періоді максимум кількості днів з грозами виявлено в липні і він дорівнює 6 дням, що на один день менше, ніж у кліматичній нормі. Грози спостерігалися не кожен рік у періоді 2009-2018 роки в квітні, жовтні та листопаді. В березні, на відміну від кліматичної норми, випадків гроз в другий період не зафіксовано. Порівнювальний аналіз двох періодів дає змогу зробити наступні висновки. В квітні грози були не кожен рік і за два періоди мають однакову кількість — 0,9 дня. Травень відрізняється тим, що за кліматичною нормою на станції Одеса днів з грозами було на 0,5 дня менше, ніж за 2009-2018 рік. З червня по вересень кількість днів з грозами менша у другий період, а саме: червень — на 1,2, липень — на 0,3, серпень — на 1,1, вересень — на 0,7 дня. Осінні місяці жовтень і листопад характеризуються збільшенням кількості днів з грозами у другому періоді на 0,1 та 0,2 дня. Аналіз середніх значень за рік показує, що в другий період кількість днів з грозами зменшилась на 2,8 порівняно з кліматичною нормою.

Висновки. Дослідження багаторічних даних про грозову діяльність над Одесою дають можливість зробити наступні висновки. В річному ході виділяється 2016 рік, саме він характеризується наявністю гроз за всі вісім місяців (з березня до листопада). Найменшу кількість місяців з грозами було визначено в 2013 році, зафіксовано явища тільки в чотирьох місяцях (з травня до серпня), максимум спостерігається в червні — 13 днів з грозою. Максимальну кількість днів з грозами виявлено в липні і вона дорівнює 6 дням, що на один день менше, ніж у кліматичній нормі. Грози спостерігалися не кожен рік у періоді 2009-2018 роки в квітні, жовтні та листопаді. В березні, на відміну від кліматичної норми, випадків гроз в період дослідження не зафіксовано.

Література

1. Школьный С. П. Физика атмосферы: Підручник. — К.: КНТ, 2007. — 486 с.
2. Имянитов И. Н. Ток свободной атмосферы. — Л.: Гидрометиздат, 1965. — 239 с.
3. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. — Л.: Гидрометиздат, 1984. — 751 с.
4. Лучник В. М. Физика грозы. — Л.: Гидрометиздат, 1974. — 325 с.
5. Шишкин Н. С. Облака, осадки грозовая электрика. Вид. 2-е. — Л.: Гидрометиздат, 1964. — 401 с.
6. Недострелова Л., Чумаченко В., Недострелов В. Дослідження процесів грозоутворення над Одесою // INTERNATIONAL SCIENCE JOURNAL “POLISH SCIENCE JOURNAL”. Issue 8. — Warsaw, 2018. — С. 22-27.
7. Недострелова Л. В., Чумаченко В. В. Сезонные особенности формирования гроз на аэродроме Одесса // Мат. Междунар. конф. “Современные проблемы географии и геологии” (посвящ. 100-летию Ереванского гос. ун-та). — Ереван, 2018. — С. 265-269.
8. Недострелова Л., Чумаченко В. Дослідження процесів грозоутворення над Одесою // X International Scientific Conference “Modern scientific challenges and trends”. — Warsaw, Poland, 2018. — С. 22-27.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСОВОЇ МІНЛИВОСТІ КІЛЬКОСТІ ДНІВ З ТУМАНАМИ В ОДЕСІ

Вступ. Вода — дивовижна хімічна сполука. Вона є єдиною речовиною, яка існує в атмосфері водночас у трьох агрегатних станах: твердому (лід), рідкому (вода) і газоподібному (пара). На поверхні Землі (без підземних вод) знаходиться $1,3 \cdot 10^{18}$ тон води, з них 99,2 % припадає на Світовий океан. В атмосфері кількість води у вигляді пари, крапель і кристалів хмар становить $1,3 \cdot 10^{13}$ тон, з яких 95 % припадає на пару [1].

З точки зору погоди, вода є найважливішою складовою частиною атмосфери, оскільки випаровування і конденсація супроводжуються поглинанням і виділенням великої кількості енергії, від якої залежить багато видів рухів у атмосфері, які впливають на атмосферні процеси, а тому і на погоду. Загальна кількість опадів, які випадають з атмосфери за рік, дорівнює приблизно $5 \cdot 10^{14}$ тон, що в 40 разів перебільшує загальний вміст води в атмосфері. Ця цифра свідчить про інтенсивність вологообміну між землею поверхнею і атмосферою.

Аналіз публікацій. Процеси, завдяки яким у повітрі на деякій висоті в результаті конденсації водяної пари утворювались сукупності крапель визначених конденсацій і розподілу по розмірах, тобто хмари. Але конденсація пари може відбуватись у безпосередній близькості від земної поверхні (у приземному шарі атмосфери). У цьому випадку продукти конденсації водяної пари формують серпанок або туман [1].

Туманом називають сукупність завислих у повітрі крапель води або кристалів льоду, що приводить до зменшення горизонтальної дальності видимості поблизу від земної поверхні до 1 км і менше. При видимості від 1 до 10 км сукупність завислих крапель або кристалів льоду називається серпанком. Поряд з поняттям серпанку існує й поняття імлі, яка являє собою сукупність завислих у повітрі твердих часток. Імла теж погіршує прозорість повітря до 10 км й менше, але спостерігається при відносній вологості повітря значно менший від 100 %.

Дальність видимості є, як відомо, інтегральною характеристикою мікроструктури туману або серпанку. Вона обумовлюється інтенсивністю розсіювання сонячного світла аерозольними частками, що складають ці явища погоди. Але інтенсивність розсію-

вання залежить від концентрації крапель або кристалів, їхнього розподілу за розмірами. Обидві ці характеристики визначають і відповідність туману. Отже, туман може характеризуватись такими ж параметрами, як і хмари: концентрацією аерозольних часток, їхнім розподілом за розмірами й водністю. Як і для хмар, розрізняють абсолютну водність (або просто водність) й питому водність туману.

У тумані вода буває в двох (рідкому та змішаному), а при низьких від'ємних температурах у трьох (рідкому, змішаному та твердому) фазових станах.

Вологовміст повітря може збільшуватися під впливом випаровування води з підстильної поверхні, горизонтального та вертикального переміщення повітря. Падіння температури відбувається за рахунок молекулярного й турбулентного теплообміну з оточуючими масами повітря й земною поверхнею, радіаційного вихолодження, адіабатичного розширювання об'ємів повітря при їхніх висхідних рухах. Відносно фіксованої точки простору, поряд з переліченими процесами на змінення вологовмісту й температури повітря чинять вплив і горизонтальний перенос (адвекція) та вертикальні рухи повітря. У залежності від співвідношення зазначених процесів тумани підрозділяються на тумани охолодження, тумани змішування й тумани випаровування. Тумани охолодження, в свою чергу, розділяються на адвективні й радіаційні [1, 2].

Адвективні тумани виникають у теплій повітряній масі, яка переміщується на більш холодну підстильну поверхню й вихолоджується завдяки турбулентному й радіаційному теплообміну з цією поверхнею. Утворенню такого туману сприяють велика різниця температури підстильної поверхні та початкової температури відносно теплого потоку, велика відносна вологість повітря, помірна швидкість вітру (2-5 м/с), збільшення або постійність з висотою масової частки водяної пари, помірно стійка стратифікація й порівняно слабкий турбулентний обмін. Якщо швидкість вітру велика, то виникає інтенсивний турбулентний обмін, який перешкоджає утворенню туману. При слабкому вітрі повітряна маса повільно переміщується й завдяки цьому повільно охолоджується. Турбулентний обмін завжди сприяє вирівнюванню масової частки пари по вертикалі. Коли вона з висотою збільшується у приземному шарі, то під впливом турбулентності відбуваєть-

ся збільшення вологості повітря біля земної поверхні за рахунок переносу пари зверху донизу. Дуже стійка стратифікація (сильна інверсія температури) приводить до затухання турбулентного обміну. Порівняно з ним молекулярний теплообмін дуже малий. Тому охолодження повітря поширюється від земної поверхні дуже повільно, і туман утворюється в дуже тонкому шарі біля підстильної поверхні.

Адвективний туман відрізняється найбільшою повторюваністю й тривалістю. В Україні, наприклад, 59 % загального числа днів з туманом приходить саме на адвективний туман. В 9 % випадків тривалість існування такого туману перевищує 24 години. Адвективні тумани найбільш інтенсивні й змінюють великі площі.

Частинним випадком адвективних туманів є берегові тумани, що утворюються на суші у холодну половину року, коли вітер має напрямок з моря. У період з жовтня до травня такі тумани є частим явищем на узбережжі Чорного моря. Як правило, берегові тумани відносяться до теплих, тобто до таких, які складаються з крапель рідкої води.

Дуже ретельні спостереження теплих адвективних туманів майже два десятиріччя проводилися на експериментальному метеорологічному полігоні проблемної науково-дослідної лабораторії Одеського гідрометеорологічного інституту (ЕМП ПНДЛ ОГМІ). Розташоване на полігоні обладнання давало змогу організувати комплексні експерименти в натуральних туманах, у процесі яких відбувалося одночасне вимірювання внутрішніх (розподіл крапель за розмірами, їхня концентрація, водність, оптична прозорість туману) та зовнішніх (характеристики температури, вологості, вітру) параметрів туманів. Такі дослідження дозволили, по-перше, визначити важливі параметри мікроструктури, що характеризують особливості теплих приморських туманів північно-західного узбережжя Чорного моря, отримати інформацію про механізми взаємозв'язку між флуктуаціями зовнішніх та внутрішніх параметрів туманів.

Спостереження показали, що в середньому на протязі року спостерігається в Одесі 50-60 днів з туманом з максимумом 90 днів. 70 % цих туманів утворюється в період листопад-березень. На теплий період року приходить менше 10 % загальної річної кількості туманів. У холодну частину року за місяць буває від 5 до 9 днів з туманами, а в окремі роки за місяць спостерігається до 20 днів з туманом.

Адвективні тумани мають порівняно велику тривалість: в Одесі, наприклад, від 5-8 годин до декількох діб. Сумарна річна тривалість досягає 200-600 годин.

Інформації про розподіл водності туманів з висотою дуже мало. За існуючими експериментальними даними вона суттєво змінюється з висотою лише поблизу земної поверхні і верхньої границі туманів.

Верхня границя адвективних туманів у більшості випадків співпадає з верхньою границею приземної або піднятої інверсії температури. За даними зондування атмосфери над Україною, що відбувалося з жовтня 1960 р. до червня 1962 р., середня товщина адвективних туманів дорівнює 320 м. Верхня границя адвективних туманів на висотах менших за 100 м не зустрічалась. Найбільш часто вона розташовувалась на висотах 200-400 м (57 % випадків). Спостерігались випадки, коли товщина адвективного туману перевищувала 600 м.

Комплексні експерименти у натурних туманах північно-західного узбережжя Чорного моря показують, що зв'язок між флуктуаціями характеристик спектру крапель й зовнішніх параметрів (флуктуаціями температури, швидкості вітру, їхніх вертикальних градієнтів, радіаційного балансу підстильної поверхні) проявляється досить виразно [1].

Дослідження показують, що переважний внесок у змінювання параметра масштабу α гама-розподілу крапель за розмірами робить радіаційний баланс, швидкість вітру і температура повітря поблизу земної поверхні, в той час коли на параметр форми λ чинять вплив приблизно в рівній мірі швидкість вітру, температура повітря й градієнт температури у шарі 2-12 м. Змінювання концентрації крапель відбувається головним чином під дією змінювання температури й градієнта швидкості вітру.

Змінювання модального радіусу крапель у великій мірі залежить від швидкості вітру й вертикального її градієнта, а концентрації крапель модального інтервалу — від температури повітря на висоті 2 м і температури земної поверхні.

Радіаційні тумани утворюються завдяки радіаційному охолодженню земної поверхні й прилягаючого шару повітря та турбулентного перемішування. Подальший їхній розвиток може залежати й від випромінювання самого туману. Радіаційний туман знаходиться в значно більшій залежності, ніж адвективний, від

місцевих умов: характеру підстильної поверхні, місцевих повітряних течій тощо [1].

Власне кажучи, є підстави вважати, що в процесі охолодження повітря до точки роси, коли туман ще не утворився, масова частка водяної пари залишається постійною. Але більш ретельні міркування заставляють відкинути здавалося би такий очевидний висновок. В дійсності, і це підтверджується експериментально, під впливом хоча й слабого турбулентного перемішування й випадіння роси відбувається перерозподіл водяної пари між шарами атмосфери, внаслідок чого масова частка водяної пари ще до початку туманоутворення на деякому рівні як правило зменшується.

Процес утворення радіаційного туману можна розділити на декілька фаз:

1. Зародження приземного серпанку й початок утворення приземної інверсії температури.
2. Утворення оптично тонкого у вертикальному напрямку шару туману, у якому горизонтальна дальність видимості може зменшитися до 0,1-0,2 км.
3. Виникнення оптично товстого й більш сталого шару туману, товщиною близько 20 м з добре помітною інверсією температури безпосередньо над його чітко означеною верхньою границею.
4. Розсіювання туману.

Сприятливими умовами для утворення радіаційного туману є, по-перше, відсутність хмар або наявність хмар тільки верхнього ярусу. Хмарний покрив приводить до зменшення випромінювання з верхньої границі туману й земної поверхні за рахунок збільшення противипромінювання атмосфери, що зменшує охолодження підстильної поверхні й шару туману. По-друге, утворенню радіаційного туману сприяє висока відносна вологість повітря. Чим вона більша, тим менше охолодження потрібне для досягнення стану насичення.

Сонячна радіація після сходу Сонця приводить до швидкого руйнування приземної інверсії й розсіювання радіаційного туману.

Невисокий рослинний покрив, який має малу ефективну теплоємність, вночі може сильно охолоджуватися й таким чином сприяти утворенню туману.

Тумани змішування утворюються при надходженні холодного повітря на більш теплу підстилаючу поверхню. Повітря, що надходить, дуже швидко змішується з порівняно теплим шаром повітря, яке розташовується над теплою й вологою поверхнею. Цей процес протікає дуже інтенсивно й туман утворюється вже через декілька хвилин після початку адвекції холодного повітря [1].

Тумани змішування часто утворюються в холодну половину року над акваторією Чорного моря при вторгненні морського арктичного повітря. Теорія формування туману змішування розроблена Л. Т. Матвеевим [2].

Тумани випаровування виникають завдяки припливу водяної пари у повітря за рахунок випаровування води з теплої підстильної поверхні у відносно холодне повітря. Вони особливо часто утворюються над морями Арктики, де температура відкритої води значно вища, ніж температура льоду або снігу. Тому повітря, що переміщується над льодом або материком, при переході на водну поверхню є значно холоднішим від води. Під впливом інтенсивного випаровування з водної поверхні над ополонками виникає туман.

Необхідно мати на увазі, що холодне повітря знизу нагрівається від теплої підстильної поверхні й стає у нижній частині нестійким. Нестійкість сприяє розвитку інтенсивного турбулентного переміщення і, таким чином, тепло- і вологообміну. Вище тонкого шару нестійкості зберігається інверсія, яка утворилася при переміщенні повітря над льодом або снігом. Під її впливом водяна пара затримується у під інверсійному шарі атмосфери й туман захоплює весь цей шар.

Випаровування води грає помітну роль в утворенні туману над озерами й річками восени, а також вночі, коли повітря при переміщенні з суші виявляється холоднішим від води. У цих випадках основним фактором є радіаційне вихолодження повітря, а випаровування стає стимулюючим ефектом при туманоутворенні [1-6].

Метою роботи є виявлення тенденцій кількості днів з туманами в Одесі за період 2009-2018 рр. Вихідними даними для досліджень були щоденні спостереження за атмосферними явищами на АМСЦ м. Одеси.

Результати дослідження. В табл. 1 представлено річний розподіл туманів по місяцям за період дослідження.

Таблиця 1.

Річний хід кількості днів з туманами в Одесі

Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всього
2009	16	7	10	3	4	9	1	3	2	10	19	13	97
2010	12	11	7	14	14	8	5	5	3	6	15	13	113
2011	17	1	6	3	3	4	8	1	4	8	6	16	77
2012	10	2	3	12	9	8	2	0	13	6	12	8	85
2013	12	11	8	5	10	7	0	2	2	16	10	12	95
2014	7	12	5	8	10	2	1	4	0	11	7	15	82
2015	13	7	5	5	11	3	4	1	10	6	7	10	82
2016	10	9	9	10	11	5	4	3	2	6	5	4	78
2017	8	15	14	6	3	5	5	0	11	6	10	12	95
2018	11	8	14	7	6	1	5	2	4	6	8	14	86
Всього	116	83	81	73	81	52	35	21	51	81	99	117	890

В 2009 році було виявлено всього 97 днів з туманами, з яких максимум спостерігався в листопаді (19 випадків); мінімум (1 день) було виявлено в липні. У 2010 році має місце найбільша кількість днів з туманами за період дослідження — 113. Найбільше значення (15 днів) зафіксовано у листопаді, мінімум (3 дні) — у вересні. За 2011 рік спостерігалось 77 днів з туманами, максимальна кількість була виявлена у січні — 17 випадків, а мінімум показника визначено у лютому та серпні (1 день). Протягом 2012 року виявлено 85 випадків, з яких 13 днів у вересні — максимальна кількість та мінімальна у лютому та липні — 2 дні, в серпні цього року тумани не спостерігались. За 2013 рік зафіксовано 98 днів з туманами, максимум — 16 днів — у жовтні, мінімум — 2 дні — у серпні та вересні, в липні туманів не виявлено. У 2014 році визначено 82 дні з туманами, максимум — 15 днів — у грудні, мінімум — 1 день — у липні, не спостерігались тумани у вересні. За 2015 рік зафіксовано 82 випадки: максимум мав місце в січні — 13 днів, мінімум — 1 день — у серпні. В 2016 році було нараховано 78 днів, з яких максимум — в травні — 11 випадків, мінімум — 2 дні — у вересні. Протягом 2017 року спостерігалось 95 днів з туманами, максимум — 15 днів — виявлено у лютому, мінімум — 3 дні — у травні, не було зафіксовано туманів у серпні. За 2018 рік визначено 86 днів, з яких найбільше значення має місце у березні та грудні — 14 випадків, мінімальна кількість спостерігається у червні — 1 день.

Найбільшу кількість днів з туманами за період 10 років було виявлено в грудні та січні — 117 та 116 днів відповідно, мінімальну кількість зафіксовано в серпні — 21 день.

В табл. 2 представлено розподіл туманів по сезонам.

Таблиця 2.

Сезонний розподіл кількості днів з туманами в Одесі

Сезон	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Всього
Зима	36	36	34	20	35	34	30	23	35	33	316
Весна	17	35	12	24	23	23	21	30	23	27	235
Літо	13	18	13	10	9	7	8	12	10	8	108
Осінь	31	24	18	31	28	18	23	13	27	18	231
Всього	97	113	77	85	95	82	82	78	95	86	890

З табл. 2 видно, що найбільша кількість днів з туманами за період 2009-2018 рр. спостерігалась взимку — 316 днів. Мінімальне число випадків було виявлено влітку — 108 днів. Весною та восени кількість днів складала 235 та 231 відповідно.

Взимку максимальна кількість днів спостерігалась в 2009 та 2010 рр. та становила 36 днів. Найменшу кількість було визначено в 2012 році — 20 днів. Весною максимум днів виявлено в 2010 році — 35 днів, а мінімум зафіксовано в 2009 році — 17 днів. Влітку максимальна кількість днів з туманами спостерігалась у 2010 році — 18 днів, мінімум — 7 днів — у 2014 році. Восени максимум визначено у 2009 та 2012 роках — 31, а мінімум у 2016 — 13 днів.

Висновки. В результаті виконання роботи отримані наступні висновки. В період з 2009 по 2018 роки в Одесі була зафіксована загальна кількість днів з туманами 890. Найбільшу кількість днів з туманами за період 10 років було виявлено в грудні та січні — 117 та 116 днів відповідно, мінімальну кількість зафіксовано в серпні — 21 день. В сезонному ході найбільшу кількість було виявлено взимку — 316, найменша кількість днів спостерігається влітку — 108 днів.

Література

1. Школьний Є. П. Фізика атмосфери. — Одеса: ОГМІ, 1997. — С. 632.
2. Матвеев Л. Т. Курс общей метеорологии. Фізика атмосфери. — Л.: Гидрометеоздат, 1984. — С. 758.

3. Задачник по общей метеорологии / Под ред. В. Г. Морачевского. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — С. 237.
4. Дроздов О. А. Климатология. — Л.: Гидрометеиздат, 1989. — С. 568.
5. Недострелова Л. В., Фасій В. В. Часовий розподіл кількості туманів у Харкові // Актуальные научные исследования в современном мире. — Вып. 4(48). Ч. 2. — Переяслав-Хмельницький, 2019. — С. 69-73.
6. Фасій В. В. Сезонні коливання кількості туманів у Харкові // Зб. статей за мат. студ. наук. конф. ОДЕКУ. Одеса, 15-18 квітня 2019 р. — С. 214-218.

Нажмудінова О. М.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЖЕЛЕДНО-ПАМОРОЗЕВИХ ЯВИЩ НА ОДЕЩИНІ У 2015-2018 РР.

Вступ. Ожеледно-паморозеві утворення і, зокрема, відкладення ожеледі, є поширеним явищем на території України у холодний період року. Значний діаметр сильної ожеледі зумовлений особливостями синоптичних процесів, серед яких виділяють переміщення південних і південно-західних циклонів. Паморозь найчастіше виникає під час туманів, серпанку, інверсійного розподілу температури, такі умови характерні для західної периферії стаціонарних антициклонів.

Крім циркуляційних процесів, на розподіл ожеледі і паморозі впливають місцеві умови. За ймовірністю відкладень ожеледі рівня небезпечна (НМЯ I) і стихійна (СМЯ II), Одеська область потрапляє в район з найбільшою повторюваністю явища — 1 раз на 2-3 роки.

Наслідки глобального потепління на території України, що часто проявляються у підвищенні температури повітря взимку та зумовлюють часті відлиги, призводять до зміни інтенсивності та розподілу ожеледі, яка формується при значній різниці температур, різкому потеплінні або різкому похолоданні [1].

Проблемі наземного зледеніння (ожеледоутворення) присвячений великий цикл робіт вітчизняних і закордонних авторів, особливо в 70-80-х роках ХХ століття. Однак, незважаючи на визначені наукові і технічні досягнення в її рішенні, залишаються задачі, що вимагають: удосконалення знань про фізичні процеси

зледеніння наземних об'єктів; виявлення й облік факторів, що сприяють виникненню цього явища; пошук нових підходів до прогнозу даного явища і його параметрів. У період 2001-2015 рр. на фоні значних температурних аномалій у січні відмічається збільшення осередків з додатними аномаліями кількості випадків ожеледі на дротах ожеледного станка. У цьому місяці зросла також повторюваність кількості випадків ожеледі категорії НЯ. При зменшенні величин додатних температурних аномалій у лютому відмічається зменшення кількості осередків з додатними аномаліями кількості випадків ожеледі на дротах ожеледного станка. Температура повітря у грудні не зазнала таких значних змін, як у січні та лютому: спостерігались локальні осередки зі збільшенням кількості випадків ожеледі [2-3].

Вихідні дані. Для дослідження використані дані бюлетенів погоди 11 метеорологічних станцій Одеської області: Білгород-Дністровський, Болград, Вилкове, Затишся, Ізмаїл, Любашівка, Одеса, Роздільна, Сарата, Сербка, Чорноморськ [4]; оперативна синоптична інформація, дані кліматичного кадастру України. Мета дослідження — виявлення просторово-часових закономірностей розподілу і умов формування ожеледно-паморозевих явищ на території Одеської області.

Результати дослідження. Всього за останні 4 роки на території Одеської області зареєстровано 142 дні з памороззю (табл. 1).

Аналізуючи річну кількість днів з памороззю на метеостанціях Одеської області, можна зазначити, що в 2016 р. спостерігалася найнижча повторюваність явища — 11 %, у наступному році низька частота виникнення явища зберігається — 12 % у 2017 р. У 2015 р. повторюваність паморозі була вищою більше, ніж вдвічі у порівнянні зі вказаними роками, а саме — 26 %. Максимум відкладень паморозі припадає на 2018 р. — 73 дні (51 %).

Поширення паморозевих відкладень на території області виділяє закономірність суттєвого зменшення числа днів з явищем на станціях, розміщених у безпосередній близькості до акваторії Чорного моря: Одеса (8), Чорноморськ (3), Білгород-Дністровський (0) і Вилкове (1). Як відомо, море має пом'якшуючий вплив на клімат у цілому, а для утворення паморозі необхідні температури повітря у середньому -10...-2 °С. З іншого боку, Одеська область має певну особливість розміщення при видовженні за дов-

готовою, північні і південні райони області, здебільшого, мають різні показники аномальності полів, як температури і опадів, так і у розподілі окремих явищ погоди. Так, візуалізація показників частоти відкладень паморозі на карті чітко виділяє збільшення на півночі області, де температури повітря за середньокліматичними показниками нижчі, ніж на півдні (рис. 1, 2).

Таблиця 1.

Річна повторюваність паморозі в Одеській області
у 2015-2018 рр. (число днів)

Станції	Рік				Всього
	2015	2016	2017	2018	
Б.-Дністровський	0	0	0	0	0
Болград	3	0	0	8	11
Вилково	0	0	0	1	1
Затишся	5	2	1	18	26
Ізмаїл	2	2	0	0	4
Любашівка	12	8	8	19	47
Одеса	3	1	2	2	8
Роздільна	5	1	2	10	18
Сарата	5	0	2	6	13
Сербка	2	1	2	6	11
Чорноморськ	0	0	0	3	3
Всього	37	15	17	73	142



Рис. 1. Повторюваність паморозі по території Одеської області за період 2015-2018 рр.

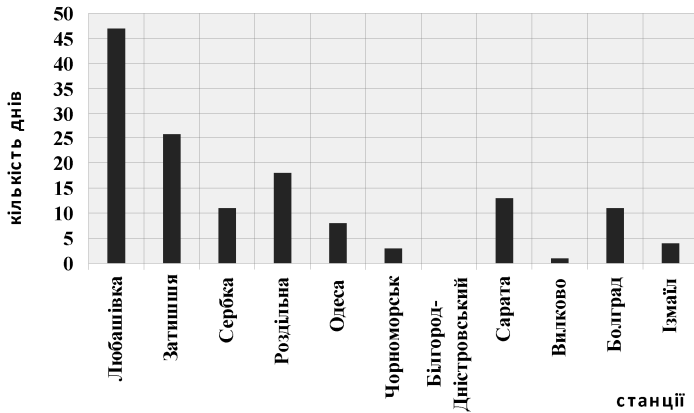


Рис. 2. Загальна повторюваність паморозі в Одеській області за період 2015-2018 рр., (число днів)

У середині років повторюваність явища є дуже неоднорідною. Аналізуючи дані відкладень паморозі можна зробити наступні висновки: у Білгород-Дністровському ожеледно-паморозеві явища у досліджуваний період не реєструвалися; у Вилково і Чорноморську паморозь відмічалася лише у 2018 р. з низькими показниками 1 і 3 відповідно; у Болграді та Ізмаїлі явище відмічалася у 2-х з чотирьох досліджуваних років; а у Сараті — у трьох, за виключенням 2016 р. На інших станціях паморозь відмічалася кожного року з різною частотою.

Найбільша кількість днів з памороззю спостерігалась у 2018 р. на станції Любашівка — 19 днів, Затишшя — 18, Роздільна — 10. Досить висока повторюваність паморозі у 2015 р. у Любашівці — 12 днів.

За кліматичними характеристиками, ожеледно-паморозеві явища відмічаються в Одесі і області у період з листопада по березень. При цьому паморозь, як правило, формується у січні при встановленні більш низьких температур повітря (табл. 2).

У досліджуваний період найбільша кількість днів з памороззю типово припадає на зимовий період, а саме — грудень — 37 %, січень — 32 %. При цьому у грудні паморозь спостерігалася на всіх станціях за виключенням Білгород-Дністровського, а у січні є варіації: у Вилково, Сербці, Чорноморську паморозь не відмічена. У березні зафіксовано лише 3 дні з памороззю.

Відповідно до середньокліматичних показників, дані дослідження повторюваності паморозі практично узгодяться: у Білго-

род-Дністровському середнє число днів з памороззю менше 1 дня у зимовий період, у листопаді і березні 0,3-0,4 дні. Низька кліматична повторюваність паморозі і в Одесі — взимку 0,8-1,5 дні, а у листопаді і березні ще нижча. Найбільш часто за середньо-кліматичними даними паморозь відмічається у Затишші і Любашівці — у зимові місяці більше 3-х днів. Аналогічно у 2015-2018 рр. максимум повторюваності паморозі належить Любашівці: в січні — 16 днів, висока рівнозначна повторюваність у грудні і листопаді — по 12 днів. На інших станціях кількість днів з памороззю була менше 10.

Таблиця 2.

Місячна повторюваність паморозі в Одеській області
у 2015-2018 рр. (число днів)

Станції	Місяць				
	листопад	грудень	січень	лютий	березень
Білгород-Дністровський	0	0	0	0	0
Болград	3	5	3	0	0
Вилково	0	1	0	0	0
Затишся	3	8	9	5	1
Ізмаїл	0	1	3	0	0
Любашівка	5	12	16	12	2
Одеса	0	3	1	4	0
Роздільна	0	7	7	4	0
Сарата	2	3	6	2	0
Сербка	0	9	0	2	0
Чорноморськ	0	3	0	0	0
Всього	13	52	45	29	3

Деякі відхилення від кліматичних показників спостерігаються в Одесі — у січні лише один день з памороззю, а у грудні і лютому 3-4; Сербка має максимум повторюваності паморозі у грудні — 9 днів, а у січні явище не відмічалось; у Чорноморську паморозь утворювалася лише у грудні. Попередній висновок (згідно малому періоду дослідження) — збільшення паморозевих днів у грудні і деяке зниження у лютому та березні на більшості метеостанцій Одещини.

Визначені показники температурно-вітрового режиму при утворенні і збереженні паморозі — рис. 3, табл. 3-4. Загалом проаналізовано 293 строки з явищем. Так, паморозь виникає і збері-

гається найчастіше при вітрах східної і південної чверті: східний і південний напрямки — по 11 %, південний схід і південний-південний схід по 8 %. Деяке збільшення повторюваності паморозі відмічається при північно-східному і північному напрямках — 6 і 5 % відповідно; найрідше паморозь виникала при вітрах західного напрямку. Але основна частка випадків з памороззю припадає на штиль — 21 %.

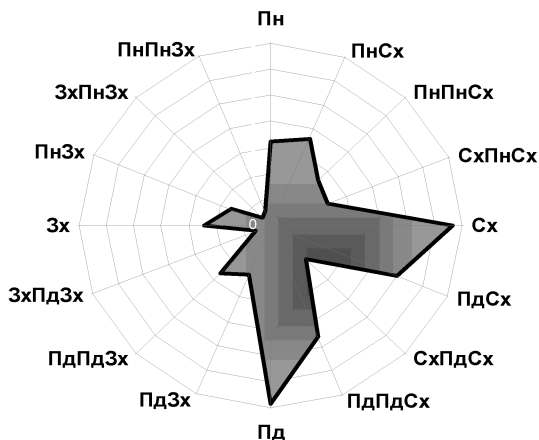


Рис. 3. Роза вітрів при формуванні і збереженні паморозі в Одеській області у 2015-2018 рр. (за строками спостережень)

Визначено розподіл швидкості вітру при паморозі (табл. 3). Здебільшого паморозь виникає і зберігається при слабких вітрах — 78 %.

Таблиця 3.

Повторюваність швидкості вітру при паморозі в Одеській області у 2015-2018 рр. (кількість строків спостережень)

Станції		Болград	Вилково	Затішшя	Ізмаїл	Любашівка	Одеса	Роздільна	Сарага	Сербка	Чорноморськ	Всього
Швидкість вітру, $f, m \cdot c^{-1}$	1-5	18	1	35	5	91	15	41	7	14	2	229
	6-10	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3

Температурний розподіл при паморозі наведено у табл. 4.

Таблиця 4.

Розподіл температури повітря при паморозі в Одеській області
у 2015-2018 рр. (кількість строків спостережень)

Станції	Температура повітря, Т, °С					
	-16...-14	-13...-12	-11...-9	-8...-6	-5...-3	-2...0
Болград	-	-	-	-	10	13
Вилково	-	-	-	-	-	1
Затишшя	1	-	1	1	24	24
Ізмаїл	1	1	1	2	1	2
Любашівка	-	1	5	20	38	43
Одеса	-	-	-	1	6	8
Роздільна	1	-	1	4	22	15
Сарата	-	-	2	2	9	7
Сербка	1	-	-	3	8	9
Чорноморськ	-	-	1	-	2	1
Всього	4	2	11	33	120	123

В 42 відсотках паморозь формується і зберігається при слабких від'ємних температурах повітря — від -2,4...0 °С, практично така ж висока частка — за температур -5,4...-2,5 °С, а саме — 41 %. Дуже низькі температури при паморозі реєструвалися рідко, в поодиноких випадках, які можуть характеризувати утворення кристалічної паморозі.

На наступному етапі роботи проаналізовані характеристики відкладень ожеледі (табл. 5). Всього за досліджуваний період з 2015 по 2018 рр. кількість днів з ожеледдю на станціях Одеської області склала 41 день.

У річному ході максимум повторюваності днів з ожеледдю відмічався у 2018 р. (18 днів). 2016-го року цей показник вдвічі нижчий (9 днів), а у 2015 та 2017 рр. спостерігалась низька рівнозначна кількість днів з ожеледдю (7).

За станціями по роках розподіл днів з ожеледдю нерівномірний: лише у Любашівці ожеледь формувалася кожного з досліджуваних років, а в Одесі — у трьох з чотирьох років, на інших станціях явище відмічалось або в 1-2-х роках або зовсім не спостерігалось. Так, у Білгород-Дністровському, Болграді, Роздільній, Сараті, Сербці ожеледь не утворювалася.

Таблиця 5.

Річна повторюваність ожеледі в Одеській області
у 2015-2018 рр. (число днів)

Станції	Рік				Всього
	2015	2016	2017	2018	
Білгород-Дністровський	0	0	0	0	0
Болград	0	0	0	0	0
Вилково	2	0	0	1	3
Затишся	0	0	0	2	2
Ізмаїл	0	2	0	0	2
Любашівка	5	5	1	7	18
Одеса	0	2	4	6	12
Роздільна	0	0	0	0	0
Сарата	0	0	0	0	0
Сербка	0	0	0	0	0
Чорноморськ	0	0	2	2	4
Всього	7	9	7	18	41

Максимальна кількість днів з ожеледдю спостерігалась на станції Любашівка у 2018 р. (18 днів), що узгодиться з середньокліматичними показниками (4-5 днів у кожному з зимових місяців).

Дещо відмінні від кліматичних даних показники по Одесі — у 2015 р. ожеледі не було, а у 2016 р. лише 2 дні. Найбільші відхилення від кліматичної норми у Роздільній і Сербці — при середній повторюваності взимку 3-4 дні (Роздільна січень 5 днів кліматична норма), за досліджувані роки ожеледь не спостерігалася.

Відповідно до класифікації ожеледі за ступенем небезпеки доцільно проаналізувати по станціях товщину відкладення ожеледі — рис. 4 (виділені дані станцій, де ожеледь спостерігалася). Загалом по області превалює слабка ожеледь (< 6 мм) — 70 %. Частка НМЯ I рівня — 27 %. СМЯ II рівня (20-39 мм) і СМЯ III рівня з відкладеннями ожеледі ≥ 40 мм не відмічалася.

За станціями відкладення ожеледі мають певні особливості, так, у Вилково зафіксовано найбільший діаметр 9 мм змішаних відкладень у січні 2015 р. В Ізмаїлі також змішані відкладення, але це категорія слабке явище — лише 4 мм у січні 2016 р.

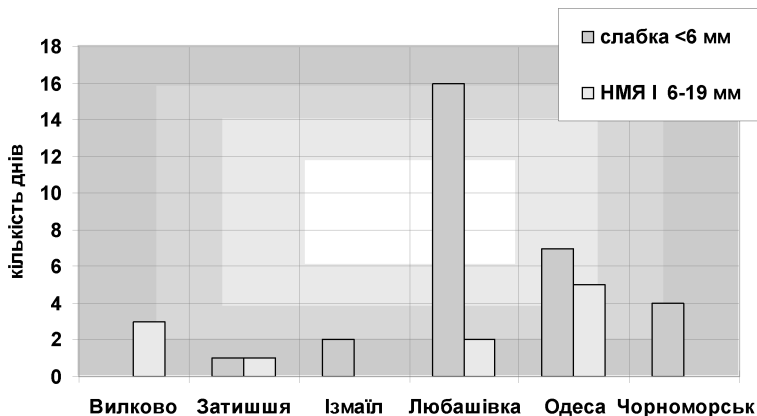


Рис. 4. Повторюваність ожеледі за ступенем небезпеки по станціях Одеської області у 2015-2018 рр. (число днів)

Найчастіше слабка ожеледь утворювалася у Любашівці — 16 днів, така категорія відмічалася кожного року з максимумом 2018 р. — 7 днів. Найбільший діаметр відкладення ожеледі належить саме цій станції — тривалістю 2 доби (8-9 січня 2016 р.) зберігалась ожеледь 15 мм.

В Одесі з незначною перевагою відмічається також слабка ожеледь — 7 днів, і найвищий показник повторюваності ожеледі НМЯ I серед станцій області — 5 днів, максимальний діаметр відкладень 10 мм — у березні 2018 р. У Чорноморську ожеледь відмічалася лише у 2-х роках (2017-2018 рр.) з діаметром 3-4 мм — слабка.

У підсумку, за частотою ожеледно-паморозевих відкладень у досліджуваний період 2015-2018 рр. домінує Любашівка.

Література

1. Паламарчук Л. В., Гнатюк Н. В., Краковська С. В., Шедеменко І. П., Дюкель Г. О. Сезонні зміни клімату в Україні в ХХІ столітті // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту: Зб. наук. пр. — 2010, Вип. 259. — С. 104-120.
2. Пясецька С. І. Стійкість поля відкладень ожеледі категорії НЯ у окремі періоди часу протягом кінця ХХ - початку ХХІ сторіч // Фізична географія та геоморфологія. — 2017, Вип. 4. — С. 82-91.

3. Пясецька С. І., Савчук С. В. Характер поля відкладень ожеледі у випадках його найбільшого розповсюдження в окремі місяці протягом 1961-1990 рр. та 1991-2015 рр. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. — 2018, № 4. — С. 112-130.
4. http://rp5.ua/Погода_в_мире

Громенко Д. Є., Недострелова Л. В.

АНАЛІЗ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. У будівництві та експлуатації різних споруд і доріг сніговий покрив є негативним чинником, що створює навантаження і замети. Однак сніговий покрив має велике позитивне значення в формуванні кліматичного і гідрологічного режимів. Дуже суттєва його роль в сільському господарстві нашої країни як фактору, що забезпечує зволоження ґрунту, а також захист від морозів озимих культур та інших сільськогосподарських рослин [1].

Снігомірні зйомки проводяться систематично багатьма метеорологічними станціями на полях і в лісі, а також в ярах. Вони проводяться протягом періоду, коли снігове покриття не менше половини площі видимого поля і площі лісової ділянки снігозйомки. При снігозйомках, крім висоти снігового покриву, визначаються щільність снігу (за допомогою плотноміра), а також товщина і розповсюдження крижаної кірки, стан поверхні ґрунту під снігом. За даними кожної снігозйомки (по висоті і щільності снігу) розраховується запас води в снігу (або вага снігового покриву). Останнім часом ступінь покриття поверхні землі сніговим покривом визначається за допомогою аерометодів. На підставі проведених спостережень отримують наступні кліматичні характеристики снігового покриву: середні і крайні дати сходу снігового покриву; середня і максимальна за декаду висота снігового покриву; щільність снігу (свіжого, середня і максимальна); запас води в сніговому покриві (середній, максимальний, при максимальній висоті і різні дати).

На підставі цих даних розраховуються ймовірні значення ваги снігового покриву (можливі раз в задане число років), за якими визначаються снігові навантаження на споруди. Для визначення перенесення ваги і обсягу сніговідкладень на дорогах, крім даних про сніговий покрив, використовуються дані трива-

лості хуртовин та швидкості вітру при заметілях. Точність кліматичних характеристик снігового покриву, як і інші частини клімату, залежать від точності вимірювань, від однорідності та тривалості кліматологічного ряду. За даними В. І. Липівського, середні квадратичні помилки виміру висоти снігового покриву змінюються (в залежності від місцевості) від 3 до 12 % [1].

Сніговий покрив утворюється в результаті акумуляції снігу на ґрунті в процесі відкладення твердих опадів (сніжинки, крижаний дощ, іній і ожеледь), випадання дощу, коли більша частина опадів згодом замерзає, а також відкладення домішок. Акумуляція і абляція снігового покриву залежать головним чином від атмосферних умов і стану земної поверхні. Визначальними атмосферними процесами служать випадання опадів, їх відкладення, конденсація, турбулентний тепло- і вологообмін, радіаційний баланс і рух повітряних мас, особливості рельєфу, що впливають на хід атмосферних процесів і створення вітрової тіні. Сніговий покрив утворюється в результаті снігопадів і має характеристики, різко відмінні від тих, що спостерігалися в момент випадіння снігу. Температура в момент сніговідкладання впливає на вологість, твердість і структуру щойно випавшого снігу і, отже, на його стійкість при вітрової дефляції. Вплив температури чітко проявляється на гірських схилах, де збільшення товщини снігового покриву може бути прямо пов'язане з пониженням температури при зростанні абсолютної висоти. Вологий сніг, досить важкий і зазвичай не схильний до метелевого перенесення, випадає при температурі повітря близької до 0 °С. Випадання такого снігу часто спостерігається при проходженні повітряних мас над великими водними просторами. У континентальних областях, що характеризуються переважно низькими від'ємними температурами, щойно випавший сніг зазвичай сухий і легкий. Шорсткість підстильної поверхні впливає на профіль швидкості вітру. Опір тертя повітряних мас о підстильну поверхню обумовлює турбулентність вітрового потоку поблизу поверхні, що відбивається на процесах снігонакопичення. Вітровий потік переміщує також зерна снігу, змінюючи їх форму і властивості, і перевідкладає їх у вигляді заметів або надуваючи сніг більшої щільності, ніж первинний сніг. Ущільнення снігу відбувається найчастіше в результаті вітрової діяльності, проте на нього впливають і такі процеси, як конденсація, танення та інша діяльність [2].

Вітер переміщує пухкий сніг (аналогічно переміщенню опадів водними потоками в руслах річок), викликаючи дефляцію снігового покриву, перевідкладає сніг у вигляді вітрових дошок і утворює замети і надуви. Пухкий сніг, що складається із сухих кристалів діаметром 1-2 мм, легко підлітає навіть при невеликих швидкостях вітру — приблизно 10 км/г. Утворення ожеледиці в результаті замерзання конденсату та поверхневої талої води може затрудняти роботу транспорту; проте за наявності сильних вітрів відбувається перенесення навіть обмерзлого снігу. Дефляція переважає на тих ділянках, де швидкість вітру зростає (сідловини хребтів), а відкладення снігу з насиченого сніговітрового потоку відбувається на ділянках, де швидкість вітру падає (уздовж кордонів лісів і міст).

Більша частина снігу переноситься в результаті процесів сальтації і турбулентної дифузії, які описуються теоріями динамічного і дифузійного снігопереносу. Основні положення цих теорій викладені в роботах Бегнолда [3] і Шмідта [4]. Як уточнив Радок [5], вихідні рівняння вказаних теорій відображають граничні умови на практиці. По суті основна відмінність теорій полягає у виділенні різних процесів в якості домінуючих і виборі різних вертикальних масштабів. Динамічна теорія розглядає перенесення снігу як приповерхневий процес, що викликається невеликими завихреннями в нижньому 10-сантиметровому шарі повітря, що призводить до виникнення сальтації. Дифузійна теорія, що описує процес снігопереносу на полярних льодовикових покритвах, припускає існування у вільному повітряному потоці вихорів, вертикальні розміри яких досягають десятків і навіть сотень метрів. При оцінці цих теорій Радок вказує, що переваги дифузійної теорії визначаються більш точним прогнозом кількості снігу, який переноситься і профілів швидкості, а також більш повним відображенням сутності процесу снігопереносу. Енерго- та масообмін в значній мірі визначає властивості снігового покриву в зимові місяці. У період сніготанення визначальним чинником зміни товщини і щільності снігу служить радіаційний обмін. Радіаційний баланс снігового покриву залежить від характеру підстильної поверхні, фізичних характеристик снігового покриву, рослинності, споруд, доріг та інших об'єктів і процесів, що впливають на властивості снігового покриву, зокрема на його оптичні характеристики. Однією з характеристик

поверхні снігового покриву, що визначає кількість поглиненої снігом радіації, є альbedo — відношення кількості відбитої короткохвильової радіації до кількості сумарної радіації. Просторова мінливість альbedo снігового покриву залежить від товщини снігу. Кунг [6] та інші з'ясував, що осереднені по поверхні альbedo досить велике при товщині снігу понад 12 см, але різко падає при її менших значеннях. Цей факт пояснюється збільшенням площі ділянок оголеного ґрунту та прозорості снігового покриву з зменшенням його товщини — в цьому випадку на альbedo впливають відбивні властивості підстильного ґрунту.

Методика дослідження. Щоденні спостереження за сніговим покривом повинні проводитися за будь-яких погодних умов відповідно до порядку проведення спостережень на станції. Ступінь покриття станції сніговим покривом оцінюється в балах за 10-бальною шкалою. За відсутності снігу на поверхні ґрунту ступінь покриття не оцінюється. Забраковане значення кодується знаком “-”. При ступені покриття околиці 6 балів і більш визначається характер залягання снігового покриву. Забраковане значення кодується одним знаком “-”. При ступені покриття околиці станції снігом менше 6 балів кодується знаком “/”. Щоденні вимірювання висоти снігового покриву відбуваються по трьох снігомірних рейках, які встановлюються на метеорологічному майданчику. Якщо висота снігового покриву біля рейки < 0,5 см, то кодується цифра 0; відсутність снігу біля будь-якої з рейок за наявності снігу в околиці станції кодується знаком “/”. Забраковане значення кодується знаком “-” [7].

Для характеристики висоти снігового покриву обчислюють середні значення її не для місяців, а для декад зимових місяців. Ці величини на початку і в кінці зими розраховуються тільки в тому випадку, коли сніговий покрив спостерігався більш ніж у 50 % всіх зим. Середню величину за декаду дістають діленням сумарної висоти за всі роки вибраного періоду на кількість років. Коли ж сніг спостерігався менш, ніж у 50 % зим, то середню висоту за таку декаду не розраховують. При цьому прийнято в таблицях довідника ставити умовний значок (•). Середні багаторічні значення висоти снігового покриву по снігозйомках обчислюють так само, як і по постійній рейці. При обробці корисно порівнювати деякі результати, здобуті по снігозйомках і по постійній рейці: так перевіряються дані про висоту снігового

покриву для крайніх декад і в середині зими з відсутністю снігу в деякі зими. Якщо при снігозйомках сніг в декаді не зафіксований і в таблицях стоїть прочерк, а по показаннях постійної рейки він спостерігався, то цей рік не слід включати в підрахунки [8-13].

Результати дослідження. Для дослідження кліматичних показників снігового покриву використовувалися дані щоденних спостережень на метеорологічних станціях Вінницької області за період з 1996 по 2018 роки. На рис. 1-2 представлено наступні кліматичні показники: повторюваність зим з різною найбільшою декадною висотою снігового покриву, повторюваність декадної висоти снігового покриву відповідно.

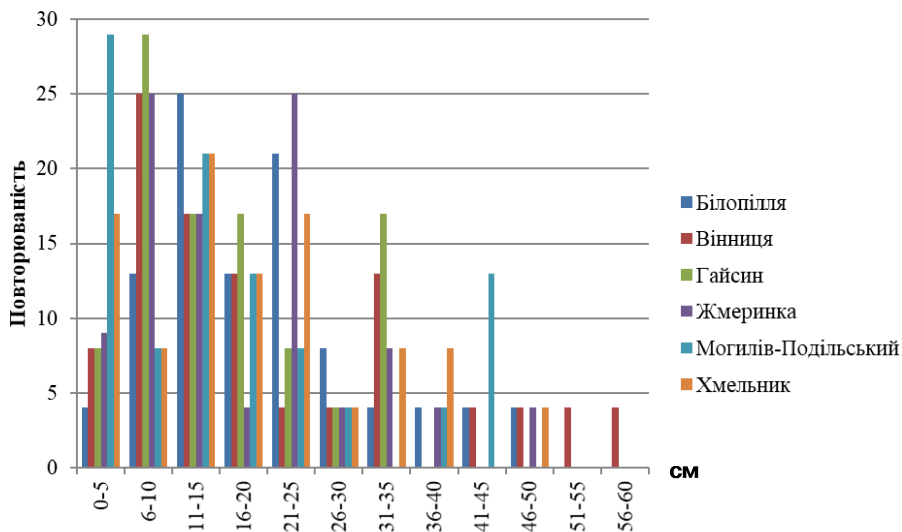


Рис. 1. Повторюваність зим з різною найбільшою декадною висотою снігового покриву на станціях Вінницької області (%)

Аналізуючи рис. 1, можна відмітити, що в градації 0-5 см найбільше значення 29 % зафіксовано на станції Могилів-Подільській, а мінімальне становить 4 % та визначено для станції Білопільля. В градації 6-10 см максимальне значення складає 29 % для станції Гайсин, мінімальне для станцій Могилів-Подільській та Хмельник — 8 %. В градації 11-15 см максимальне значення зафіксовано на станції Білопільля та складає 25 %, мінімум на станціях Вінниця, Гайсин, Жмеринка та дорівнює 17 %. Града-

ція 16-20 см має максимальне значення 17 % на станції Гайсин, на станції Жмеринка мінімальне значення 4 %. Градація 21-25 см має максимальне значення 25 % на станції Жмеринка, на станції Вінниця мінімальне значення 4 %. В градації 26-30 см незначний максимум 8 %, який спостерігається на станції Білопідлля, на усіх інших станціях повторюваність дорівнює 4 %. В градації 31-35 см максимальна повторюваність зафіксована на станції Гайсин — 17 %, а мінімальне значення 4 % притаманне станції Білопідлля. Градація 36-40 см має максимум 8 % на станції Хмельник. Максимальне значення повторюваності 13 % для градації 41-45 см притаманне станції Могилів-Подільський. В градаціях 46-50, 51-55 та 56-60 зафіксовані випадки повторюваності із значенням 4 %. На всіх станціях майже 100 % повторюваності втілюють висоти від 0 до 40 см. І тільки на деяких станціях 4 % притаманні для висот 41-60 см.

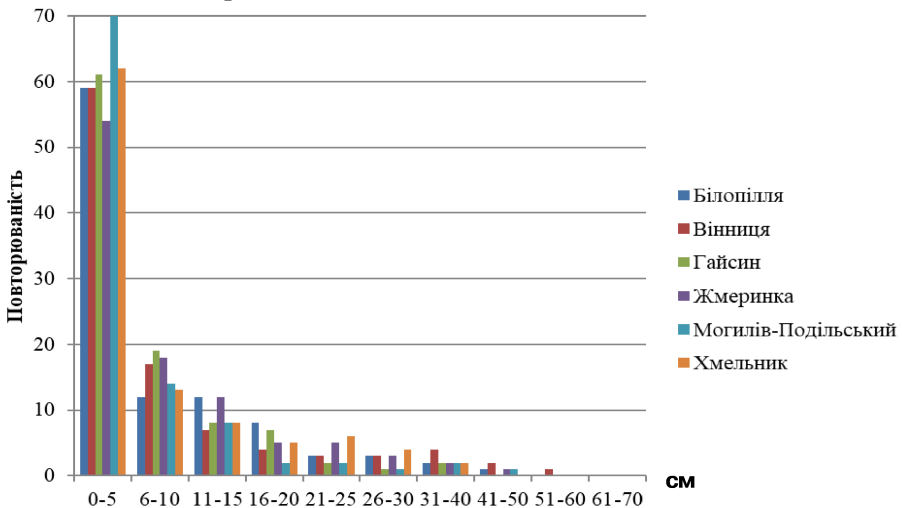


Рис. 2. Повторюваність декадної висоти снігового покриву на станціях Вінницької області (%)

На рис. 2 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву на станціях Вінницької області за період дослідження. З рисунку видно, що найбільша повторюваність спостерігається в градації 0-5 см по всім станціям, максимальне значення для даної градації складає 70 % на станції Могилів-Подільський, а мінімальне 54 % на станції Жмеринка. Градація 6-10 см має

також значні повторюваності, порівнюючи з іншими градаціями, максимальне значення 19 % зафіксовано на станції Гайсин, а мінімальне 12 % притаманне для станції Білопілля. Градація 11-15 см має максимальне значення на станціях Білопілля та Жмеринка, де складає 12 %, мінімальне значення на станції Вінниця — 7 %. Градації 16-20 см притаманно максимальне значення на станції Вінниця, яке становить 8 %, мінімальне значення складає 2 % на станції Могилів-Подільський. Повторюваність в градації 21-25 см має максимальне значення на станції Хмільник, яке дорівнює 6 %, а мінімальне складає 2 % та станціях Гайсин та Могилів-Подільський. Градація 26-30 см має максимальне значення на станції Хмільник та складає 4 %, на станціях Гайсин та Могилів-Подільський відмічається мінімальне значення та складає 1 %. В градації 31-40 см максимальне значення 4 % спостерігається на станції Вінниця, 2 % припадає на усі інші досліджувані станції. Висоти в градації 41-50 см виявлено на станціях Білопілля, Жмеринка та Могилів-Подільський, де їх повторюваності складають 1 % та на станції Вінниця з максимальним значенням у 2 %. Висоти в градації 51-60 см виявлено на станції Вінниця, їх повторюваність складає 1 %. У градації 61-70 см зафіксовано тільки одне значення 67 см на станції Вінниця, що є максимальною висотою за період дослідження для території Вінницької області.

Висновки. Дослідження кліматичних характеристик снігового покриву на станціях Вінницької області за період з 1996 по 2018 роки дає можливість зробити наступні висновки. Показник повторюваність зим з різною найбільшою декадною висотою снігового покриву має найбільші значення в градаціях 0-5 та 6-10 см по всім станціям, максимум становить 29 % та спостерігається на станції Гайсин, мінімальне значення зафіксовано на станціях Могилів-Подільський та Хмільник і дорівнює 8 %. Найменші повторюваності мають висоти снігу більше 36 см майже на всіх станціях. Найбільша повторюваність спостерігається в градації 0-5 см по всім станціям, максимальне значення для даної градації складає 70 % на станції Могилів-Подільський, а мінімальне 54 % на станції Жмеринка. Висоти в градації 51-60 см виявлено на станції Вінниця, їх повторюваність складає 1 %. У градації 61-70 см зафіксовано тільки одне значення 67 см на станції Вінниця, що є максимальною висотою за період дослідження для території Вінницької області.

Література

1. Заварина М. В. Строительная климатология. — Л.: Гидрометиздат, 1976. — 302 с.
2. Грей Д. М., Мейл Д. Х. Снег. Справочник. — Л.: Гидрометеоздат, 1986.
3. Bagnold R. A. 1941. The physics of blown sand and desert dunes. — Methuen and Co., London.
4. Schmidt R. A. Jr. 1972. Sublimation of wind-transported snow—A model. Res. Rep. RM-90, USDA For. Serv., Rocky Mtn. For. And Range Expt. Stn., Fort Collins, Colo.
5. Radok U. 1977. Snow drift // J. Glaciol. — Vol. 19, pp. 123-129.
6. Kung E. C., R. A. Bryson and D. J. Lenschov. 1964. Study of continental surface albedo on the basis of flight measurements and structure of the earth's surface cover over North America. Mon. Weather Rev., Vol. 92, pp. 543-564.
7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам / Под ред. Г. И. Слабкович. — Вып. 3, Ч. 1. — Л.: Гидрометеоздат, 1985. — 301 с.
8. Врублевська О. О., Катеруша Г. П., Миротворська Н. К. Кліматична обробка окремих метеорологічних величин: Навч. посібник. — Одеса: ТЕС, 2004. — 150 с.
9. Справочник по климату СССР. Вып. 10. — Л.: Гидрометеоздат, 1969. — 696 с.
10. Громенко Д. Є. Особливості розподілу кліматичних параметрів снігового покриву на території Вінницької області // Матер. конф. молодих вчених, 10 травня 2019 р., ОДЕКУ, м. Одеса. — С. 247.
11. Громенко Д. Є., Недострелова Л. В. Аналіз розподілу декадної висоти снігового покриву на станціях Вінницької області // Матер. VII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. “Сучасний рух науки”, 6-7 червня 2019 р., м. Дніпро. — С. 400-404.
12. Недострелова Л. В., Громенко Д. Є. Аналіз повторюваності декадної висоти снігового покриву на території Вінницької області // XIII Міжнар. наук. конф. “Perspectives of Science and Education” м. Нью Йорк, США. 22 листопада 2019 р. — С. 313-318.
13. Недострелова Л., Громенко Д. Дослідження повторюваності декадної висоти снігового покриву по декадах на території Вінницької області // iScience Poland (POLISH SCIENCE JOURNAL INTERNATIONAL SCIENCE JOURNAL), Issue 19, Warsaw, жовтень 2019. — С. 16-22.

ПРОСТОРОВА МІНЛИВІСТЬ ПОВТОРЮВАНOSTI ДЕКАДНОЇ ВИСОТИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ ПО ДЕКАДАХ НА СТАНЦІЯХ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Сніговий покрив є шаром снігу на поверхні землі, який утворюється в результаті випадання опадів [1]. Спостереження за сніговим покривом складаються з щоденних спостережень за зміною снігового покриву і періодичних снігозйомок. При щоденних спостереженнях за сніговим покривом визначають: ступінь покриття околиці станції сніговим покривом (бал); характер залягання снігового покриву на місцевості; структуру снігу; висоту снігового покриву на метеорологічному майданчику або на вибраній ділянці поблизу станції (см). Ступінь покриття снігом околиці станції, характер залягання снігового покриву і структура снігу оцінюються спостерігачем при візуальному огляді околиці станції відповідно до прийнятих шкал. Висота снігового покриву визначається на підставі вимірювань відстані від поверхні землі до поверхні снігового покриву [1].

Щоденні спостереження за сніговим покривом повинні проводитися за будь-яких погодних умов відповідно до порядку проведення спостережень на станції. Ступінь покриття станції сніговим покривом оцінюється в балах за 10-бальною шкалою. За відсутності снігу на поверхні ґрунту ступінь покриття не оцінюється. Забраковане значення кодується знаком “-”. При ступені покриття околиці 6 балів і більш визначається характер залягання снігового покриву. Забраковане значення кодується одним знаком “-”. При ступені покриття околиці станції снігом менше 6 балів кодується знаком “/”. Щоденні вимірювання висоти снігового покриву відбуваються по трьох снігомірних рейках, які встановлюються на метеорологічному майданчику. Якщо висота снігового покриву біля рейки $< 0,5$ см, то кодується цифра “0”; відсутність снігу біля будь-якої з рейок за наявності снігу в околиці станції кодується знаком “/”. Забраковане значення кодується знаком “-” [1].

Снігомірні зйомки проводяться систематично багатьма метеорологічними станціями на полях і в лісі, а також в ярах. Вони проводяться протягом періоду, коли снігове покриття не менше половини площі видимого поля і площі лісової ділянки снігозйомки. При снігозйомках, крім висоти снігового покриву, виз-

начаються щільність снігу (за допомогою плотноміра), а також товщина і розповсюдження крижаної кірки, стан поверхні ґрунту під снігом. За даними кожної снігозйомки (по висоті і щільності снігу) розраховується запас води в снігу (або вага снігового покриву). Останнім часом ступінь покриття поверхні землі сніговим покривом визначається за допомогою аерометодів. На підставі проведених спостережень отримують наступні кліматичні характеристики снігового покриву: середні і крайні дати сходу снігового покриву; середня і максимальна за декаду висота снігового покриву; щільність снігу (свіжого, середня і максимальна); запас води в сніговому покриві (середній, максимальний, при максимальній висоті і різні дати). На підставі цих даних розраховуються ймовірні значення ваги снігового покриву (можливі раз в задане число років), за якими визначаються снігові навантаження на споруди. Для визначення перенесення ваги і обсягу сніговідкладень на дорогах, крім даних про сніговий покрив, використовуються дані тривалості хуртовин та швидкості вітру при заметілях [2].

До основних факторів, що визначають характеристики снігового покриву, входять форма рельєфу і експозиція поверхні з різними тепловими властивостями і шорсткістю. У районах поширення снігового покриву найбільша товщина снігу характерна для підвітряного боку відкритих водних просторів і навітряних схилів, де снігонакопичення відбувається найбільш інтенсивно. Найменша товщина снігу спостерігається на невеликій висоті на підвітряних південних схилах, на яких найбільше ймовірні втрати снігу на танення. У разі пересіченої місцевості вплив вітру приводить до вкрай неоднорідного розподілу товщини снігового покриву.

У числі фізико-географічних чинників, що роблять істотний вплив на варіації снігового покриву, необхідно відзначити висоту над рівнем моря, нахил, експозицію, шорсткість, а також оптичні та термічні властивості підстильної поверхні. Інтенсивність опадів орографічного походження залежить головним чином від ухилу місцевості і характеристик вітрового потоку і у меншій мірі від абсолютних висот. Інакше кажучи, інтенсивність опадів з насиченої водяною парою повітряної маси прямо пропорційна швидкості підйому повітряної маси і залежить від швидкості вітру і крутизни схилу. Навіть у тих випадках, коли орографія

служить основною причиною підйому повітряних мас і повинно очікуватися збільшення інтенсивності опадів з висотою, дані про акумуляцію снігу не завжди підтверджують цю залежність. Крім того, на великих висотах частіше спостерігаються сильні вітри протягом тривалого часу, що призводять до перенесення і перерозподілу снігу.

Для снігового покриву характерна просторова мінливість всіх його властивостей (товщини, щільності, температури, твердості) — це характерна особливість снігового покриву, яка докорінно пов'язана з умовами життя в засніжених районах. Причиною такої мінливості служать макро-, мезо- та мікромасштабні процеси, зумовлені особливостями великомасштабної циркуляції, рельєфу, рослинного покриву і ін. Тимчасова мінливість снігового покриву в значній мірі визначає його властивості, які роблять сніг специфічною частиною навколишнього середовища в холодних районах. Механічні зміни дуже часто відбуваються в процесі відкладення, а метаморфічні процеси є в основному результатом змін температурного режиму снігового покриву [3-7].

Методика дослідження. Сніговий покрив, будучи однією з характеристик опадів, має свої особливості вимірювання та обробки. Він надається середніми декадними висотами, максимальною декадною висотою за зиму, повторенням різних висот снігового покриву по декадах або забезпеченістю. Крім того, встановлюють дати появи і сходу снігового покриву, дати утворення і руйнування стійкого снігового покриву та ін. [8, 9].

Сніговий покрив спостерігається за допомогою, по-перше, стаціонарно встановлених рейок і, по-друге, снігозйомками. Інформація, яку дістають цими двома способами, розрізняється і використовується для різних цілей. Так, результати снігозйомок, перш за все, необхідні гідрологам, а також проектувальникам при виборі місця будівництва. Для розрахунків навантаження і в дослідженнях кліматичних змін частіше використовують дані постійних рейок.

Кліматичні характеристики густини і запасів води в сніговому покриві, зазвичай, визначають за даними снігозйомок, а характеристики висоти снігового покриву — по постійній рейці і снігозйомках; число днів зі сніговим покривом, різні дати, середній квадратичний відхил всіх названих вище показників — тільки по постійній рейці.

Для характеристики висоти снігового покриву обчислюють середні значення її не для місяців, а для декад зимових місяців. Ці величини на початку і в кінці зими розраховуються тільки в тому випадку, коли сніговий покрив спостерігався більш ніж у 50 % всіх зим. Середню величину за декаду дістають діленням сумарної висоти за всі роки вибраного періоду на кількість років. Коли ж сніг спостерігався менш, ніж у 50 % зим, то середню висоту за таку декаду не розраховують. При цьому прийнято в таблицях довідника ставити умовний значок (•). Середні багаторічні значення висоти снігового покриву по снігозйомках обчислюють так само, як і по постійній рейці. При обробці корисно порівнювати деякі результати, здобуті по снігозйомках і по постійній рейці: так перевіряються дані про висоту снігового покриву для крайніх декад і в середині зими з відсутністю снігу в деякі зими. Якщо при снігозйомках сніг в декаді не зафіксований і в таблицях стоїть прочерк, а по показаннях постійної рейки він спостерігався, то цей рік не слід включати в підрахунки [8-14].

Результати дослідження. В якості вихідної інформації використовувалися дані щоденних спостережень за сніговим покривом на метеорологічних станціях Кіровоградської області за період з 1996 по 2018 роки. В табл. 1-8 представлено кліматичний показник — повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах для досліджуваного регіону. В табл. 1 представлено повторюваність декадної висоти на станції Світловодськ.

Таблиця 1.

Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Світловодськ за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X			XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0-5	100	100	100	67	85	81	75	67	60	66	59	76	72	67	72	91	100		100		
6-10				33	15	19	25	22	25	14	27	9	11	13	14	9					
11-15								11	10	10		5	17	13	7						
16-20										10	5			7	7						
21-25									5		9										
26-30												5									
31-35												5									

Аналіз (табл. 1) показує, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у III декаді жовтня, у I та II декадах листопада та в I та III декадах квітня і складають 100 %. У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксо-

вано в III декаді листопада — 33 %. Максимальну повторюваність — 17 % випадків у третій декаді лютого має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю — 10 % у III декаді січня. Найбільша повторюваність — 9 % спостерігається в градації 21-25 см в першій декаді лютого. Градація 26-30 см має повторюваність — 5 % лише в другій декаді лютого. Можна відмітити, що градація 31-35 см фіксується лише у II декаді лютого, де повторюваність складає 5 %.

В табл. 2 наведено повторюваність декадної висоти снігово-го покриву по декадах для станції Новомиргород.

Таблиця 2.

Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Новомиргород за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X			XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0-5	100	100	84	77	78	77	66	39	55	39	27	53	45	52	56	82	100	100	100		
6-10			8	8	11	6	10	28	15	9	22	9	20	6	13	6					
11-15			8	15	11	11	10	22	15	17	5	4	5	12	6						
16-20						6	14		5	9	22	9	10	12	13	6					
21-25								11	10	17	9	13	10			6					
26-30										9	5	4	10	6							
31-35											5	4		6	6						
36-40														6	6						
41-45												5	4								

З табл. 2 видно, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у третій декаді жовтня, в першій декаді листопада та з I по III декаду квітня і складають 100 %. У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в першій декаді січня — 28 %. Максимальну повторюваність — 22 % випадків у першій декаді січня має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю — 22 % у першій декаді лютого. Найбільша повторюваність — 17 % спостерігається в градації 21-25 см в III декаді січня. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність — 10 % в III декаді лютого. У першій та другій декаді березня максимальну повторюваність — 6 % має градація 31-35 см. Градація 36-40 см має максимальна повторюваність — 6 % у I та II декаді лютого. Можна відмітити, що в градації 41-45 см максимум повторюваності — 5 % у першій декаді лютого.

В табл. 3 зведено інформацію про повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах для станції Знам'янка.

Таблиця 3.

Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Знам'янка за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X			XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0-5	100	100	80	66	75	75	72	48	55	42	28	54	61	59	46	79	100	100	100		
6-10			20	17	19	13	13	42	15	19	19	14	16	6	27	14					
11-15				17		6	5	5	10	10	24	9	6								
16-20					6	6	5	5	15	14	14	14	6	11	13						
21-25							5			10	5			6							
26-30									5					6	6						
31-35										5				5	6	7	7				
36-40												5									
41-45												5	9		6						
46-50																					
51-55																7					

З табл. 3 видно, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у третій декаді жовтня, в першій декаді листопада та з першої по третю декаду квітня і складають 100 %. У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в першій декаді січня — 42 %. Максимальну повторюваність — 24 % випадків у першій декаді лютого має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю — 15 % у другій декаді січня. Найбільша повторюваність — 10 % спостерігається в градації 21-25 см в III декаді січня. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність — 6 % в III декаді лютого та I декаді березня. У II та III декаді березня максимальну повторюваність — 7 % має градація 31-35 см. Градація 36-40 см спостерігається в одному випадку, максимальна повторюваність — 5 % у першій декаді лютого. Можна відмітити, що в градації 41-45 см максимум повторюваності — 9 % у II декаді лютого. Градація 51-55 см має найрідші наявності повторюваності випадків і фіксується лише у другій декаді березня та складає 7 %.

В табл. 4 представлено повторюваність декадної висоти на станції Кіровоград. Аналіз показує, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у третій декаді жовтня та в першій декаді листопада та з першої по третю декаду квітня і складають 100 %. У градації 6-10 см максимум

повторюваності зафіксовано в I декаді січня — 38 %. Максимальну повторюваність — 18 % випадків у III декаді лютого та II декаді січня має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю — 17 % у III декаді січня та в I декаді березня. Найбільша повторюваність — 9 % спостерігається в градації 21-25 см у I декаді лютого. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність — 5 % в II декаді січня. У градації 31-35 см максимум фіксується у першій декаді березня, де повторюваність складає 6 %. Градація 36-40 см спостерігається з повторюваністю 6 % у другій декаді березня.

Таблиця 4.

Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Кіровоград за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X			XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0-5	100	100	92	64	83	77	72	52	50	49	45	65	71	59	69	82	100	100	100		
6-10				9	11	17	18	38	22	9	31	13	10	12	13	6					
11-15			8	18	6		5		18	17	5	5	9	6		6					
16-20				9		6	5	10		17	5	5	5	17	6	6					
21-25									5	4	9	4	5		6						
26-30									5	4											
31-35											5	4		6							
36-40												4			6						

В табл. 5 сформовано повторюваність декадної висоти на станції Гайворон.

Таблиця 5.

Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Гайворон за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X			XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0-5		100	86	75	84	53	65	47	22	48	50	41	45	79	75	93	100	100			
6-10				17	8	40	23	37	39	17	27	12	33		25	7					
11-15			14	8	8		6		27	22	9	18	22	14							
16-20							6	11	6		5	12									
21-25						7		5	6		5	12		7							
26-30										4	4										
31-35										9		5									

Аналіз показує, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у першій декаді листопада та з першої по другу декаду квітня і складають 100 %. У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в II декаді груд-

ня — 40 %. Максимальну повторюваність — 27 % випадків у другій декаді січня має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю — 12 % у II декаді лютого. Найбільша повторюваність — 12 % спостерігається в градації 21-25 см у другій декаді лютого. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність — 4 % в III декаді січня та I декаді лютого. Градація 31-35 см має максимальну повторюваність випадків 9 % у третій декаді січня.

В табл. 6 надано повторюваність декадної висоти на станції Помічна.

Таблиця 6.

Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Помічна за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X			XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0-5	100	100	100	84	92	82	69	60	58	43	41	59	60	59	58	79	100	100	100		
6-10				8	8	12	26	30	22	14	23	14	15	12	17	14					
11-15				8		6	5	5	5	19	13	4	10	17	17	7					
16-20								5	5	14	9	14	10		8						
21-25									5	5	9	9	5	6							
26-30										5				6							
31-35									5		5										

Аналіз показує, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у третій декаді жовтня, у першій та другій декадах листопада та з першої по третю декаду квітня і складають 100 %. У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в I декаді січня — 30 %. Максимальну повторюваність — 19 % випадків у III декаді січня має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю — 14 % у III декаді січня та II декаді лютого. Найбільша повторюваність — 9 % спостерігається в градації 21-25 см в I та II декадах лютого. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність — 6 % в I декаді березня. Можна відмітити, що градація 31-35 см має найрідшу наявність повторюваності випадків, тому що фіксується лише у другій декаді січня та у першій декаді лютого, де повторюваність складає 5 %.

В табл. 7 представлено повторюваність декадної висоти на станції Бобринець. Аналіз показує, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у першій та другій декадах листопада та у першій декаді квітня і складають 100 %.

У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в III декаді листопада — 25 %. Максимальну повторюваність — 19 % випадків у I декаді лютого має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю — 30 % у II декаді березня. Найбільша повторюваність — 16 % спостерігається в градації 21-25 см в третій декаді січня. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність — 17 % в першій декаді березня. Можна відмітити, що градація 31-35 см фіксується лише у першій декаді лютого, де повторюваність складає 9 %. Градація 36-40 см спостерігається з повторюваністю 11 % лише у II декаді лютого.

Таблиця 7.

Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Бобринець за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X			XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0-5		100	100	75	91	93	83	69	66	41	48	68	69	50	60	88	100				
6-10				25	9	7	17	13	6	11	19	6	6	8	10	12					
11-15								6	16	11	19	5		17							
16-20								6	6	16		5	6		30						
21-25								6		16			6	8							
26-30									6	5	5	5	13	17							
31-35												9									
36-40													11								

В табл. 8 наведено повторюваність декадної висоти на станції Долинська.

Таблиця 8.

Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Долинська за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X			XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0-5		100	100	80	82	93	94	60	60	45	48	69	72	75	65	80	100				
6-10				20	18				30	20	23	17	5	6		14	20				
11-15							6	10	15	18	22	5	6	6	7						
16-20						7			5	5		11	16	13	14						
21-25											9		6								
26-30										9		5									
31-35											4										
36-40												5									

Аналіз показує, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у I та II декадах листопада та у першій декаді квітня і складають 100 %. У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в I декаді січня — 30 %. Максимальну повторюваність — 22 % випадків у I декаді лютого має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю — 16 % у III декаді лютого. Найбільша повторюваність — 9 % спостерігається в градації 21-25 см у першій декаді лютого. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність — 9 % в III декаді січня. Можна відмітити, що градація 31-35 см фіксується лише у першій декаді лютого, де повторюваність складає 4 %. Градація 36-40 см спостерігається з повторюваністю 5 % лише у другій декаді лютого.

Висновки. Дослідження кліматичних характеристик снігового покриву на станціях Кіровоградської області за період з 1996 по 2018 роки дає можливість зробити наступні висновки. Поява снігового покриву на станціях Кіровоградської області спостерігається з третьої декади жовтня, а схід снігового покриву на станціях відбувався в третій декаді квітня. Максимум кількості градацій спостерігається на станції Знам'янка (51-55 см). Мінімальну кількість градацій виявлено на станціях Світловодськ, Гайворон та Помічна (31-35 см). Максимум повторюваності зафіксовано в градації 0-5 см, тільки у цій градації спостерігається 100 % на всіх станціях в окремих декадах. Мінімальні значення повторюваності виявлено в градаціях > 25 см.

Література

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам / Под ред. Г. И. Слабкович. — Вып. 3, Ч. I. — Л.: Гидрометиздат, 1985. — 301 с.
2. Заварина М. В. Строительная климатология. — Л.: Гидрометиздат, 1976. — 302 с.
3. Грей Д. М., Мейл Д. Х. Снег. Справочник. — Л.: Гидрометиздат, 1986.
4. Bagnold R. A. 1941. The physics of blown sand and desert dunes. — Methuen and Co., London.
5. Schmidt R. A. Jr. 1972. Sublimation of wind-transported snow-A model. Res. Rep. RM- 90, USDA For. Serv., Rocky Mtn. For. And Range Expt. Stn., Fort Collins, colo.

6. Radok U. 1977. Snow drift // J. Glaciol. — Vol. 19. — P. 123-129.
7. Kung E. C., R. A. Bryson and D. J. Lenschov. 1964. Study of continental surface albedo on the basis of flight measurements and structure of the earth's surface cover over North America. Mon // Weather Rev. — Vol. 92, pp. 543-564.
8. Врублевська О. О., Катеруша Г. П., Миротворська Н. К. Кліматична обробка окремих метеорологічних величин: Навч. посібник. — Одеса: ТЕС, 2004. — 150 с.
9. Недострелова Л., Лебеденко А. Дослідження просторової мінливості снігового покриву на території Кіровоградської області // INTERNATIONAL SCIENCE JOURNAL “POLISH SCIENCE JOURNAL”. — Issue 7. — Warsaw, 2018. — С. 18-26.
10. Лебеденко А. Аналіз просторового розподілу снігового покриву на території Кіровоградської області // Зб. наук. робіт ІХ Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. “Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії”, 30-31 жовтня 2018 р. м. Переяслав-Хмельницький. — С. 8-10.
11. Лебеденко А. І., Недострелова Л. В. Особливості часової мінливості снігового покриву на станціях Кіровоградської області // Вестник ГМЦ ЧАМ. — 2018, № 2(22). — С. 100-107.
12. Лебеденко А. І. Кліматичні характеристики снігового покриву на станціях Кіровоградської області // Мат. конф. молодих вчених, 10 травня 2019 р., ОДЕКУ, м. Одеса. — С. 253.
13. Лебеденко А. Аналіз кліматичних та статистичних характеристик снігового покриву на станціях Кіровоградської області // Зб. наук. робіт ХVІ Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. “Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії”, 31 травня 2019 р. м. Переяслав-Хмельницький. — С. 21-23.
14. Лебеденко А. І., Недострелова Л. В. Дослідження кліматичних показників снігового покриву на території Кіровоградської області // Мат. VII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. “Сучасний рух науки”, 6-7 червня 2019 р., м. Дніпро. — С. 992-995.

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ МІСТА ОДЕСА СІРКОВОДНЕМ

Аналіз стану атмосферного повітря міст України показує, що рівень забруднення в приземному шарі в містах залишається досить високим. Одеса являється одним з найпопулярніших туристичних міст півдня України, тому оцінка якості атмосферного повітря дуже важлива як для жителів міста так і для туристів.

Метою роботи є оцінка рівня забруднення атмосфери в місті Одеса сірководнем та фенолом.

Атмосферне повітря міста завжди містить в собі багато домішок, що поступають від природних та антропогенних джерел. Моніторинг стану забруднення атмосферного повітря м. Одеса здійснюють на 8 контрольно-вимірних постах (КВП), які розміщені в різних районах міста.

Регулярні спостереження на КВП проводяться по повній, неповній та скороченій програмам спостережень.

Пост № 8 розташований в прибережній зоні моря на Французькому бульварі на території Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів на значній відстані від промислових підприємств автодоріг. Пости № 10, 15, 17 розташовані в північній і північно-західній частинах міста (№ 10 — вул. Чорноморського козацтва, № 15 — Херсонський сквер, № 17 — автовокзал), де знаходяться основні джерела викидів небезпечних речовин: нафтопереробний, цементний, лакофарбовий заводи та ін. Пости № 16, 18, 19 знаходяться в тих районах міста, де найбільший рух автотранспорту: перехрестя Олександрівського проспекту та вул. В. Арнаутської (№ 16), 1 ст. Люстдорфської дороги (№ 19) та на вул. Балківська (№ 18). КВП № 20 знаходиться на перехресті Італійського бульвару та вул. Канатної. Цей пост розташований на деякій відстані (близько 30 м) від автодоріг і в зеленій зоні.

Дана мережа КВП проводить моніторинг шкідливих речовин, а саме: оксиду вуглецю, двоокису сірки, сажі, окису та двоокису азоту, фенолу, сірководню, формальдегіду, фтористого водню та неорганічного пилу [1].

Нажаль така кількість постів замала для міста Одеса. Тому в програмі “Чисте повітря м. Одеси” [2] для покращення якості атмосферного повітря м. Одеси було запропоновано провести

оптимізацію мережі спостережень і збільшити коло домішок, які вимірюються на цих постах.

Оцінка ступеню забруднення атмосферного повітря міста Одеса сірководнем проводилася за 2003 та 2013 роки, що дозволить проаналізувати зміни вмісту сірководню з інтервалом в десять років.

Дані для оцінки були представлені Лабораторією спостережень за забрудненням НС Гідрометцентру Чорного та Азовського морів.

В якості вихідних даних використовувались разові концентрації сірководню. Вони були представлені в вигляді таблиць ТЗА-1 за два роки (2003-2013 рр.) Вимірювання проводилися на 2 контрольно-вимірювальних постах з восьми існуючих (КВП № 10 і 18). Програми спостережень були однаковими (повними).

На першому етапі роботи були визначені характеристики забруднення атмосфери за 2003 і 2013 роки для кожного поста окремо. А саме розраховувались: середньомісячна і максимальна концентрації, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, перевищення ГДК_{мр} і ІЗА за формулами.

По скільки відсутнє ГДК_{сд} для сірководню, то розрахунок ІЗА не проводився. Для того, щоб оцінити ступінь забруднення атмосферного повітря сірководнем, в якості орієнтовного значення ГДК_{сд} було обрано орієнтовне значення $0,1 \cdot ГДК_{мр} = 0,1 \cdot 0,008 \text{ мг/м}^3 = 0,0008 \text{ мг/м}^3$ згідно з [3].

Проведемо оцінку рівня забруднення атмосфери сірководнем в районі кожного стаціонарного поста окремо. За умови того, що програма спостережень була повною кількість спостережень коливається від 92 до 108. Результати розрахунків середньомісячних концентрацій на КВП № 10 відрізняються майже в два рази і змінюються від 0,0023 до 0,0044 мг/м³.

По відношенню до орієнтовно встановленого значення ГДК_{сд} можна зробити висновок, що атмосфера забруднена, ступінь забруднення змінюється від 2,9 до 5,5 ГДК. Середньоквадратичне відхилення змінювалось в 1,9 рази, а коефіцієнт варіації змінювались в 1,3 рази.

Розглянемо результати розрахунків за 2003 рік на КВП № 18. Кількість даних знаходилась в діапазоні від 92 до 108.

Середньомісячні концентрації на протязі року змінювались в 1,3 рази, вони змінювались від 0,0030 до 0,0023 мг/м³. По

відношенню до орієнтовно встановленого ГДК_{сд} ступінь перевищення змінювалась від 2,9 до 5,5 ГДК.

Середньоквадратичне і коефіцієнт варіації змінювались в 1,5 рази. Значення максимальних концентрацій не перевищували ГДК_{мр}, а також 5-ти і 10-кратні рівні.

Можна зробити висновок, що атмосфера забруднена, ступінь забруднення змінюється приблизно в два рази.

Аналогічні розрахунки були проведені і за 2013 рік.

Спостереження проводились по повній програмі, винятком були пропуски в квітні і травні. Тому довжина ряду змінювалась від 48 до 108.

Середньомісячні концентрації протягом року змінюються приблизно в 1,4 рази і змінювалось від 0,0029 до 0,0021 мг/м³. По відношенню до орієнтовно встановленого ГДК_{сд} ступінь перевищення склала 2,6 і 3,6 ГДК.

Середньоквадратичне і коефіцієнт варіації змінювався в 1,2 рази. Дивлячись на результати можна зробити висновок, що атмосфера забруднена, ступінь забруднення в районі КВП № 10 змінювався в 1,3 рази.

Аналіз розрахованих середньомісячних концентрацій сірководню дозволив зробити наступні висновки:

- встановлений факт забруднення атмосфери як у 2003 році, так і в 2013 р.;
- ступінь забруднення атмосфери зменшився приблизно в 1,5 разів за 10 років;
- в цей період не було зареєстровано перевищення рівня ГДК_{мр} і відповідно 5 ГДК і 10 ГДК-кратних рівнів;
- діапазон змін таких характеристик як середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації так само знизився в 1,5 рази;
- змінився час формування максимальних середньомісячних концентрацій (в 2003 максимум спостерігався в травні, а в 2013 — в серпні);
- аналіз тимчасового ходу ІЗА дозволив виявити зміну амплітуди коливань (у 2003 році спостерігались більш різкі зміни ІЗА ніж в 2013 році).

Література

1. Про затвердження Концепції охорони атмосферного повітря у місті Одесі на період до 2010 року. — URL: <https://omr.gov.ua/ua/acts/council/3872/> (дата звернення: 09.05.2019).

2. Програма “Чисте повітря м. Одеси”. — URL: <http://www.nas.gov.ua/publications/news/923/> (дата звернення: 09.05.2019).
3. Руководство по контролю загрязнення атмосфери. РД52.04.186-89. — М.: Госкомгидромет, 1991. — 693 с.

Бешляга О. В., Вовкодав Г. М.

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ МІСТА ОДЕСА ФЕНОЛОМ

Необхідність організації системи спостережень за забрудненням повітряного басейну в містах і інших промислово розвинених населених пунктах зумовлена тим, що на локальному і регіональному рівнях міра забруднення атмосфери може перевищувати санітарно-гігієнічні нормативи.

Феноли є побічним продуктом коксохімічного виробництва і разом з промисловими викидами вони можуть потрапляти у стічні води, згубно діючи на флору і фауну. Щоб феноли не потрапляли у довкілля, промислові гази, які їх містять, піддають каталітичному окисненню (або видаляють іншими способами). Велике значення має біохімічний метод. Перспективним є озонування — обробка стічних вод озоном, який окислює феноли.

Ці речовини відносяться до другого класу небезпеки, вони є високо токсичними, тому потрібно ретельно слідкувати за їх кількістю в повітрі і за тим як вони впливають на живі організми. Їх контроль повинен проводитись обов'язково.

Атмосферне повітря міста завжди містить в собі багато домішок, що поступають від природних та антропогенних джерел. Моніторинг стану забруднення атмосферного повітря м. Одеса здійснюють на 8 контрольно-вимірних постах (КВП), які розміщені в різних районах міста.

Дана мережа КВП проводить моніторинг таких шкідливих речовин, а саме: оксиду вуглецю, двоокису сірки, сажі, окису та двоокису азоту, фенолу, сірководню, формальдегіду, фтористого водню та неорганічного пилу [1].

Нажаль така кількість постів замала для міста Одеса. Тому в програмі “Чисте повітря м. Одеси” [2] для покращення якості атмосферного повітря м. Одеси було запропоновано провести оптимізацію мережі спостережень і збільшити коло домішок, які вимірюються на цих постах.

Була проведена оцінка якості атмосферного повітря міста Одеса фенолом за 2003 та 2013 роки

Інтервал в десять років був обраний для того щоб побачити на скільки змінився рівень забруднення в місті.

Дані для оцінки були представлені Лабораторією спостережень за забрудненням НС Гідрометцентру Чорного та Азовського морів.

В якості вихідних даних використовувались разові концентрації фенолу. Вони були представлені в вигляді таблиць ТЗА-1 за два роки (2003-2013 рр.) Вимірювання проводилися на 6 контрольно-вимірювальних постах з восьми існуючих (КВП № 10, 15, 16, 18, 19, 20). Програми спостережень були неоднаковими.

Як видно, що на КВП № 10, 15, 18 програма спостережень повна, а на КВП № 16, 19, 20 — не повна.

На першому етапі роботи були визначені характеристики забруднення атмосфери за 2003 і 2013 роки для кожного поста окремо. А саме розраховувались: середньомісячна і максимальна концентрації, середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації, перевищення ГДК_{мр} і ІЗА за формулам.

Розглянемо характеристики забруднення повітря фенолом в місті Одеса за 2003 рік

Кількість спостережень складає від 92 до 108, програма спостережень повна. Середньомісячні концентрації перевищували ГДК_{сд} і змінювались в 1,5 разів. Максимальні значення перевищували ГДК. Повторюваність перевищень ГДК спостерігались в січні, лютому і жовтні повторюваність складала 4, 1, 1 % відповідно. Середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації приблизно змінюється в 2 рази. ІЗА змінюється від 1,40 до 2,62.

Атмосфера забруднена, ІЗА змінюється в цій частині міста майже в два рази.

За умови того, що програма була повна кількість спостережень складає від 60 до 108. Це зумовлено тим, що пропуск даних був в листопаді. Середньомісячна концентрація змінюється в 1,6 разів і змінюється від 0,0040 до 0,0065 мг/м³. Середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації відрізняється майже в два рази. Максимальні значення перевищували ГДК. Повторюваність перевищень ГДК спостерігалось в січні і вересні повторюваність складала 4 і 1 % відповідно. ІЗА змінюється майже в 2 рази.

Атмосфера забруднена, ІЗА змінюється від 1,45 до 2,73.

Також проаналізуємо результати розрахунків за 2003 рік на КВП № 16. Програма спостережень була неповною, кількість спостережень складає від 66 до 81. Середньомісячні концентрації на протязі року змінювались приблизно в 1,6 разів від 0,0036 до 0,0058 мг/м³. ІЗА змінюється від 1,31 до 2,35. Середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації відрізняється приблизно в 1,6 рази. Максимальні значення перевищували ГДК і тому спостерігалась повторюваність перевищення в січні і лютому повторюваність складала 1 і 1 % відповідно.

І так можна зробити висновок, що атмосфера забруднена, ІЗА змінюється приблизно в 1,9 рази від 1,26 до 2,14.

Розглянемо результати розрахунків за 2003 рік на КВП № 18.

Спостереження проводились по повній програмі. Кількість спостережень знаходиться від 92 до 108 Середньомісячні концентрації за рік змінювались від 0,0038 до 0,0062 мг/м³. Спостерігались перевищення максимальних концентрацій і відповідно повторюваність перевищень ГДК_{мр} в січні, лютому, вересні і жовтні відповідно 1, 1,2 і 2 %. Можна зробити висновок, що атмосфера забруднена, ІЗА змінюється в 1,9 разів від 2,56 до 1,35.

Дослідимо результати розрахунків за 2003 рік на КВП № 19.

Програма спостережень була повною, про це свідчить кількість спостережень. Довжина ряду змінюється від 92 до 108. Розрахунки середньомісячних концентрацій змінюються за рік від 0,0037 до 0,0062. Спостерігалися перевищення максимальних концентрацій і їх повторюваність склалв січні, лютому і грудні 1,1 і 1 %. Середньоквадратичне відхилення відрізняється приблизно в 1,4 рази, а коефіцієнт варіації в 2 рази. ІЗА знаходиться в діапазоні від 1,31 до 2,56.

Таким чином можна зробити висновок, що атмосфера забруднена, а ІЗА змінюється в 2 рази.

Результати розрахунків за 2003 рік на КВП № 20. Через те, що програма спостережень була неповною кількість спостережень складає від 69 до 81. Розрахунок середньомісячних концентрацій показав, що концентрація в цій частині міста змінюється від 0,0031 до 0,0057 мг/м³ і змінюється приблизно в 1,8 разів.

Спостерігалось перевищення ГДК_{мр} і воно склало 1 % в жовтні місяці.

Середньоквадратичне відхилення змінюється в 1,7 разів, а коефіцієнт варіації майже в два рази. ІЗА знаходиться в широкому діапазоні від 1,04 до 2,30.

Виходячи з отриманих результатів можна сказати, що атмосфера забруднена, рівень забруднення високий, перевищує норматив більше ніж в два рази, ІЗА змінюється в 2,2 рази.

За результатами розрахунків за 2013 рік на КВП № 10 можна зробити висновки, що кількість спостережень коливається в достатньо широкому діапазоні від 48 до 108. Це зумовлено пропуском даних спостережень в квітні і травні. Програма спостережень повна. Результати розрахунків середньомісячних концентрацій знаходяться в діапазоні 0,0041-0,0049 мг/м³, відрізняються в 1,2 рази. Максимальна концентрація не перевищувала ГДК_{мр}, тому не було перевищень 5-ти і 10-кратних рівнів.

Середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації змінювався в 1,3 рази.

Можна зробити висновок, що атмосфера забруднена, ступінь забруднення достатньо високий.

Результати розрахунків за 2013 рік на КВП № 15 на якому спостереження проводились по повній програмі чотири рази на день, кількість спостережень змінюються з 48 до 108. Це зумовлено пропуском даних в квітні і травні. Середньомісячні концентрації змінюються приблизно в 1,3 рази в діапазоні від 0,0050 до 0,0040 мг/м³. Максимальні значення не перевищували ГДК_{мр}, середньоквадратичне відхилення змінювалось в 1,5 рази, а коефіцієнт варіації в 1,2 рази. ІЗА змінюється в 1,3 рази.

Роблячи висновок можна сказати, що атмосфера забруднена, рівень забруднення достатньо високий і знаходиться в діапазоні 1,50-1,94.

Результати розрахунків за 2013 рік на КВП № 16 свідчать про те, що спостереження проводились по не повній програмі, про це свідчить кількість спостережень за рік. Середньомісячні концентрації перевищували ГДК_{сд} і склали 0,0041-0,0045, вони відрізняються приблизно в 1,1 рази.

Максимальні концентрації не перевищували ГДК_{мр} і тому не було перевищень 5-ти і 10-кратних рівнів. Середньоквадратичне відхилення змінюється в 1,4 рази а коефіцієнт варіації в 1,2. ІЗА змінюється від 1,50 до 1,69.

Можна зробити висновок, що атмосфера забруднена, ступінь забруднення змінюється приблизно в 1,3 разів.

Результати розрахунків за 2013 рік на КВП № 18 свідчать, що спостереження проводились по повній програмі чотири рази на добу.

Кількість спостережень змінюється в діапазоні від 108 до 60. Це зумовлено пропуском даних в серпні і вересні. Середньомісячні концентрації змінюються в достатньо вузькому діапазоні, в межах від 0,0040 до 0,0047 мг/м³. Перевищень максимальних значень не спостерігалось і тому відсутні перевищення 5-ти і 10-кратних рівнів. ІЗА змінюється в 1,2 рази.

Середньоквадратичне значення і коефіцієнт варіації змінюється приблизно в 1,5 р. Тому можна зробити такий висновок, що атмосфера забруднена, значення ІЗА змінюється в вузькому діапазоні.

Результати розрахунків за 2013 рік на КВП № 19. Так як програма спостережень була повною то і кількість спостережень була відповідною. Значення середньомісячних концентрацій на протязі року змінювались від 0,0040 до 0,0048 мг/м³. Середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації змінюються приблизно в 1,3 рази. ІЗА змінюється від 1,45 до 1,84.

Висновок: атмосфера забруднена, ІЗА змінюється в 1,3 рази.

Результати розрахунків за 2013 рік на КВП № 20. Оскільки програма спостережень була не повною кількість була від 36 до 82. Результати розрахунків середньомісячних концентрацій змінюються від 0,0037 до 0,0042 мг/м³ і змінюються практично однаково.

Середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації змінюються приблизно в 1,4 рази. ІЗА змінюється в діапазоні 1,31-1,54.

Можна зробити висновок, що атмосфера забруднена, рівень забруднення змінюється в діапазоні від 1,31 до 1,54.

Виходячи з результатів розрахунків можна зробити висновок, що атмосфера забруднена. Ступінь забруднення фенолом за десять років значно зменшився. В 2003 році спостерігалися перевищення максимальних концентрацій, що в свою чергу не було помічено в 2013. Протягом десяти років рівень забруднення атмосфери фенолом значно знизився, але все одно перевищує встановлені норми. Середньоквадратичне відхилення і коефіцієнт варіації змінюються в середньому в 1,5 рази.

Відмічається синхронний хід зміни ІЗА на всіх контрольно-вимірних постах. Рівні забруднення значно змінюються на протязі року, з найбільшими рівнями забруднення в серпні місяці.

Приблизно кожні 2-3 місяці спостерігається зміна тенденції, тобто спочатку збільшення рівня забруднення, а потім зменшення.

На п'яти постах із шести тенденції загалом співпадають. Відрізняється по тенденції зміни середньомісячних концентрацій на КВП № 20. Рівень забруднення протягом року змінюється в вузькому діапазоні. Спостерігається плавне відхилення по обидві сторони на протязі року вздовж лінії 1,5 ІЗА.

Підсумовуючи викладене вище можна зробити наступні висновки:

- рівень забруднення атмосфери фенолом зменшився в 1,5 рази за 10 років;
- діапазон змін ІЗА з 2003 по 2013 р. також зменшився в 1,5 рази;
- найбільше значення ІЗА спостерігається в серпні місяці, як в 2003 так і в 2013 рр.

Зробивши аналіз розрахунків середньомісячних концентрацій по фенолу можна зробити висновки, що:

- атмосфера забруднена, зі середнім ступенем перевищення нормативів ГДК_{сд} в 1,5-3 рази в 2003 році, і в 1,5-2 рази, в 2013 році;
- ступінь забруднення за 10 років значно зменшилась, приблизно в 1,5 рази;
- в 2003 році були зареєстровані одиничні випадки перевищень ГДК_{мр}, що не спостерігалось в 2013 р.;
- формування максимальних середньомісячних концентрацій не змінилось (спостерігалися в серпні місяці як в 2003 році так і в 2013).

Аналіз часового ходу ІЗА дозволив виявити значні зміни в тенденціях та амплітудах коливань на протязі 2003 і 2013 років. Для 2003 року характерними були зміни тенденцій кожні 2-3 місяці (ріст параметру змінювався на зменшення), а у 2013 році не простежується така чітка динаміка. Амплітуда коливань ІЗА у 2003 році складала більш ніж двохкратний діапазон, у 2013 — менш ніж у 1,5 рази.

Література

1. Про затвердження Концепції охорони атмосферного повітря у місті Одесі на період до 2010 року. — URL: <https://omr.gov.ua/ua/acts/council/3872/> (дата звернення: 09.05.2019).
2. Програма “Чисте повітря м. Одеса”. — URL: <http://www.nas.gov.ua/publications/news/923/> (дата звернення: 09.05.2019).

**ОЦІНКА ВПЛИВУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ
НА ЯКІСТЬ ВОД ДНІПРОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА**

Обробка й систематизація даних за період з 2016 по 2018 роки хімічного аналізу води Дніпровського водосховища у 12 створах свідчить, що за період спостережень загальна мінералізація води змінювалась від 347 до 382 мг/дм³ (2011 р. — прісна гіпогалинна).

За середньоарифметичним ступенем мінералізації вода водосховища в 2016-2018 рр. відноситься до прісних гіпогалинних 1 категорії якості за мінералізацією.

Вміст сульфатів у воді Дніпровського водосховища змінювався від 51,1 до 53,3 мг/дм³. Середньоарифметичні значення вмісту у воді SO₄²⁻ становили 52,7 мг/дм³ — за весь період досліджень.

За вмістом сульфатів вода Дніпровського водосховища у всі часи належала до II класу якості та 2 категорії якості.

Вміст хлоридів у воді водосховища майже не змінювався за весь період досліджень та складав в середньому 49,2 мг/дм³. Перевищень ГДК за вмістом хлоридів у воді для водойм господарсько-питного й рибогосподарського призначення не зафіксовано. За середнім вмістом хлоридів вода Дніпровського водосховища в 2016-2018 рр. відносилася до II класу якості та 3 категорії якості.

Вміст переважаючого катіона — кальцію змінювався від 49,5 до 51,3 мг/дм³. Середня величина вмісту кальцію у воді — 50,5 мг/дм³.

За еколого-санітарними показниками вода Дніпровського водосховища характеризується наступним чином. Вміст завислих частинок коливався від 2,0 до 2,3 мг/дм³, що відповідало 1 категорії якості. За середньозваженим показником вмісту завислих речовин вода відноситься до 1 категорії якості — дуже чистих.

У воді водосховища вміст кисню коливався від 8,05 до 8,73 мгO₂/дм³. Тобто, за цим показником води у різні періоди досліджень відносилися до дуже чистих.

Біохімічне споживання кисню протягом 5 діб у воді Дніпровського водосховища становило 2,58-2,91 мгO₂/дм³, що відповідало 4 категорії якості (слабко забруднена органічними речовинами).

Вміст різних форм азоту у водах Дніпровського водосховища є наступним. Концентрація амонійного азоту у водах зміню-

валася від 0,33 до 0,35 мгN/дм³. За середньоарифметичними даними води Дніпровського водосховища у всі періоди досліджень відносилась до 4 категорії якості — помірно забруднені.

Вміст нітритного азоту коливався від 0,011 до 0,013 мгN/дм³. Концентрація нітратного азоту змінювалася від 0,33 до 0,35 мгN/дм³. За середньоарифметичними значеннями вмісту нітратного азоту води Дніпровського водосховища у 2016-2018 рр. також відносилася до 3 категорії помірно забруднена.

Концентрація мінерального фосфору у водах Дніпровського водосховища змінювалася від 0,27 до 0,37 мгP/дм³. Починаючи з 2018 р. вміст фосфору у всіх пробах вод водосховища відноситься до 6-7 категорії якості, тобто вода є дуже забрудненою.

За середньоарифметичним вмістом нафтопродуктів води Дніпровського водосховища відносяться до категорії дуже чисті, а середній вміст нафтопродуктів не перевищував 0,02 мг/дм³. Забруднення вод СПАР змінювалося від 0,01 до 0,02 мг/дм³.

Підвищений вміст пестицидів був виявлений у пробах, відібраних у водосховищі в 2016-2018 рр. Аналіз даних про якість вод Дніпровського водосховища свідчить про те, що в основному вона забруднена хлорорганічними пестицидами: ДДТ, його метаболітами й ізомерами ГХЦГ.

Вміст таких гербіцидів як трефлан, харнес, а також синтетичних пиретроїдів (карате) у пробах води в період дослідження водосховища знаходився на рівні нижче межі виявлення, передбаченого стандартними методиками. Результати аналізів донних відкладів свідчать про те, що хлорорганічні пестициди містилися в них на рівні глобального розсіювання їх у біосфері.

Екологічний аналіз показує, що в Дніпровське водосховище потрапило 7,9 км³ стічних вод. Лише близько 10 % (0,733 км³) вод, скинутих у водні об'єкти, очищається до нормативних показників якості на очисних спорудах [2].

Найбільшим забруднювачем Дніпровського водосховища є сільське господарство. Зі стоком із сільськогосподарських угідь у води водосховища надходять 28 % азоту й 7,4 % фосфору. В цілому з території Дніпровського водосховища за рік виноситься 19,1 тис. т азоту, 0,63 тис. т фосфору та 0,118 т пестицидів. Отже, сільське господарство є одним з основних джерел потрапляння у водосховище біогенних елементів. Особливу занепокоєність викликає зростання концентрації в них синтетичних

поверхнево-активних речовин, які практично не знешкоджуються наявними очисними спорудами і негативно впливають на якість води та життєдіяльність гідробіонтів [2].

На основі даних спостережень за період з 2016-2018 рр. можна зробити висновок, що усі значення концентрації розчиненого кисню у водах Дніпровського водосховища за період спостережень перевищують значення граничнодопустимої концентрації (ГДК для розчиненого кисню не менше 6). Значення БСК₅ на контрольних створах в яких проводились спостереження знаходиться в межах граничнодопустимої концентрації (ГДК 3 мгО₂/дм³), окрім 2018 року. Значення показників концентрації фенолів в водах водосховища не перевищували значення гранично-допустимої концентрації (ГДК 0,001 мг/дм³) в 2017 та 2018 роках. В інші роки досліджуваного періоду спостерігались перевищення ГДК. Максимальні значення вмісту концентрацій фенолів було отримано в 2017 р.

Загалом якість води для рибогосподарських потреб у водосховищі не завжди відповідає нормам та потребує очищення, особливо від надмірної концентрації фенолів.

Література

1. Вишневський В. І., Сташук В. А., Сакевич А. М. Водогосподарський комплекс у басейні Дніпра. — К.: Інтерпрес ЛТД, 2011. — 188 с.
2. Хільчевський В. К., Гребень В. В. Водний фонд України: Штучні водойми — водосховища і ставки: Довідник. — К.: Інтерпрес, 2014. — 164 с.

УДК 502.53:504.4.054

Вовкодав Г. М., Саченко І. С.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА І КЛАСИФІКАЦІЯ ВОД ЛИМАНІВ ТУЗЛОВСЬКОЇ ГРУПИ

На півдні Одеської області в межиріччі Дунаю та Дністра в межах Татарбунарського району Одеської області розташовані так звані лимани Тузлівської групи. Тузловська група лиманів розташована в центральній частині Дунай-Дністровського межиріччя. В її складі зазвичай виділяють три основних лиману: Шагани, Алібей і Бурнас, а також ряд дрібніших лиманів: Карачаус, Хаджидер і Курудіол. Лимани з'єднані між собою широкими

протоками і відокремлені від моря однією спільною косою-пересипом, тому розглядаються як єдиний лиманний комплекс, загальна площа якого становить 206 км².

Група з 9 лиманів на узбережжі між гирлами Дністра і Дунаю і до нашого часу відноситься до найменш дослідженим. Одночасно вони в мінімальній мірі підпадали під вплив антропогенного чинника, крім лиману Сасик (фактично він штучно перетворений у водосховищі Сасик) [1].

Ця група лиманів відноситься до таких, що епізодично сполучаються з морем [2]. Води цих лиманів відносяться полігалінної групи.

У 2010-2011 рр. на базі цих водойм на площі 27865,00 га було організовано національний природний парк “Тузловські лимани” з метою збереження, відтворення і раціонального використання природних комплексів причорноморських лиманів, які мають високе природоохоронне, естетичне, наукове, рекреаційне та оздоровче значення [3].

Лимани мілководні, їх максимальні глибини складають 1,6-2,5 м, середні 1,0-1,3 м. Довжина пересипу, який відділяє лимани від моря, становить 29 км, ширина — від 60 до 400 м, висота — 1-3 м над рівнем моря [4]. Пересип схильний до сезонних розмивів, тому Тузловські лимани відносяться до групи періодично відкритих водойм. Водний баланс лиманів формується за рахунок опадів (50 %) і припливу морських вод (40 %). Солоність води схильна до значних міжрічних і внутрішньорічних коливань. У XIX столітті солоність води в лиманах досягала 200 ‰ і в них практикувалася видобуток солі. На початку XX століття в результаті відновлення періодичної штучної зв'язку лиманів з морем солоність знизилася до 20-40 ‰. Температурний режим лиманів визначається їх мілководністю і високою солоністю води. Взимку температура води опускається до -0,5...-1,5 °C, а влітку підвищується до +27...+30 °C [5].

На акваторіях лиманів функціонують рибницькі господарства, для забезпечення роботи яких споруджені і експлуатуються спеціальні обловно-запускні канали. Високий рекреаційний і бальнеологічний потенціал лиманів використовується для екологічного туризму, стихійного і організованого відпочинку, в оздоровчих цілях. На берегах лиманів розташовані спеціальні медично-оздоровчі установи, в тому числі санаторії, будинки відпочинку,

пансіонати. В деяких лиманах Тузовської групи відомі родовища лікувальних грязей та функціонують спеціальні медичні установи, що використовують методи грязелікування [5].

Таким чином, на сучасному етапі природні умови лиманів північно-західного Причорномор'я, характеризуються повсюдним антропогенним перетворенням. Найбільш масовим видом антропогенного впливу на лимани є сільське господарство. У зв'язку з інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва різко збільшилася площа еродованих земель та винос в річкову мережу продуктів ерозійного змиву, в тому числі отрутохімікатів і добрив. Крім того в водні об'єкти регіону, які живлять лимани здійснюється регулярний скид стічних вод. Порухення гідрологічного режиму та зменшення водності лиманів, викликане в першу чергу зарегулюванням ставками і водосховищами їх гідрографічної мережі на водозбірній площі [6].

Аналіз сучасного екологічного стану вод лиманів Тузовської групи свідчить, що негативні процеси тривають. Вони забруднені хімічними речовинами, які потрапили у водний об'єкт в результаті скиду стічних вод промислових та сільськогосподарських підприємств і втратили своє природне значення.

Антропогенний вплив на водні екосистеми в сучасний період нерегульованих взаємин між людським суспільством і навколишнім природним середовищем спричиняє екологічні проблеми. Зокрема, забруднення промисловими і комунальними стічними водами, погіршення якості води, евтрофікація, заболочування, пересихання, засолення чи опріснення водних об'єктів, збіднення видового складу біоти тощо [7].

Визначальними характеристиками екологічних класифікацій і нормативів оцінки якості поверхневих вод є галобність, трофність, сапробність, токсобність тощо, тобто риси притаманні водним екосистемам і їх компонентам. Саме такий екосистемний підхід відповідає новітнім прогресивним принципам і вимогам рамкової Директиви Європейського Союзу 2000/60/ЄС "Упорядкування діяльності Співтовариства в галузі водної політики" [8].

Екологічною оцінкою якості поверхневих вод України займалися багато вчених, з різних наукових установ: Інститут гідробіології НАН України (1978, 1993), УНДІВЕСП (1996), Інститут географії НАН України та ін. В 1996 році була запропонована нова методика екологічної оцінки якості поверхневих вод України, яка

дає змогу підвищити оперативність моніторингу водних об'єктів та розширити використання картографічних засобів подання екологічної інформації. Існуючі підходи до проведення екологічної якості поверхневих вод розглянуто у наукових роботах А. В. Яцика, Й. В. Гриба, А. П. Чернявської, О. І. Денісова, В. Д. Романенка, В. М. Жукинського, О. П. Оксіюк, І. В. Гопчака та інших [9].

Перш за все, необхідно відмітити, що якість поверхневих вод водосховища залежить від багатьох чинників, а саме, фізико-географічних умов, гідрографічних характеристик та особливостей формування стоку, геоморфологічних, геоботанічних та господарських умов.

По-друге, важливим етапом проведення екологічної оцінки якості води на річці є процедура виконання. Орієнтовну і ґрунтовну екологічну оцінку якості води в поверхневих водних об'єктах виконують за принципово однаковою процедурою [10].

Проблема якісного й кількісного виснаження водних ресурсів із кожним роком стає все актуальнішою. Для покращення стану водної екосистеми слід виділити головні напрями екологічної діяльності. На сьогоднішній день актуальним залишається питання щодо аналізу стану Тузловських лиманів.

Метою статті є дослідження сучасного стану якості вод лиманів Тузловської групи.

Якість поверхневих вод залежить від багатьох чинників, а саме, фізико-географічних умов, гідрографічних характеристик та особливостей формування стоку, геоморфологічних, геоботанічних та господарських умов.

Екологічна оцінка якості вод — це віднесення вод до певного класу і категорії згідно з екологічною класифікацією на підставі аналізу значень показників (критеріїв) її складу і властивостей з наступним їхнім обчисленням та інтегруванням [11].

Розрахунок екологічної оцінки якості води річок області проведений згідно з “Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями”, яка на основі єдиних екологічних критеріїв дозволяє порівнювати якість води на окремих ділянках водних об'єктів, у водних об'єктах різних регіонів. Результати екологічної оцінки подаються у вигляді об'єднаної оцінки, яка ґрунтується на заключних висновках по трьох блоках [10].

Процедура виконання екологічної оцінки якості поверхневих вод складається з чотирьох послідовних етапів, а саме:

- етап групування та обробки вихідних даних;

- етап визначення класів і категорій якості води за окремими показниками;
- етап узагальнення оцінок якості води за окремими показниками (вираженими в класах і категоріях) по окремих блоках з визначенням інтегральних значень класів і категорій якості води;
- етап визначення об'єднаної оцінки якості води (з визначенням класу і категорії) для певного водного об'єкта в цілому чи його окремих ділянок за певний період спостережень [11].

Орієнтовну екологічну оцінку якості поверхневих вод за величинами показників трьох блоків виконують тоді, коли необхідно одержати попереднє всебічне, хоч і поверхове уявлення про екологічний стан дослідженого водного об'єкта, оцінюване за якістю води. Найдоцільніше використовувати орієнтовну екологічну оцінку якості поверхневих вод на початкових стадіях проектування будівництва гідротехнічних споруд чи підприємств, які можуть негативно вплинути на стан певних частин водної екосистеми, задля попереднього розгляду альтернативних варіантів будівництва, задовго до розроблення обов'язкової ОВНС (оцінка впливу на навколишнє середовище) [11].

Визначення класів і категорій якості води для окремих показників полягає у зіставленні середньоарифметичних (середніх) і найгірших (у разі ґрунтової екологічної оцінки) їх значень з критеріями спеціалізованих класифікацій. Таке зіставлення виконують в межах відповідних блоків.

Визначення інтегральних значень класів і категорій якості води полягає у визначенні середніх і найгірших (у разі ґрунтової екологічної оцінки) значень трьох блокових індексів якості води, оперуючи відносними величинами якості води — категоріями, значення номерів яких укладаються в ряд чисел від 1 до 7 [11].

Середні значення блокових індексів можуть бути дробовими числами. Це дає змогу диференціювати оцінку якості води, зробити її точнішою і гнучкішою. Для визначення субкатегорій якості води, що відповідають середнім значенням блокових індексів, треба весь діапазон значень номерів категорій (поміж цілими числами) розбити на окремі частини і певним чином позначити. Для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок обчислюють інтегральний або екологічний індекс (ІЕ).

Екологічний індекс потрібен для однозначної оцінки екологічного стану водного об'єкта за якістю води для планування водоохоронних заходів, здійснення екологічного та еколого-економічного районування, картографування екологічного стану водних об'єктів, належних до певних адміністративних територій (областей, районів) чи басейнів річок [11].

Екологічна оцінка якості води — віднесення вод до певного класу і категорії згідно з екологічною класифікацією на підставі аналізу значень показників (критеріїв) її складу і властивостей з наступним їхнім обчисленням та інтегруванням. Така оцінка дає інформацію про воду як складову водної системи, життєве середовище гідробіонтів і важливу частину природного середовища, в якому мешкає людина, а також є базою для встановлення екологічних нормативів якості води щодо окремих водних об'єктів чи їх частин, груп водних об'єктів та басейнів річок [11].

До категорії найбільш часто використовуваних методик для оцінки якості води водних об'єктів також можна віднести гідрохімічний індекс забрудненості води. Ця методика є однією з найпростіших методик комплексної оцінки якості води та дозволяє у короткий термін проводити оцінку якості поверхневих водоймищ. Методика оцінки якості води за індексом забрудненості води (ІЗВ) була рекомендована для використання підрозділам Держкомгідромету [12].

Температура води у вересні коливається від 20,1 до 21,7 °С. Солоність води в лимані Шагани в середньому складала 27,75 ‰, в Алібеї — 34,47 ‰. Середні концентрації розчиненого у воді кисню складали 9,71 і 9,21 мг/дм³ відповідно. Показник рН води був вище в Шагани (8,55-9,69 од. рН), ніж в Алібеї (8,21-8,39 од. рН). За рівнем змісту фосфатів і нітратів дані водойми відносять до високоевтрофним. Так, загальний фосфор в середньому в Шагани склав 48,38 мкг/дм³, в Алібеї — 54,25 мкг/дм³, в Карачаусе 42,00 мкг/дм³, що в 10,7 разів перевищувало аналогічні показники в північно-західній частині Чорного моря. Загальний азот в середньому в лимані Шагани склав +1486 мкг/дм³, в Алібеї — 1764 мкг/дм³, а в Карачаусе — 1645 мкг/дм³, що в 11,4 разів перевищувало аналогічні показники в північно-західній частині Чорного моря [6].

Температура води в травні коливалася від 23,6 до 24,4 °С, солоність води становила від 16,72 до 24,74 ‰. Середні концент-

рації розчиненого у воді кисню склали 5,00 мг/дм³. Показник рН води був 8,00 од. рН. Значення загального фосфору в середньому в Алібеї складала 44,00 мкг/дм³, в Шагани — 56,50 мкг/дм³. Загальний азот в середньому в Алібеї складав 890 мкг/дм³, в Шагани — 1848 мкг/дм³ [6].

За період 2013-2017 рр. за даними спостережень було розраховано ІЗВ по таким домішкам як: розчинений кисень, БСК₅, нафтопродукти, феноли, азот амонійний та азот нітритний. Визначення індексу забруднення вод вважається найбільш доступним методом комплексної оцінки забрудненості водних об'єктів, який базується на показниках хімічного складу води.

Протягом досліджуваного періоду загальний рівень забруднення за середніми значеннями індексу забруднення коливається в межах від “чиста” (II клас якості води) до “дуже брудна” (VI клас якості).

Проведена екологічна оцінка якості вод лиманів Тузловської групи дала змогу оцінити ситуацію, що склалася в досліджуваному водному об'єкті, і класифікувати її за ступенем придатності для основних видів водоспоживання.

За еколого-санітарними показниками води лиманів Тузловської групи характеризуються наступним чином. У водах лиману вміст кисню коливався від 8,48 (2015 р.) до 10,72 (2013 р.) мгО₂/дм³. Тобто, за цим показником вода у різні періоди досліджень відносилася як до дуже чистої, так і чистої. За середньоарифметичними показниками насичення розчиненим киснем води лиману за період досліджень 2013-2017 рр. (більше 6 мг/дм³) були дуже чисті (I категорія якості).

Концентрація загального азоту у водах змінювалася від 1,49 (2015 р.) до 1,85 (2010 р.) мг/дм³. За середньоарифметичними даними води лиманів за весь період досліджень відносились до 4 категорії якості — помірно забруднені.

Значення показників концентрації фенолів в водах лиманів за досліджуваний період не перевищували значення граничнодопустимої концентрації (ГДК 0,001 мг/дм³).

Проаналізувавши усі дані спостережень за період 2013-2017 роки можна зробити висновок, що в водах лиманів Тузловської групи домішки фенолів не перевищують граничнодопустиму концентрацію. Перевищення БСК₅ спостерігались лише в 2016 році на одному створі. Загалом якість води для рибогосподарських

потреб у лиманах не завжди відповідає нормам та потребує очищення, особливо від надмірної концентрації фосфору.

Оцінка якості води проводилась за ІЗВ для рибогосподарських ГДК. Серед методів оцінки якості поверхневих вод виділяють: фізико-хімічні (засновані на індивідуальних і комплексних показниках), біологічні й комбіновані методи. Для оцінки стану вод лиманів Тузловської групи був обраний фізико-хімічний метод, оскільки він якнайточніше оцінює забруднення води конкретними забруднювачами, враховує сумісний вплив забруднюючих речовин, дає можливість класифікації якості води і характеристики середовища існування водних організмів [11].

Характеристика якості поверхневих вод виконана на основі екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України, яка включає набір гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних та інших показників, що відображають особливості абіотичної й біотичної складових водних екосистем. Екологічна класифікація є критеріальною базою екологічної оцінки якості поверхневих вод, а остання є складовою частиною нормативної бази для комплексної характеристики стану навколишнього природного середовища, для планування і здійснення водоохоронних заходів та оцінки їх ефективності. Оцінку і класифікацію води проводили згідно з рекомендаціями Держкомгідромету [11].

Якість води — характеристика складу і властивостей води, визначається ділячи її придатність для конкретних видів водокористування. У результаті інтенсивного використання водних ресурсів змінюється не тільки кількість води, придатної для тієї чи іншої галузі господарської діяльності, але і відбувається зміна гідрологічного режиму природних водних об'єктів, складових їх водного балансу і, головне, погіршення якості поверхневих вод.

Принаймні зростання антропогенного впливу на водні ресурси особливої актуальності набувають завдання прогнозування та оцінки якості поверхневих вод. Досить об'єктивним для характеристики якості вод суші в даний час являється підхід, заснований на зіставленні показників якості води в окремих точках водного об'єкта з відповідними нормативними значеннями, наприклад гранично допустимими концентраціями (ГДК) [11].

Розрахунок екологічної оцінки якості води річок області проведений згідно з "Методикою екологічної оцінки якості по-

верхневих вод за відповідними категоріями”, яка на основі єдиних екологічних критеріїв дозволяє порівнювати якість води на окремих ділянках водних об’єктів, у водних об’єктах різних регіонів. Вона включає три блоки показників: блок сольового складу, блок трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників, блок показників вмісту специфічних речовин токсичної дії. Середні та найгірші значення для трьох блокових індексів якості води визначалися шляхом обчислення середнього значення середніх і максимальних величин номерів категорій за всіма показниками кожного блоку. Результати екологічної оцінки подаються у вигляді об’єднаної оцінки, яка ґрунтується на заключних висновках по трьох блоках [10].

Проаналізувавши динаміку блокового індексу сольового складу (I_1) якості вод лиманів Тузловської групи нами було встановлено, що оцінка якості води за критеріями забруднення компонентами сольового складу свідчить про те, що ситуація в водному об’єкті добра, якість води за критеріями належала до I і II класів: як за найгіршими, так і за середніми величинами наявних показників.

Значення індексу ($I_1 = 1,1$) відноситься до I класу, I категорії та 1(2) субкатегорії, тобто води “відмінні”, “дуже чисті” води з тенденцією наближення до категорії “дуже добрих”, “чистих”. За найгіршими значеннями $I_{1\text{найгір}}$ також знаходиться в межах I категорії та 1(2) субкатегорії та відноситься до I класу ($I_{1\text{найгір}} = 1,5$) — “дуже чисті”, “чисті”.

Екологічна оцінка якості води трофо-сапробіологічного блоку виконана за гідрофізичними, гідрохімічними показниками та індексами сапробності. Отримані дані, щодо якості вод лиманів свідчать про те, що якість вод за трофо-сапробіологічними критеріями належать за середнім індексом ($I_2 = 2,7$) до II класу категорії 3 та субкатегорії 2-3 — води, перехідні за якістю від “добрих”, “досить чистих” до “задовільних”, “слабо забруднених”, а за найгіршими величинами ($I_{2\text{найгір}} = 3,3$) наявних показників якість води також відповідає II класу категорії 3, субкатегорія 3(4) — “добрі”, “досить чисті” води з тенденцією наближення до “задовільних”, “слабо забруднених”.

Таким чином води лиманів Тузловської групи з еколого-санітарних позицій можуть вважатися в цілому “задовільними”, з визначеним ухилом до погіршення якості води за трофо-сапробіо-

логічними критеріями. Основною причиною такого стану є надмірний вміст у воді сполук азоту, тобто інтенсивна евтрофікація.

Значення індексів специфічних речовин токсичної дії свідчать про стан забрудненості вод лиманів. Тут води за середніми величинами ($I_{зсер} = 1,14$) “відмінні”, “дуже чисті” води та відносяться до I класу, 1 категорії, 1 субкатегорії. За найгіршими величинами значення $I_{знайг} = 1,29$ — відноситься до I класу, категорії 1 та субкатегорія 1(2) і характеризує стан вод як “відмінні”, “дуже чисті” води з тенденцією наближення до категорії “дуже добрих”, “чистих”.

Висновки. Проаналізувавши дані гідрохімічних вимірювань показників якості поверхневих вод лиманів Тузловської групи за 2013-2017 роки можна зробити наступні висновки: найпоширенішими забруднюючими речовинами є феноли та загальний фосфор; перевищення органічних речовин з БСК₅ у водах лиманів є не значними, причиною цього перевищення є скид недостатньо очищених побутових вод здоровницями, які в великій кількості розташовані на узбережжі та розвинута система ведення сільського господарства; забруднення фенолами відбувається завдяки антропогенним джерелам забруднення, якими є підприємства комунального господарства і сільськогосподарські підприємства; кисневий режим впродовж досліджуваного періоду був задовільним, та був не нижче значення ГДК — 6 мгО₂/дм³.

Загальна вербальна характеристика вод лиманів Тузловської групи — клас якості II, категорія 2, субкатегорія 2 (1) “дуже добрі”, “чисті” води з ухилом до категорії “відмінних”, “дуже чистих” “задовільні”, “слабо забруднені” води. Такі результати свідчать про те, що води лиманів знаходяться в задовільному стані, але якщо не вживати заходів щодо покращення стану, то якість вод буде погіршуватись.

Література

1. Гыжко Л. В. Физико-географические черты “Тузловской группы” лиманов на северо-западном побережье Черного моря // Вісник ОНУ. Географічні та геологічні науки. — 2014. — Т. 19, Вип. 2. — С. 70-79.
2. Сафранов Т. А., Тучковенко Ю. С. // Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: Коллект. моногр. / Под ред. Ю. С. Тучковенко, Е. Д. Гопченко. Одесский госу-

- дарственный экологический университет. — Одесса: ТЭС, 2011. — 224 с.
3. Попова О. М. Морфометрія та топонімія гідрологічних об'єктів Національного природного парку “Тузловські лимани” // Вісник ОНУ. Географічні та геологічні науки. — 2016. — Т. 21, Вип. 2. — С. 64-84.
 4. Старушенко Л. И., Бушуев С. Г. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственное использование. — Одесса: Астропринт, 2001. — 152 с.
 5. Шуйский Ю. Д. Природа Причерноморских лиманов / Шуйский Ю. Д., Выхованец Г. В. — Одесса: Астропринт, 2011. — 274 с.
 6. Зайцев Ю. П., Александров Б. Г. Северо-западная часть Черного моря. Биология и экология. — К.: Наукова Думка, 2006. — С. 351-356.
 7. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy // Official Journal of the European Communities. — 22.12.2000, ENL 327/1.
 8. Яцик А. В., Жукинський В. М., Чернявська А. П., Єзловська І. С. Досвід використання “Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями” (пояснення, застереження, приклади). — К.: Оріяни, 2006. — 59 с.
 9. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод України / За ред. А. В. Яцик, О. І. Денисової та ін. — К.: Оріяни, 2004. — 20 с.
 10. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. — К.: Символ, 1998. — 28 с.
 11. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України / За ред. В. Д. Романенко, В. М. Жукинського, О. П. Оксіюк та ін. — К.: ЗАТ ВІПОЛ, 2001. — 48 с.
 12. Пелешенко В. І. Загальна гідрохімія: Підручник. — К.: Либідь, 1997. — 382 с.

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ ДЛЯ ЦІЛЕЙ ЗРОШЕННЯ

Вступ. В умовах зростання антропогенного впливу на природне середовище особливої гостроти набуває проблема збереження ґрунтового покриву і підвищення родючості ґрунтів з метою забезпечення виробництва максимальною кількістю біологічної продукції для задоволення потреб населення країни. Водні ресурси області складаються із запасів підземних та поверхневих вод. Запаси поверхневих вод на території області розподіляються нерівномірно. Північна та центральна частини території характеризуються обмеженими запасами, а далекий південний захід, який тяжіє до річок Дністер та Дунай, має великий запас води.

Одеська область недостатньо забезпечена вологою, тому для отримання високих врожаїв сільськогосподарських рослин необхідне використання зрошення. Основними негативними для агросистеми наслідками зрошення є засолення та осолонцювання ґрунту. Великої шкоди родючості завдає вторинне засолення, розвинене на зрошуваних землях Одеської області. На значних площах чорноземних та інших ґрунтів помітний розвиток отримало явище дегуміфікації, що приводить до втрат найважливішого компонента складу ґрунту — гумусу. При зрошенні у ґрунт потрапляє велика кількість забруднювальних елементів. Головними критеріями якості зрошувальних вод є показники мінералізації та натрієво-кальцієвий потенціал [1].

Мета роботи. Метою роботи є виконати аналіз сучасного стану поверхневих вод Одеської області для цілей зрошення та за допомогою математичної моделі отримати показники впливу засолення та осолонцювання ґрунту на ріст і розвиток сільськогосподарських рослин в умовах Одеської області.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є поверхневі води Одеської області.

Вихідні данні. Для аналізу використано інформацію про вміст різних елементів у поверхневих водах, у тому числі тих, що впливають на засолення та осолонцювання ґрунту, а також на ріст і розвиток сільськогосподарських рослин в умовах Одеської області за 2018 р. [2].

Методи дослідження. Вологоперенесення у ґрунті є одним з основних чинників, які призводять до процесів засолення та осо-

лонцювання ґрунту. Рівняння потоку води в системі “ґрунт-корінь” розглядається аналогічно одночасно як насичене і нена-сичене середовище (1) :

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{1}{C(\psi)} \frac{\partial}{\partial z} \left[K(\Theta) \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} + 1 \right) \right] - \frac{S(\psi)}{C(\psi)}, \quad (1)$$

де ψ — потенціал тиску ґрунтової вологи; $C(\psi) = \frac{d\Theta}{d\psi}$ — диференціальна вологоємність; $K(\Theta)$ — гідравлічна провідність; Θ — об’ємна вологість; $S(\psi)$ — поглинання вологи коренями; t — час; z — вертикальна координата.

Результати дослідження. На рис. 1-4 за даними 2018 р. виконано аналіз основних гідрохімічних характеристик якості поверхневих вод Одеської області. При цьому наведені усі основні водні артерії цієї території з урахуванням великих та малих річок.

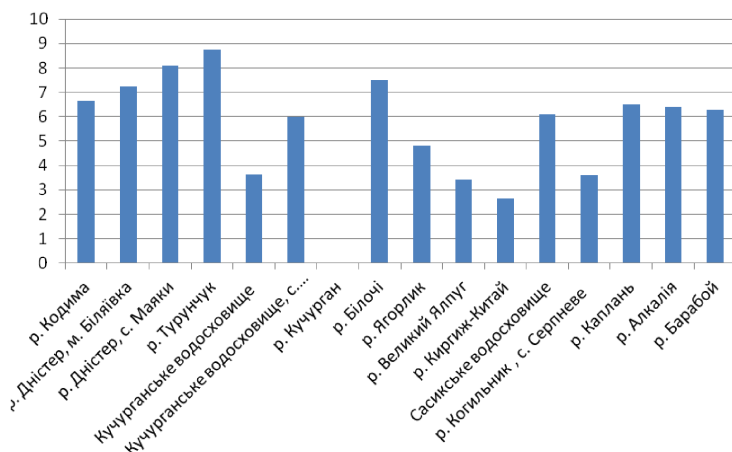


Рис. 1. Вміст розчиненого кисню у поверхневих водах Одеської області (мг/дм³)

За показником розчиненого кисню максимальні значення отримані для р. Турунчук, найменші — для р. Великий Ялпуг та р. Киргиз-Китай. Цей показник є основним критерієм ступеню евтрофування водного об’єкту, що є дуже актуальним для поверхневих вод Одеської області. За цим показником більшість поверхневих води Одеської області достатньо забезпечені киснем (оптимальним значення є значення 6 та більше).

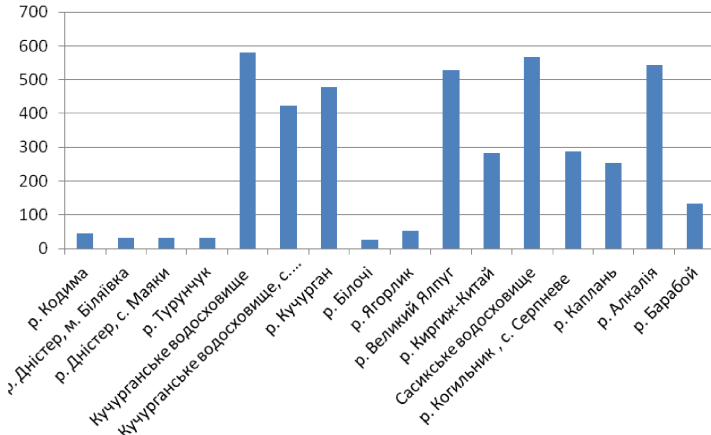


Рис. 2. Вміст хлоридів у поверхневих водах Одеської області (мг/дм³)

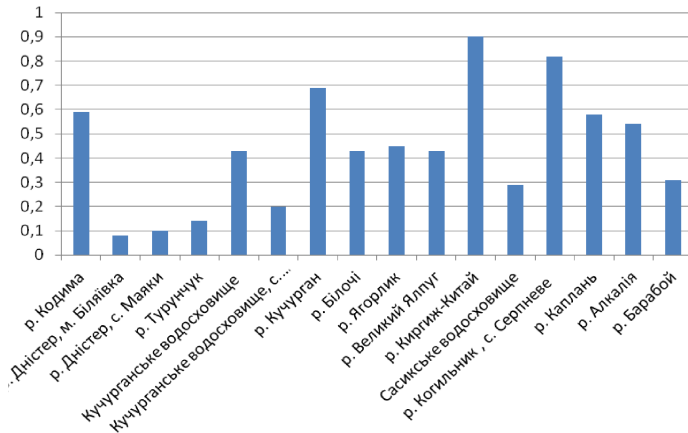


Рис. 3. Вміст СПАР у поверхневих водах Одеської області (мг/дм³)

Наступним важливим показником якості поверхневих вод є вміст хлоридів. За цим показником половина поверхневих води Одеської області відносяться до непридатних для зрошення (вміст хлоридів перевищує значення 300). Максимальні значення спостерігаються у водах, розташованих у південних та південно-західних частинах.

Вміст СПАР є дуже важливим показником з точки зору забруднення поверхневих вод. Допустимим значенням є значення 0,2 мг/дм³.

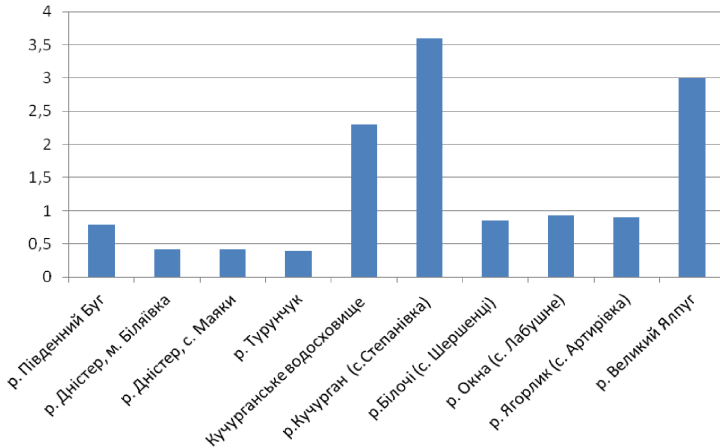


Рис. 4. Значення мінералізації поверхневих вод Одеської області (г/дм³)

У більшості поверхневих вод Одеської області це значення перевищує допустиме. Це говорить про значне забруднення, що мінімізує можливість використання поверхневих вод для цілей зрошення.

Основним показником, який визначає можливість використання поверхневих вод для зрошення, є значення мінералізації. Допустимим значенням для використання вод для зрошення є показник, який дорівнює 1 г/дм³. У більшості поверхневих вод Одеської області значення мінералізації не перевищують допустиме, але для вод Кучурганського водосховища та р. Великий Ялпуг відзначено значне перевищення (у 3 рази та більше) показника мінералізації.

Висновки. Ступінь мінералізації зрошувальної води в умовах Одеської області по більшості річок не перевищує 1000 мг/дм³, що дає можливість її використання для цілей зрошення.

Література

1. Болокан Н. И. Воздействие сельскохозяйственных культур и агротехнических приемов на водопроницаемость почв. — Кишинев: Штиинца, 1986. — 146 с.
2. Захист ґрунтів від ерозії / Під ред. В. А. Джамалія, М. М. Шелякіна. — К.: Урожай, 1986. — 240 с.
3. Охорона ґрунтів: Навч. посібник / За ред. М. К. Шичули. — К.: Знання, КОО, 2001. — 398 с.

ВПЛИВ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПРОСА В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ

Вступ. Ріст і розвиток польових культур, подальше зростання їхньої урожайності та поліпшення якості зерна, крім факторів антропогенного походження, у значній мірі визначаються погодними умовами вегетаційного періоду [1]. В останнє десятиліття все частіше обговорюються проблеми зміни клімату на планеті, так як цей фактор істотно впливає на формування врожаю сільськогосподарських культур. Саме клімат в значній мірі визначає мінливість врожайності. Тому існує безліч сценаріїв розвитку галузі, заснованих на прискоренні розвитку рослин, зміні врожайності і стабільності виробництва, зміні посівних площ, набору сільськогосподарських культур і спеціалізації сільськогосподарства, трансформації агротехніки і т.д.

Із-за поступової зміни клімату актуальним питанням є збільшення посівних площ під культурами, які є посухо- й жаростійкими. До таких культур відноситься й просо. Його відносно посухостійкість зумовлено добре розвиненими водопровідними тканинами коренів і стебел, дрібними продихами листків, здатністю задовільно витримувати тимчасове зневоднення тканин. Посіви проса забезпечують стабільні врожаї не залежно від погодних умов вегетаційного періоду [2, 3]. Просо — це зернова культура, яка відома своєю високою поживною цінністю. Світове споживання проса скоротилося на 0,9 %. Індія, Нігерія і Китай є найбільшими виробниками проса в світі, на їх частку припадає понад 55 % світового виробництва. Є трав'янисті форми проса, що дають в посушливих районах високі врожаї зеленої маси і придатні для приготування якісного сіна. Завдяки пристосованості до пізніх термінів посіву, порівняно короткому вегетаційного періоду, низькою потребою у волозі, малої нормі висіву просо широко використовують як страхову культуру при необхідності пересіву загиблих озимих і ярих культур. При наявності достатньої кількості тепла (південь України) і випаданні опадів влітку, а також при зрошенні поживне просо визріває на зерно і може давати врожай 12-15 ц з 1 га і більше [4, 5].

Опис об'єктів і методів досліджень. Тенденції зміни агрокліматичних ресурсів та агрокліматичних умов формування продуктивності проса розглядалися за різні проміжки часу. Для ана-

лізу використовувався сценарій змін клімату А2. В ході роботи була проведена порівняльна характеристика агрокліматичних умов вегетаційного періоду проса за середньо багаторічний період з 1986 по 2005 рр. та за сценарні періоди з 2011 по 2031 рр. та з 2031 по 2050 рр. для території Північного Степу. У якості базового періоду був взятий період 1986-2005 рр., з яким проводилося порівняння отриманих нами результатів розрахунків. За допомогою динамічної моделі формування продуктивності сільськогосподарських культур А.М. Польового була проведена оцінка продуктивності проса [6, 7, 8].

Опис і аналіз результатів. Фази розвитку проса за середньобагаторічними даними та за сценарієм зміни клімату А2 представлені в табл. 1.

Таблиця 1.

Фази розвитку проса за середньо багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату А2

Період	Сівба	Сходи	Викидання волотті	Повна стиглість	Тривалість вегетаційного періоду, дні
1986-2005	12.05	27.05	12.07	12.08	77
2011-2030	16.05	02.06	20.07	28.08	87
Різниця	+4	+5	+8	+16	+10
2031-2050	07.05	25.5	13.07	18.08	85
Різниця	-5	-2	+1	+6	+8

За умов реалізації сценарію зміни клімату А2 за період з 2011 по 2030 рр. згідно з проведеними розрахунками на території дата сівби проса спостерігається в Північному Степу на 4 дні пізніше та на 5 днів пізніше за період з 2031 по 2050 рр.

Строки сходів порівняно з середньої багаторічними даними збільшаються на 5 днів за період з 2011 по 2030 рр. та зменшуються на 2 дні за період з 2031 по 2050 рр.

Відповідно змістяться і строки повної стиглості. В Північному Степу дати повної стиглості за середньої багаторічними даними спостерігалися 12.08. За період з 2011 по 2030 рр. — 28.08, що на 16 днів пізніше від середньої багаторічної. За період з 2031 по 2050 рр. повна стиглість очікується 18.08, що на 6 дні пізніше від середньої багаторічної.

Тривалість вегетаційного періоду в середньобагаторічному склала 77 днів. За період з 2011 по 2030 рр. тривалість вегета-

ційного періоду збільшиться на 10 днів і складатиме 87 днів, а за період з 2031 по 2050 рр. збільшиться на 7 днів і складатиме 85 днів.

В табл. 2 представлені агрокліматичні умови вирощування проса за середньо багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату А2.

Таблиця 2.

Агрокліматичні умови вирощування проса за середньо-багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату А2

Період	Період сходи – викидання волоті			Період викидання волоті – повна стиглість			Весь вегетаційний період		
	середня температура, °С	сума температур, °С	сума опадів, мм	середня температура, °С	сума температур, °С	сума опадів, мм	середня температура, °С	сума температур, °С	сума опадів, мм
1986-2005	19,2	881	111	21,3	661	55	20,0	1542	166
2011-2030	20,4	899	96	19,2	749	63	19,9	1648	159
Різниця	+1,2	+18	-15	-2,1	+88	+8	-0,1	+106	-7
2031-2050	18,6	914	111	22,4	718	68	20,1	1632	179
Різниця	-0,6	+33	0	+1,1	+57	+13	+0,1	+90	+13

Із табл. 2 видно, що на території Північного Степу за період сходи - викидання волоті з 1986 по 2005 рр. середня температура повітря складає 19,2 °С. За сценарний період з 2011 по 2030 рр. середня температура повітря зростає до 20,4 °С, що вище від середньої багаторічної на 1,2 °С. За період з 2031-2050 рр. очікується зниження температури від середньої багаторічної до 18,6 °С. Сума опадів за період сходи - викидання волоті з 1986 по 2005 рр. складає 111 мм. За період з 2011 по 2030 рр. очікується зменшення кількості опадів до 96 мм, а за період з 2031 по 2050 рр. залишається незмінною.

За період викидання волоті - повна стиглість середня температура повітря складає 21,3 °С. За сценарний період з 2011 по 2030 рр. середня температура повітря знизиться до 19,2 °С, а за період з 2031 по 2050 рр. зростає 22,4 °С від середньої багаторічної. Сума опадів в середньобагаторічному складає 55 мм. За сценарні періоди з 2011 по 2030 рр. та з 2031 по 2050 рр. очікується збільшення кількості опадів до 63 та 68 мм відповідно.

За вегетаційний період середня температура повітря складає 20,0 °С. За сценарний період з 2011 по 2030 рр. очікується зниження середньої температури повітря на 0,1 °С, а за період з 2031

по 2050 рр. середня температура повітря зросте на 0,2 °С. Сума опадів в середньобогаторічному складає 156 мм. За сценарні періоди з 2011 по 2030 рр. та з 2031 по 2050 рр. очікується збільшення суми опадів до 159 мм та 179 мм відповідно.

За умов реалізації сценарію зміни клімату А2 (табл. 3) випаровування за період сходи - викидання волоті за сценарні періоди з 2011 по 2030 рр. та з 2031 по 2050 рр. зменшиться на 8 мм та на 9 мм від середнього багаторічного відповідно. Випаровуваність за період сходи - викидання волоті збільшиться від середньої багаторічної на 23 та 15 мм відповідно. Дефіцит вологи у ґрунті за середньо багаторічними даними склав 172 мм. За сценарні періоди дефіцит вологи у ґрунті підвищиться від середнього багаторічного на 31 та 24 мм відповідно.

Таблиця 3.

Порівняння показників режиму вологозабезпеченості проса за середньобогаторічними даними та за сценарієм зміни клімату А2

Період	I період: сходи – викидання волоті			II період: викидання волоті – повна стиглість			Вегетаційний період
	Випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Дефіцит вологи у ґрунті, мм	Випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Дефіцит вологи у ґрунті, мм	
1986-2005	120	292	172	80	230	150	0,38
2011-2030	112	315	203	73	236	163	0,34
Різниця	-8	+23	+31	-7	+6	+13	-4
2031-2050	111	307	196	81	239	158	0,36
Різниця	-9	+15	+24	+1	+9	+8	-2

Випаровування за період викидання волоті - повна стиглість за сценарний період з 2011 по 2030 рр. зменшиться на 7 мм, а з 2031 по 2050 рр. збільшиться на 1 мм від середнього багаторічного. Випаровуваність збільшиться від середньої багаторічної на 6 та 9 мм відповідно. Дефіцит вологи у ґрунті за сценарні періоди зросте на 13 та 8 мм від середнього багаторічного 150 мм.

Відносна вологозабезпеченість середньо багаторічному складає 0,38 відн.од. За сценарні періоди з 2011 по 2030 рр. та з 2031 по 2050 рр. очікується зменшення відносної вологозабезпеченості від середньої багаторічної до 0,34 та 0,36 відн.од.

В ході роботи була проведена оцінка продуктивності проса. Отримано кількісні характеристики таких показників фотосинтетичної продуктивності як площа листа, максимальний приріст

біомаси, загальна біомаса рослин на м², розрахована чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), урожай культури у ц/га (табл. 4).

Таблиця 4.

Фотосинтетична продуктивність проса за середньо-багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату А2

Період	Площа листя проса в період максимального розвитку, м ² /м ²	Чиста продуктивність фотосинтезу в період максимального розвитку, г/м ² дек	Приріст маси в період максимального розвитку, г/м ²	Суха біомаса цілої рослини проса, г/м ²	Урожай проса, ц/га
1986-2005	1,93	64,6	101,3	351,2	14,2
2011-2030	1,32	61,2	59,7	222,7	8,7
2031-2050	1,72	122,2	86,8	319,2	13,3

За умов реалізації сценарію зміни клімату А2 на території Північного Степу в період максимального розвитку площа листя проса за середньо багаторічний період 1,93 м²/м². В сценарні періоди з 2011 по 2030 рр. та з 2031 по 2050 рр. максимальна площа листя зменшиться до 1,32 та 1,72 м²/м² відповідно.

Максимальне значення ЧПФ в середньобагаторічному складає 64,6 г/м²дек. В I сценарний період з 2011 по 2030 рр. спостерігається зменшення ЧПФ до 61,2 г/м²дек, а в II період з 2031 по 2050 рр. ЧПФ зросте до 122,2 г/м²дек, в порівнянні з середньобагаторічним.

Максимальна площа листя проса за середньо багаторічними даними (1986-2005 рр.) складає 1,93 м²/м², за сценаріями зміни клімату А2 (2011-2030 рр.) — 1,32 м²/м² та (2031-2050 рр.) — 1,72 м²/м² (рис. 1). Максимальне значення площі листя проса за умов збільшення СО₂ складає 1,48 м²/м² (2011-2030 рр.) та 1,86 м²/м² (2031-2050 рр.).

Приріст маси в період максимального розвитку в середньобагаторічному складає 101,3 г/м²дек. В сценарні періоди цей показник зменшиться до 59,7 та 86,8 г/м²дек відповідно (табл. 3).

Суха біомаса цілої рослини в середньобагаторічному складає 351,2 г/м²дек. В сценарні періоди очікується зменшення сухої біомаси до 222,7 та 319,2 г/м²дек відповідно (табл. 3).

Урожай проса в середньобагаторічному склав 14,2 ц/га. За період з 2011 по 2030 рр. із-за гірших умов волого- та теплозабезпеченості очікується зниження урожайності проса до 8,7 ц/га. За період з 2031 по 2050 рр. очікуються кращі агрокліматичні

умови, порівняно з першим сценарним періодом, що призведе до підвищення урожайності до 13,3 ц/га.

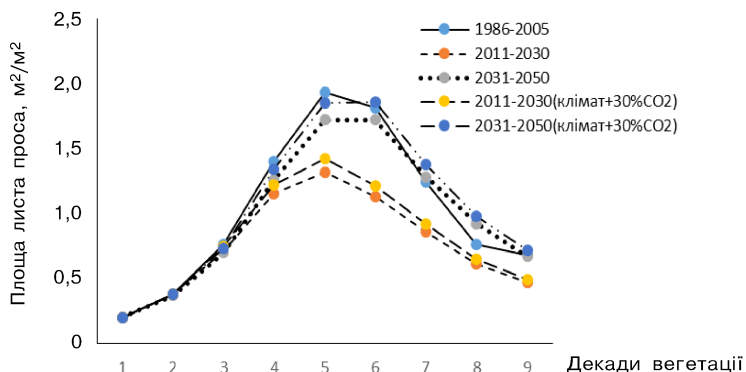


Рис. 1. Динаміка площі листя проса в Північному Степу за середньобогаторічними даними та за сценаріями зміни клімату А2

Висновки. За допомогою динамічної моделі формування продуктивності сільськогосподарських культур А. М. Польового було оцінено вплив агрокліматичних умов на продуктивність проса за реалізацією сценарію А2. Була отримана кількісна характеристика показників фотосинтетичної продуктивності. Таким чином, в порівнянні з середньобогаторічним періодом, в сценарні періоди очікуються гірші умови тепло- та вологозабезпеченості культури проса, що призведе до зниження урожайності.

Література

1. Івані Жужанна. Підвищення стійкості до зміни клімату сільськогосподарського сектору Півдня України. — Сентендре, Угорщина. Жовтень, 2015. — С. 5-7.
2. Корзун О. С. Возделывание просовидных культур в Республике Беларусь. Монография / О. С. Корзун, Т. А. Анохина, Р. М. Кадыров, С. В. Кравцов. — Гродно: ГГАУ, 2011. — С. 6.
3. Просвиркина А. Г. Агрометеорологические условия и продуктивность проса. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — 23с.
4. Камінський В. Ф., Глієва О. В. Продуктивність та якість зерна проса за різних рівнів удобрення // Зб. наук. праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". — Вип. 1. — 2015. — С. 63-71.
5. Лысов В. Н. Просо. — Л., 1968. — 224 с.

6. Агрокліматичний довідник по території України / За ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбиди, А. Л. Прокопенко. — Кам'янець-Подільський, 2011. — 107 с.
7. Польовий А. М. Оцінка впливу змін клімату на зміни агрокліматичних ресурсів Луганського регіону, умови росту та продуктивність сільськогосподарських культур і природної рослинності. Рекомендації щодо адаптації до цих змін: Звіт. — Одеса, 2012. — 7 с.
8. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: Навч. посібн. — К.: КНТ, 2007. — 344 с.

Данілова Н. В., Кошуба Я. В.

ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ПРОДУЦІЙНИЙ ПРОЦЕС КАРТОПЛІ В ЗВ'ЯЗКУ ЗІ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ В ЗАХІДНОМУ ПОЛІССІ

Вступ. Урожайність сільськогосподарських культур є результатом використання агрокліматичних ресурсів. На процес формування врожаю картоплі, як відомо, впливає безліч чинників. Основними з них є приплив сонячної радіації і ступінь її поглинання посівами, волога, тепло, ґрунтова родючість, рівень агротехніки, сортові особливості рослин, фотосинтетичний потенціал. Урожай картоплі дуже чутливий до мінливості клімату, і тому зміна клімату та глобальне потепління мають глибокий вплив на продуктивність картоплі. Навіть помірно висока температура різко знижує урожайність бульб, не надаючи значного впливу на фотосинтез і загальне виробництво біомаси. Крім того, висока температура впливає на якість бульб. Ефект підвищеної концентрації CO₂ передбачає позитивний вплив на ріст і урожайність з невеликою кількістю негативних впливів [1, 2].

Картопля — це найважливіша сільськогосподарська культура різнобічного використання. Перш за все, це цінний продукт харчування, який називають другим хлібом. Поживна цінність картоплі визначається оптимальним співвідношенням органічних і мінеральних речовин, необхідних для людини. У різних сортів картоплі вміст сухої речовини в бульбах становить 17-30 %, з яких 70-80 % належить крохмалю, близько 3 % білків, 1 % клітковині, 0,2-0,3 % жирів і 0,8-1 % зольним речовин [3, 4].

Білок картоплі по біологічній цінності стоїть вище білків багатьох інших рослин завдяки оптимальному співвідношенню незамінних амінокислот. Якщо біологічну цінність курячого білка прийняти за 100 %, то цінність білка картоплі складе 85 %. Якість білка картоплі вище, ніж сої, гороху та інших сільськогосподарських культур [5].

Опис об'єктів і методів досліджень. Дослідження з оцінки впливу зміни клімату на виробництво картоплі за сценарієм RCP4.5 з використанням моделі А. М. Польового проводилося шляхом порівняння середніх багаторічних агрометеорологічних показників за чотири періоди: 1) середньобагаторічний період з 1980 по 2010 рр. [6]; 2) з 2021 по 2030 рр.; 3) з 2031 по 2040 рр.; 4) з 2041 по 2050 рр.

Блок-схема моделі формування продуктивності проса включає блоки основних фізіологічних процесів життєдіяльності рослини *Panicum miliaceum*: фотосинтезу, дихання, росту, розвитку, а також гідрометеорологічний блок [7].

Опис і аналіз результатів. Під впливом зміни агрокліматичних умов вирощування картоплі відбудеться зміна показників фотосинтетичної продуктивності культури до яких відноситься *ФАР*.

За середніми багаторічними даними прихід *ФАР* за період посадка - в'янення бадилля складає 88,4 кДж/см². За сценарієм RCP4.5 в I та III періоди очікується збільшення *ФАР* до 98,1 та 96,8 кДж/см², що складає 110 та 109 % від середньо багаторічного. В II період прихід *ФАР* буде найвищим і складатиме 106,6 кДж/см² — 121 % (табл. 1).

Таблиця 1.

Порівняння агрометеорологічних показників умов вегетації картоплі за середньо багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату в Західному Поліссі

Період, сценарій	Середня температура повітря за період, °С	Сума опадів за період, мм	Сумарне випаровування за період (E), мм	Випаровуваність за період (E ₀), мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E ₀), відн. од.	Середній за період ГТК, відн. од.	Сума ФАР, кДж/см ² за період
1980-2010	13,9	192	401	591	0,68	1,40	88,4
RCP4.5:							
2021-2030	14,6	175	341	495	0,69	1,18	98,1
2031-2040	14,0	213	356	461	0,77	1,39	106,6
2041-2050	14,2	138	359	555	0,25	0,15	96,6

За середньобагаторічними даними середня температура повітря складає 13,9 °С. За умовами реалізації сценарію RCP4.5 середня температура повітря в I та III періоди буде вищою на 0,7 та 0,3 °С, порівняно з середньо багаторічною. В II період температура повітря складатиме 14,0 °С, що на 0,1 °С вище від середньобагаторічної (табл. 1).

Середня температура повітря в період вегетації за середньобагаторічний період та сценарних періодів представлена на рис. 1. Максимальні значення в припадають на кінець вегетації. В I та III сценарні періоди максимальне значення середньої температури повітря близьке до середньо багаторічної і складає 18,6 та 18,4 °С, в порівнянні з середньо багаторічною 18,6 °С. Найвища максимальна температура повітря очікується в II період і складає 19,6 °С, що вище від середньої багаторічної на 1,0 °С.

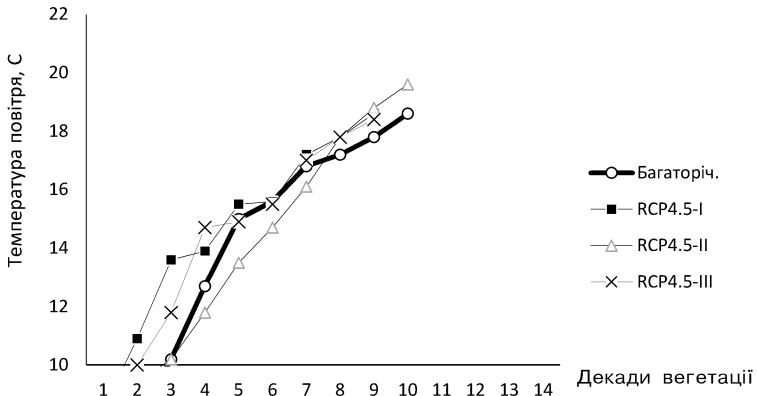


Рис. 1. Середня температура повітря за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP4.5 в Поліссі

Сума опадів за вегетаційний період картоплі в середньо багаторічному складає 192 мм. В I та III періоди сума опадів зменшиться на 17 мм та 54 мм від середньо багаторічної. В II період сума опадів підвищиться від середньо багаторічної на 21 мм і складатиме 213 мм (табл. 1).

Сумарне випаровування знизиться з 401 мм до 341 мм в I період і до 359 мм в III період. Випаровуваність зменшиться з 591 мм до 495 мм в I період і до 555 мм в III період. Із-за зменшення кількості опадів погіршаться і умови вологозабезпе-

ченості посівів, і складатимуть відносно 69 та 25 % від середньо-багаторічної. ГТК в I та III періоди складатиме 84 та 11 %, в порівнянні з середньо багаторічним.

В II період сумарне випаровування зменшиться до 356 мм, а випаровуваність до 461 мм, в порівнянні з базовим періодом. В цей період умови вологозабезпеченості будуть кращими, в порівнянні з I та III періодами і складатимуть 77 % від середньо багаторічної величини. ГТК в II період складатиме 99 % від середнього багаторічного (табл. 1).

Зміна показників фотосинтетичної продуктивності культури, до яких відноситься площа асимілюючої поверхні посівів, буде змінюватись під впливом зміни агрокліматичних ресурсів (рис. 2).

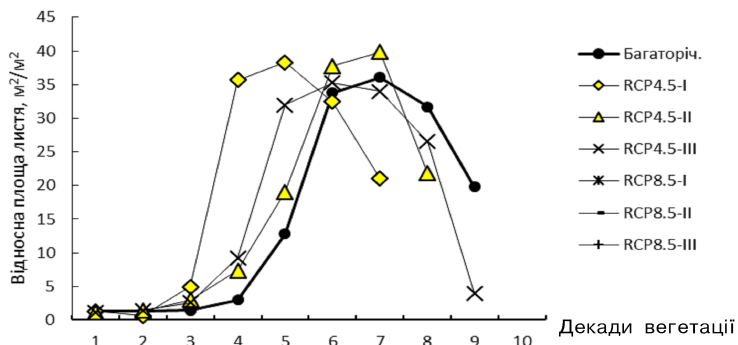


Рис. 2. Динаміка площі листя картоплі за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Поліссі

Так, із-за зниження вологозабезпеченості в I та III періоди площа листової поверхні в період її максимального розвитку зменшиться з 36,08 м²/м² до 32,46 та 35,24 м²/м². В II період очікується підвищення площі листя до 39,85 м²/м².

Максимальне значення приростів ПУ картоплі в середньому багаторічному складає 1048 г/м²дек. В сценарні періоди спостерігається ріст приростів ПУ до 1139 г/м²дек в I період, до 1161 г/м²дек у II період та до 1123 г/м²дек в III період (рис. 3).

Максимальне значення приростів ММУ картоплі, яке залежить від тепла і вологи, в середньому багаторічному складає 835 г/м²дек. В сценарні періоди спостерігається ріст приростів ММУ до 920 г/м²дек в I період, до 1030 г/м² в II період та до 903 г/м² в III період (рис. 4).

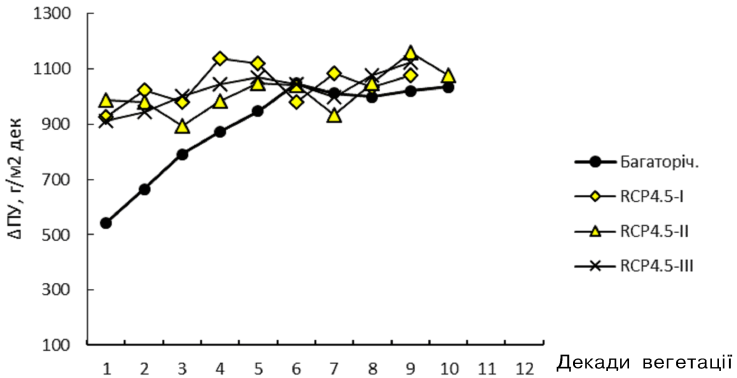


Рис. 3. Динаміка декадних приростів ПУ картоплі за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Поліссі

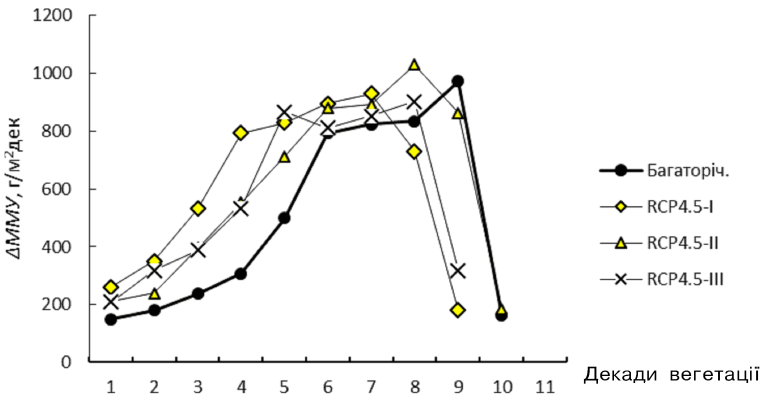


Рис. 4. Динаміка декадних приростів ММУ картоплі за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Поліссі

Максимальне значення приростів ДМУ картоплі, з урахуванням природної родючості ґрунту, в середньому багаторічному складі складає 465 г/м²/дек. В I та III сценарні періоди спостерігається зменшення приростів ДМУ до 418 та 451 г/м²/дек від середньо-багаторічного. В II період спостерігається ріст ДМУ до 515 г/м² від середньо багаторічного (рис. 5).

Урожай картоплі при 80-відсотковій вологості при середніх багаторічних умовах становить 209,8 ц/га. В I та III сценарні

періоди урожай зростає до 247,5 та 234,0 ц/га, що становить 118 та 112 % від середньо багаторічного. В II період спостерігається найвищий ріст урожайності, яка складає 268,2 ц/га, тобто 128 % від середньо багаторічного.

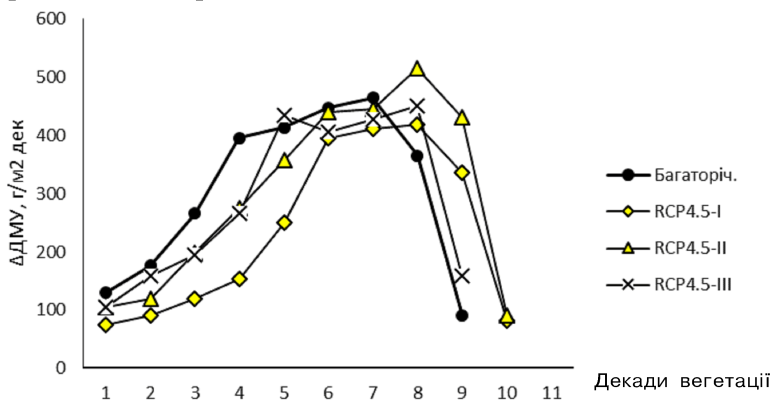


Рис. 5. Динаміка декадних приростів ДМУ картоплі за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Поліссі

Баланс гумусу під посівами картоплі складатиме в I та III сценарні періоди 191 та 108 %, а у II період зростає до 208 % від середньо багаторічного.

Висновки. Представлений аналіз тенденції зміни клімату шляхом порівняння даних за кліматичним сценарієм RCP4.5 і середніх багаторічних характеристик кліматичних та агрокліматичних показників за чотири періоди: 1980-2010 рр., 2021-2030 рр., 2031-2040 рр., 2041-2050 рр. Найвищі значення ФАР очікуються у II сценарний період і складатимуть 290,2 кал/см²/добу. Найвища середня температура повітря очікується в I період і буде вищою від середньої багаторічної на 0,7 °С. Найвища сума опадів очікується в II сценарний період складатиме 213 мм. Найвищі прирости ПУ, ММУ та ДВУ спостерігаються в II період і складатимуть 1161 г/м²дек, 1030 г/м²дек та 515 г/м²дек відповідно. В II сценарний період очікується найвищий ріст урожайності — 268,2 ц/га.

Література

1. Robert J. Hijmans. The Effect of Climate Change on Global Potato Production. *her J of Potato Res.* 2003. — P. 271-280.

2. Rubi Raymundo, at el. Climate change impact on global potato production. *European Journal of Agronomy*. — Vol. 100, October 2018. — Pp. 87-98. doi.org/10.1016/j.eja.2017.11.008
3. Пшеченков К. А. и др. Хранение картофеля. — М.: Агроспас, 2013. — 44 с.
4. Пшеченков К. А. Промышленное использование картофеля // *Картофель и овощи*. — 2015, № 1. — С. 29-31.
5. Устименко И. Ф., Бавровский С. В. Картофель: Уч.-метод. пособие. — Великие Луки, 2011. — 75 с.
6. Агрокліматичний довідник по території України / За ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. — Кам'янець-Подільський, 2011. — 107 с.
7. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. — К.: КНТ, 2007. — 344 с.

Данілова Н. В., Сагайдак М. М.

ВПЛИВ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА РІСТ ТА РОЗВИТОК РИСУ У ЗВ'ЯЗКУ ЗІ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ В ПІВДЕННОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

Вступ. Рис — дивовижний злак, найдавніша культура на Землі, яка росте в різних ґрунтово-кліматичних зонах і при різному забезпеченні водою. Його рослина має особливу повітряноносну тканину — аеренхіму, за допомогою якої коріння забезпечуються киснем в умовах перезволоження. Цим рис принципово відрізняється від інших злакових культур [1, 2, 3]. Вирощують його як у вологих тропіках, так і в напівсухих районах з помірно теплим кліматом, на важких глинистих і на бідних піщаних ґрунтах. Рис може рости на сухих полях і затоплених ділянках, в прісній і солоній воді. Його широка пристосовність пояснюється існуванням величезної кількості сортів [4, 5].

Практично для будь-яких умов можна підібрати підходящий сорт рису, при наявності в достатній кількості тепла, сонячного світла і води. Рис сформувався як культура в зоні мусонного клімату, тому для умов тропіків він є ідеальною рослиною [6, 7, 8]. Інші зернові культури не можуть переносити тривалого надлишкового перезволоження ґрунту або затоплення, рясних опадів і грибних захворювань, супутніх рослинам [9, 10, 11].

Зміна клімату суттєво впливає на формування урожаю сільськогосподарських культур, значною мірою визначає середній рівень урожайності. Рис — одна з найважливіших для людства зернова продовольча культура. Це досить теплолюбива рослина тропічного поясу Південно-Східної Азії, тому погодно-кліматичні умови, а особливо температурний режим, відіграють важливу роль у продуктивності галузі рисосіяння [2, 3, 11].

В останні роки рис є важливою складовою забезпечення продовольчої безпеки населення України як цінна зернова культура.

На сьогодні тільки два регіони (Одеська, Херсонська області) займаються вирощуванням рису.

Зміна кліматичних умов в Україні дозволяє охопити більше регіонів, де можна вирощувати рис [1].

Опис об'єктів і методів досліджень. Оцінка впливу зміни кліматичних умов виконана шляхом порівняння даних за кліматичними сценарієм RCP4.5 та середніх багаторічних характеристик кліматичних і агрокліматичних показників за чотири періоди: 1981-2010 рр. (середньо багаторічний період), 2021-2030 рр. (I сценарний період), 2031-2040 рр. (II сценарний період), 2041-2050 рр. (III сценарний період). Використовувалися середньо багаторічні дані спостережень на мережі гідрометеорологічних та агрометеорологічних станцій Української Гідрометслужби [12], дані гідрометеорологічних параметрів, які реалізовані в регіональній кліматичній моделі, яка поєднує в собі фізичні схеми, розроблені Європейським центром середньострокових прогнозів погоди, і використана базава модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А. М. Польового [13].

Опис і аналіз результатів. При оптимальній забезпеченості рослин вологою, теплом і мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст фітомаси посівів рису визначається приходом ΦAP за період і коефіцієнтом її використання.

Прихід фотосинтетичної активної радіації (ΦAP) за період сходи - повна стиглість за середньо багаторічними даними складає $170,8 \text{ кДж/см}^2$. За умовами реалізації сценарію RCP4.5 в усіх трьох сценарних періодах спостерігається підвищення ΦAP . Так, в I період прихід ΦAP зростає до $197,5 \text{ кДж/см}^2$, в II період — до $202,1 \text{ кДж/см}^2$, в III період — до $207,3 \text{ кДж/см}^2$,

що становить 116, 118 та 121 % відповідно від середньо багаторічного (табл. 1).

Таблиця 1.

Порівняння агрометеорологічних показників умов вегетації рису за середньо багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату в Південному Степу (за період сходи - повна стиглість)

Період, сценарій	Середня температура повітря за період, °С	Сумарне випаровування за період (E), мм	Випаровуваність за період, (E ₀), мм	Відносна вологозабезпеченість (E/E ₀), відн. од.	Середній за період ГТК, відн. од.	Сума ФАР, кДж/см ² за період
1980-2010	19,1	765	805	0,95	0,13	170,8
RCP4.5:						
2021-2030	18,9	848	942	0,90	0,10	197,5
Різниця	-0,2	+83	+137	-0,5	-0,30	+26,7
2031-2040	18,8	809	870	0,93	0,52	202,1
Різниця	-0,3	+44	+65	-0,2	+0,39	+31,3
2041-2050	19,3	888	965	0,92	0,53	207,3
Різниця	+0,2	+123	+160	-0,3	+0,40	+36,5

Так як потенційний урожай всієї сухої маси (ПУ) залежить від ФАР, то в сценарні періоди також спостерігається і ріст ПУ рису, в порівнянні з середньо багаторічним. За середньобагаторічними даними ПУ складає 4926 г/м²дек. В I та III періоди спостерігається ріст ПУ до 5784 та 5730 г/м²дек, що складає 117 та 116 % від середньої багаторічної. В II період ПУ очікується вищим, ніж в I та III періоди і складатиме 5984 г/м²дек, тобто складатиме 121 % від середньобагаторічного (табл. 2).

На рис. 1 представлена середня температура повітря за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP4.5 в Південному Степу. Максимальні значення в II та III сценарні періоди приходять 10 декаду вегетації, що припадає на міжфазний період викидання волотті - цвітіння. В середньо багаторічний та I сценарний періоди максимальна температура повітря спостерігається в 12 декаді вегетації, що припадає на міжфазний період молочна - воскова стиглість.

Таблиця 2.

Формування урожаю рису за середньо багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату в Південному Степу (за період сходи - повна стиглість)

Період, сценарій	Вся суха маса, г/м ² дек			Фотосинтетичний потенціал, м ² /м ² за період	Баланс гумусу, т/га	Урожай проса при вологості 14 %, ц/га
	потенційного урожаю	метеорологічно можливого урожаю	дійсно можливого урожаю			
1980-2010	4926	2170	1323	256,6	0,113	60,3
RCP4.5:						
2021-2030	5784	1878	1145	213,3	0,161	52,2
Різниця	+858	-292	-178	43,3	+0,048	-8,1
2031-2040	5984	2000	1220	203,5	0,171	55,6
Різниця	+1058	-170	-103	53,1	+0,058	-4,7
2041-2050	5730	1896	1157	209,4	0,162	52,7
Різниця	+804	-274	-166	-47,2	+0,049	-7,6

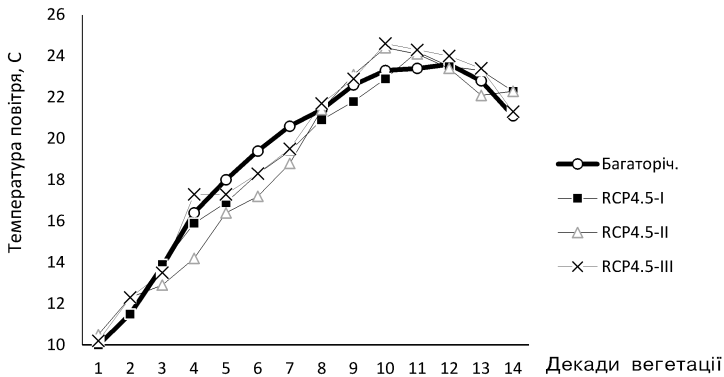


Рис. 1. Середня температура повітря за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP4.5 в Південному Степу

Середня багаторічна температура повітря складає 19,1 °С. Так, в I та II періоди температура повітря знизиться на 0,2 та 0,3 °С від середньої багаторічної і складатиме 18,9 та 18,8 °С. В III період середня температура повітря зросте від середньо багаторічної на 0,2 °С і складатиме 19,3 °С.

За умовами реалізації сценарію RCP4.5 за період сходи - повна стиглість сумарне випаровування в I та III періоди зросте

83 та 123 мм, а в II період — на 44 мм, в порівнянні з середньо-багаторічним значенням — 765 мм.

В середньобагаторічному випаровуваність складає 805 мм. В I та III періоди випаровуваність зростає до 942 та 965 мм, що вище від середньобагаторічного на 137 та 160 мм. В II період випаровуваність складатиме 870 мм, що вище на 65 мм від середньобагаторічного.

За середніми багаторічними даними при умовах зрошення вологозабезпеченість складає 0,95 відн.од. У I та III сценарні періоди вологозабезпеченість посівів проса складатиме 90 та 92 % від середньо багаторічної. В II період вологозабезпеченість складатиме 93 % від середньо багаторічної.

ГТК в середньо багаторічному складає 0,13 відн.од. В I період *ГТК* знизиться від середньо багаторічного значення на 0,3 відн.од. В II та III періоди спостерігається ріст *ГТК* до 0,52 та 0,53 відн.од. (табл. 1).

Зміна показників фотосинтетичної продуктивності культури відбувається під впливом зміни агрокліматичних умов вирощування проса, до яких в першу чергу відноситься площа асимілюючої поверхні посівів.

Як видно з даних рис. 2, рівень динаміки площі листя за умовами сценарію RCP4.5 буде нижчим, порівняно з середньо-багаторічним періодом. Площа листкової поверхні в період її максимального розвитку за середньо багаторічними даними складає 4,46 м²/м². В I та III періоди площа листкової поверхні зменшиться до 3,79 та 3,56 м²/м². В II період очікується ще трохи нижчий рівень площі листя, який складатиме 3,42 м²/м².

Фотосинтетичний потенціал (*ФП*) за умовами реалізації сценарію RCP4.5 (табл. 2) за середньо багаторічний період та за сценарні періоди максимального значення здобуває в кінці вегетаційного періоду. Так, за середньо багаторічний період максимальне значення фотосинтетичного потенціалу складає 256,6 м²/м². В I та III періоди *ФП* знизиться до 213,3 та 209,4 м²/м². В II період *ФП* буде трохи вищим і складатиме 203,5 м²/м².

ММУ залежить від факторів тепла та вологи. За середньо багаторічними даними *ММУ* складає 2170 г/м²дек. В I та III періоди спостерігається падіння *ММУ* до 1878 та 1896 г/м²дек, що складає 87 % від середньобагаторічного. В II період, із-за умов тепло- та вологозабезпеченості, *ММУ* зростає до 2000 г/м²дек, що складає 92 % від середньобагаторічного.

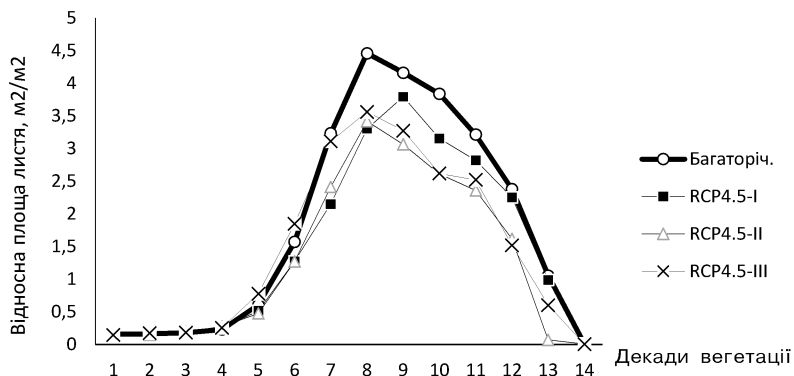


Рис. 2. Динаміка площі листя проса за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних за сценарієм RCP4.5 в Південному Степу

ДМУ всієї сухої маси рису в середньобагаторічному складає 1323 г/м²дек. В I та III періоди також спостерігається падіння ДМУ до 1145 та 1157 г/м²дек, що становить 87 % від середньобагаторічного. В II період ДМУ зростає до 1220 г/м²дек, що складає 92 % від середньо багаторічного.

При реалізації сценарію RCP4.5 урожай рису при 14-відсотковій вологості при середніх багаторічних умовах складає 60,3 ц/га (табл. 2). В I та III періоди урожай рису знизиться до 52,2 та 52,7 ц/га, що становить 87 % від середньобагаторічного. В II період урожай рису складатиме 55,6 ц/га, що становить 92 % від середньобагаторічного.

Баланс гумусу під посівами рису в I та III періоди підвищиться до 0,161 та 0,162 відн.од., а в II період — до 0,171 відн.од., в порівнянні з середньобагаторічним 0,113 відн.од. (табл. 2).

Висновки. Виконана оцінка впливу зміни кліматичних умов виконана шляхом порівняння даних за кліматичним сценарієм RCP4.5 та середніх багаторічних характеристик кліматичних і агрокліматичних показників.

Так, за умовами реалізації сценарію RCP4.5 в усіх трьох сценарних періодах спостерігається підвищення ФАР, в порівнянні з середньобагаторічною. В сценарні періоди також спостерігається і ріст ПУ рису, в порівнянні з середньобагаторічним. Із-за підвищення середньої температури повітря за сценарієм RCP4.5 очікується зменшення вологозабезпеченості під посівами рисових

полів. Рівень динаміки площі листя за умовами сценарію RCP4.5 буде нижчим, порівняно з середньобагаторічним періодом. ММУ за сценарними показниками зменшиться. Найгірші показники ММУ плануються за сценарієм RCP4.5 в II період. В I та III періоди спостерігається падіння ДМУ до 87 % від середньобагаторічного, в II період ДМУ зросте до 92 % від середньобагаторічного. Урожай рису при 14-відсотковій вологості в I та III періоди урожай знизиться до 87 % від середньобагаторічного. В II період урожай рису складатиме 92 % від середньобагаторічного.

Література

1. Рис Придунав'я: Колективна монографія / За ред. В. А. Сташука, А. М. Рокочинського, П. І. Мендуся, В. О. Турченюка. — Херсон: Гринь Д.С., 2016. — 620 с.
2. Jin, Z., D. Ge, H. Chen, J. Fang. Effects of Climate Change on Rice Production and Strategies for Adaptation in Southern China. In: C. Rosenzweig, editor, *Climate Change and Agriculture: Analysis of Potential International Impacts*, ASA Spec. Publ. 59. — Madison, WI. — 1995. — Pp. 307-323. doi:10.2134/asaspecpub59.c16.
3. F.w.T. Penning de Vries et al. Rice production and climate change. *Systems Approaches for Agricultural Development*, 1993. — P. 175-189.
4. Рис / Под ред. П. С. Ерыгина, Н. Б. Натальина. — М.: Колос, 1968. — 328 с.
5. Copeland, E. V. *Rice*. — London, 1924. — 352 p.
6. Гуцин Г. Г. Рис. — М.: Сельхозгиз, 1938. — 840 с.
7. Алешин Е. П., Власов В. Г. *Анатомия риса: Метод. указания*. — Краснодар: ВНИИ риса, 1982. — 112 с.
8. Алешин Е. П., Алешин Н. Е. Рис. — М.: Заводская правда, 1993. — 504 с.
9. Алешин Е. П., Рахманов А. Р., Кочак М. Т. *Справочник рисовода*. 2-е изд. — Ташкент: Мехмат, 1989. — 120 с.
10. Ерыгин П. С. *Физиология риса*. — М.: Колос, 1981. — 208 с.
11. Ерыгин П. С., Натальин Н. Б. Рис. — М.: Колос, 1968. — 328 с.
12. *Агрокліматичний довідник по території України / За ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко*. — Кам'янець-Подільський, 2011. — 107 с.
13. Польовий А. М. *Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем*. — К.: КНТ, 2007. — 344 с.

АГРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОСА В ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

Вступ. Просо — одна з основних круп'яних культур в світі. Цей злак цінується за високі смакові якості зерна (пшоняної крупи). Він стійкий до посухи, є культурою короткого світлового дня, відрізняється короткою вегетацією. Завдяки цим властивостям його часто висівають як пожнивні культури (проміжну культуру, яка обробляється після збору іншого виду зернових в цьому ж році) [1, 2].

Вирощування проса вигідно в тих районах, де інші зернові страждають від посухи. Просо жаростійка культура, формує хороший урожай навіть при високих температурах. Цей злак є страховою культурою: навіть в самі несприятливі роки він дає врожайність від 10 ц/га. Якщо ж дотримані прийоми агротехніки, густина посіву оптимальна, то врожайність складе 15-17 ц/га.

Вирощування проса буде найбільш ефективним після зернобобових, багаторічних трав, чистих від бур'янів озимих і просапних культур. Не рекомендується висівати просо після кукурудзи (а також перед нею), оскільки обидві рослини піддаються ураженню стебловим метеликом [3, 4].

Ступінь відповідності кліматичних умов біологічним особливостям сільськогосподарських культур і агротехніки їх вирощування визначає продуктивність цих культур. Найбільш висока врожайність проса досягається за умов максимально більш повного використання рослиною кліматичних ресурсів.

Максимум продуктивності може бути досягнуто за рахунок зміни структури посівних площ досліджуваної культури з метою отримання кращої відповідності кліматичних умов їх біологічним вимогам [5].

Опис об'єктів і методів досліджень. Ставилася задача оцінити агрокліматичні умови формування врожаю проса на станції Вінниця Вінницької області. В якості вихідної інформації використовувалися дані спостережень на мережі гідрометеорологічних та агрометеорологічних станцій Української Гідрометслужби з 1980 по 2010 роки [6]. За теоретичну основу була прийнята базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А. М. Польового [7, 8].

Опис і аналіз результатів. Розглянуто динаміку приростів потенційної урожайності (ПУ) та хід декадної інтенсивності фотосинтетично-активної радіації (ФАР) за період сходи - повна стиглість в Вінницькій області.

На початку вегетації рівень інтенсивності ФАР (рис. 1) складає 0,246 кал/см²хвилину. Максимальне значення інтенсивності ФАР спостерігається у восьмій декаді вегетації та складає 0,268 кал/см²хвилину.

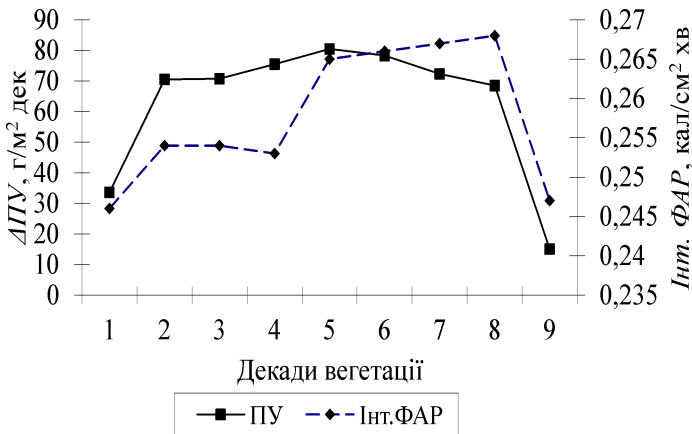


Рис. 1. Динаміка інтенсивності ФАР і декадних приростів ПУ проса в Вінницькій області

Приріст ПУ (рис. 1) в першій декаді вегетації складає 33,6 г/м²дек. У другій декаді приріст ПУ різко зростає і досягає позначки 70,5 г/м²дек. У п'ятій декаді вегетації приріст ПУ досягає максимуму і складає 80,5 г/м²дек. Наприкінці вегетації спостерігається різке падіння до позначки 15,1 г/м²дек.

Нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу цієї культури починається з температури 12,5 °С, піднімається до максимуму в шостій декаді вегетації — 19,6 °С і в кінці вегетації складає 18,4 °С (табл. 1).

Верхня межа температурного оптимуму починається з температури 15,8 °С. У сьомій декаді вегетації температура досягає максимуму — 22,8 °С і в кінці вегетації знижується до позначки 21,5 °С.

Середньодакна температура повітря (*t*) (рис. 2) починається з позначки 15,4 °С. Далі поступово піднімається, досягаючи

максимуму в восьмій декаді вегетації — 19,3 °С. В дев'ятій декаді вегетації середньодекадна температура повітря знижується до 18,2 °С.

Таблиця 1.
Агрокліматичні умови формування агроекологічних категорій урожайності проса в Вінницькій області

Декади вегетації	Інтенсивність ΦAP за декаду, кал/см ²	Оптимальні температури повітря для фотосинтезу, °С		Середня температура повітря за декаду, °С	Сумарне випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Відносне вологозабезпечення, відн. од.	Запаси вологи в шарі 0-100 см, мм
		нижня межа	верхня межа					
1	0,246	12,5	15,8	15,4	13,3	23,4	0,57	172
2	0,254	15,4	18,1	16,8	25,2	42,9	0,59	170
3	0,254	17,3	19,8	17,0	23,0	39,0	0,59	168
4	0,253	18,8	21,4	18,4	25,5	43,9	0,58	162
5	0,265	19,5	22,3	18,0	25,4	43,9	0,58	156
6	0,266	19,6	22,8	19,0	25,5	43,9	0,58	150
7	0,267	19,3	22,6	18,7	25,5	43,9	0,58	144
8	0,268	18,6	21,8	19,3	27,2	48,3	0,56	138
9	0,247	18,4	21,5	18,2	7,7	13,2	0,58	133

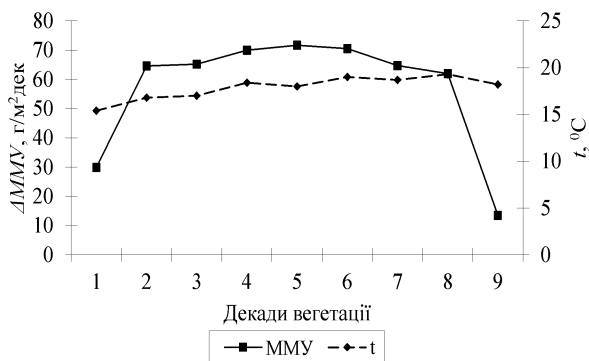


Рис. 2. Декадний хід температури повітря (t) і приростів метеорологічно-можливого врожаю (ММУ) проса в Вінницькій області

У першій декаді вегетації (рис. 2) приріст метеорологічно-можливого врожаю (ММУ) складає 29,9 г/м²дек. Далі крива різко піднімається у другій декаді вегетації до 64,6 г/м²дек. Максимальне значення спостерігається в п'ятій декаді вегетації

і складає 71,7 г/м²дек. В кінці вегетації відбувається різке зниження приростів ММУ до 13,5 г/м²дек.

Сумарне випаровування (E) в першій декаді від сходів складає 13 мм (рис. 3), потім сумарне випаровування зростає до 25 мм у другій декаді вегетації. В кінці вегетації спостерігається різке падіння до 7 мм.

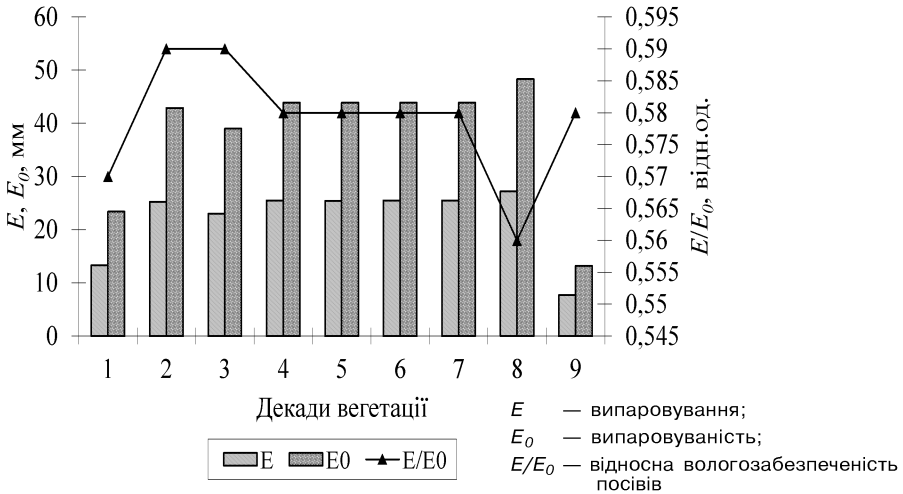


Рис. 3. Декадний хід характеристик водного режиму посівів проса в Вінницькій області

Випаровуваність (E_0) на початку вегетації проса складає 23 мм (рис. 3). Далі у другій декаді вегетації відбувається підвищення випаровуваності до 43 мм. У восьмій декаді вегетації випаровуваність досягає максимального значення та складає 48 мм. В кінці вегетації випаровуваність різко знизилася до 13 мм.

Розгляд динаміки відношення E/E_0 (рис. 3) показує, що на початку вегетації проса вона знаходиться на позначці 0,57 відн.од і досягає найнижчих значень в восьмій декаді вегетації та складає 0,56 відн.од.

Максимальне значення запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту (табл. 1) спостерігалось в першій декаді вегетації і складало 172 мм і в дев'ятій декаді вегетації досягли мінімального значення 133 мм.

Хід динаміки приростів дійсно-можливої урожайності (ДМУ) представлений на рис. 4.

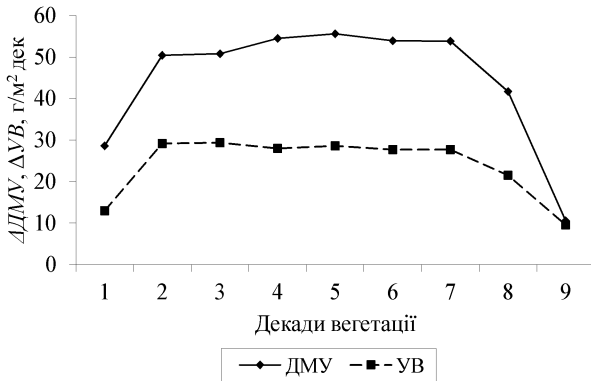


Рис. 4. Динаміка ДМУ і UV проса в Вінницькій області

Величини приростів починаються з позначки 17,9 г/м²дек, далі різко зростають в наступній декаді вегетації до 38,8 г/м²дек, в п'ятій декаді вегетації прирости ДМУ досягли максимуму і складає 43,0 г/м²дек. В кінці вегетаційного періоду прирости ДМУ знижуються до найнижчого значення 8,0 г/м²дек.

Прирости врожайності на рівні UV (рис. 4) починаються з позначки 14,0 г/м²дек. У п'ятій декаді вегетації прирости досягають максимуму і складають 33,5 г/м²дек. В кінці вегетаційного періоду прирости UV різко знижуються до мінімальної позначки 6,3 г/м²дек.

Висновки. За допомогою розрахунків на основі моделі оцінки агрокліматичних ресурсів культури проса оцінено щодакдану динаміку показників приростів агроекологічних категорій врожайності під впливом радіаційного, теплового та водного режимів в умовах Вінницької області. Встановлено оптимальні показники умов формування приростів врожайності.

Література

1. Просвиркина А. Г. Агрометеорологические условия и продуктивность проса. — Л.: Гидрометеоиздат, 1987. — 23 с.
2. Ушкаренко В. О., Аверчев О. В. Просо — на півдні України. — Херсон: Олді плюс, 2007. — 196 с.
3. Тимирязев К. А. Жизнь растений. — М.: Сельхозгиз, 1936. — 329 с.
4. Камінський В. Ф., Глієва О. В. Продуктивність та якість зерна проса за різних рівнів удобрення // 36. наук. праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". — Вип. 1, 2015. — С. 63-71.

5. Любчич О. Г. Особливості формування продуктивності та якості зерна проса залежно від умов азотного живлення на сірих лісових ґрунтах. Автореф. ... дис. канд. с.-г. наук // Нац. наук. центр “Ін-т земл-ва УААН”. — К., 2008. — 24 с.
6. Агрокліматичний довідник по території України / За ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. — Кам'янець-Подільський, 2011. — 107 с.
7. Полевой А. Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. — 2004, Вип. 48. — С. 206.
8. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: Навч. посібн. — К.: КНТ, 2007. — 344 с.

Данілова Н. В., Тутов С. Г.

ОЦІНКА ЗМІНИ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЗРОСТАННЯ ПРОСА У ЗВ'ЯЗКУ ЗІ ЗМІНОЮ КЛІМАТУ В ПІВНІЧНОМУ СТЕПУ УКРАЇНИ

Вступ. Зміна клімату може впливати на сільськогосподарські культури різними шляхами. Просо відоме своїми кліматичними властивостями і володіє декількома морфо-фізіологічними, молекулярними і біохімічними характеристиками, які забезпечують кращу стійкість до стресів навколишнього середовища, ніж інші злаки. Ці атрибути роблять просо культурою наступного покоління, культурою вибору для вирощування в посушливих і напівпосушливих регіонах світу, яку потенційно можна досліджувати, вивчати властивості, стійкі до клімату, і використовувати інформацію для поліпшення основних зернових культур [1, 2]. Оперативне введення в сівозміну проса, здатного витримати періодично посухи, які повторюються, особливо в Степу України, є одним із шляхів, що дозволяють подолати наслідки подібних екстремальних умов [3, 4]. Із-за потепління клімату в Україні складаються гарні умови для вирощування південних культур до яких відноситься просо. Зважаючи на обставини, вирощування проса має бути відновлено шляхом визнання варіантів виробництва в контексті зміни кліматичних сценаріїв України з використанням методів моделювання посівів.

Опис об'єктів і методів досліджень. Аналіз тенденції зміни клімату виконано шляхом порівняння даних за кліматичним сценарієм RCP4.5 та середніх багаторічних характеристик кліматичних і агрокліматичних показників за чотири періоди: 1980-2010 рр. (базовий період), 2021-2030 рр. (I сценарний період), 2031-2040 рр. (II сценарний період), 2041-2050 рр. (III сценарний період). Була використана базова модель оцінки агрокліматичних ресурсів формування продуктивності сільськогосподарських культур А. М. Польового [5, 6].

Опис і аналіз результатів. За умов реалізації сценарію RCP4.5 зміни клімату терміни сівби проса змістяться на більш пізні строки: для I періоду на 4 дні, для II періоду — на 3 дні, для III періоду — на 2 дні (табл. 1). Відповідно, змістяться і строки появи сходів: для I періоду на 3 дні, для II періоду — на 2 дні, для III періоду — на 1 день. Строки викидання волоті змістяться відповідно на 6, 7 та 1 день пізніше. Повна стиглість в I та II періоди настане на 6-7 днів пізніше, а в III періоді залишиться незмінною, порівняно з базовим періодом. Тривалість вегетаційного періоду посів - повна стиглість для I та II періодів збільшиться на 2 та 4 дні, а для III — зменшиться на 2 дні.

Таблиця 1.

Фази розвитку проса за середньо багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP4.5 в Північному Степу

Період	Сівба	Сходи	Викидання волоті	Повна стиглість	Тривалість вегетаційного періоду, дні
1980-2010	17.04	05.05	24.06	26.07	100
RCP4.5					
2021-2030	21.04	08.05	30.06	01.08	102
Різниця	+3	+5	+6	+6	+4
2031-2040	20.04	07.05	01.07	02.08	104
Різниця	+3	+2	+7	+7	+4
2041-2050	19.04	06.05	26.06	26.07	98
Різниця	+2	+1	+1	0	-2

За умовами сценарію RCP4.5 період сівба - викидання волоті буде проходити при підвищеній температурі на 1,4 °C у I період і зниженій на 1,4 та 0,5 °C у II та III періоди (табл. 2). Сума опадів в I та III періоди зменшиться на 10 мм та 15 мм, в II період спостерігається збільшення на 21 мм в порівнянні з базовим періодом.

Таблиця 2.

Агрокліматичні умови вирощування проса за середньо-багаторічними даними та за сценарієм зміни клімату RCP4.5 в Північному Степу

Період	Період сходи – викидання волоті			Період викидання волоті – повна стиглість			Весь вегетаційний період			
	середня температура, °С	сума температур, °С	сума опадів, мм	середня температура, °С	сума температур, °С	сума опадів, мм	середня температура, °С	сума температур, °С	сума опадів, мм	Сума ФАР, кДж/см ² за період
1980-2010	17,9	895	88	21,5	689	61	19,3	1584	149	105,0
RCP4.5										
2021-2030	19,3	905	78	21,6	690	42	20,2	1595	120	132,1
Різниця	+1,4	+10	-10	+0,1	+1	-19	+0,9	+11	-29	+27,1
2031-2040	16,5	908	106	21,8	697	29	18,4	1605	138	128,7
Різниця	-1,4	+13	+21	+0,3	+8	-32	-0,9	-21	-11	+23,7
2041-2050	17,4	871	73	22,1	686	24	19,2	1557	97	120,9
Різниця	-0,5	-24	-15	-0,4	-3	-37	-0,1	-27	-52	+15,9

Водний режим посівів дещо погіршиться (табл. 3).

За сценарієм RCP4.5 за міжфазний період сходи - викидання волоті знизиться сумарне випаровування в порівнянні з базовим (116 мм) до 103 мм у I період, до 119 мм у II період і до 95 мм у III період. Сумарна випаровуваність знизиться на 4 мм у I період, а у II період підвищиться на 10 мм.

Дещо завищеним буде температурний режим в період викидання волоті - повна стиглість в I та II періоди на 0,1 та 0,3 °С, а в III період середня температура повітря знизиться на 0,4 °С, порівняно з базовим періодом. Сума опадів за цей міжфазний період знизиться відповідно на 19, 32 та 37 мм.

Сумарне випаровування зменшиться на 20 мм в I період, на 38 мм в II період та на 79 мм в III період, порівняно з базовим 86 мм. Сумарна випаровуваність в I період збільшиться на 34 мм, в II — на 48 мм, а в III — на 49 мм, в порівнянні з базовим 157 мм (табл. 3).

Таблиця 3.

Порівняння показників режиму вологозабезпеченості проса за середньобагаторічними даними та за сценарієм зміни клімату в Північному Степу

Період	I період сходи – викидання волоті			II період викидання волоті – повна стиглість			Вегетаційний період		
	Сумарне випаровування, мм	Сумарна випаровуваність, мм	Вологозабезпеченість, відн. од.	Сумарне випаровування, мм	Сумарна випаровуваність, мм	Вологозабезпеченість, відн. од.	Сумарне випаровування, мм	Сумарна випаровуваність, мм	Вологозабезпеченість, відн. од.
1981-2010	116	197	0,59	86	157	0,55	202	354	0,57
RCP4.5									
2021-2030	103	195	0,53	66	191	0,35	169	386	0,44
Різниця	-13	-2	-0,60	-20	+34	-0,20	-33	+32	-0,13
2031-2040	119	177	0,67	48	205	0,23	167	382	0,45
Різниця	+3	-20	+0,08	-38	+48	-0,32	-35	+28	-0,12
2041-2050	95	173	0,55	37	206	0,18	132	379	0,37
Різниця	-21	-24	-0,04	-49	+49	-0,37	-70	+25	-0,20

За весь період вегетації проса ріст і розвиток в I період будуть проходити на фоні підвищеної температури на 0,9 °С, а в II та III періоди температура повітря знизиться на 0,9 та 0,1 °С в порівнянні з базовим періодом.

Сума опадів за вегетаційний період проса в середньобагаторічному складає 149 мм. За період вегетації в I період сума опадів зменшиться 29 мм і складатиме 120 мм. В II період сума опадів зменшиться на 11 мм і складатиме 138 мм. Найнижча кількість опадів спостерігається в III період і складає 97 мм, що на 52 мм менше за середньобагаторічну (табл. 2).

Такі умови зволоження погіршать умови вологозабезпеченості посівів, і складатимуть відносно 63, 41 та 33 % від середньобагаторічної.

При оптимальній забезпеченості рослин вологою, теплом і мінеральним ґрунтовим живленням максимальний приріст

фітомаси посівів проса визначається приходом ΦAP за період і коефіцієнтом її використання.

Під впливом зміни агрокліматичних умов вирощування проса відбудеться зміна показників фотосинтетичної продуктивності культури до яких відноситься ΦAP .

За середніми багаторічними даними сума фотосинтетичної активної радіації (Сума ΦAP) за період сходи - повна стиглість складає $105,0 \text{ кДж/см}^2$. За сценарієм RCP4.5 в I та II періоди очікується збільшення суми ΦAP до $132,2$ та $128,7 \text{ кДж/см}^2$, що складає 126 та 123% від середньо багаторічного. В III період сума ΦAP буде нижчою, ніж в I та II сценарних періодах, але вищою за середньо багаторічну і складатиме $120,9 \text{ кДж/см}^2$ — 115% (табл. 2).

Максимальне значення приходу ΦAP за базовий період припадає на десятю декаду вегетації та складає $271,8 \text{ кал/см}^2/\text{добу}$. За сценарієм RCP4.5 прихід ΦAP зростає (рис. 1).

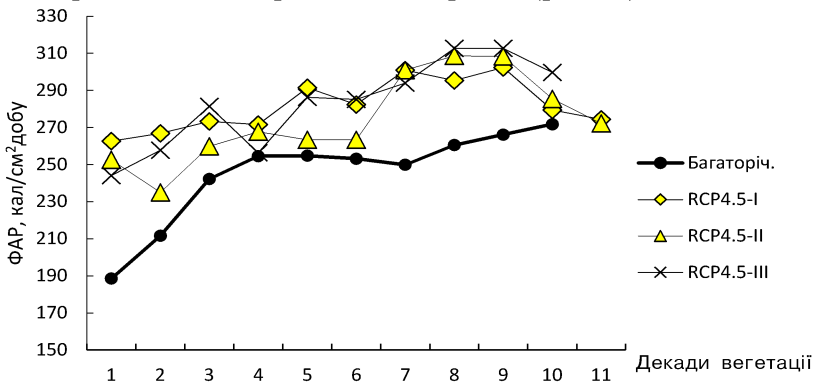


Рис. 1. Декадний хід ΦAP проса за вегетаційний період в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Північному Степу

Так найвищі значення будуть спостерігатись в II сценарний період в восьмій декаді вегетації — $308,7 \text{ кал/см}^2/\text{добу}$ та в III сценарний період в восьмій і дев'ятій декадах вегетації — $312,7 \text{ кал/см}^2/\text{добу}$. В I сценарний прихід ΦAP буде дещо нижчим, ніж в II та III сценарні періоди, але вищим від середньо багаторічного і складатиме $302,3 \text{ кал/см}^2/\text{добу}$ в IX декаді вегетації.

Максимальне значення сумарної радіації за добу в середньо багаторічному складає $490,1 \text{ кал/см}^2/\text{добу}$ (рис. 2).

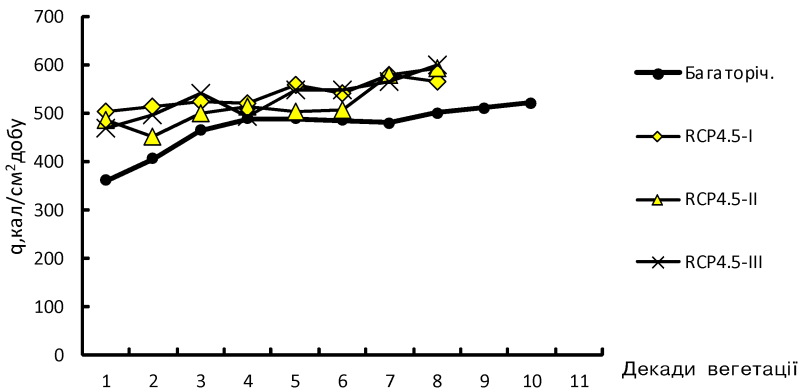


Рис. 2. Декадний хід сумарної радіації за добу в порівнянні середніх багаторічних та сценарних розрахункових даних в Північному Степу

В сценарні періоди спостерігається підвищення сумарної радіації до 581,4 кал/см²добу в I період, до 593,6 кал/см²добу в II період. Найвищий показник сумарної радіації спостерігається в III період і складає 601,4 кал/см²добу.

Література

1. Камінський В. Ф., Глієва О. В. Продуктивність та якість зерна проса за різних рівнів удобрення // Зб. наук. праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". — Вип. 1, 2015. — С. 63-71.
2. Рудник-Іващенко О. І. Залежність якості зерна проса посівного фону мінерального живлення. — 2010. — № 5. — С. 10-11.
3. Лысов В. Н. Просо. — Л., 1968. — 224 с.
4. Бобкова З. Н., Ханыгин А. М. О нормативах поражения проса пыльной головней. Селекция, семеноводство и технология возделывания проса на юго-востоке. — Саратов, 1981. — С. 80-86.
5. Агрокліматичний довідник по території України / За ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. — Кам'янець-Подільський, 2011. — 107 с.
6. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: Навч. посіб. — К.: КНТ, 2007. — 344 с.

ВПЛИВ АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ДИНАМІКУ ПРИРОСТІВ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ КАТЕГОРІЙ УРОЖАЙНОСТІ В ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Вступ. Просо є різновидом дрібнозернистих однорічних злаків в теплу погоду, які є частиною сімейства трав. Ці культури дуже стійкі до посухи в природі. Просо широко вирощується в усьому світі для використання в якості їжі і корму. Просо є важливою культурою в напівзасушливих тропічних регіонах. Протягом століть просо служило важливим продуктом харчування в деяких частинах Азії та Африки [1, 2]. Ця культура вирощувалася в Східній Азії не менше 10000 років. Просо краще пристосоване до посушливих, не родючих ґрунтів, ніж більшість інших культур, і тому часто культивується в надзвичайно суворих умовах — наприклад, при високих температурах, низьких і нестійких опадах, коротких вегетаційних періодах, кислих і не родючих ґрунтах з поганою вологозабезпеченістю. У проса сильна, глибока коренева система і короткий життєвий цикл. В результаті рослини проса можуть вижити і надійно давати невелику кількість зерна в областях, де середньорічна кількість опадів становить всього 300 мм. Це можна порівняти з мінімальною потребою у воді 400 мм для сорго і 500-600 мм для кукурудзи. Деякі види також, мабуть, переносять більш високі температури, ніж сорго і кукурудза, хоча вони не переносять тривалих періодів посухи.

У країнах, що розвиваються, системи вирощування проса мають тенденцію бути великими, з обмеженим застосуванням поліпшених технологій, за винятком деяких найбільш комерціалізованих сільськогосподарських районів Індії. Ці культури зазвичай вирощуються без поливу або хімічних добрив на легких, добре дренованих ґрунтах з низьким вмістом органічних речовин [3]. Коли є додаткове або повне зрошення, фермери вважають за краще вирощувати більш прибуткові культури, хоча винятки існують в деяких регіонах (наприклад, в Гуджараті в Індії), де існує сезонно високий попит на залишки проса в якості корму для тварин. Короткочасні сорти проса також вирощуються при зрошенні до або після більш цінних культур в районах, де сезон досить тривалий [3, 4].

Опис об'єктів і методів досліджень. На основі базової моделі оцінки агрокліматичних ресурсів А. М. Польового [5] дано характеристику агрометеорологічних умов формування продуктивності проса в Черкаській області. Для дослідження використовувалися дані спостережень на мережі гідрометеорологічних та агрометеорологічних станцій Української Гідрометслужби з 1980 по 2010 роки [6].

Опис і аналіз результатів. На початку вегетації рівень інтенсивності ΦAP (рис. 1) складає 0,253 кал/см²хвилину. Максимальне значення інтенсивності ΦAP спостерігається у п'ятій декаді вегетації та складає 0,279 кал/см²хвилину. У дев'ятій декаді вегетації ця інтенсивність зменшується до 0,271 кал/см²хвилину.

Приріст $ПУ$ (рис. 1) в першій декаді вегетації складає 46,5 г/м²дек. У наступній декаді приріст $ПУ$ зростає і досягає позначки 65,7 г/м²дек. Далі приріст $ПУ$ поступово збільшується та досягає максимуму в п'ятій декаді вегетації і складає 85,3 г/м²дек. У наступні декади вегетації приріст $ПУ$ починає поступово знижуватися і наприкінці вегетації спостерігається різке падіння до позначки 5,5 г/м²дек.

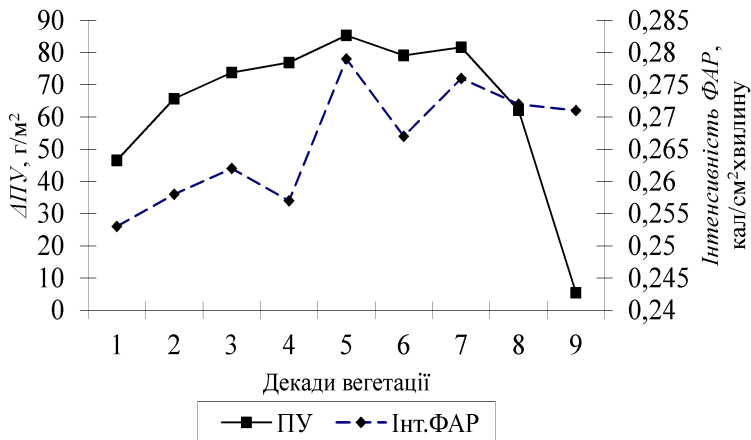


Рис. 1. Динаміка інтенсивності ΦAP і декадних приростів $ПУ$ проса в Полтавській області

Нижня межа температурного оптимуму для фотосинтезу цієї культури починається з температури 12,9 °С, піднімається до максимуму в шостій декаді вегетації — 19,6 °С і в кінці вегетації складає 18,4 °С (табл. 1).

Таблиця 1.

Агрокліматичні умови формування агроекологічних категорій урожайності проса в Полтавській області

Декади вегетації	Інтенсивність $ФАР$ за декаду, кал/см ²	Оптимальні температури повітря для фотосинтезу, °С		Середня температура повітря за декаду, °С	Сумарне випаровування, мм	Випаровуваність, мм	Відносне вологозабезпечення, відн. од.	Запаси вологи в шарі 0-100 см, мм
		нижня межа	верхня межа					
1	0,253	12,9	16,1	16,3	15,9	31,2	0,51	139
2	0,258	15,4	18,1	18,0	19,9	39,0	0,51	137
3	0,262	17,4	20,0	19,3	21,4	43,9	0,49	133
4	0,257	18,7	21,3	18,9	16,6	34,1	0,49	126
5	0,279	19,5	22,3	20,8	20,6	43,9	0,47	118
6	0,267	19,6	22,8	20,9	21,7	48,8	0,44	109
7	0,276	19,2	22,5	21,4	23,3	53,6	0,43	99
8	0,272	18,5	21,7	21,1	20,5	48,8	0,42	87
9	0,271	18,4	21,6	19,8	1,9	4,4	0,44	79

Верхня межа температурного оптимуму починається з температури 16,1 °С, далі спостерігається поступовий ріст цих значень. У шостій декаді вегетації температура досягає максимуму — 22,8 °С, і в кінці вегетації знижується до позначки 21,6 °С.

Середньодекадна температура повітря (t) (рис. 2) починається з позначки 16,3 °С. Далі поступово піднімається, досягаючи максимуму в сьомій декаді вегетації — 21,4 °С. В кінці вегетаційного періоду середньодекадна температура повітря складає 19,8 °С.

У першій декаді вегетації (рис. 2) приріст $ММУ$ складає 40 г/м²дек. Далі крива піднімається у другій декаді вегетації до 58,5 г/м²дек. У наступні періоди спостерігається її поступовий ріст. Максимальне значення спостерігається в п'ятій декаді вегетації і складає 75 г/м²дек. Потім прирости $ММУ$ поступово знижуються і в кінці вегетації відбувається різке зниження приростів $ММУ$ до 4,5 г/м²дек.

Сумарне випаровування (E) в першій декаді від сходів складає 16 мм (рис. 3), потім у міру росту температури повітря сумарне випаровування зростає до 23 мм у сьомій декаді вегетації. В кінці вегетації спостерігається різке падіння до 2 мм.

Випаровуваність (E_0) на початку вегетації проса складає 31 мм (рис. 3). Далі у другій декаді вегетації відбувається підвищення випаровуваності до 39 мм. В сьомій декаді вегетації випаровуваність досягає максимального значення та складає 54 мм. В кінці вегетації випаровуваність різко знизилася до 4 мм.

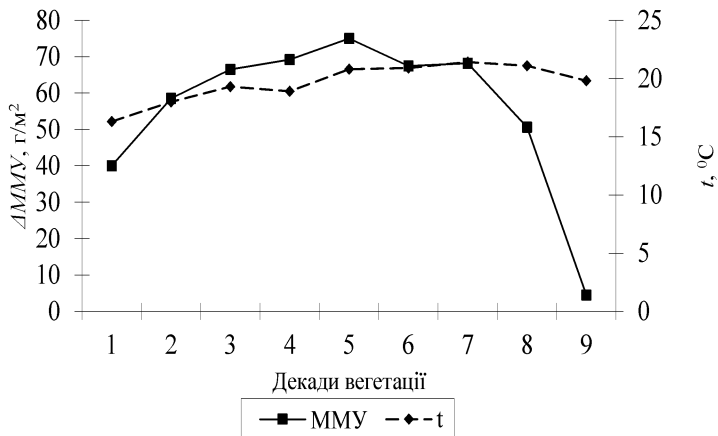


Рис. 2. Декадний хід температури повітря (t) і приростів метеорологічно-можливого врожаю (ММУ) проса в Полтавській області

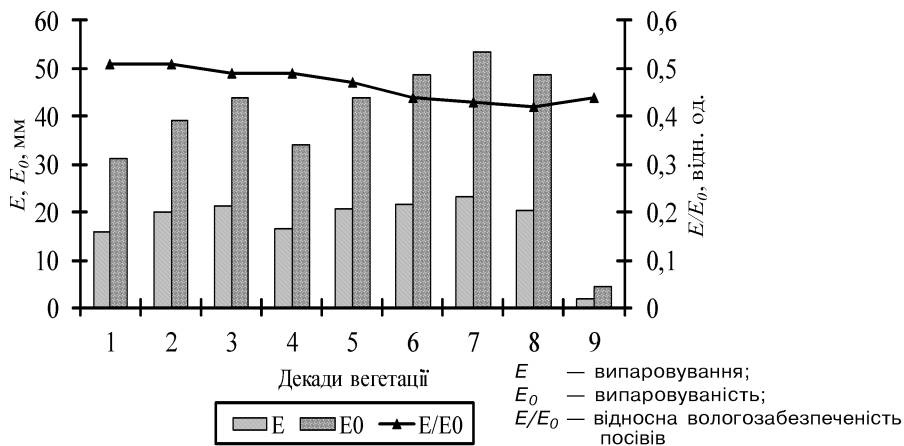


Рис. 3. Декадний хід характеристик водного режиму посівів проса в Полтавській області

Розгляд динаміки відношення E/E_0 (рис. 3) показує, що на початку вегетації проса вона знаходиться на позначці 0,51 відн. од. В кінці вегетації відношення E/E_0 складає 0,44 відн.од.

Максимальне значення запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту (табл. 1) спостерігалось в першій декаді вегетації і склало 139 мм. Далі запаси вологи поступово знижу-

ються і в дев'ятій декаді вегетації досягли мінімального значення 79 мм.

Хід динаміки приростів дійсно-можливої урожайності (ДМУ) представлений на рис. 4.

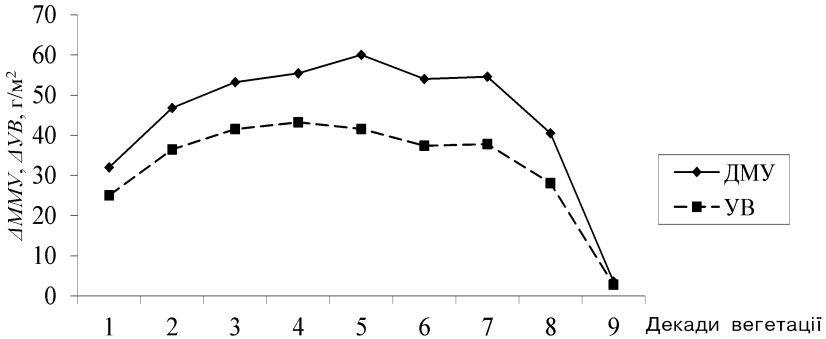


Рис. 4. Динаміка ДМУ і УВ проса в Полтавській області

Величини приростів починаються з позначки 32 г/м²дек, далі зростають в наступній декаді вегетації до 46,8 г/м²дек, після чого ДМУ починає рости, досягаючи максимуму в п'ятій декаді вегетації і складає 60 г/м²дек. В кінці вегетаційного періоду прирости ДМУ знижуються до найнижчого значення 3,6 г/м²дек.

Прирости врожайності на рівні УВ (рис. 4.) починаються з позначки 24,9 г/м²дек. У четвертій декаді вегетації прирости досягають максимуму (43,2 г/м²дек). В кінці вегетаційного періоду прирости УВ різко знижуються до мінімальної позначки 2,8 г/м²дек.

Висновки. За допомогою розрахунків на основі моделі оцінки агрокліматичних ресурсів культури проса оцінено щодакандну динаміку показників приростів агроєкологічних категорій врожайності. Максимальні значення приростів ПУ складає 85,3 г/м²дек при середній температурі повітря 20,8 °С, ММУ складає 75,0 г/м²дек, ДМУ складає 60,0 г/м²дек і УВ складає 48,2 г/м²дек.

Література

1. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. — К.: Аграрна освіта, 2001. — 291 с.
2. Просвиркина А. Г. Агрометеорологические условия и продуктивность проса. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — 23 с.

3. Рудник-Іващенко О. І. Залежність якості зерна проса посівного фону мінерального живлення. — 2010. — № 5. — С. 10-11.
4. Константинов С. И., Горбачева С. Н. Хозяйственно-биологическая характеристика сортов проса и особенности их возделывания // Хранение и переработка зерна. Журнал. — Харьков, 2003.
5. Полевой А. Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. — 2004, вип. 48. — С. 206.
6. Агрокліматичний довідник по території України / За ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіді, А. Л. Прокопенко. — Кам'янець-Подільський, 2011. — 107 с.

Гльїна А. О., Польовий А. М.

МОДЕЛЮВАННЯ ПОГЛИНАЛЬНОЇ ЗДІБНОСТІ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ ВІВСОМ В УМОВАХ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Важкі метали є сьогодні одним з найбільш поширених антропогенних забруднювачів біосфери [1]. Специфіка вирощування сільськогосподарських культур передбачає застосування мінеральних добрив, засобів захисту рослин від шкідливих організмів, за допомогою яких можна отримати високі врожаї вирощуваних рослин, у тому числі вівса [2]. У той же час агрохімікати представляють загрозу для навколишнього середовища — певна кількість шкідливих для живих організмів речовин може засвоюватись рослинами вівса і далі за ланцюгами живлення надходити в організм людини та тварини [3].

Мета роботи. Метою роботи є оцінка швидкості поглинання найбільш токсичних важких металів рослинами вівса в умовах Одеської області.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є посіви вівса в умовах Одеської області.

Вихідні данні. Для моделювання швидкості поглинання важких металів рослинами вівса в умовах Одеської області використано інформацію про вміст основних важких металів у ґрунтах районів Одеської області за 2016 р.

Методи дослідження. Накопичення важких металів рослиною розглядається в залежності від утримання рухомих форм

важких металів у ґрунті. Швидкість надходження важких металів у рослину описується формулою[4]:

$$\frac{\Delta A_q^{\text{погл(о)}}}{\Delta t} = \frac{86,4\alpha_q^{\text{погл}} \bar{A}_q^{\text{гр}} m_r^j}{a_r}, \quad (1)$$

де $\frac{\Delta A_q^{\text{погл}}}{\Delta t}$ — швидкість поглинання важких металів корінням рослини, мг·м²доб⁻¹; $\alpha_q^{\text{погл}}$ — поглинальна здібність кореню, м·с⁻¹; $\bar{A}_q^{\text{гр}}$ — концентрація рухомих форм *g*-го виду важких металів у ґрунті, мг·кг⁻¹; a_r — радіус кореню, см; *q* — вид важкого металу.

У зв'язку з можливим підвищенням рівню антропогенного забруднення ґрунту та рослин важкими металами врахуємо їх фітотоксичний вплив за допомогою коефіцієнту фітотоксичності $K_{\text{ВМ}}$, визначеного за принципом Лібіха з великої кількості коефіцієнтів фітотоксичності кожного виду важких металів [4]:

$$K_{\text{м.М}}^j = \min\{K_q^j\}, q \in \text{Cd, Cu, Hg, Pb, Sr, Zn} \quad , \quad (2)$$

кожний з яких визначається з виразу:

$$K_q^{\text{крj}} = 1 - \left(\frac{\mu A q}{A_q^{\text{кр2}} - A_q^{\text{кр1}}} \right) \cdot A_q^{\text{роч(j)}} \quad , \quad (3)$$

де $\mu A q$ — зниження продуктивності рослин в інтервалі критичних величин концентрації важких металів у рослині $A_q^{\text{кр1}}$ і $A_q^{\text{кр2}}$ (мг·кг⁻¹).

Результати дослідження. Свинець відноситься до найбільш відомих отруйних речовин. В сучасному світі переважна частина харчових продуктів, вода та інші об'єкти навколишнього середовища забруднені свинцем. Не дивлячись на погану розчинність *Pb* у ґрунті, він поглинається кореневими волосками і затримується в стінках кліток. Коли *Pb* присутній в живильних розчинах в розчинній формі, коріння рослин здатне поглинати його у великій кількості, при цьому швидкість поглинання зростає з часом. Переміщення *Pb* з коріння в надземну частину вельми обмежено, і лише 3 % *Pb*, що міститься в корінні, переміщується в стебло.

Кадмій — рідкий і вельми розсіяний елемент. Його вміст в земній корі складає $1,1 \cdot 10^{-5}$ %. Головний чинник, що визна-

чає вміст *Cd* у ґрунтах, це хімічний склад материнських порід. Активність, а з нею і здатність рослин поглинати *Cd*, сильно залежить від рН ґрунту: він найбільш рухомий в інтервалі рН 4,5-5,5, а зі збільшенням його значення рухливість падає. В основному *Cd* локалізується в корінні і, в менших кількостях, у вузлах стебел, черешках і головних жилках листя. Кадмій вважається токсичним елементом для рослин, і основна причина його токсичності пов'язана з порушенням ензиматичної активності.

За допомогою вище наведеної методики оцінки швидкості поглинання важких металів сільськогосподарськими рослинами була розрахована швидкість поглинання найбільш токсичних важких металів, до яких відносяться свинець, ртуть та кадмій, рослинами вівса для основних районів сільськогосподарського виробництва Одеської області. Отримані характеристики наведені на рис. 1-3. При цьому урахувалися основні показники поглинальної здібності кореневої системи вівса з урахуванням умов вирощування.

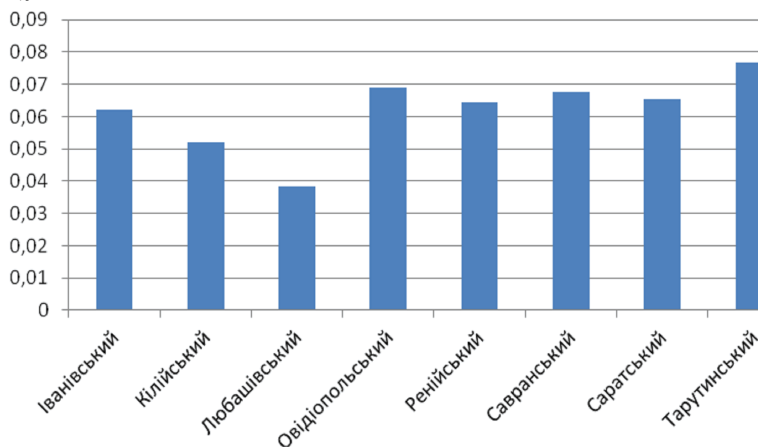


Рис. 1. Швидкість поглинання кадмію корінням рослини, мг·м²доб⁻¹

З рис. 1 видно, що найбільші значення швидкості поглинання кадмія отримані у Тарутинському районі, а найменші — у Любашівському районі. При цьому значних коливань за цим важким металом не отримано. В середньому швидкість поглинання складає 0,06 мг·м²доб⁻¹.

Особливістю швидкості поглинання рослинами свинцю є те, що вона в значній мірі залежить від типу ґрунту та агроекологічних

умов вирощування. З отриманих показників видно (рис. 2), що найбільші значення спостерігаються у Кілійському районі, який є найменш забезпеченим з точки зору умовами зволоження та значно вищим температурним фоном. Найменші значення швидкості поглинання для цього важкого металу отримані для Тарутинського району, де спостерігалися найменші значення концентрації цього елемента у ґрунті.

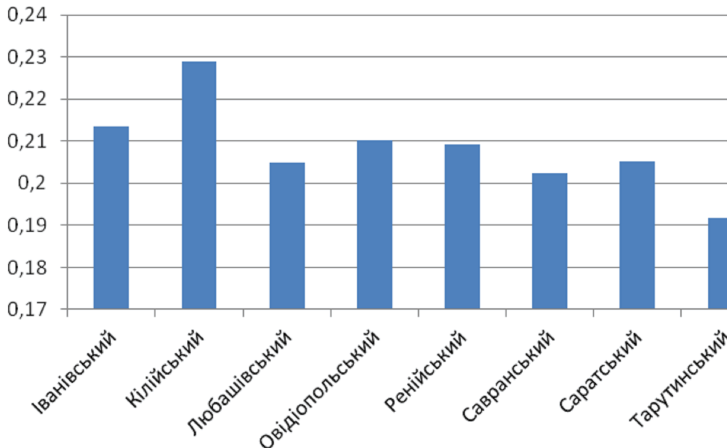


Рис. 2. Швидкість поглинання свинцю корінням рослини, мг·м²доб⁻¹

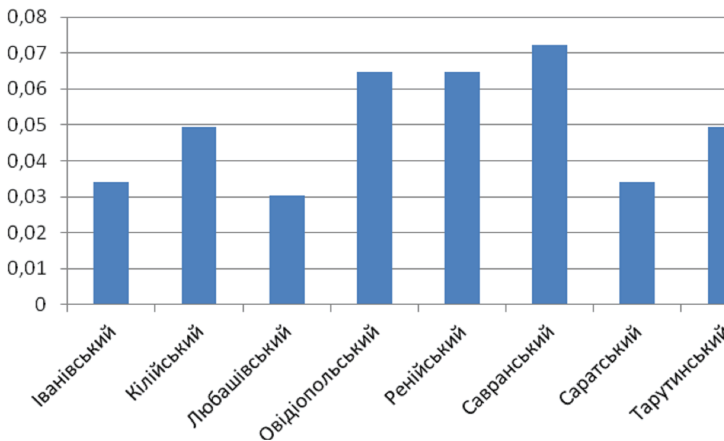


Рис. 3. Швидкість поглинання ртуті корінням рослини, мг·м²доб⁻¹

Найбільш складним щодо механізму поглинання є ртуть завдяки її найбільшій спроможності потрапляти у навколишнє сере-

довище, а саме до атмосфери. За результатами дослідження швидкості поглинання ртуті рослинами вівса (рис. 3) можна зробити висновок, що найбільші значення цієї характеристики отримані для північних районів області, до яких належить Савранський район, найменші — у Любашівському (центральна частина області).

Висновки. В цілому ґрунти Одеської області відносяться до слабо забруднених. За середніми даними перевищення ГДК не спостерігається, за виключенням окремих проб ґрунту. Рослини вівса в умовах Одеської області не зазнають значного навантаження за рахунок вмісту важких металів, тому можливо надати рекомендації щодо безпечного вирощування цієї культури в умовах Одеської області.

Література

1. Агроэкология / Под. ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. — М.: Колос, 2000. — 308 с.
2. Жовинский Э. Я., Кураева И. В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. — К.: Наукова думка, 2002. — 213 с.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. — М.: Мир, 1989. — 439 с.
4. Полевой А. Н. Моделирование процесса формирования продуктивности зерновых культур в условиях радиоактивного загрязнения агроэкосистем // Метеорология и гидрология. — 1983, Вып. 12. — С. 97-105.

Дзюник С. М., Ільїна В. Г.

ОЦІНКА БІОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА АГРОСИСТЕМИ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Сучасне сільськогосподарське виробництво передбачає використання мінеральних та органічних добрив, до складу яких входять біогенні елементи, тому оцінка їх вмісту в агросистемах є досить складною задачею [1]. Черкаська область відноситься до основної за площею зайнятою під сільськогосподарські угіддя.

Мета роботи. Метою роботи є оцінити біогенне навантаження на агросистеми Черкаської області за рахунок внесення мінеральних та органічних добрив.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є агросистеми Черкаської області.

Вихідні данні. Для оцінки сучасного біогенного навантаження на агросистеми Черкаської області використано інформацію про склад мінеральних та органічних добрив у ґрунтах за період з 2000 по 2017 рр. [2].

Методи дослідження. Розрахунок виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь (площинні джерела) проводять на основі відомих агрохімічних залежностей, які зв'язують кількість речовин, що виносяться, з властивостями ґрунту, видами та врожайністю сільськогосподарських культур.

Розрахункове рівняння для визначення виносу біогенів з ґрунту базується на врожайності сільськогосподарських культур як на інтегральному показнику стану декількох базових факторів (ґрунт, метеорологічні умови, тривалість вегетаційного періоду, кількість добрив, які використовуються, засобів їх внесення та ін.)

Питомий винос біогенів з площі, зайнятою i -ю сільськогосподарською культурою (R_i), визначають за формулою (1):

$$R_i = \alpha_N k_i y_i + \alpha_P k_i y_i + \alpha_K k_i y_i \quad , \quad (1)$$

де $\alpha_N, \alpha_P, \alpha_K$ — відповідно коефіцієнти виносу азоту, фосфору та калію для різних ґрунтових умов та сільськогосподарських культур; k_i — винос біогенів з ґрунту з урожаєм, кг/т; y_i — фактична врожайність сільськогосподарської культури, т/га.

Результати дослідження. За допомогою наведеної вище методики оцінки біогенного навантаження виконано розрахунки внесення усього комплексу мінеральних добрив (азотних, фосфорних та калійних), які наведені на рис. 1-3.

З рис. 1, 2 видно, що за досліджуваний період спостерігається динаміка збільшення цього показника в період з 2000 по 2007 рр. для всіх розглянутих культур. Для фосфорних добрив спостерігається тенденція швидкого збільшення для всіх розглянутих культур, після 2007 р. — швидке зменшення для більшості культур.

Для калійних добрив (рис. 3) спостерігається картина, схожа з фосфорними добривами, але відзначено збільшення внесення їх під кукурудзу.

Розхідна частина балансу складається з загального виносу біогенів, які використовуються рослинами для отримання врожаю, динаміка якого наведена (рис. 4-6).

Після цього періоду цей показник поступово зменшується. Найбільші значення спостерігаються також для озимої пшениці, найменші для ярого ячміню.

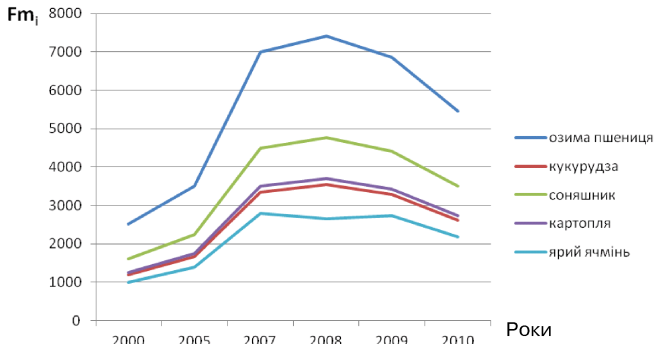


Рис. 1. Динаміка внесення азотних добрив під сільськогосподарські рослини в Черкаській області

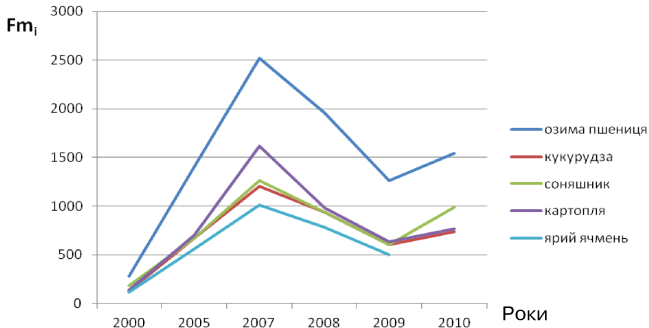


Рис. 2. Динаміка внесення фосфорних добрив під сільськогосподарські рослини в Черкаській області

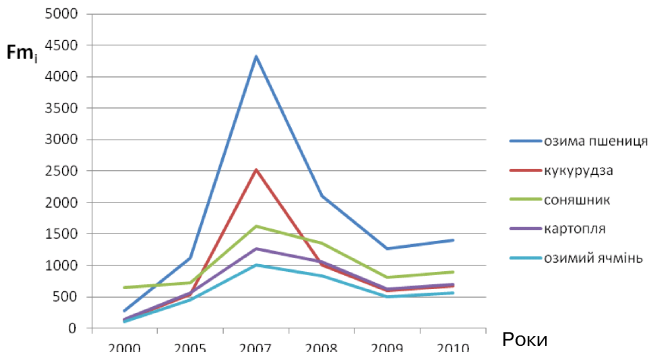


Рис. 3. Динаміка внесення калійних добрив під сільськогосподарські рослини в Черкаській області

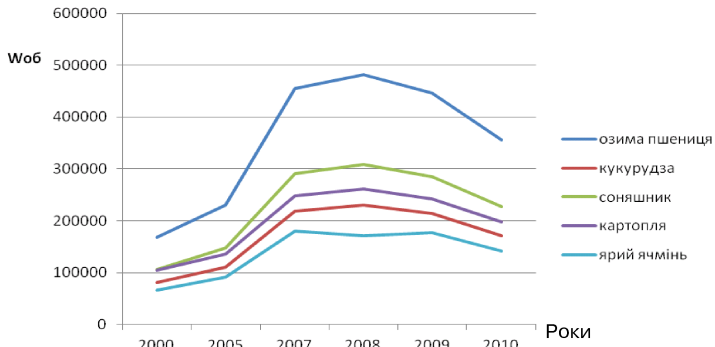


Рис. 4. Загальна величина вносу міогенів (азотних) з сільськогосподарських угідь Черкаської області

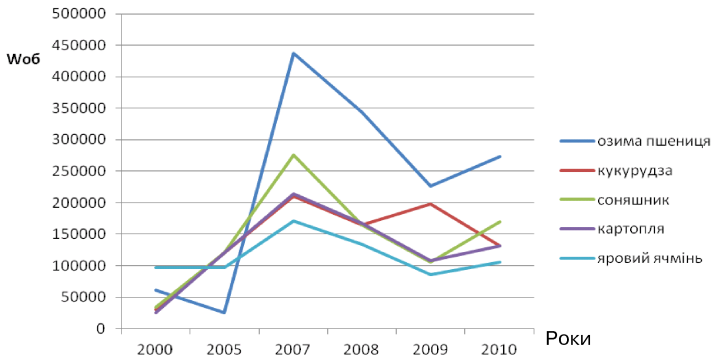


Рис. 5. Загальна величина вносу біогенів (фосфорних) з сільськогосподарських угідь Черкаської області

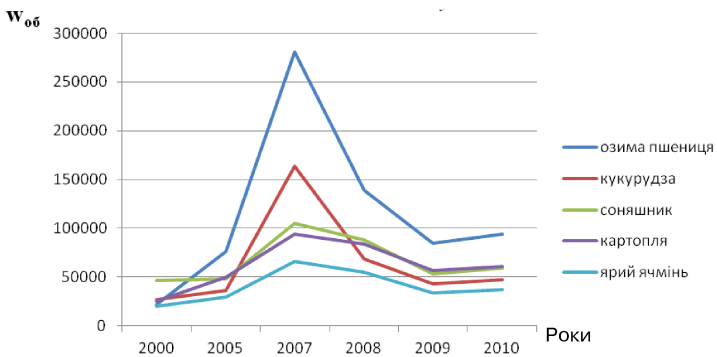


Рис. 6. Загальна величина вносу біогенів (калійних) з сільськогосподарських угідь Черкаської області

Для всіх видів добрив відзначено значне збільшення виносу біогенних елементів у період з 2000 по 2007 рр.

Висновки. Виконав оцінку впливу рівня мінерального живлення на ріст та розвиток рослин в умовах Черкаської області, можна зробити висновок про значний вплив як якісних, так і кількісних характеристик усього комплексу мінеральних добрив на формування продуктивності агроценозів Черкаської області з урахуванням, як характеристик рослин та ґрунту, так і факторів навколишнього середовища.

Література

1. Патица В. П., Тараріко О. Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. — К.: Фіто-соціоцентр, 2002. — 296 с.
2. Рижук С. М., Лісовий М. В., Бенцаровський Ц. М. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення. — К., 2003. — 64 с.

Ніколішин В. О., Ільїна В. Г.

ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНА ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ ГРУНТІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕЯКИХ РАЙОНІВ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Територія Закарпатської області відноситься до основної з виробництва зернових, технічних культур та картоплі. Ґрунти території недостатньо забезпечені гумусом, тому для отримання високих та стійких врожаїв цих культур необхідно застосування сучасних методів агрохімічної обробки, яка передбачає внесення хімічних заходів захисту рослин, мінеральних та органічних добрив, а також інші агротехнічні заходи [1].

Це в свою чергу призводить до накопичення у ґрунтах різних хімічних елементів та сполук, які дають не тільки позитивний, але і негативний ефект [2].

Мета роботи. Метою роботи є еколого-агрохімічна оцінка сучасного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення деяких районів Закарпатської області.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є ґрунти сільськогосподарського призначення деяких районів Закарпатської області.

Вихідні данні. Для еколого-агрохімічної оцінки сучасного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення використана інформація про вміст фосфору, калію, азоту, гумусу та інших елементів у ґрунтах Закарпатської області за 2015 р. [3].

Результати дослідження. Вміст гумусу є основною характеристикою ґрунту, яка визначає його агроекологічні властивості. Тому на рис. 1 наведено вміст гумусу для сільськогосподарських угідь основних районів Закарпатської області.

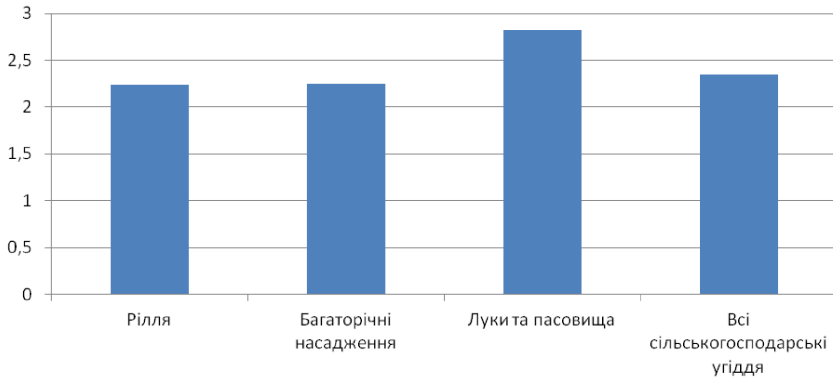


Рис. 1. Вміст гумусу в ґрунтах Іршавського району

За цим показником найбільше гумусу знаходиться на пасовищах, при цьому середній вміст складає 2,5 % у Іршавському районі. Така ж сама ситуація, як на рис. 1, спостерігається на рис. 2, тільки в Ужгородському районі.

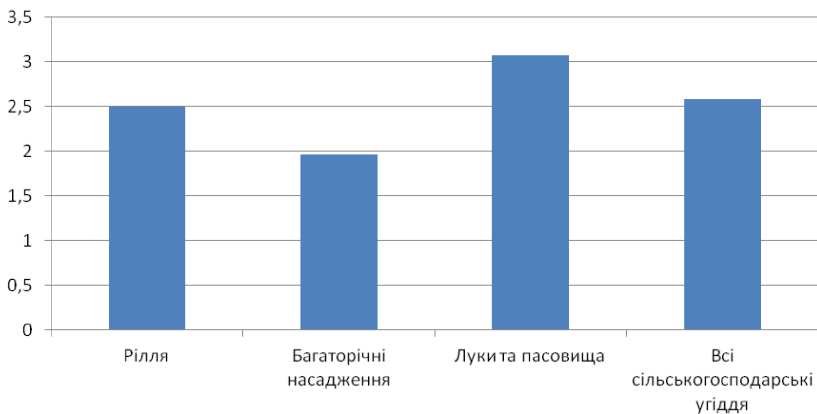


Рис. 2. Вміст гумусу в ґрунтах Ужгородського району

Проаналізувавши рис. 3, треба відзначити, що найбільше азоту знаходиться у ґрунтах, на яких розташовані луки та пасовища, що дозволяє зробити висновок, що для поліпшення якості ґрунтів треба дотримуватися сівозмін та кожні 6-7 років використовувати землю під пасовища. Отриманими значеннями вмісту азоту у ґрунтах є 100-110 мг-екв/100 ґрунту. Цей показник є близьким для ґрунтів Закарпатської області.

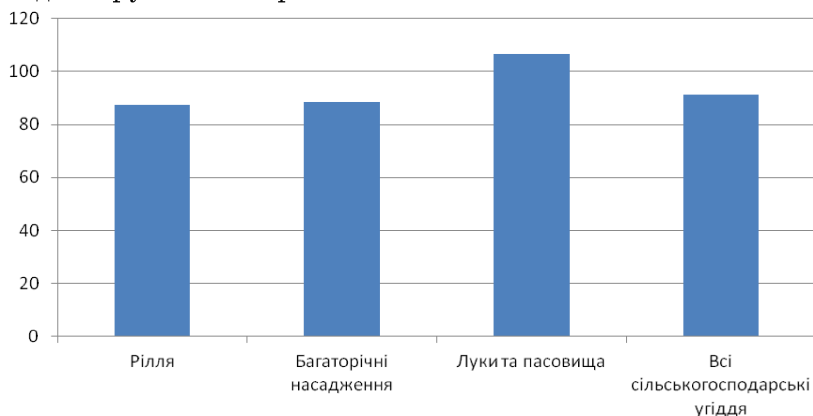


Рис. 3. Вміст азоту у ґрунтах Іршавського району

Наступна характеристика, яка враховувалася для агроекологічної оцінки, це гідролітична кислотність, яка наведена рис. 4-5.

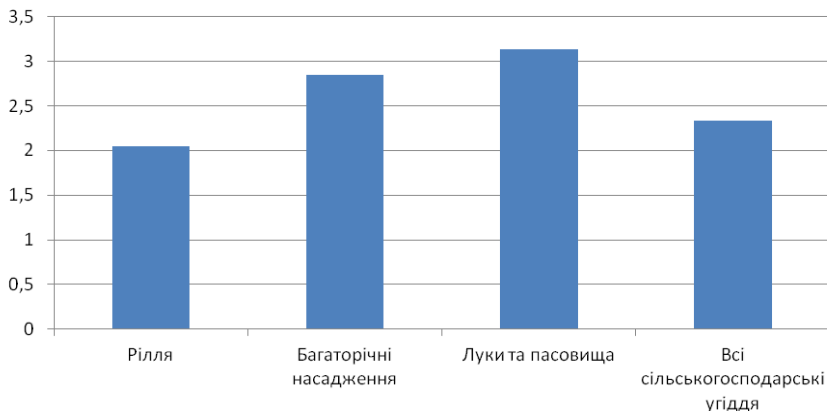


Рис. 4. Характеристика ґрунтів Іршавського району за гідролітичною кислотністю

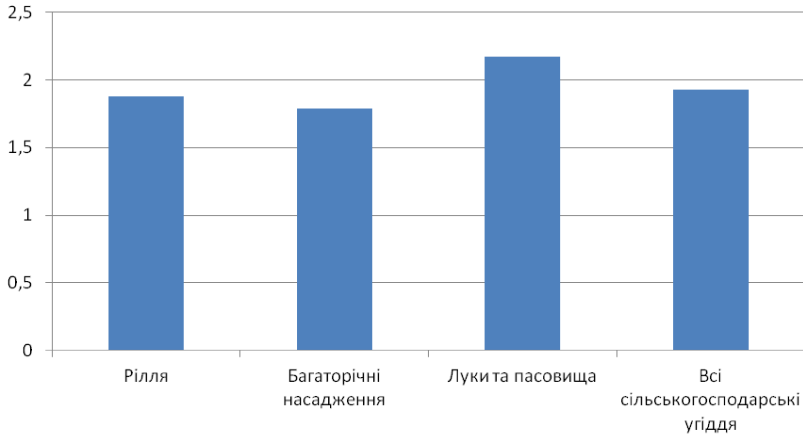


Рис. 5. Характеристика ґрунтів Ужгородського району за гідролітичною кислотністю

Висновки. Закарпатська область розташована у зоні з ризикованим землеробством, має сприятливі агроєкологічні умови для вирощування великого набору сільськогосподарських рослин. За вмістом основних найбільш токсичних важких металів у ґрунтово-рослинному покриві перевищень ГДК не спостерігається. За основними агроєкологічними та агрохімічними характеристиками ґрунти території відносяться до середньозабезпечених, лімітуючим фактором є незначний вміст гумусу у межах 3 %. Для збільшення родючості ґрунту рекомендовано збільшення кількості фосфорних та калійних добрив та система меліоративних заходів. Отримані результати дозволяють надавати практичні рекомендації щодо оптимального використання ґрунтово-рослинних умов Закарпатської області

Література

1. ДСТУ 4362:2004 “Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів”. — К.: Держспоживстандарт України, 2006. — 19 с.
2. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення // За ред. С. М. Рижука, М. В. Лісового, Ц. М. Бенцаровського. — К., 2003. — 64 с.
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Закарпатській області за 2015 рік. — Ужгород, 2016.

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ГРУНТОВО-РОСЛИННИЙ ПОКРИВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Вступ. Моделювання — це один з основних сучасних методів дослідження стану навколишнього середовища. Важкі метали — це основні забруднювальні елементи ґрунтово-рослинного покриву. Найбільш небезпечними для живих організмів і рослин є такі важкі метали, як свинець, ртуть, кадмій, миш'як, цинк, нікель і інші забруднюючі елементи. Біля 90 % важких металів, потрапляючи в довкілля, акумулюються ґрунтом. Потім вони мігрують в природні води, поглинаються рослинами і потрапляють в харчові ланцюги.

Ці метали вважаються головними забрудниками головним чином тому, що техногенне їх накопичення в довкіллі йде особливо високими темпами. Дані елементи володіють великою спорідненістю з фізіологічно важливими сполуками і можуть пригнічувати найбільш значимі процеси метаболізму, припиняти зростання і розвиток.

Мета роботи. Метою роботи є виконати моделювання впливу важких металів на ґрунтово-рослинний покрив Київської області за допомогою математичної моделі.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є ґрунтово-рослинний покрив Київської області.

Вихідні данні. Для моделювання використано інформацію про вміст важких металів у ґрунтово-рослинному покриві Київської області за 2016 р. [2].

Методи дослідження. Накопичення важких металів рослиною розглядається в залежності від утримання рухомих форм важких металів у ґрунті [2]:

$$\frac{\Delta A_q^{\text{погл(о)}}}{\Delta t} = \frac{86,4 \alpha_q^{\text{погл}} \bar{A}_q^{\text{почв}} m_r^j}{a_r} \quad (1)$$

де $\frac{\Delta A_q^{\text{погл}}}{\Delta t}$ — швидкість поглинання важких металів корінням рослини, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{доб}^{-1}$; $\alpha_q^{\text{погл}}$ — поглинальна здібність кореню, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$; $\bar{A}_q^{\text{почв}}$ — концентрація рухомих форм g -го виду важких металів

у ґрунті, мг·кг⁻¹; a_r — радіус кореню, см; q — вид важкого металу.

У зв'язку з можливим підвищенням рівню антропогенного забруднення ґрунту та рослин важкими металами врахуємо їх фітотоксичний вплив за допомогою коефіцієнту фітотоксичності $K_{ВМ}$, визначеного за принципом Лібіха з великої кількості коефіцієнтів фітотоксичності кожного виду важких металів [2]:

$$K_{m.M}^j = \min\{K_q^j\}; q \in \text{Cd, Cu, Hg, Pb, Sr, Zn} \quad (2)$$

кожний з яких визначається з виразу:

$$K_q^{kpj} = 1 - \left(\frac{\mu A q}{A_q^{kp2} - A_q^{kp1}} \right) \cdot A_q^{\text{roc}(j)} \quad (3)$$

де $\mu A q$ — зниження продуктивності рослин в інтервалі критичних величин концентрації важких металів у рослині A_q^{131} и A_q^{132} (мг·кг⁻¹) [3].

Таблиця 1.

Параметри для розрахунку рівня забруднення сільськогосподарських рослин (на прикладі кукурудзи) різними видами важких металів в умовах Київської області [3]

Види важких металів	Поглиналина здібність коріння, м/с ²	Концентрація у ґрунті, мг/кг	Радіус кореня
Мідь	0,000020	0,74	0,011
Цинк	0,000040	3,30	0,010
Кадмій	0,000030	0,13	0,023
Свинець	0,000005	1,38	0,025

Результати дослідження. За даними 2016 р. було виконано оцінку вмісту основних важких металів у ґрунтах Київської області. На рис. 1-6 приведено значення вмісту важких металів у ґрунтах Київської області.

З рис. 1 видно, що найбільші значення вмісту кадмію відзначаються у Вишневому, найменші — у Яготинському районі, а середні показники — у Баришківському районі.

З рис. 2 видно, що найбільші значення вмісту марганцю отримані у Яготинському, найменші — у Білоцерківському та Фастівському районах, а середні показники — у Баришівському.

З рис. 3 видно, що найбільші значення вмісту міді отримані у Яготинському, найменші — у Білоцерківському районах, а середні показники — у Баришівському.

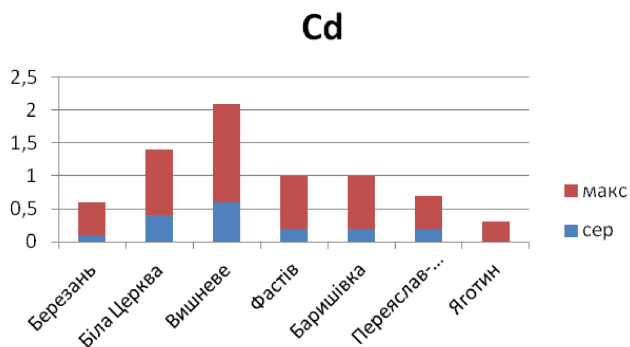


Рис. 1. Вміст кадмію у ґрунтах Київської області

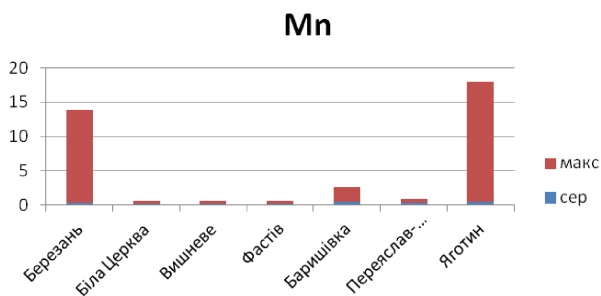


Рис. 2. Вміст марганцю у ґрунтах Київської області

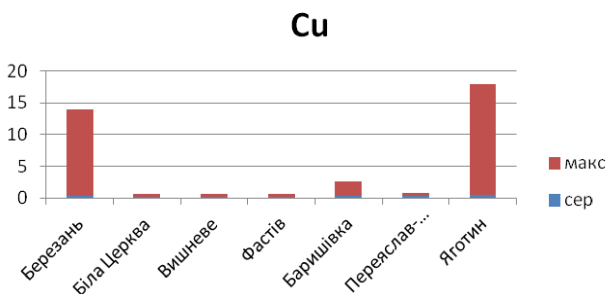


Рис. 3. Вміст міді у ґрунтах Київської області

Ni

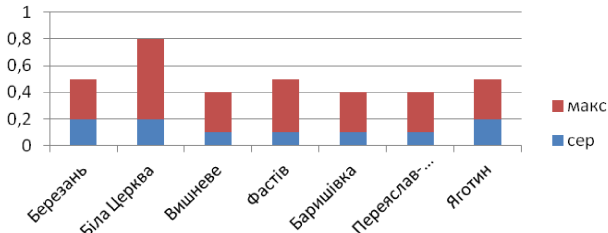


Рис. 4. Вміст нікелю у ґрунтах Київської області

Pb

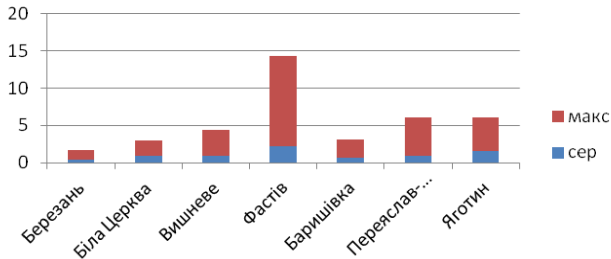


Рис. 5. Вміст свинцю у ґрунтах Київської області

Zn

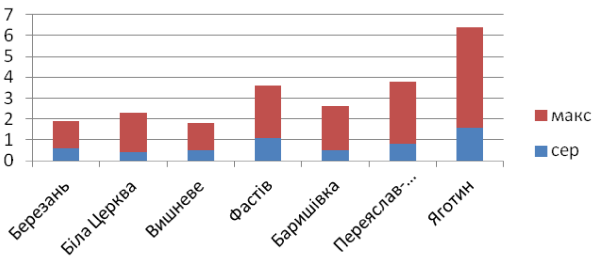


Рис. 6. Вміст цинку у ґрунтах Київської області

З рис. 4 видно, що найбільші значення вмісту нікелю отримані у Білоцерківському, найменші — у Вишневому, Баршківському, Переяславському районах, а середні показники — у Березанському, Фастівському та Яготинському.

З рис. 5 видно, що найбільші значення вмісту свинцю отримані у Фастівському районі, найменші — у Березанському, а середні показники — у Вишневому районі.

З рис. 6 видно, що найбільші значення вмісту цинку отримані у Яготинському районі, найменші — у Вишневму, а середні показники — у Баришківському районі.

Висновки. В цілому ґрунтово-рослинний покрив Київської області відноситься до середньо забрудненого. Перевищень ГДК у ґрунтах цієї території за середніми даними не спостерігається за винятком разових проб ґрунту. Для умов Київської області визначені параметри моделі, що у подальшому дозволить виконати оцінку вмісту важких металів у сільськогосподарських рослинах, які вирощуються в Київській області.

Література

1. Сердюк С. Н. Досвід зонування ґрунтового покриву урбосистем за ступенем забруднення важкими металами // Ґрунтознавство. — 2004. — Т. 5, № 1-2. — С. 79-85.
2. Клименко Т. Д. Особливості розповсюдження важких металів у ґрунтах урбосистем Придніпровського регіону // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. — 2004. — Вип. 12, № 1. — С. 72-75.
3. Полевой А. Н. Моделирование процесса формирования продуктивности зерновых культур в условиях радиоактивного загрязнения агроэкосистем // Метеорология и гидрология. — 1993. — № 3. — С. 97-105.

Приходько В. Ю., Осинівська В. Я.

ЗАХОРОНЕННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ПОЛІГОНАХ І ЗВАЛИЩАХ УКРАЇНИ

Вступ. Проблема твердих побутових відходів (ТПВ) відноситься до однієї з найбільш важливих екологічних проблем не тільки регіонів, але і світової спільноти в цілому. Сталий розвиток неможливий без усвідомлення і вирішення проблеми відходів, що є одним їх пріоритетних напрямків в екологічній політиці багатьох країн. У довгостроковій перспективі існуюча ситуація в сфері ТПВ буде посилюватися через зростання кількості відходів та відсутність або затримку реальних і ефективних методів поводження з ними.

За даними Міністерства розвитку громад та територій України (далі — Мінрегіон), в Україні за 2018 рік (без урахування даних АР Крим та м. Севастополь) утворилось майже 54 млн. м³

побутових відходів, або понад 9 млн. тонн, які захоронюються на 6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею понад 9 тис. га [1]. До цього необхідно додати 26 тис. стихійних звалищ загальною площею біля 0,75 тис. га, виникнення яких пов'язане з відсутністю централізованого вивозу ТПВ (22 % населення не охоплено послугами із вивезення ТПВ). До цього додамо, що більшість місць захоронення ТПВ перевантажені, не відповідають нормам екологічної безпеки і тим паче європейським вимогам до полігонів ТПВ.

Фактично, основним методом поводження з ТПВ в Україні є захоронення на звалищах і полігонах (94 % від загальної маси утворених відходів). Попри значні реформи у законодавчій сфері очікується, що захоронення залишиться основним методом поводження з ТПВ на тривалий період, а місця та об'єкти захоронення ТПВ залишатимуться джерелами негативного впливу на довкілля. Метою даної статті є огляд ситуації із захороненням ТПВ в Україні на основі офіційної статистичної інформації з бази Мінрегіону [1].

Викладення основного матеріалу дослідження. Сформуємо базу даних з ТПВ по регіонах України за даними Мінрегіону. Виділимо три блоки показників.

- 1) Блок 1 “Дані про утворення та захоронення ТПВ”.
 - 1.1 Обсяги збирання ТПВ (м³, т);
 - 1.2 Обсяги захоронення: всього і за поточний рік (м³, т);
 - 1.3 Норма надання послуг з вивезення ТПВ.
- 2) Блок 2 “Дані про місця захоронення ТПВ”.
 - 2.1 Загальна кількість місць захоронення;
 - 2.2 Загальна площа місць захоронення;
 - 2.3 Перевантажені полігони
 - 2.3.1 — кількість
 - 2.3.2 — площа;
 - 2.4 Полігони, які не відповідають нормам екологічної безпеки
 - 2.4.1 — кількість
 - 2.4.2 — площа;
 - 2.5 Потреба у нових полігонах
 - 2.5.1 — кількість
 - 2.5.2 — площа;
 - 2.6 Закриті звалища
 - 2.6.1 — кількість
 - 2.6.2 — площа;

2.7 Несанкціоновані звалища

2.7.1 — кількість

2.7.2 — площа

2.7.3 — обсяги захоронених відходів.

3) Блок 3 “Дані про послуги з вивезення та захоронення ТПВ”

3.1 Охоплення населення послугами з вивезення ТПВ, %;

3.2 Середній затверджений тариф на поводження з відходами (грн./м³);

3.3 Середній затверджений тариф на захоронення ТПВ (грн./м³).

Проаналізуємо ці показники (табл. 1-3). Національний рівень — це значення показників для України (сумарне або середнє значення).

Таблиця 1.

Аналіз даних про утворення та захоронення ТПВ по регіонах України за 2018 рік

Значення показників	Обсяги збирання ТПВ за 2018 рік		Обсяги захоронення, всього		Норма надання послуг з вивезення ТПВ, м ³ /люд
	м ³	т	м ³	т	
Максимальне	6097572,4 (Одеська обл.)	777064,69 (Дніпропетровська обл.)	577193039,4 (Львівська обл.)	44320887,2 (Київська обл.)	2,92 (Одеса)
Мінімальне	620456,09 (Луганська обл.)	32590,074 (Чернівецька обл.)	10470806,26 (Чернівецька обл.)	974802,73 (Чернівецька обл.)	1,40 (Чернігів)
Національний рівень	53788662,121	9077004,506	1380193954	227435804,206	2,15

Логічно, що найбільші обсяги збирання та захоронення характерні для найбільших за площею регіонів України — Одеська, Дніпропетровська область. Найменші значення — для найменших територій Чернівецької та частини Луганської областей.

Для аналізу норм надання послуг з вивезення ТПВ використані дані за різні роки, прийняті для обласних центрів України. Середня норма утворення склала 2,15 м³/люд. за рік. Результати зображені на рис. 1.

Очевидно, що норма утворення ТПВ є одним з ключових параметрів, що має враховуватися при аналізі ситуації з ТПВ на регіональному рівні. Як бачимо, є значні відмінності від середнього значення, наприклад, Чернігів (мінімальне значення) та Одеса (максимальне значення). Коефіцієнт варіації питомого відходоут-

ворення склав 0,202, що дозволяє зробити висновок щодо варіабельності вибірки даних [2].

Таблиця 2.

Аналіз даних про місця захоронення ТПВ (станом на 2018 рік)

Значення показників	Загальна кількість місць захоронення	Загальна площа місць захоронення, га	Перевантажені полігони		Полігони, які не відповідають нормам екологічної безпеки	
			кількість	площа, га	кількість	площа, га
Максимальне	767 (Житомирська обл.)	1040,32 (Одеська обл.)	58 (Одеська обл.)	266,62 (Сумська обл.)	233 (Полтавська обл.)	294,07 (Одеська обл.)
Мінімальне	16 (Івано-Франківська обл.)	83,446 (Луганська обл.)	0 (Луганська обл.)	0 (Луганська обл.)	0 (Вінницька, Волинська, Рівненська, Херсонська, Хмельницька, Чернівецька обл.)	0 (Вінницька, Волинська, Рівненська, Херсонська, Хмельницька, Чернівецька обл.)
Національний рівень	6107	9172,436	256	765,515		1753,054

(продовження табл. 2)

Значення показників	Потреба у нових полігонах		Закриті звалища		Несанкціоновані звалища	
	кількість	площа, га	кількість	площа, га	кількість	площа, га
Максимальне	55 (Дніпропетровська обл.)	200,89 (Дніпропетровська обл.)	71 (Закарпатська обл.)	102,1 (Львівська обл.)	2575 (Київська обл.)	161 (Київська обл.)
Мінімальне	2 (Херсонська обл.)	22,4 (Чернівецька обл.)	0 (Херсонська, Хмельницька обл.)	0 (Херсонська, Хмельницька обл.)	154 (Львівська обл.)	0,745 (Черкаська обл.)
Національний рівень	421	1572,1	324	626,097	26610	746,879

Аналіз даних табл. 2 дозволяє зробити висновок, що найбільша кількість та площа полігонів і звалищ, а також потреба у нових місцях для захоронення ТПВ характерна для крупних регіонів України, а найменша — для невеликих за площею. Решта показників — перевантажені полігони, ті, що не відповідають нормам екологічної безпеки, закриті звалища — залежить від якості інформації, що надається регіонами України. Майже вся кількість (98 %) виявлених несанкціонованих сміттєзвалищ ліквідована протягом 2018 р., за винятком Донецької (91 %), Запорізької (97 %), Кіровоградської (96 %), Львівської (73 %), Полтавської (31 %) та Харківської (99 %) областей.

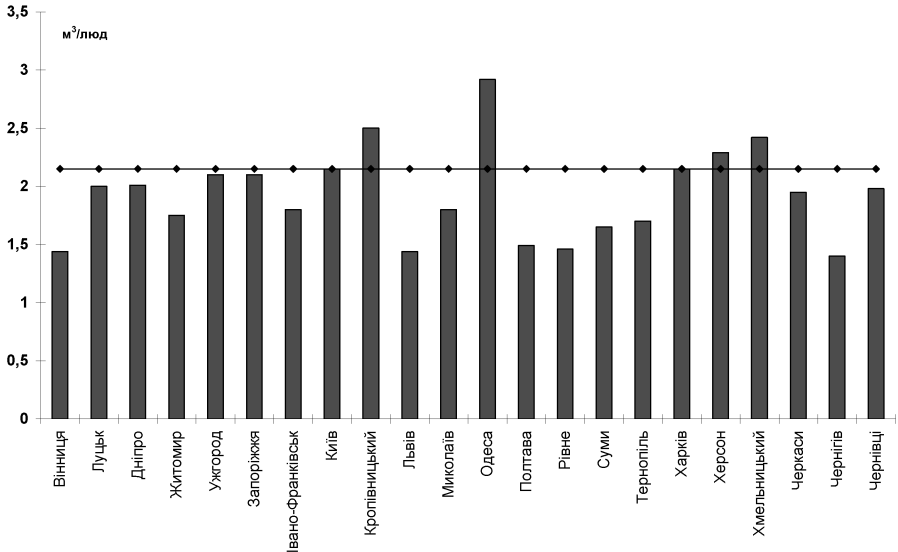


Рис. 1. Норми надання послуг з вивезення ТПВ для обласних центрів України (за різні роки)

Таблиця 3.

Аналіз даних про послуги з вивезення та захоронення ТПВ по регіонах України за 2018 рік

Значення показників	Охоплення населення послугами з вивезення ТПВ, %	Середній затверджений тариф на поводження з відходами (грн./м³)	
		всього	на захоронення
Максимальне	95 (Миколаївська обл.)	138 (Херсонська обл.)	61,28 (Харківська обл.)
Мінімальне	61 (Волинська обл.)	52,4 (Житомирська обл.)	6,54 (Чернівецька обл.)
Національний рівень	76,8	87,35	26,96

В середньому, охоплення населення послугами зі збирання ТПВ склало 77,7 %, найбільш охоплено населення Миколаївської області — 95 %, найменше — Волинської (61 %). Середній тариф на захоронення склав 21,19 грн./м³, найбільше значення тарифу (61,28 грн./м³) у Харківській області, найменше — у Чернівецькій (6,54 грн./м³). Питома вага тарифу на захоронення у складі тарифу на поводження з ТПВ склала 24,3 %, максимальне значення характерне для Харківської області (79 %), мінімальне — для Чернівецької (8,7 %).

Представимо дані щодо загальної кількості полігонів та сміттєзвалищ, а також обсягів захоронених ТПВ по регіонах України за 2018 р. у вигляді карти-схеми (рис. 2).

Найбільша кількість полігонів та сміттєзвалищ характерна для Житомирської області (767 або 12,6 % від загальної кількості по Україні). Найбільшу площу місця захоронення займають в Одеській області — 1040,32 га або 11,3 % від загальної площі усіх полігонів. Найбільший обсяг ТПВ захоронений у Львівській області — 577,193 млн. м³ або 41,8 % від загального обсягу захоронених ТПВ в Україні. Найменша площа та кількість полігонів та сміттєзвалищ у Івано-Франківській області 75,8 га (0,82 %) та 16 (0,26 %) відповідно. Найменший обсяг захоронених ТПВ накопичений у Чернівецькій області — 10,471 млн. м³ (0,76 %).

Динаміка зміни кількості і площі розглянута для п'ятирічного періоду 2013-2018 рр. (без урахування даних для АР Крим). За цей період кількість полігонів та сміттєзвалищ в Україні скоротилася на 434 одиниці, причому найбільше у Львівській області — на 651. За період 2013-2018 рр. кількість місць захоронення збільшилася у Волинській (найбільше — 457), Запорізькій, Кіровоградській, Одеській, Полтавській, Рівненській областях. Загальна площа місць захоронення ТПВ за період 2013-2018 рр. скоротилася на 840 га, найбільше у Львівській області — на 505 га. Є регіони, де площа місць захоронення збільшилася — Волинська (найбільше значення — 312 га), Дніпропетровська, Кіровоградська, Одеська, Полтавська, Рівненська, Хмельницька, Чернігівська. За період 2013-2018 рр. не змінилися дані для Черкаської та Миколаївської областей.

Модуль навантаження ТПВ: найбільше значення характерне для Донецької області — 1614,34 т/км² — та Київської області — 1575,52 т/км². Найменше значення показника характерне для Сумської області — 17,425 т/км². Ці значення перевищують середнє по Україні у 3,8-4,0 рази. Якщо проаналізувати значення модулю навантаження ТПВ за 2018 р., то лідерами є Донецька (48,36 т/км²) та Одеська (45,76 т/км²) області, що перевищує середнє по Україні значення в 2,5-2,7 рази.

Представимо дані щодо несанкціонованих сміттєзвалищ по регіонах України за 2018 р. у вигляді карти-схеми: кількість та площа сміттєзвалищ, орієнтовний обсяг захоронених на них ТПВ (рис. 3).

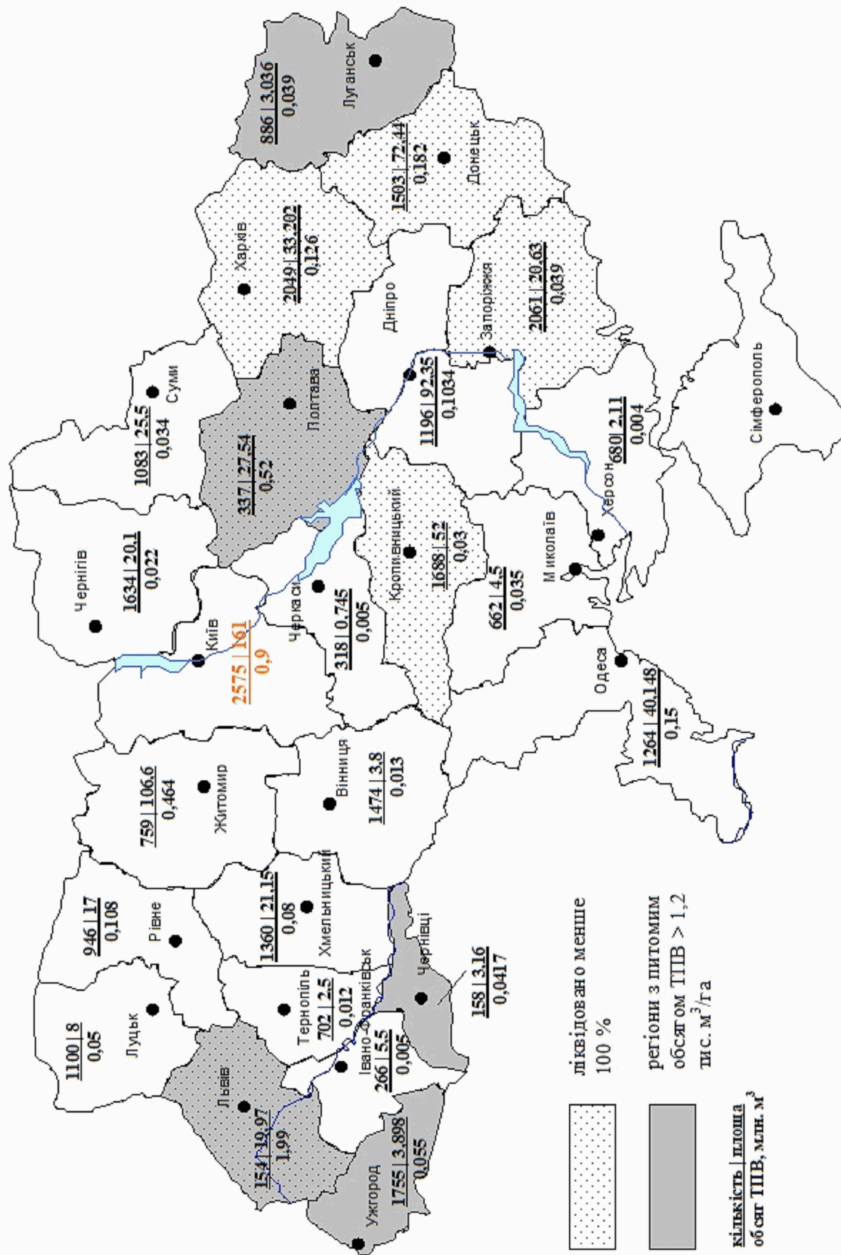


Рис. 3. Інформація щодо несанкціонованих сміттєзвалищ в Україні станом на 2018 рік

На карті-схемі (рис. 3) також зазначені регіони, де відсоток ліквідованих несанкціонованих сміттєзвалищ склав менше 100. Проаналізуємо такий похідний показник, як питоме захоронення ТПВ на несанкціонованих звалищах — обсяг ТПВ на одиницю площі несанкціонованого сміттєзвалища (тис. м³/га). Розрахунок показав, що в середньому по Україні на 1 га площі несанкціонованого сміттєзвалища припадає 0,671 тис. м³ ТПВ. Основна частина регіонів характеризується значенням показника обсягу ТПВ на 1 га площі нижче середнього по Україні, але 5 областей України характеризуються значенням показника, що вище за середнє по Україні в 2-3 рази. Позначимо такі регіони на карті-схемі. Як бачимо, найбільш проблемними щодо ситуації з несанкціонованими сміттєзвалищами є Львівська і Полтавська області.

Відносна кількість несанкціонованих сміттєзвалищ склала 4,36, тобто їх кількість на 2018 р. перевищує у 4,36 рази загальну кількість звалищ і полігонів в Україні. Найбільше перевищення — майже у 70 разів — спостерігалось у Київській області. Найменше співвідношення між несанкціонованими сміттєзвалищами та “офіційними” склало 0,56 у Чернівецькій області — тобто їх менше, ніж “офіційних”, майже у 2 рази. Ще у двох регіонах — Полтавській та Житомирській області кількість несанкціонованих сміттєзвалищ була нижчою за загальну кількість сміттєзвалищ і полігонів (значення показника < 1).

В середньому по Україні відносна площа несанкціонованих сміттєзвалищ склала 8,14 % від загальної площі “офіційних” місць захоронення. Найбільш “суттєвою” по відношенню до загальної площі місць захоронення є площа несанкціонованих сміттєзвалищ у Київській області (60 %), найменше співвідношення між цими категоріями місць захоронення характерне для Вінницької області — 0,52 %.

Висновки. На основі аналізу офіційних даних щодо стану сфери поводження з побутовими відходами в Україні були виділені три блоки показників, на основі яких сформована база даних по регіонах України. Це блоки показників, що описують утворення та захоронення ТПВ (5 показників), місця захоронення ТПВ (12 показників) та послуги з вивезення та захоронення ТПВ (3 показники). Проаналізувавши отриману базу даних по-

казників утворення і захоронення ТПВ по регіонах України, дійшли висновку про значну варіабельність даних по регіонах України. Представили окрему інформацію у вигляді карт-схем, які дозволяють сформулювати уявлення про загальну ситуацію із захороненням ТПВ в регіонах України.

Література

1. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2018 рік. URL: <http://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zkhk/terretory/stan-sferi-povodzhennya-z-pobutovimi-vidhodami-v-ukrayini-za-2018-rik/>
2. Приходько В. Ю., Осинівська В. Я. Обґрунтування набору показників для характеристики ситуації з твердими побутовими відходами на регіональному рівні // “Екологічна безпека: сучасні проблеми та пропозиції”: Зб. наук. праць нац. наукового круглого столу та II Всеукраїнської наук.-практ. конф. (Харків, 26 квітня 2019 р.). — С. 64-68.

НАШІ АВТОРИ

- **Бешляга О. В.**, магістр каф. екології та охорони довкілля ОДЕкУ
- **Вовкодав Г. М.**, канд. хім. наук, доцент каф. екології та охорони довкілля ОДЕкУ
- **Громенко Д. Є.**, магістр каф. метеорології та кліматології ОДЕкУ
- **Данілова Н. В.**, канд. геогр. наук, каф. агрометеорології та агроекології ОДЕкУ
- **Дзюник С. М.**, магістр каф. екології та охорони довкілля ОДЕкУ
- **Ільїна А. О.**, аспірант каф. екології та охорони довкілля ОДЕкУ
- **Ільїна В. Г.**, канд. геогр. наук, доцент каф. екології та охорони довкілля ОДЕкУ
- **Кошуба Я. В.**, магістр групи МЗА-18 ОДЕкУ
- **Куляс К. А.**, технік-аеролог I кат. ВАС ГМЦ ЧАМ
- **Лаврентьєва В. М.**, начальник ВАС ГМЦ ЧАМ
- **Лебеденко А. І.**, магістр каф. метеорології та кліматології ОДЕкУ
- **Матвієнко Д. О.**, магістр кафедри екології та охорони довкілля ОДЕкУ
- **Нагіц Ю. В.**, маг. кафедри екології та охорони довкілля ОДЕкУ
- **Нажмудінова О. М.**, канд. геогр. наук, доцент каф. метеорології та кліматології ОДЕкУ
- **Недострєлова Л. В.**, канд. геогр. наук, доцент каф. метеорології та кліматології ОДЕкУ

- *Ніколішин В. О.*, магістр каф. екології та охорони довкілля ОДЕКУ
- *Осиновська В. Я.*, магістр каф. екології та охорони довкілля ОДЕКУ
- *Польовий А. М.*, доктор геогр. наук, професор, зав. каф. агрометеорології та агроекології ОДЕКУ
- *Приходько В. Ю.*, канд. геогр. наук, доцент каф. екології та охорони довкілля ОДЕКУ
- *Сагайдак М. М.*, магістр групи МЗА-18 ОДЕКУ
- *Саченко І. С.*, магістр каф. екології та охорони довкілля ОДЕКУ
- *Селезньов А. Ю.*, магістр групи МЗА-19 ОДЕКУ
- *Толкач Н. М.*, аеролог II кат. ВАС ГМЦ ЧАМ
- *Туттов С. Г.*, магістр групи МЗА-18 ОДЕКУ
- *Фасій В. В.*, студентка 4 курсу, метеорології та кліматології ОДЕКУ
- *Чумаченко В. В.*, магістр каф. метеорології та кліматології ОДЕКУ
- *Шпатар К. Р.*, магістр каф. екології та охорони довкілля ОДЕКУ
- *Щелікова В. С.*, магістр групи МЗА-19 ОДЕКУ

ЗМІСТ

Лаврентьєва В. М., Толкач Н. М., Куляс К. А. Відділу аерологічних спостережень 110 років!.....	3
Чумаченко В. В., Недострелова Л. В. Дослідження річної мінливості кількості днів з грозою над Одесою	11
Фасій В. В., Недострелова Л. В. Дослідження часової мінливості кількості днів з туманами в Одесі	17
Нажмудінова О. М. Характеристики ожеледно-паморозевих явищ на Одещині у 2015-2018 рр.	25
Громенко Д. Є., Недострелова Л. В. Аналіз кліматичних параметрів снігового покриву на території Вінницької області.....	34
Лебеденко А. І., Недострелова Л. В. Просторова мінливість повторюваності декадної висоти снігового покриву по декадах на станціях Кіровоградської області.....	42
Бешляга О. В., Вовкодав Г. М. Оцінка забруднення повітряного басейну міста Одеса сірководнем	53
Бешляга О. В., Вовкодав Г. М. Оцінка забруднення повітряного басейну міста Одеса фенолом	56
Матвієнко Д. О., Вовкодав Г. М. Оцінка впливу сільськогосподарської діяльності на якість вод Дніпровського водосховища	62
Вовкодав Г. М., Саченко І. С. Екологічна оцінка і класифікація вод лиманів Тузловської групи	64

Нагіц Ю.В., Ільїна В. Г.

Аналіз якості поверхневих вод
Одеської області для цілей зрошення 75

Данілова Н. В.

Вплив агрометеорологічних умов
на формування врожайності проса в північному степу 79

Данілова Н. В., Кошуба Я. В.

Оцінка впливу агрометеорологічних умов
на продукційний процес картоплі
в зв'язку зі зміною клімату в західному поліссі 85

Данілова Н. В., Сагайдак М. М.

Вплив агрокліматичних умов
на ріст та розвиток рису у зв'язку
зі зміною клімату в південному степу України 91

Данілова Н. В., Селезньов А. Ю.

Агрокліматичні умови формування
продуктивності проса в Вінницькій області 98

Данілова Н. В., Тутов С. Г.

Оцінка зміни агрокліматичних умов
зростання проса у зв'язку зі зміною клімату
в північному степу України 103

Данілова Н. В., Щелікова В. С.

Вплив агрокліматичних умов
на динаміку приростів агроекологічних
категорій урожайності в Полтавській області 109

Ільїна А. О., Польовий А. М.

Моделювання поглинальної здібності
важких металів вівсом в умовах Одеської області 114

Дзюник С. М., Ільїна В. Г.

Оцінка біогенного навантаження
на агросистеми Черкаської області 118

Ніколішин В. О., Ільїна В. Г.

Еколого-агрохімічна оцінка сучасного стану
грунтів сільськогосподарського призначення
деяких районів Закарпатської області 122

Шпатар К. Р., Ільїна В. Г.

Моделювання впливу важких металів
на ґрунтово-рослинний покрив Київської області..... **126**

Приходько В. Ю., Осинівська В. Я.

Захоронення твердих побутових відходів
на полігонах і звалищах України **130**

НАШІ АВТОРИ **140**

ФОП Попова

Тіраж 150 екземплярів

65010, м. Одеса, вул. Палубна 9/4

тел/факс: (048) 714-91-71