

Государственная гидрометеорологическая служба Украины

Гидрометеорологический центр  
Черного и Азовского морей

# **ВЕСТНИК**

**ГИДРОМЕТЦЕНТРА  
ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ**

**№ 2 (17)**

Одесса - 2014

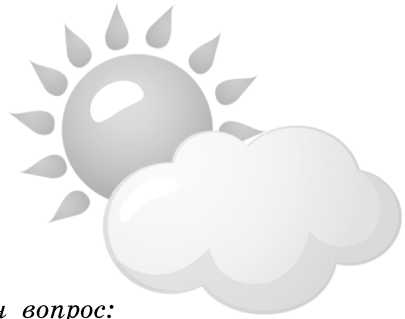
**Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей.  
Государственная гидрометеорологическая служба Украины.  
— 2014. — № 2(17). — 147 с. — Языки: укр., рус.**

***Редакционная коллегия***

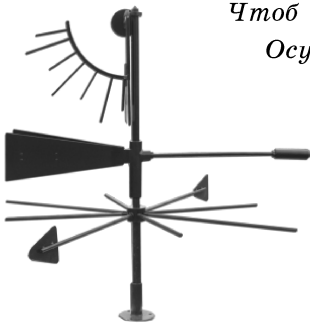
Главный редактор: Сытов В. Н.  
Зам. гл. редактора: Савилова А. И.  
Члены редколлегии: Чумак П. К.  
Лаврентьева В. Н.  
Драган А. Н.  
Компьютерная верстка: Щеголева М. А.

**Адрес редакционной коллегии:** Украина, 65009, г. Одесса,  
ул. Французский б-р, 89  
ГМЦ ЧАМ  
тел. (0-482) 63-16-10  
[www.odessabul@ukr.net](mailto:www.odessabul@ukr.net)

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



*На устах один вопрос:  
Как на улице погода?  
Что там: дождь или мороз?  
Снег иль зной невыносимый?  
Тучи или солнца свет?  
Что пообещал любимый,  
Дорогой наш Гидромет?  
Мы живем среди природы,  
Так что важен сей вопрос.  
Гидромету можно оды  
Петь за правильный прогноз,  
Можно побрюзжать порою,  
Но нельзя не понимать:  
Это дело непростое —  
В тайны климата вникать.  
Как же можно нам в день этот  
Не налить бокал вина,  
Чтоб во славу Гидромета  
Осушить его до дна!*



## **ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОРСЬКИХ ГАЛУЗЕЙ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ У 2014 РОЦІ**

Погодні умови 2014 року взагалі були досить сприятливими для діяльності морської галузі.

Зима для мореплавства була досить складною. В середній тропосфері протягом зими атмосферна циркуляція була в основному меридіональною. Меридіональне перетворення термобаричного поля супроводжувалось як вторгненням арктичного повітря на східні райони Європи, так і адвекцією теплого атлантичного та середземноморського повітря, що обумовлювало в ці періоди незвично теплу погоду з тривалими туманами.

Основні синоптичні ситуації, які взимку істотно впливали на діяльність підприємств морської галузі та мореплавство, — це переміщення улоговин північно-західних та південних циклонів, та взаємодія улоговин південних циклонів з гребенями західних та сибірського антициклонів.

В зимовий період переміщення улоговин циклонів, що виникали на атлантичній гілці полярного фронту, зумовлювало випадіння опадів, посилення вітру, істотні коливання температури повітря. Яскравими прикладами може бути ситуація 10-13, 15-16 січня, 9-14 лютого.

В зимові місяці середземноморська гілка полярного фронту була достатньо активною, як і минулого року. На хвилях холодного фронту, при сприянні меридіональності змішаної форми, утворювались південні циклони, які зміщувались на північний схід, значно погіршуючи погодні умови на акваторії Чорного та Азовського морів, особливо при взаємодії з гребенями західних та сибірського антициклонів. Так було 20-23, 25-30 січня, 1-3, 22-26 лютого.

Несприятливі погодні умови, у вигляді погіршення видимості в туманах, спостерігались в гребенях західних антициклонів.

З точки зору температурного режиму зима була м'якою та малосніжною.

Льодовий період на Чорному морі тривав з 12 грудня 2013 року до 26 лютого 2014 року, на Азовському морі — з 11 грудня до 31 березня. Сума “градусо-днів морозу”, що характеризує суворість зими, склала 134 °С, що на 28° більше поперед-

ньої зими. Найбільш холодним періодом зими були третя декада січня та перша декада лютого. Інтенсивне льодоутворення на АЧБ розпочалось в третій декаді січня в Дністровському та Дніпро-Бузькому лиманах. В портах Одеса, Южний та Іллічівськ лід первинних форм та принесений лід з'явився 1-2 лютого.

Максимальна товщина льоду спостерігалась в I-II декаді лютого в Дніпро-Бузькому (22-34 см) та Дністровському (18-28 см) лиманах. Найбільша тривалість льодового періоду спостерігалась теж в Дніпро-Бузькому (77 днів) та Дністровському (40 днів) лиманах. Повне очищення від льоду в портах Одеса, Южний, Іллічівськ відбулось 15-20 лютого, в Каркінітській затоці — 16 лютого, в Дністровському лимані — 21 лютого, Дніпро-Бузькому лимані — 27 лютого.

На Азовському морі максимальна товщина льоду складала від 15 до 35 см. Найбільша тривалість льодового періоду була в Таганрозі (77 днів), найменша — в Керчі (11 днів), практично, як і минулого року. Повне очищення від льоду відбулось раніше в порівнянні з середніми багаторічними, за винятком Генічеська та Стрілкового, де очищення відбулось пізніше норми.

*Взимку* найбільш несприятливі погодні умови на Азово-Чорноморському басейні спостерігались при взаємодії баричних утворень протилежного знаку в наступні періоди:

*20-23 січня* несприятливі погодні умови на акваторії морів зумовлювала взаємодія улоговини південного циклону з мінімальним тиском 995 гПа, який з району Сардинії зміщувався на АЧБ, та гребеня антициклону з максимальним тиском 1037 гПа з центром над Прибалтикою. В зоні взаємодії посилювався вітер північно-східного напрямку 12-20 м/с. В портах відмічалась ожеледь, в портах Южний, Очаків, Миколаїв, Опасне сильна ожеледь, особливо сильна ожеледь позначилась на діяльності Одеського припортового заводу, порту Южний. В Усть-Дунайську спостерігався небезпечний підйом рівня моря. Висота хвиль на Чорному морі складала 15-25 дм.

*25-30 січня* вкрай несприятливі погодні умови на Азово-Чорноморському басейні зумовлювала взаємодія гребеня північно-західного антициклону з максимальним тиском 1053 гПа, який зміщувався з Прибалтики в район Москви, та улоговин активних південних циклонів з мінімальним тиском 995 гПа, які виникали на хвилі полярного фронту над Італією та зміщувались

в східному напрямку на південний схід Чорного моря. На акваторії морів посилювався вітер північно-східного напрямку 12-24 м/с, в Генічеську, Бердянську, Маріуполі — 25 м/с; видимість в хуртовині погіршувалась до 500-1000 м; в портах спостерігалась ожеледь, в портах Азовського моря — сильна ожеледь. Висота хвиль на Чорному морі становила 15-30 дм. Усть-Дунайську 25, 29, 30 січня спостерігався небезпечний підйом рівня моря, в Маріуполі — небезпечний спад.

*1-3 лютого* погоду на Азово-Чорноморському басейні зумовлювала взаємодія улоговини південного циклону з центром над центральною частиною Середземного моря з мінімальним тиском 1005 гПа та гребенем сибірського антициклону з максимальним тиском 1056 гПа. На акваторії морів посилювався вітер північно-східного напрямку 12-23 м/с. В портах Азовського моря спостерігались хуртовини. В північно-західній частині Чорного моря (в тому числі в п. Усть-Дунайськ) 1 лютого спостерігався небезпечний підйом рівня моря. Висота хвиль на Чорному морі була 15-30 дм.

*Весна* була досить не сприятливою для діяльності морської галузі.

Протягом весни в середній тропосфері переважала меридіональна форма циркуляції, лише наприкінці першої декади березня та в другій декаді квітня спостерігалась зональність.

Атлантична гілка полярного фронту була активною протягом всієї весни. В улоговинах північно-західних та західних циклонів (всього 7, з яких 3 — “пірнаючі”) спостерігалась несприятлива погода.

Середземноморська гілка полярного фронту також була активною протягом всієї весни. Саме в цей період південні циклони (всього 7) ускладнювали погодні умови на АЧБ, особливо при наявності блокуючого антициклону.

Нестійка погода спостерігалась в багатоцентрових малоазійських депресіях, які навесні поширювались на акваторію морів.

Навесні найбільш несприятливі погодні умови спостерігались в наступні періоди:

*7-12 березня* штормову погоду на Азово-Чорноморському басейні зумовлювала взаємодія улоговини близькосхідної депресії з мінімальним тиском 1006 гПа з гребенем північно-західного антициклону з максимальним тиском 1037 гПа, який розпов-

сюджувався з Британських островів на центральну та східну Європу. На АЧБ посилювався вітер переважно північно-східного напрямку 12-21 м/с, в районі Новоросійська до 40 м/с. Висота хвиль на Чорному морі становила 15-30 дм.

15-20 березня на АЧБ спостерігались найбільш несприятливі погодні умови, обумовлені переміщенням серія “пірнаючих” циклонів зі Скандинавії з мінімальним тиском в центрі 963-987 гПа. На акваторії морів посилювався вітер від південного до північно-західного напрямку 12-24 м/с, в Генічеську 25 м/с. Спостерігалась висота хвиль 15-25 дм, в районі Новоросійська 40 дм.

11-12 квітня акваторія морів перебувала під впливом взаємодії гребеня антициклону з максимальним тиском 1037 гПа, який з району Москви зміщувався в район Самари та улоговини циклону над Чорним морем з мінімальним тиском 1008 гПа. Посилювався вітер східного напрямку 12-22 м/с. Висота хвиль складала 10-13 дм.

30-31 травня погоду на Азово-Чорноморському басейні зумовлювала улоговина південно-західний циклон з мінімальним тиском 1003 гПа, який виник на хвилі холодного фронту над Балканами і зміщувався спочатку на північний захід Чорного моря. При проходженні холодного фронту в улоговині спостерігалась активна грозова діяльність, посилення вітру від південно-східного до північно-західного 12-17 м/с, в Вилковому та п. Усть-Дунайськ спостерігались сильні тривалі дощі. У Вилковому за 33 год. випало 100.1 мм опадів, в Усть-Дунайську за 34 год. випало 108.3 мм. Висота хвиль на Чорному морі становила 10-15 дм.

*Літо* було досить сприятливим для діяльності морської галузі.

Влітку значне місце займала меридіональна форма циркуляції. Чорноморська та малоазійська депресії, в улоговинах яких виникали приземні циклони, були тими синоптичними процесами влітку, які характеризувались грозовими дощами зі шквалами, місцями сильними. В улоговинах атлантичних циклонів з полярними та арктичними фронтами спостерігались також сильні грозові дощі зі шквалистим посиленням вітру. Середземноморська гілка полярного фронту влітку була досить активною в червні, коли на погоду на АЧБ впливали улоговини 5 південних циклонів.

Влітку несприятливі погодні умови постерігались в наступні періоди:

5-9 червня штормові погодні умови на акваторії Азово-Чорноморського басейну зумовлював холодний фронт з хвилями в улоговині малоазійської депресії. На хвилі холодного фронту над Туреччиною утворився циклон, який зміщувався на схід Чорного моря. Мінімальний тиск в депресії становив 1003 гПа. Внаслідок значного денного прогріву повітря розвивалась потужна конвекція, на акваторії морів спостерігалась активна грозова діяльність зі шквалистим посиленням вітру переважно північно-східного напрямку 12-22 м/с. Висота хвиль — 5-10 дм.

20-22 червня штормову погоду на АЧБ зумовлювала взаємодія гребеня антициклону з центром над Середньою Волгою та улоговини близькосхідної депресії, в якій на хвилі холодного фронту виник приземний циклон з мінімальним тиском 1005 гПа, який зміщувався в східному напрямку з Адріатики на Туреччину і далі на Азовське море. В зоні взаємодії на акваторії морів посилювався вітер в основному східного напрямку 12-20 м/с, в Алушті та Опасному шквал 25 м/с. В портах Кримського району та Азовського моря випали сильні, місцями дуже сильні дощі. Висота хвиль становила 15-25 дм. В Усть-Дунайську спостерігався небезпечний підйом рівня моря.

**Восени** погодні умови були, загалом, сприятливими для діяльності морської галузі. Атмосферна циркуляція переважно була меридіональною. Зональність спостерігалась лише 8-16 жовтня.

Основні синоптичні ситуації, які істотно впливали на діяльність підприємств морської галузі та мореплавання восени: улоговини західних атлантичних циклонів, південні циклони, взаємодія баричних утворень протилежного знаку.

Восени найбільш несприятливі погодні умови спостерігались в наступні періоди:

22-24 вересня акваторія Азово-Чорноморського басейну перебувала під впливом улоговини циклона, який виник на хвилі холодного фронту в районі Криму, мінімальний тиск в центрі 24 вересня становив 975 гПа, Циклон зміщувався в північно-східному напрямку на Харків і далі в район Волгограду. Циклогенез був дуже активним, падіння тиску досягала 14 гПа/3 год. На акваторії найбільш посилювався вітер західного та північно-західного напрямку 12-22 м/с, в Криму та на Азовському морі



до 25-33 м/с. Такий сильний вітер обумовив згінно-нагінні явища на Азовському морі з досягненням критеріїв СГЯ. Оскільки циклон переміщувався над теплою морською поверхнею та при наявності достатнього прогріву, вміст вологи в повітряній масі був значним, що призвело до дуже сильних дощів в портах північно-західної частини Чорного та Азовського морів. 22 вересня в портах Одеса та Южний спостерігався дуже сильний дощ, випало 59 мм/6 год та 84 мм/6год, відповідно. Ускладнювались вантажно-розвантажувальні роботи Висота хвиль на Чорному морі становила 15-20 дм.

16-19 жовтня акваторія Чорного та Азовського морів перебувала під впливом улоговини південного циклону з мінімальним тиском 1000 гПа, який виник на хвилі полярного фронту в районі Белграда, і зміщувався в східному напрямку на північні райони Егейського моря і далі центральну частину Чорного моря, Азовське море на Нижню Волгу. В передній частині улоговини погіршувалась видимість в туманах 500-1000 м. За рахунок взаємодії з гребенем антициклону, який зміщувався з Піренейського півострова, посилювався вітер в основному північно-західного напрямку 13-24 м/с, в Алушті швидкість вітру досягла критерію СГЯ — північно-західний 28 м/с. Висота хвиль на Чорному морі становила 15-25 дм.

19-22 листопада штормову погоду на Азово-Чорноморському басейні зумовлювала улоговина південного циклону з мінімальним тиском 1003 гПа, який з північних районів Італії зміщувався в східному напрямку через Балкани на Чорне море. Погодні умови погіршувались завдяки взаємодії вищевказаного циклону та гребеня антициклону з центром в районі Москви. На акваторії морів посилювався північно-східний та східний вітер 12-20 м/с, погіршувалась видимість в тумані 400-1000 м. 22 листопада в п. Маріуполь спостерігався небезпечний згін рівня моря. Висота хвиль — 15-20 дм.

24 листопада внаслідок значного похолодання в Таганрозькій затоці та на сході Азовського моря з'явився лід первинних форм.

Грудень звітного року характеризувався значною кількістю днів з густими туманами в мало градієнтних полях

2 грудня в Дніпро-Бузькому, Дністровському лиманах, в Каркінітській затоці та на Азовському морі з'явився перший лід,

однак, з настанням теплої погоди лід зруйнувався 15 грудня на Чорному морі, а 22 грудня — на Азовському.

Вкрай несприятливі погодні умови спостерігались 27-30 грудня при переміщенні двох південних циклонів з мінімальним тиском 990-1002 гПа. В цей час в північно-західному районі Чорного моря посилювався вітер північно-східного напрямку до 24 м/с. В портах випав дуже сильний сніг, спостерігалась хуртовина з погіршенням видимості до 200 м, 29 грудня в портах Одеса, Южний, Б-Дністровський, Іллічівськ випав дуже сильний сніг 23-34 мм/12 год. В портах припинялись вантажно-розвантажувальні роботи. На Азовському морі посилювався переважно південно-західний вітер до 25-26 м/с. Висота хвиль на Чорному морі становила 20-40 дм. На АЧБ спостерігались згінно-нагінні явища з досягненням небезпечних відміток.

В зв'язку зі значним зниженням температури повітря 30-31 грудня на акваторії АЧБ знову з'явився лід.

Кількість морських СГЯ, відмічених на Азово-Чорноморському басейні в межах зони прогностичної відповідальності України в 2014 році, була більшою, ніж 2013 року. Всього спостерігалось 7 метеорологічних СГЯ по акваторії АЧБ, по портах — 14 СГЯ. Морських метеорологічних НЯ на АЧБ спостерігалось 515, по портах -718; гідрологічних НЯ по АЧБ — 191, по портах — 93; гідрологічних СГЯ по районах — 3, по портах — 11 (в основному це були згінно-нагінні та льодові явища на Азовському морі). Всього про формування та розвиток РЗП, СГЯ та НЯ (метеорологічних та гідрологічних) по районах моря та портах було складено та доведено до споживачів, відповідно, 2, 66 та 2298 штормпопереджень. Переважна більшість НЯ, СГЯ були передбачені прогностичними організаціями гідрометслужби України із необхідністю завчасністю: РЗП — більше ніж 2 доби, СГЯ по районах моря більше 24 год., НЯ — в середньому 17 год.

Гідрометзабезпечення судноплавства в територіальних водах України та акваторіях морських портів згідно з міжнародним та національним законодавством та спеціалізоване обслуговування морегосподарчих організацій різних відомств та форм власності здійснювалось прогностичними морськими гідрометеорологічними організаціями на підставі планів-схем та укладених договорів. Основними споживачами морської прогностичної інформації на Азово-Чорноморському басейні у 2014 році були: вітчизняний

та зарубіжний флот, інформація якому доводилась за міжнародною системою НАВТЕКС, морські торгівельні, рибні та спеціалізовані порти, судноплавні компанії різної форми власності, державні гідрографічна та лоцманська служби, аварійно-рятувальні служби та центри Мінтрансу та ДСНС України, прикордонні частини, військові морські угруповання, місцеві органи виконавчої влади, населення приморських районів та інші. Необхідно відмітити, що через анексію Криму обслуговування морської галузі на півострові українськими гідрометеорологічними організаціями проводилось до кінця березня. Надалі цей вид робіт в Криму виконували Севастопольська ГМО, яка не надсилала звіти до ГМЦ ЧАМ, та ГМБ Керч, яке регулярно надсилало місячні звіти про обслуговування морської галузі. З січня по квітень ГМБ Керч обслуговувало за договорами 12 організацій, на кінець року — 6 організацій, тому що рибпромисловий флот України припинив роботу в Криму.

Спеціалізованою оперативно-прогностичною інформацією забезпечено майже 1000 рейсів суден різної обмеженості по умовах мореплавання, у т.ч.: 22 рейси поромів, близько 70 мало-мірних суден рибпромислового флоту та близько 700 рейсів суден, які прямували по маршруту Маріуполь-Керч у порти Чорного та Азовського морів. Це значно менше, ніж торік, тому що через анексію Криму та фінансову кризу українські рибпромислові судна з квітня практично не працюють на лові чорноморської та азовської риби; суден, які прямували з портів Азовського моря з металопродукцією, теж значно зменшилось. По запитках судноплавних компаній здійснювалося гідрометеорологічне забезпечення суден по маршрутах плавання у Чорному морі складено близько 40 прогнозів, справджуваність яких склала, в середньому, 99 %.

Основу морського гідрометзабезпечення та обслуговування споживачів на Азово-Чорноморському басейні складала прогнози про стан погоди і моря на 1-3 доби та уточнення на поточний день, попередження про стихійні та небезпечні морські явища, а також огляди та консультації про фактичний та очікуваний стан погоди і моря. Для обслуговування вітчизняного та зарубіжного флоту по системі НАВТЕКС доведено близько 3 тис. прогнозів, попереджень, оглядів про стан погоди і моря в зоні

відповідальності України. Крім того, на запит проводились консультації керівників судноплавних та експедиторських компаній, чергових диспетчерських служб портів та лоцманських служб, штурманського складу суден про гідрометумови в різних районах Світового океану.

Всього протягом 2014 року про стан погоди і моря складено і доведено до основних споживачів близько 49 тис. прогнозів різної завчасності, середня справджуваність яких становила 96 %, в тому числі:

- прогнозів погоди по акваторіях основних портів на добу — 95 %, уточнень — 97 %;
- прогнозів погоди по районах на першу добу — 96 %, уточнень — 97 % ;
- на другу добу — 95 %, на третю — 94 %;
- прогнозів стану моря на добу — 99 %;
- попереджень про морські метеорологічні СГЯ: справджуваність — 100 %, попередженість — 90 %;
- попереджень про РЗП — 100 %, попередженість — 100 %;
- про морські метеорологічні НЯ: справджуваність — 94 %, попередженість — 96 %;
- про морські гідрологічні НЯ: справджуваність — 99 %, попередженість — 99 %;
- про морські гідрологічні СГЯ: справджуваність — 100 %, попередженість — 100 %.

Справджуваність прогнозів та штормових попереджень в порівнянні з 2013 роком залишилась майже на тому ж рівні.

Зауважень та претензій щодо морського гідрометзабезпечення та обслуговування з боку організацій, які обслуговувались, у 2014 році не надходило.

Крім основних завдань планової оперативної роботи з гідрометзабезпечення морських галузей економіки організаціями гідрометслужби України, залученими до гідрометзабезпечення судноплавства та інших видів діяльності на морі, проводилась наступна робота.

ГМЦ ЧАМ проводив (за винятком холодного сезону, коли неможливе перебування спостерігача на острові) щоденні гідрометеорологічні спостереження на о. Зміїний у терміни 06, 12, і 18 годин, дані яких передаються в УкрГМЦ. Щодня прогноз погоди та штормові попередження по північно-західному району

Чорного моря доводяться до адміністрації острова. Прогнози погоди і стану моря по північно-західному району Чорного моря на 5 діб також щодня доводилися в Облдержадміністрацію для забезпечення робіт на о. Зміїний. Всього за рік було складено 1825 прогнозів на 1-5 діб по північно-західному підрайону Чорного моря і справджуваність їх склала 90 %.

Протягом року відділи метеорологічних і морських гідрологічних прогнозів ГМЦ ЧАМ використовували в своїй роботі прогностичні матеріали у вигляді карт полів вітру, тиску, температури повітря, опадів та хвилювання для Азово-Чорноморського басейну, побудовані на основі даних Британської метеослужби в кодї GRIB. Використання цих даних сприяло підвищенню якості г/м інформації, що складається в ГМЦ ЧАМ.

Методична робота ГМЦ ЧАМ полягала в проведенні регулярного контролю за якістю прогностичного та фактичного матеріалу підрозділів гідрометслужби України, залучених до гідрометобслуговування та забезпечення морської галузі, а також наданні методичної допомоги та консультацій в складних метеоумовах. Через відсутність фінансування методичні інспекції в звітному році не проводились.

В ГМЦ ЧАМ протягом року проводилась робота з уточнення обрахунків середньої собівартості морської оперативно-прогностичної продукції та послуг.

В цілому, гідрометзабезпечення морських галузей економіки України в 2014 році проводилось на досить високому рівні, незважаючи на те, що фінансування цього виду робіт було недостатнім, особливо в частині переоснащення приладного парку мережі морських спостережень.

*Савтер Л. А.*

## **СТИХІЙНІ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЯВИЩА, ЩО СПОСТЕРІГАЛИСЬ НА АКВАТОРІЇ ЧОРНОГО ТА АЗОВСЬКОГО МОРІВ В 2014 Р.**

### *Морські метеорологічні явища*

#### *Сильний вітер*

1. В період з 8 год. 50 хв. 29 січня до 15 год. 25 хв. 30 січня на Азовському морі спостерігався вітер північно-східний, східний 25- 28 м/с. Тривалість явища 30 год. 35 хв.

29-30 січня вкрай несприятливі погодні умови на Азово-Чорноморському басейні зумовлювала взаємодія гребеня північно-західного антициклону, який зміщувався з Прибалтики в район Москви, та улоговини південного циклону, який виник на хвилі полярного фронту над Егейським морем, та зміщувався в східному напрямку на південний схід Чорного моря. На акваторії морів посилювався вітер північно-східного напрямку 12-24 м/с, в Генічеську, Бердянську, Маріуполі — 25-28 м/с, що в поєднанні з сильним снігом призвело до сильної хуртовини. Посилення вітру також супроводжувалось небезпечними льодовими та згінно-нагінними явищами, швидким обледенінням суден.

СГЯ завдало збитків портам та підприємствам морської галузі, розташованим на узбережжі Азовського моря: припинялись вантажні операції та судноплавство, були пошкоджені лінії електропередачі.

*Синоптична ситуація була наступною:*

29 січня в 00(02) год. біля земної поверхні більша частина Європи знаходилась під впливом антициклону з центром на схід від С-Петербургу (1048 гПа). Гребінь його розповсюджувався далеко на південь, досягаючи Закавказзя та північних районів Каспію. В той же час улоговина атлантичного циклону з центром в районі Британських островів (987 гПа) проходила через Середземне море, західні та центральні райони Чорного моря. На одній із хвиль полярного фронту над Егейським морем виник циклон (997 гПа), який зміщувався на східні райони Чорного моря. Падіння в передній частині циклону вздовж турецького узбережжя було не дуже значним і становило 1.1-1.6 гПа/3 год., ріст в його тилівій частині в районі протоки Дарданелли був 6.7 гПа/3 год. (карта Ф-206 за 09(11) год.).

Приземному циклону на карті АТ-850 відповідав висотний, окреслений одною замкнутою ізогіпсою 132 дам над північними районами Егейського моря, на АТ-700 — висотна улоговина, вісь якої була орієнтована від Британських островів через Центральну Європу на Балкани. Над акваторією Чорного та Азовського морів переважали південні та південно-західні потоки. В термічному полі Туреччина та південна частина Чорного моря знаходилась в теплому повітрі з температурою на АТ-850 2-7° тепла, північно-західна частина Чорного моря, Азовське море та решта території України — в холодній повітряній масі з

температурою 4-14° морозу, над північно-східними районами Росії — до 30° морозу. Контрасти температури у висотній фронтальній зоні над Азовським морем на ВТ-500/1000 становила близько 8-10 дам/1000 км.

В передній частині циклону на південно-східні райони Чорного моря відбувалась адвекція тепла зі східних районів Середземного моря, температура повітря над турецьким та кавказьким узбережжям Чорного моря становила 14-18° тепла, тоді як над Азовським морем — 9-14° морозу (карта Ф-206 за 18(20) год. 29 січня). Циклон за добу перемістився з Мармурового моря на східні райони Чорного моря, при цьому тиск в центрі виріс до 1010 гПа. Наявність блокуючого антициклону підтримувала значний баричний градієнт біля земної поверхні над Азовським морем (близько 5 гПа/111 км), до цього додався і значний термічний градієнт, що і посприяло посиленню північно-східного вітру до критерію СГЯ.

2. В період з 19 год. 36 хв. 23 вересня до 13 год. 00 хв. 25 вересня на Азовському морі та в Кримському підрайоні Чорного моря спостерігався вітер південно-східний та південно-західний 25-34 м/с. Тривалість явища 41 год. 24 хв.

23-24 вересня несприятливі погодні умови на акваторії Азово-Чорноморського басейну зумовив активний глибокий циклон, який виник на хвилі холодного фронту в районі Криму та зміщувався на Азовське море. На акваторії морів посилювався вітер до 12-22 м/с, в Кримському підрайоні Чорного моря та на Азовському морі — до 25-33 м/с. Такий сильний вітер обумовив згінно-нагінні явища на Азовському морі з досягненням критеріїв СГЯ. Оскільки циклон переміщувався над теплою морською поверхнею при наявності достатнього прогріву, вміст вологи в повітряній масі був значним, що призвело до дуже сильних дощів в портах Чорного та Азовського морів. СГЯ завдало збитків портам та підприємствам морської галузі, розташованим на узбережжі Чорного та Азовського морів: припинялись вантажні операції та судноплавство, були пошкоджені лінії електропередачі.

*Синоптична ситуація складалась таким чином:*

23 вересня в 00(02) год. біля земної поверхні західна та центральна частина Європи знаходилась під впливом виступу азорсь-

кого антициклону (1034 гПа), багатоцентрова область зниженого тиску займала північно-західні райони європейської території Росії, Беларусь, Україну, за винятком східної половини, Молдову, Балкани, Середземне море. Центри низького тиску простежувались в районі Риги (998 гПа), Одеси (1001 гПа), на півдні Італії (1010 гПа). Основним приземним центром був циклон в районі Риги, якому на карті АТ-850 відповідав висотний, окреслений ізогіпсою 136 дм, на АТ-700 та АТ-500 — висотна улоговина, вісь якої була орієнтована від моря Лаптевих через північно-західні райони Росії, Прибалтику, Польщу, Балкани на Піренейський півострів. Над акваторією Чорного та Азовського морів переважали південно-західні потоки. В термічному полі акваторія морів знаходилась в теплому повітрі з температурою на АТ-850 9-16° тепла, північні та центральні райони Європи — в холодному (0-4° тепла, в Скандинавії та північно-західних районах Росії 3-7° морозу.) Контрасти у висотній фронтальній зоні на холодній ділянці фронту на ВТ- 500/1000 над західною частиною Чорного моря становили близько 20 дам/1000 км.

В передній частині приземної улоговини на східну половину Чорного моря та на Азовське море виносилось тепле середземноморське повітря, а в тилевій частині на Балкани вторгалось холодне скандинавське повітря, завдяки чому активізувалось хвилеутворення на полярному фронті, який проходив через захід Чорного моря. На 12(15) год. (карта Ф-206) в районі Криму виник хвильовий циклон (1000 гПа), який швидко поглиблювався та зміщувався на Азовське море. На 00(03) год. 24 вересня тиск в центрі циклону був 978 гПа, падіння тиску досягло 13.7 гПа/3 год., а ріст був 8.7 гПа/3 год. Циклон отримав швидкий розвиток по висотах: на 00(03) 24 вересня в районі Харкова простежувались висотні центри: на картах АТ-850 (130 дам), АТ-700 (288 дам) та АТ-500 (547 дм). Надалі приземний циклон зміщувався в північно-східному напрямку через Харків в район Волгограду.

### *Морські гідрологічні явища*

Стихійні морські гідрологічні явища на Азово-Чорноморському басейні в 2014 році не спостерігались.



*Корбан В. Х., Дегтярева Л. Н.,  
Корбан Д. В., Войтюшенко В. И.,  
Журба А. С., Сытов В. Н.*

## **РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРЫ**

Существующая в настоящее время система контроля на предприятиях по переработке аммиака позволяет в пределах санитарно-защитной зоны контролировать состояние атмосферного воздуха при технологическом и аварийном режимах работы. В связи с тем, что аммиак при высокой концентрации в атмосферном воздухе, представляет реальную опасность для жизни населения, проживающего вне санитарно-защитной зоны, возникает необходимость в оперативном дистанционном контроле состояния атмосферного воздуха региона функционирования опасного производства. Указанный контроль может обеспечить когерентный метеорологический радиолокатор, работающий по определенной программе. Радиолокационный метод позволяет обнаруживать в безоблачной турбулентной атмосфере аммиак на большом расстоянии, что позволяет осуществлять заблаговременное предупреждение подразделений по чрезвычайным ситуациям, руководство региона и население для принятия необходимых мер защиты.

Радиолокационная система обнаруживает и распознает полный объем выброшенного в атмосферу аммиака с измерением его концентрации, в то время как наземные контактные газоанализаторы дают информацию лишь о части выброса в месте контактного измерения. Радиолокационный контроль может вестись как за конкретным объектом (потенциальным загрязнителем), так и за границей его санитарно-защитной зоны, что обеспечивает практически точное установление источника выброса аммиака в атмосферу и снять необоснованные обвинения в загрязнении окружающей среды с других предприятий, использующих аммиак при производстве продукции. Радиолокационная система контроля выполняет контролирующие функции в любое время суток, осуществляет не только раннее обнаружение и распознавание наличия аммиака в атмосфере, но и контроль направления и скорости его переноса с непрерывным измерением его концентрации. Указанная система контроля может применяться как самостоятельно, так и в комплекте с существующими наземными

контактными измерителями, решающими аналогичные задачи, что повышает их совокупный эффект.

Рассмотрим методику радиолокационного контроля атмосферы с учетом ее загрязнения аммиаком. Считаем, что радиолокационный сигнал является носителем информации о загрязнении атмосферы. Образование отраженного радиолокационного сигнала происходит в результате изменения радиофизических параметров атмосферы, т.е. там, где есть изменение ее относительной диэлектрической проницаемости  $\varepsilon'$ . Значение же  $\varepsilon'$  существенным образом зависит как от метеопараметров — температуры, давления, влажности, водности и плотности аэрозоля, так и от газового состава в месте измерения. Установим связь между радиофизическими параметрами атмосферы, ее метеопараметрами и свойствами газового состава.

В соответствии с [1] для любой поляризуемой среды значение относительной диэлектрической проницаемости определяется соотношением (1)

$$\varepsilon' = 1 + \chi, \quad (1)$$

где  $\chi$  — диэлектрическая восприимчивость вещества, равная:

$$\chi = \beta N. \quad (2)$$

Здесь  $\beta$  — поляризуемость молекул,  $N$  — число молекул в единице объема.

Диэлектрическая восприимчивость атмосферы, состоящей из “сухих” газов  $\chi_r$ , водяного пара  $\chi_{вп}$  и аэрозоля  $\chi_a$  может быть представлена соотношением:

$$\chi = \chi_r + \chi_{вп} + \chi_a. \quad (3)$$

Но

$$\chi_r = \beta_r N_r, \quad (4)$$

$$\chi_{вп} = \left( \beta_{вп} + \frac{\beta_{вп}}{T} \right) N_{вп}, \quad (5)$$

$$\chi_a = 4\pi r^3 \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right| N_a, \quad (6)$$

где  $\beta_r$  — поляризуемость одной молекулы газов;  $\beta_{вп}$  — поляризуемость одной молекулы водяного пара при температуре 1К;

$N_r = \frac{P}{KT}$  — число молекул газа в  $1 \text{ м}^3$  ( $P$  — давление в Паскалях,  $T$  — абсолютная температура,  $K = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К — постоянная Больцмана;  $N_{\text{вп}} = \frac{e}{KT}$  — количество молекул водяного пара в  $1 \text{ м}^3$  ( $e$  — парциальное давление водяного пара в Паскалях);  $Na$  — число молекул или частиц аэрозоля в  $1 \text{ м}^3$ ;  $r$  — средний радиус частиц или молекул аэрозоля;  $m$  — комплексный коэффициент преломления электромагнитных волн веществом частиц, определяемый соотношением:

$$m = \sqrt{\varepsilon'_k} = \sqrt{\varepsilon' - j \frac{\gamma}{\omega \varepsilon_0}} = n - j l, \quad (7)$$

$\varepsilon'_k$  — комплексная диэлектрическая проницаемость вещества частицы;  $\varepsilon_0 = \frac{l}{36\pi} \cdot 10^{-9}$  — диэлектрическая проницаемость вакуума, Ф/м;  $\omega$  — частота электромагнитного поля;  $\gamma$  — удельная проводимость безоблачной атмосферы;  $n$  — показатель преломления;  $l$  — показатель поглощения.

С учетом (3), (4), (5) и (6)  $\varepsilon'$  запишется в виде:

$$\varepsilon' = 1 + \frac{\beta_r P}{KT} + \frac{e}{KT} \left( \beta_{\text{вп}} + \frac{\beta_{\text{вп}}}{T} \right) + 4\pi r^3 \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right|. \quad (8)$$

Значения  $\beta_r$  и  $\beta_{\text{вп}}$  определяются экспериментально. Подставив их значения в формулу (8), выразив при этом давление  $P$  и парциальное давление водяного пара в гектопаскалях, а температуру  $T$  по шкале Кельвина, получим

$$\varepsilon' = 1 + \left[ \frac{157}{T} \left( P + \frac{4800e}{T} \right) \right] \cdot 10^{-6} + 4\pi r^3 \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right| \cdot N_a \quad (9)$$

Выразим парциальное давление водяного пара  $e$  через массовую долю водяного пара  $s$ , а количество частиц аэрозоля  $N_a$  через его водность  $\omega$  используя соотношение (10) и (11)

$$s = \frac{622e}{P}, \quad (10)$$

$$\omega = \frac{4\pi}{3} r^3 \rho N_a, \quad (11)$$

где  $\rho$  — плотность вещества аэрозоля.

С учетом (10) и (11) выражение для относительной диэлектрической проницаемости атмосферы запишется в виде:

$$\varepsilon' = 1 + \left[ \frac{157P}{T} \left( 1 + 7,717 \frac{s}{T} \right) \right] \cdot 10^{-6} + \frac{3\omega}{\rho} \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right| \quad (12)$$

$\varepsilon'$  незначительно превышает единицу для безоблачной атмосферы. Наличие аммиака в атмосферном воздухе в зависимости от его концентрации будет изменять значение  $\varepsilon'$ , формируя отраженный радиолокационный сигнал. В качестве информативного радиолокационного параметра в системе радиолокационного контроля используем дифференциальную фазу, наиболее чувствительную к изменению  $\varepsilon'$  концентрации аммиака.

Установим зависимость между дифференциальной фазой радиолокационного сигнала и  $\varepsilon'$  атмосферного воздуха, содержащего аммиак. При наличии аммиака его диэлектрическая проницаемость как газа определяется молекулярным весом, плотностью, абсолютной температурой и электрическим свойством молекул. С учетом того, что относительная диэлектрическая проницаемость сухого воздуха сохраняет одну и ту же величину во всем диапазоне электромагнитных волн, первое слагаемое в (12) выражает газовый состав атмосферы, второе — вклад влажного воздуха, третье — вклад аэрозольных образований. При известных величинах второго и третьего слагаемых, концентрация аммиака будет существенным образом влиять на значение первого слагаемого в (12), вызывая увеличение  $\varepsilon'$  и образование эхосигнала. Несмотря на то, что аварийные выбросы аммиака могут совершаться при любых метеорологических условиях, однако наибольшую опасность аммиак представляет именно при сухой атмосфере без водяного пара, облаков и осадков. При таких погодных условиях загрязнение атмосферного воздуха происходит в больших объемах с высокой концентрацией и даже при малой скорости ветра концентрированный аммиачный объем воздуха будет распространяться на значительное расстояние. Присутствие в атмосфере водяного пара, облаков и осадков существенным образом снижают концентрацию аммиака в атмосферном воздухе и его перенос в опасном для здоровья и жизни направлении.

По существующим оценкам средняя высота квазистационарного планетарного пограничного слоя принимается от нескольких сотен метров до значений порядка нескольких километров — зона радиолокационного обнаружения аммиака в атмосфере. С точки зрения радиометеорологии для анализа радиофизических свойств атмосферы наибольший интерес представляет вертикальный градиент относительной диэлектрической проницаемости атмосферы. Однако для нашего рассматриваемого радиолокационного наблюдения основной интерес представляют горизонтальные изменения относительной диэлектрической проницаемости, вызванные влиянием аммиака определенной концентрации и горизонтальным профилем метеопараметров. В процессе горизонтального взаимодействия воздушной пограничной массы воздуха с подстилающей поверхностью устанавливается определенное распределение ее метеорологических параметров и их трансформация. Трансформация относительной диэлектрической проницаемости будет происходить с одной стороны через трансформацию поля температуры и давления, а с другой стороны через воздействие определенной плотности аммиака.

Относительная диэлектрическая проницаемость аммиака зависит только от плотности молекул  $N_v$

$$(\varepsilon' - 1)(\varepsilon' + 2) = \frac{N_v}{3}, \quad (13)$$

где  $N_v = \frac{\rho}{m}$ ;  $m$  — масса молекулы.

Связь между плотностью, давлением и температурой задается уравнением состояния

$$\rho = \rho_0 \left( \frac{273}{T} \right) \cdot \left( \frac{P}{1013} \right). \quad (14)$$

Здесь  $\rho_0$  — плотность молекул аммиака при стандартных температуре и давлении ( $0^\circ \text{C}$  и  $1013 \text{ гПа}$ );  $P$  — давление в (гПа);  $T$  — в Кельвинах.

При стандартных температуре и давлении

$$N_{v_0} = 2,6873 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3},$$

а

$$N_v = N_{v_0} \frac{273}{1013T} \cdot \frac{P}{T} \quad (15)$$

Тогда для сухого тропосферного воздуха

$$\varepsilon' = 1 + c_d \frac{P}{T}, \quad (16)$$

где  $c_d$  — постоянная величина.

Если в пограничном слое воздуха будет присутствовать водяной пар (направление ветра с моря на сушу), то для смеси сухого воздуха с аммиаком и водяного пара

$$\varepsilon' = 1 + \frac{c_d P_d}{T} + \frac{c_{w_1} P_w}{T} + \frac{c_{w_2} P_w}{T^2} \quad (17)$$

В формуле (17) последний член описывает вклад в  $\varepsilon'$  постоянного дипольного момента молекулы водяного пара, а  $P_d$  и  $P_w$  — парциальное давление сухого воздуха с аммиаком и водяного пара соответственно, а постоянные величины  $N_{v0}$  и  $N_v$  входят в константу  $C$ .

Согласно данным [3],  $c_d = 77,6$  К/гПа,  $c_{w_1} = 71,6$  К/гПа,  $c_{w_2} = 3,7 \cdot 10^5$  К<sup>2</sup>/гПа. Для использования когерентного метеорологического радиолокатора для контроля выбросов аммиака Одесского припортового завода при аварийных ситуациях установим связь между относительной диэлектрической проницаемостью атмосферного воздуха и дифференциальной фазой радиолокационного сигнала. Рассмотрим процесс взаимодействия электромагнитной волны, излучаемой МРЛС с радиолокационным объемом воздуха, в котором градиент диэлектрической проницаемости определяется плотностью аммиака.

Пусть отражающий объем атмосферного воздуха облучается плоской монохроматической волной с компонентами  $E_x(t, z)$  и  $E_y(t, z)$  вектора  $E(t, z)$ . Компоненты электромагнитной волны удовлетворяют уравнениям Максвелла, решения которых совпадают с волновым уравнением:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - \frac{\varepsilon' \mu'}{c^2} \cdot \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0 \quad (18)$$

Здесь  $u$  — искомая функция,  $\varepsilon'$  и  $\mu'$  — относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости атмосферного воздуха;  $c$  — скорость света в вакууме.

Компоненты электромагнитной волны  $E_x(t, z)$  и  $E_y(t, z)$  как решения уравнения (18) имеют вид:

$$\begin{aligned} E_x(t, z) &= A_1 \cos \left( \omega t - \frac{2\pi z}{\lambda} + \alpha_1 \right), \\ E_y(t, z) &= A_2 \cos \left( \omega t - \frac{2\pi z}{\lambda} + \alpha_2 \right), \end{aligned} \quad (19)$$

где  $A_1$  и  $A_2$  — амплитуды;  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$  — длина волны МРЛС;

$T$  — период колебаний;  $\nu = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon' \mu'}}$  — скорость распространения электромагнитной волны в атмосфере;  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  — начальные фазы колебаний.

Рассмотрим отражающий объем воздуха с градиентом относительной диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon'$ , находящийся на расстоянии  $z = R$  от антенны МРЛС (рис. 1).

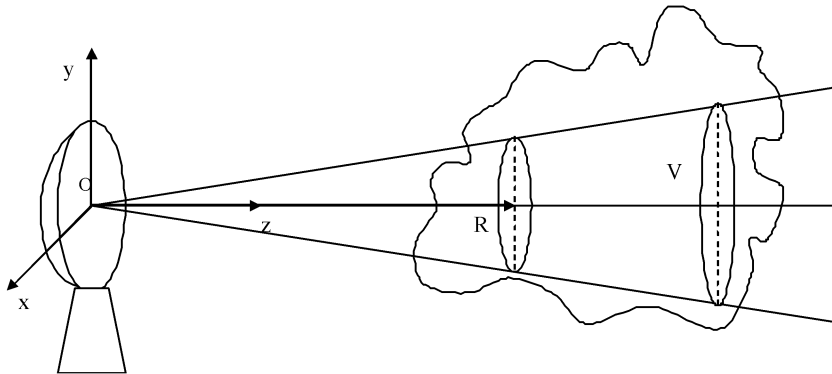


Рис. 1. Отражающий объем атмосферного воздуха

От объема  $V$  будет происходить отражение электромагнитной волны, составляющие которой, запишутся следующим образом:

$$\begin{aligned} E_x^*(t, z) &= A_1 \cos \left( \omega t - \frac{2\pi z}{\lambda} + \alpha_1' \right), \\ E_y^*(t, z) &= A_2 \cos \left( \omega t - \frac{2\pi z}{\lambda} + \alpha_2' \right). \end{aligned} \quad (20)$$

Будем считать, что процесс отражения от объема  $V$  происходит близко к зеркальному, т.е. в месте нахождения объема  $V$  прямая и отраженная волны имеют одинаковые фазы, т.е.

$$\begin{aligned}\omega t_1 - \frac{2\pi R}{\lambda} + \alpha_1 &= \omega t_1 + \frac{2\pi R}{\lambda} + \alpha'_1, \\ \omega t_1 - \frac{2\pi R}{\lambda} + \alpha_2 &= \omega t_1 + \frac{2\pi R}{\lambda} + \alpha'_2,\end{aligned}\quad (21)$$

где  $t_1 = \frac{R}{v}$  — время прохождения волны от МРЛС до объема  $V$ .

Из уравнения (21) определим  $\alpha'_1$  и  $\alpha'_2$

$$\begin{aligned}\alpha'_1 &= \alpha_1 - \frac{4\pi R}{\lambda}, \\ \alpha'_2 &= \alpha_2 - \frac{4\pi R}{\lambda}.\end{aligned}\quad (22)$$

Прямая и отраженная волны линейно поляризованы и при сложении образуют стоячие волны как суперпозиции волн (19) и (20). Вычислим компоненты стоячих волн  $E_{xc}(t, z)$  и  $E_{yc}(t, z)$  вектора  $E_c(t, z)$  напряженности электрического поля стоячих волн

$$\begin{aligned}E_{xc}(t, z) &= E_x(t, z) + E_x^*(t, z) = 2A_1 \cos\left(\omega t + \frac{\alpha'_1 + \alpha_1}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi z}{\lambda} + \frac{\alpha'_1 - \alpha_1}{2}\right), \\ E_{yc}(t, z) &= E_y(t, z) + E_y^*(t, z) = 2A_2 \cos\left(\omega t + \frac{\alpha'_2 + \alpha_2}{2}\right) \cdot \cos\left(\frac{2\pi z}{\lambda} + \frac{\alpha'_2 - \alpha_2}{2}\right)\end{aligned}\quad (23)$$

Определим разность фаз на входе антенны МРЛС (точка  $O$ ) каждой компоненты прямой и отраженной (стоячей) волн. Из (19) следует, что при  $t = 0$

$$\begin{aligned}E_x(0, 0) &= A_1 \cos \alpha_1, \\ E_y(0, 0) &= A_2 \cos \alpha_2, \\ t &= 2t_1 = \frac{2R}{v},\end{aligned}\quad (24)$$

где  $t_1 = \frac{R}{v}$  — время прохождения волны от точки  $O$  до отражающего объема  $V$ .



Тогда получим:

$$\begin{aligned}
 E_{x_c}(2t, 0) &= 2 A_1 \cos\left(2 \omega t_1 + \frac{\alpha'_1 + \alpha_1}{2}\right) \cdot \cos \frac{\alpha'_1 - \alpha_1}{2}, \\
 E_{y_c}(2t, 0) &= 2 A_2 \cos\left(2 \omega t_1 + \frac{\alpha'_1 + \alpha_1}{2}\right) \cdot \cos \frac{\alpha'_2 - \alpha_2}{2}. \quad (25)
 \end{aligned}$$

Разность фаз  $\Delta \Phi_x$  для компонент  $E_{xc}$  и  $E_x$ ,  $\Delta \Phi_y$  для компонент  $E_{yc}$  и  $E_y$  определяются следующим образом:

$$\begin{aligned}
 \Delta \Phi_x &= 2 \omega t_1 + \frac{\alpha'_1 + \alpha_1}{2} - \alpha_1 = \frac{2 R \omega}{v} + \frac{\alpha'_1 - \alpha_1}{2} = \\
 &= \frac{2 R}{v} \cdot \frac{2 \pi}{T} + \frac{\alpha'_1 - \alpha_1}{2} = \frac{4 \pi R}{\lambda} + \frac{\alpha_1 - \frac{4 \pi R}{\lambda} - \alpha_1}{2} = \\
 &= \frac{4 \pi R}{\lambda} - \frac{2 \pi R}{\lambda} = \frac{2 \pi R}{\lambda} = \frac{2 \pi R}{v T} = \frac{2 \pi R \vartheta}{v} = \frac{2 \pi \vartheta R \sqrt{\varepsilon' \mu'}}{c}; \quad (26)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta \Phi_y &= 2 \omega t_1 + \frac{\alpha'_2 - \alpha_2}{2} - \alpha_2 = \frac{2 R \omega}{v} + \frac{\alpha'_2 - \alpha_2}{2} = \\
 &= \frac{2 R}{v} \cdot \frac{2 \pi}{T} + \frac{\alpha'_2 - \alpha_2}{2} = \frac{4 \pi R}{\lambda} + \frac{\alpha_2 - \frac{4 \pi R}{\lambda} - \alpha_2}{2} = \\
 &= \frac{4 \pi R}{\lambda} - \frac{2 \pi R}{\lambda} = \frac{2 \pi R}{\lambda} = \frac{2 \pi R}{v T} = \frac{2 \pi R \vartheta}{v} = \frac{2 \pi \vartheta R \sqrt{\varepsilon' \mu'}}{c} \quad (27)
 \end{aligned}$$

Так как магнитная проницаемость атмосферы  $\mu' = 1$ , тогда

$$\Delta \Phi_x = \frac{R \sqrt{\varepsilon'} 2 \pi \vartheta}{c} = \frac{R \sqrt{\varepsilon'} 2 \pi}{c T}, \quad (28)$$

$$\Delta \Phi_y = \frac{R \sqrt{\varepsilon'} 2 \pi \vartheta}{c} = \frac{R \sqrt{\varepsilon'} 2 \pi}{c T}$$

Измерив с помощью когерентной МРЛС  $\Delta \Phi_x$  или  $\Delta \Phi_y$  и расстояние до отражающего объема атмосферы  $R$  определяется по

(28)  $\varepsilon'$ , значення котрої відповідає одній певній концентрації аміаку в атмосферному повітрі.

### *Література*

1. Билетов М. В. Радиометеорология / Билетов М. В., Кузменко В. П., Павлов Н. Ф., Цивенко Н. В. — М.: Военное изд-во, 1984. — 208 с.
2. Bean B. R., Dutton E. I. Radio Meteorology, Natl. Bur. Stand., Monog, 92. Supt, Doc. U.S.Govt. Printing Office, Washington, D.C.

*Грабо Н. В., Фролова Н. М.*

## **ФІЗІОЛОГІЧНА ПОВНОЦІННІСТЬ ПИТНОЇ ВОДИ БЮВЕТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ М. ОДЕСИ І ЗАХВОРЮВАНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ НА ХВОРОБИ СИСТЕМИ КРОВООБІГУ**

Одним з важливіших факторів підтримання здоров'я населення є якість, безпечна і фізіологічно повноцінна питна вода.

За думкою експертів ВОЗ біля 25 % населення Землі підпадає під ризик захворювань, пов'язаних із споживанням недоброякісної питної води.

Сучасні літературні джерела вказують на те, що найбільш залежать від гідрохімічного складу підземних вод ендемічні хвороби, патології системи кровообігу та шлунково-кишкового тракту [1].

Хімічний склад питних вод може впливати на мінеральний гомеостаз організму людини. Потенційна можливість несприятливого впливу води на здоров'я населення стосується і випадків, коли населення використовує маломінералізовані природні (як правило підземні), доочищені (а іноді й навіть демінералізовані) питні води й ситуацій, коли поширення отримують системи обробки води, у тому числі домашні, а також споживання утильованої води.

Вода з малою мінералізацією нестабільна і як наслідок проявляє високу агресивність по відношенню до матеріалів, з якими вступає в контакт. Населення, яке споживає воду, бідну на мінеральні речовини, завжди більш підлягає ризику впливу токсичних речовин, ніж те, що п'є воду середньої жорсткості й мінералізації [2].

Різниця у змісті іонів калію, натрію, кальцію, магнію може мати відношення до поширеності артеріальної гіпертензії. Дефіцит і дисбаланс кальцію і магнію можна вважати потенціальними факторами ризику виникнення у населення сечокам'яної хвороби, захворювань шкіри, серцево-судинної системи й органів травлення [1]. І хоча серед досліджень на цю тему існують деякі протиріччя [1], більшість авторів погоджується з тим, що існує зв'язок між споживанням жорсткої води та частотою серцево-судинних захворювань, а важливішою складовою при цьому слід вважати магній [2]. Демінералізована вода негативно впливає на процеси кровотворення [1].

У той же час, з якісною питною водою людина може отримати до 20 % добової норми кальцію, до 50-80 % фтору, до 50 % йоду [1]. Навіть в розвинутих країнах продукти харчування не можуть компенсувати дефіцит кальцію й, особлива, магнію, якщо вода бідна на ці елементи [2]. Важливі елементи можуть втрачатися в процесі приготування їжі на м'якій воді з таких продуктів як овочі, м'ясо, злаки. Втрати кальцію і магнію можуть досягати 60 %. Навпаки, під час приготування їжі на жорсткій воді, втрати мінералів значно нижчі, а зміст кальцію в готовій страві може навіть збільшитися.

Споживання м'якої води, яка бідна на кальцій, приводить до підвищеного ризику переломів у дітей, нейродегенеративних змін, передчасних пологів й зниженої ваги новонароджених дітей, а також до деяких видів раку. Із споживанням води, бідної на магній, пов'язують випадки порушення роботи серцевого м'язу, пізній токсикоз вагітних та деякі види раку [2].

Якщо наслідки недостатнього надходження в організм деяких речовин можна побачити лише через багато років, то серцево-судинна система, яка відчуває недостатність кальцію і магнію, реагує значно швидше. Декілька місяців споживання води, бідної на кальцій та/або магній вважається достатнім строком для проявів наслідків [2].

Для Одеси проблема забезпечення населення якісною питною водою, з точки зору фізіологічної повноцінності, стоїть на сьогоднішній день дуже гостро. Централізоване водопостачання в місті здійснюється з р. Дністер. І хоча дністровська вода проходить відповідну обробку, проте через незадовільний стан міської водопровідної мережі, питна вода несе вторинне (мікробіологічне)

забруднення, що вимагає обов'язкового знезараження. Знезараження водопровідної води здійснюється шляхом хлорування перед подачею води у мережу. Також суттєвою проблемою міської водопровідної мережі є вірусне забруднення, яке також попереджують (хоча і вкрай неефективно) шляхом хлорування. Тому, описуючи процес хлорування водопровідної води в м. Одесі, доцільно використовувати термін “гіперхлорування”. Через вказані причини, в водопровідній воді утворюється велика кількість хлорорганічних речовин, багато з яких є не лише токсичними, а й володіють мутагенними, тератогенними і канцерогенними властивостями. Тому ще у 90х роках 20-го сторіччя для м. Одеси повстала проблема забезпечення населення якісною водою саме для питних цілей, для чого було розроблено цілий ряд різноманітних заходів.

Одним з таких заходів, який суттєво вплинув на ситуацію, стало формування мережі бюветів. Бюветне водопостачання м. Одеси є одним з важливих альтернативних джерел водопостачання населення питною водою. У відповідності до Одеської міської програми раціонального водокористування та збереження питної води, поліпшення водопостачання населення “Чиста вода” на 2001-2006 рр., починаючи з 2001 р. на території міста були відкриті і функціонують 15 бюветних комплексів. Забір води здійснюється з Верхньосарматського водоносного горизонту, якість вод якого не дозволяє використовувати їх без попереднього кондиціонування. Тому бювети обладнані сучасними технологіями очищення води, які включають такі стадії очищення як механіко-каталітичне фільтрування, зворотньоосмотичне опріснення частини об'єму води, змішування води, що пройшла зворотньоосмотичне очищення, з водою, яка пройшла механічне фільтрування, у повному співвідношенні, озонування води, збалансованої за мінеральним складом, адсорбційне очищення озонованої води на фільтрах і вторинне озонування води перед подачею споживачам [3].

Наслідком цих заходів є досить високе очищення бюветних вод. Проте, очищення є настільки суттєвим, що вміст деяких показників стає нижчим за необхідне — відбувається порушення нижньої межі для певних показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод. У першу чергу, мова йде про такі показники як жорсткість, а також вміст кальцію і магнію. Саме з низькими значеннями вмісту цих показників у

воді, що використовується для питних цілей, пов'язують можливість виникнення і поширення серед населення різних нозологічних форм хвороб системи кровообігу, які тривалий період часу залишаються основною причиною смерті населення розвинутих країн.

Аналіз матеріалів, які характеризують якість підземних вод, показує, що в доочищеній воді спостерігається істотне зменшення вмісту макрокомпонентів у порівнянні з природними підземними водами. Таким чином, до споживачів доходять питні води, в яких спостерігається порушення вимог фізіологічної повноцінності мінерального складу. А саме, на 7 бюветах з 15 середнє за рік значення показника жорсткості менш за нижню межу встановленої норми (1,5 ммоль/дм<sup>3</sup>). Також на цих бюветах нижчий за норму (10 мг/дм<sup>3</sup>) вміст магнію. Нижня межа вмісту кальцію (25 мг/дм<sup>3</sup>) порушена на усіх 15 бюветних комплексах м. Одеси; несприятливим [4] є і кальцієво-магнієве співвідношення, яке менш за 1,5, також на усіх бюветах. Концентрації іона натрію знаходиться у діапазоні 25,5-168,5 мг/дм<sup>3</sup>, тобто для усіх бюветів поза межами вимог норм фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод (яка для натрію знаходиться в діапазоні 2-20 мг/дм<sup>3</sup>). Особливу увагу привертає бювет на вул. Кримській, природні підземні води якого значно відрізняються за якістю від усіх інших бюветів міста і характеризуються наднормативною мінералізацією, підвищенням вмістом катіонів натрію (1102,3 мн/дм<sup>3</sup>), хлорид-аніонів (1543,1 мг/дм<sup>3</sup>), що ймовірно є наслідком гідралічного зв'язку водоносного горизонту з морською водою. У зв'язку з чим ступінь очищення на цьому бюветі складає 96,8-99,2 %. Як наслідок, на цьому бюветі додатково спостерігається порушення вимог фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод за показниками лужність і сухий залишок [3]. Ці показники значно нижчі за нижню межу (яка для лужності складає 0,5 ммоль/дм<sup>3</sup>, а для сухого залишку — 200 мг/дм<sup>3</sup>) [5].

Все це свідчить про те що населенню м. Одеси надається для питного використання досить м'яка вода, яка не відповідає вимогам діючих нормативних документів.

За матеріалами Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я, епідеміологічні дослідження, що проводилися в різних країнах протягом останніх 50 років, показали наявність зв'язку між зростаючою кількістю захворювань на хвороби системи кровообігу з

подальшим летальним наслідком зі споживанням м'якої води. Вважається, що при порівнянні м'якої води з жорсткою і багатою на магній, закономірність простежується дуже чітко. Іноді наслідки недостатнього надходження в організм деяких речовин видно лише через довгі роки, але серцево-судинна система, яка відчуває брак кальцію і магнію, реагує швидше.

Кальцій і магній дуже важливі для людини. Кальцій — важлива складова кісток і зубів. Він є регулятором нервово-м'язової збудливості, бере участь у роботі провідної системи серця, скороченні серця і м'язів, передачу інформації всередині клітини. Кальцій — елемент відповідальний за згортання крові. Магній є кофактором і активатором більш ніж 300 ферментативних реакцій, включаючи гліколіз, синтез АТФ, транспорт мінералів, таких як натрій, калій і кальцій через мембрани, синтез білків і нуклеїнових кислот, нервово-м'язова збудливість і м'язові скорочення. Внутрішньоклітинний дефіцит магнію може викликати збільшення вмісту в клітині натрію і кальцію і зниження вмісту калію.

Вживання питної води з низькою мінералізацією сприяє вимиванню солей з організму. Зміни водно-сольового балансу в організмі були відзначені як при вживанні демінералізованої води, так і води з мінералізацією 50-75 мг/дм<sup>3</sup>. Тому спеціалісти ВООЗ у “Керівництві з гігієнічних аспектів знесолення води” за 1980 р., рекомендують вживати як питну воду з мінералізацією не менше 100 мг/дм<sup>3</sup>. Оптимальна мінералізація становить 200-400 мг/дм<sup>3</sup> для хлоридно-сульфатних вод і 250-500 мг/дм<sup>3</sup> для гідрокарбонатних.

Окрім питної води, ці елементи можуть надходити до організму із продуктами харчування. Але, якщо продукти багаті на кальцій (усі молочні продукти, особливо тверді сири, яйця, риба, крупи, овочі, м'ясо, фрукти, хлібобулочні вироби та інші) входять до щоденного меню пересічного українця, то з магнієм ситуація складніша. Продукти, багаті на магній (шпинат, бобові, горіхи, курага, висівки, зелені салати), не є традиційною повсякденною їжею українця [6]. Це дозволяє розглядати саме питну воду як переважне джерело магнію для більшості українців.

За сучасними вимогами до показників фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води вміст кальцію в питній воді має складати 25-75 мг/дм<sup>3</sup>, магнію 10-50 мг/дм<sup>3</sup>,

загальна жорсткість — 1,5-7,0 ммоль/дм<sup>3</sup>, сухий залишок 200-500 мг/дм<sup>3</sup> [7].

За даних Американської асоціації кардіологів хвороби системи кровообігу стають причиною смерті населення індустріально розвинених країн приблизно у 50 % випадків. У різних країнах ці цифри відрізняються: 35-36 % — в США, 53-55 % в Росії, Білорусі. В Одеській області цей показник у 2012 р. склав 32 %, збільшившись на 0,3 % у порівнянні з минулим роком. А постійне зростання кількості хворих на хвороби системи кровообігу є однією з найактуальніших проблем.

Під час виконання дослідження були проаналізовані показники захворюваності на хвороби системи кровообігу серед населення м. Одеси і України за період з 2007 по 2012 роки. А саме досліджувалися поширеність і захворюваність на хвороби системи кровообігу в цілому серед усього населення, а також на такі нозологічні форми цього класу захворювань як гіпертонічна хвороба, ішемічна хвороба серця, стенокардія, гострий інфаркт міокарду, цереброваскулярні хвороби.

Була проаналізована динаміка цих показників у часі. Для цього будувалися графіки часового ходу показників поширеності і захворюваності у м. Одесі і в Україні за кожною нозологічною формою окремо, аналіз яких дозволив виділити ряд закономірностей щодо особливостей динаміки цих показників (на рис. 1 представлено динаміку у часі показника поширеності):

- показники поширеності і захворюваності як на хвороби системи кровообігу в цілому, так і на окремі нозологічні форми у м. Одесі вищі ніж по Україні в цілому. Виключенням є лише показник поширеності гіпертонічної хвороби (для захворюваності на гіпертонічну хворобу значення показника у м. Одесі також вищі, ніж по Україні);
- для показника поширеності спостерігається зростання у часі. Виключенням є лише поширеність гострого інфаркту міокарду, для якої спостерігається зменшення значень показника до 2011 року і подальше зростання у 2012 році;
- для показника захворюваності спостерігається зростання значень у м. Одесі, тоді як значення захворюваності по Україні в цілому зменшуються у часі (виключенням також є захворюваність на гострий інфаркт міокарду з такою ж як і у поширеності тенденцією).

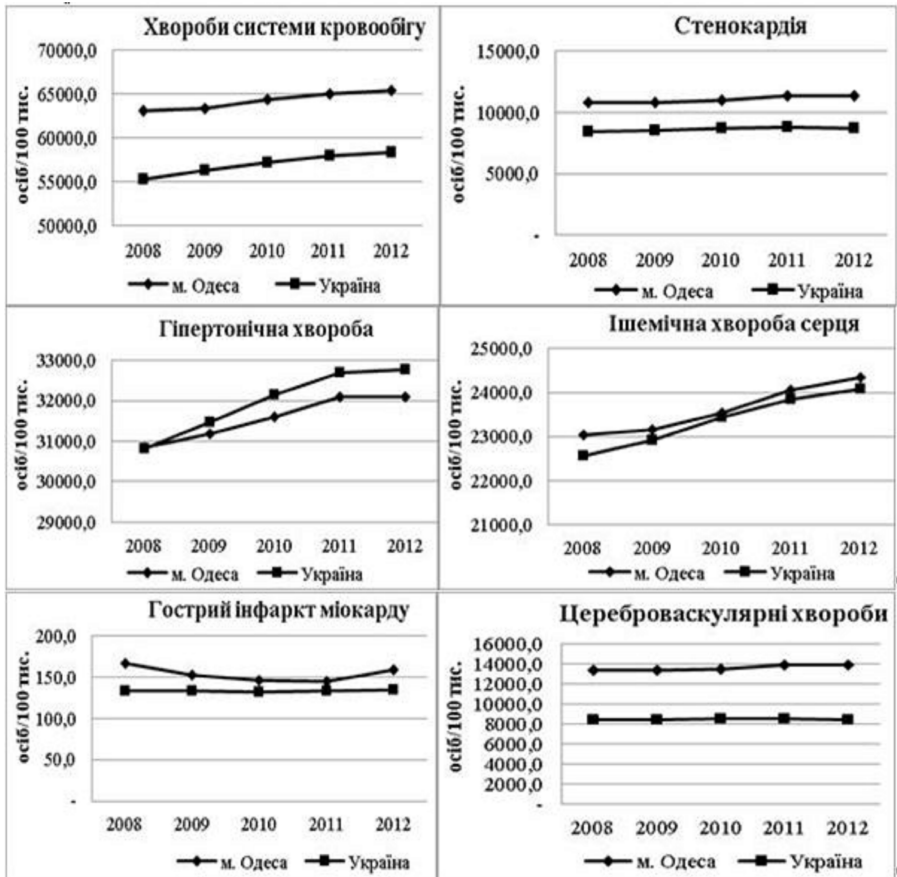


Рис. 1. Динаміка показників поширеності хвороб системи кровообігу в м. Одесі і Україні

Таким чином, можна зробити наступні висновки:

- якість вод питного призначення, постачання яких здійснюється населенню м. Одеси через 15 бюветних комплексів, не відповідає діючим вимогам щодо фізіологічної повноцінності мінерального складу питних вод, що може сприяти виникненню та загостренню у населення різноманітних хвороб системи кровообігу;
- у м. Одесі спостерігаються показники поширеності і захворюваності на хвороби системи кровообігу, значення яких



можна вважати досить несприятливими у порівнянні з Україною у цілому.

Одже, незадовільна якість питної води (у першу чергу за показниками фізіологічної повноцінності мінерального складу) одного з важливіших джерел альтернативного водопостачання м. Одеси може розглядатися як один з факторів, які сприятимуть подальшому погіршенню ситуації щодо захворювань на хвороби системи кровообігу.

Особливе занепокоєння викликає якість води бювету розташованого на вул. Кримській (слід зазначити, що це єдиний кювет, розташований у найбільшому спальному районі міста, де мешкають понад 260 тис. осіб). В ситуації, що склалася, було би доцільно організувати просвітницьку роботу з населенням з метою пояснення можливих наслідків постійного вживання питної води означеної якості.

### *Література*

1. Иванов А. В., Тафеева Е. А., Давлетова Н. Х. Современные представления о влиянии качества питьевой воды на состояние здоровья населения // Вода: химия и экология. — № 3, март 2012. — С. 48-53.
2. Франтишек Козишек Последствия для здоровья, возникающие при употреблении деминерализованной питьевой воды / Национальный Институт общественного здоровья, Республика Чехия / Материалы встречи экспертов ВОЗ “Нутриенты в питьевой воде”. — Женева: Всемирная Организация Здравоохранения, 2005.
3. Гігієнічна оцінка комбінованого застосування мембранних та озono-сорбційних методів очищення та знезараження води, що використовуються на бюветних комплексах м. Одеси / Петренко Н. Ф., Созінова О. К., Власюк Г. В., Опанасенко В. М. // Причорноморський екологічний бюлетень. — № 4 (46). — Одеса, 2012. — С. 160-169.
4. Ворохта Ю. М. Гігієнічна оцінка впливу мінерального складу питних вод на здоров'я населення: дис. канд. мед. наук: 14.02.01 / Одеський держ. медичний ун-т. — Одеса, 2007. — 125 арк. — Бібліогр.: арк. 109-125.
5. Державні санітарні норми та правила “Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною”

(ДСанПіН 2.2.4-171-10) — Затв. Наказом МОЗ України від 12.05.2010 № 400.

6. Соціально-демографічні характеристики домогосподарств України у 2012 році. Стат. зб. — К., 2012. — 81 с.
7. Руководство по гигиеническим аспектам обессоливания воды. — ЕТС/80.4. Женева, ВОЗ, 1980.
8. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш, Л. С. Строчкова; АМН СССР. — М.: Медицина, 1991. — 496 с.

УДК 504

*Чугай А. В., Євглевська А. М.*

## **АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕНОСТІ ҐРУНТІВ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

*Вступ.* Земельний фонд Миколаївської області характеризується наявністю досить високого біопродуктивного потенціалу, а в його структурі висока питома вага ґрунтів чорноземного типу, що створює сприятливі умови для продуктивного землеробства. Сільськогосподарське освоєння території Миколаївської області надзвичайно високе (81,6 %). Тому всі землі потребують захисту та охорони від негативних процесів, забруднення й погіршення екологічного стану.

Інтенсифікація землеробства, збільшення техногенного навантаження на земельні ресурси, застосування засобів хімізації та інші впливи призводять до погіршення якості ґрунтів, зниження їх родючості. Найшкідливішими для навколишнього природного середовища є забруднення ґрунтів хімічними та біологічними компонентами, зокрема радіонуклідами, важкими металами, пестицидами, збудниками інфекційних хвороб [1].

*Матеріали і методи дослідження.* Загальною метою роботи авторів є комплексний аналіз та оцінка забрудненості природного середовища Миколаївської області. У попередніх роботах [2; 3] було проаналізовано рівень забруднення атмосферного повітря, поверхневих та морських вод регіону.

Метою даної частини роботи є аналіз забруднення важкими металами ґрунтів Миколаївської області за окремі роки.

Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів проводиться по показниках, розроблених при сумісних геохімічних і гео-

гігієнічних дослідженнях навколишнього середовища міст за коефіцієнтом концентрації ( $K_C$ ), що розраховується як відношення вмісту елемента  $i$ -го виду в досліджуваному об'єкті ( $C_i$ ) до фонового значення ( $C_\phi$ ):

$$K_C = C_i / C_\phi . \quad (1)$$

Замість фонового значення забруднюючої речовини можна використовувати його величину ГДК; у цьому випадку визначається коефіцієнт техногенного геохімічного навантаження ( $K_i$ ) [4]:

$$K_i = C_i / C_{ГДК} . \quad (2)$$

**Результати дослідження та їх аналіз.** Вихідними даними для дослідження була інформація про вміст важких металів ( $Cd$ ,  $Pb$ ,  $Hg$ ,  $Cu$ ,  $Co$ ) у ґрунтах по районах області у 2006 та 2008 рр. У 2006 р. спостереження проводились у 6 районах області, у 2008 р. — в 9 районах. На рис. 1 і 2 наведено динамку зміни вмісту важких металів у ґрунтах Миколаївської області в 2006 та 2008 рр.

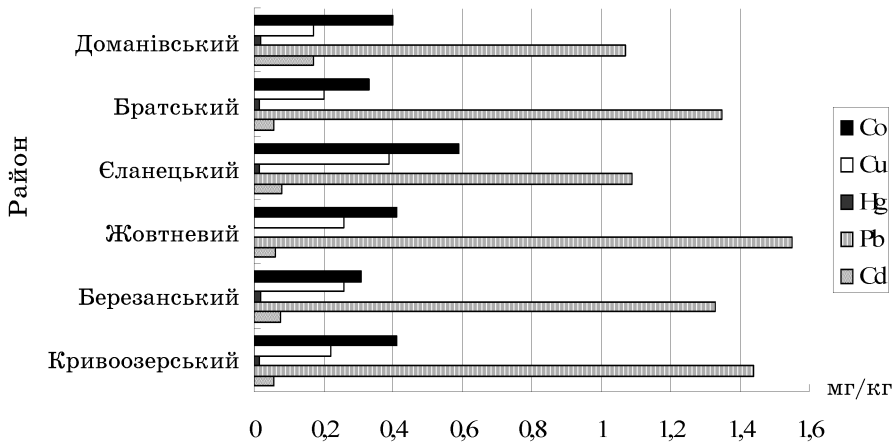


Рис. 1. Динаміка зміни вмісту важких металів у ґрунтах Миколаївської області у 2006 р.

Аналіз рисунків показує, що максимальні концентрації відзначались для вмісту у ґрунтах свинцю. У 2006 р. максимальний вміст його відзначено у Жовтневому районі, у 2008 — у Доманівському. Якщо розглядати діапазон концентрацій по вмісту свинцю, то в 2006 р. в цілому рівень забруднення не зазнавав значних коливань концентрацій (1-1,6 мг/кг). Проте у 2008 р.

відзначені значні коливання по районах — 0,8-3,2 мг/кг. Також значний діапазон коливань концентрацій було відзначено у 2008 р. для кобальту та міді. Вміст жодного з важких металів, що розглядаються, не перевищував ГДК.

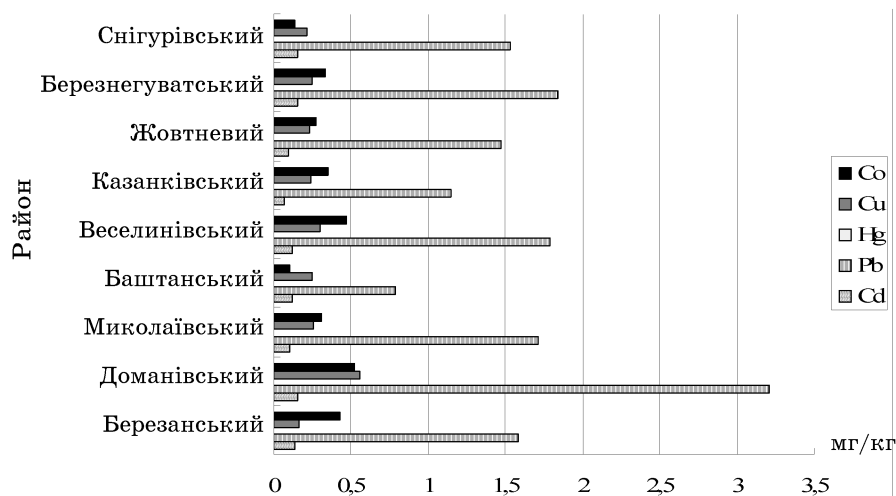


Рис. 2. Динаміка зміни вмісту важких металів у ґрунтах Миколаївської області у 2008 р.

На рис. 3 наведено середній вміст важких металів у ґрунтах в середньому по Миколаївській області в 2006 та 2008 рр. Аналіз показує, що по таких металах, як кадмій, свинець та мідь відзначено підвищення їх вмісту у ґрунтах, а по ртуті та кобальту — незначне зниження вмісту.

Також був розрахований коефіцієнт техногенного геохімічного навантаження за формулою (2). Результати розрахунків наведені у табл. 1.

Таблиця 1.

Коефіцієнт техногенного геохімічного навантаження для ґрунтів Миколаївської області

| Метал | 2006 р. | ГДК | $K_i$ | 2008 р. | ГДК | $K_i$ |
|-------|---------|-----|-------|---------|-----|-------|
| Cd    | 0,081   | 0,5 | 0,162 | 0,12    | 0,5 | 0,240 |
| Pb    | 1,280   | 6,0 | 0,210 | 1,67    | 6,0 | 0,280 |
| Hg    | 0,017   | 2,1 | 0,008 | 0,01    | 2,1 | 0,005 |
| Cu    | 0,260   | 3,0 | 0,090 | 0,27    | 3,0 | 0,090 |
| Co    | 0,410   | 5,0 | 0,082 | 0,32    | 5,0 | 0,064 |

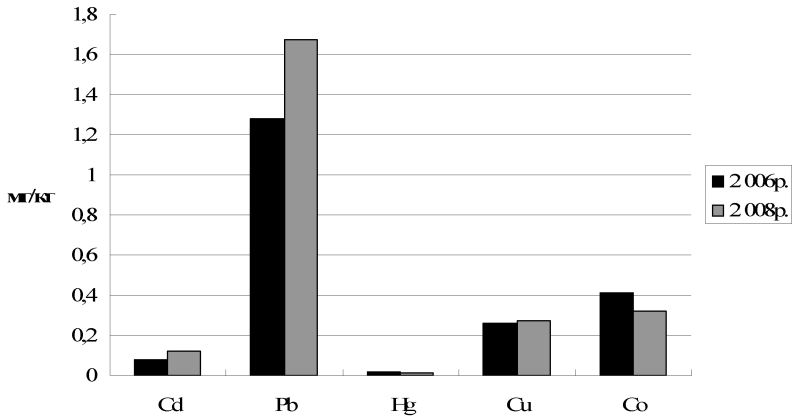


Рис. 3. Вміст важких металів у ґрунтах в середньому по Миколаївській області

Отримані значення коефіцієнту техногенного геохімічного навантаження незначні, що свідчить про низький рівень забруднення ґрунтів області важкими металами. Мінімальний вміст порівняно з ГДК відзначається для ртуті (рівень концентрації на три порядки нижче ГДК).

**Висновки.** В роботі був виконаний аналіз забруднення важкими металами ґрунтів Миколаївської області за 2006 та 2008 рр. Розглядався вміст важких металів (*Cd*, *Pb*, *Hg*, *Cu*, *Co*) у ґрунтах по районах області.

Отримано, що максимальні концентрації відзначались для вмісту у ґрунтах свинцю. В 2006 р. в цілому рівень забруднення не зазнавав значних коливань концентрацій, проте у 2008 р. відзначені значні коливання по районах. Також значний діапазон коливань концентрацій було відзначено у 2008 р. для кобальту та міді. Вміст жодного з важких металів, що розглядаються, не перевищував ГДК.

Аналіз вмісту важких металів у ґрунтах в середньому по Миколаївській області в 2006 та 2008 рр. показав, що по таких металах, як кадмій, свинець та мідь відзначено підвищення їх вмісту у ґрунтах, а по ртуті та кобальту — незначне зниження вмісту.

Отримані значення коефіцієнту техногенного геохімічного навантаження незначні, що свідчить про низький рівень забруднення ґрунтів області важкими металами.

## *Література*

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2012 р. — Миколаїв, 2013. — 204 с.
2. Чугай А. В., Бойко А. М. Характеристика забрудненості атмосферного повітря м. Миколаїв за багаторічний період // Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні. Матеріали ІХ міжнародної науково-технічної конференції. — Миколаїв: НУК ім. адм. Макарова, 2014. — С. 23-27.
3. Чугай А. В., Євглевська А. М. Якість морських вод прибережної зони Миколаївського морського порту // Еколого-правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів. Матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції. — Харків: ХНАДУ, 2014. — С. 155-157.
4. Екологічна стандартизація та сертифікація. Навч. посібник / Блінова Н. К., Мохонько В. І., Саломашіна С. О., Суворін О. В. — Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2009. — 124 с.

*Макарова О. В., Ільїна В. Г.*

### **МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВО-РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

Ступінь забруднення ґрунту і рослин токсичними елементами та сполуками в умовах інтенсивної хімізації — це нова, досить актуальна екологічна проблема. Тому важко вибрати вірний метод визначення важких металів у ґрунті, а також методику визначення токсичного рівня важких металів у ґрунті. Важкі метали необхідно вивчати в усьому біологічному ланцюгу: ґрунт-рослина-тварина-людина. Саме в ґрунтах необхідно нормувати вміст важких металів, так як ґрунти впливають на хімічний склад природних вод, повітря, рослин, на продукти тваринного походження, а отже і на здоров'я людини.

Найбільш токсичними важкими металами є кадмій, мідь, цинк та свинець. Тому в рамках роботи було виконано оцінку забруднення ґрунтів Херсонської області важкими металами.

Головний чинник, що визначає 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 із збільшенням його значення рухливість падає [1].

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.

Детальний аналіз даних про поглинання Pb корінням рослин дозволив прийти до висновку, що спосіб його поглинання — пасивний. Швидкість поглинання знижується при вапнуванні і низьких температурах. Не дивлячись на погану розчинність Pb у ґрунті, він поглинається кореновими волосками і затримується в стінках кліток [2].

Переносимий повітрям Pb — головне джерело свинцевого забруднення — також легко поглинається рослинами через листя. Токсичність органічних форм Pb не лише перевершує токсичність неорганічних форм, але і що викликаються цими двома типами агентів ефекти розрізняються якісно. Проте симптоми свинцевого токсикозу в рослин не дуже специфічні.

Сприятливий режим фосфору знижує токсичну дію Pb. Це взаємодія — наслідок здатності Pb до утворення нерозчинних фосфатів в рослинних тканинах і ґрунтах. Відомо, що S уповільнює перенесення Pb з коріння у стебла [3].

Розчинні форми Zn доступні для рослин, і за наявними даними вжиток Zn лінійно зростає з підвищенням його концентрації в живлячому розчині і в ґрунтах. Швидкість поглинання Zn сильно вагається залежно від вигляду рослин і умов середовища зростання. Велике значення має склад живлячого розчину, особливо присутність Ca [4].

Дані про рухливість Zn у рослинах досить суперечливі. Проте, є загальні закономірності: кореневі системи часто містять значно більше Zn, чим надземні частини, особливо, якщо рослина виросла на ґрунті, багатому Zn. При оптимальному рівні вмісту Zn у ґрунті цей елемент може переміщатися з коріння і накопичуватися у верхніх частинах рослин. За опублікованими даними Zn концентрується в хлоропластах. Також, ймовірно, він накопичується в рідині, що заповнює вакуолі, і в клітинних мембранах [5].

Передбачити, при яких концентраціях в ґрунті виникнуть токсичні ефекти в рослинах надзвичайно складно. Вже задовго до того, як симптоми отруєння і зниження врожайності стануть очевидні, продукти живлення, що отримуються з сільськогосподарських культур з підвищеним рівнем вмісту Cu, представлятимуть значну небезпеку для здоров'я людей.

Накопичення важких металів рослиною розглядається в залежності від утримання рухомих форм важких металів у ґрунті. Швидкість надходження важких металів у рослину описується формулою:

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

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

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

кожний з яких визначається з виразу:

$$K_q^{\text{кр}j} = 1 - \left( \frac{\mu A q}{A_q^{\text{кр}2} - A_q^{\text{кр}1}} \right) \cdot A_q^{\text{рост}(j)} \quad (3)$$

де  $\mu A q$  — зниження продуктивності рослин в інтервалі критичних величин концентрації важких металів у рослині  $A_q^{\text{лз}1}$  и  $A_q^{\text{лз}2}$  ( $\text{мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ ) [6].

У табл. 1 наведені дані про параметри формули (1) для розрахунку швидкості поглинання важких металів зерновими культурами.

Таблиця 1.

Параметри для розрахунку рівня забруднення зернових культур важкими металами

| Види важких металів | Поглиналина здібність коріння, $\text{м}/\text{с}^2$ | Концентрація у ґрунті, $\text{мг}/\text{кг}$ | Радіус кореня |
|---------------------|--|--|---------------|
| Мідь Cu             | 0,000028   | 0,74   | 0,0105        |
| Цинк Zn             | 0,000025   | 3,30   | 0,0100        |
| Кадмій Cd           | 0,000030   | 0,13   | 0,0230        |
| Свинець Pb          | 0,000005   | 1,38   | 0,0250        |



Херсонська область є однією з найнавантажених областей стосовно вмісту у ґрунтовому покриві важких металів.

На рис. 1 представлена динаміка забруднення ґрунтів Херсонської області важкими металами (рухлива форма).

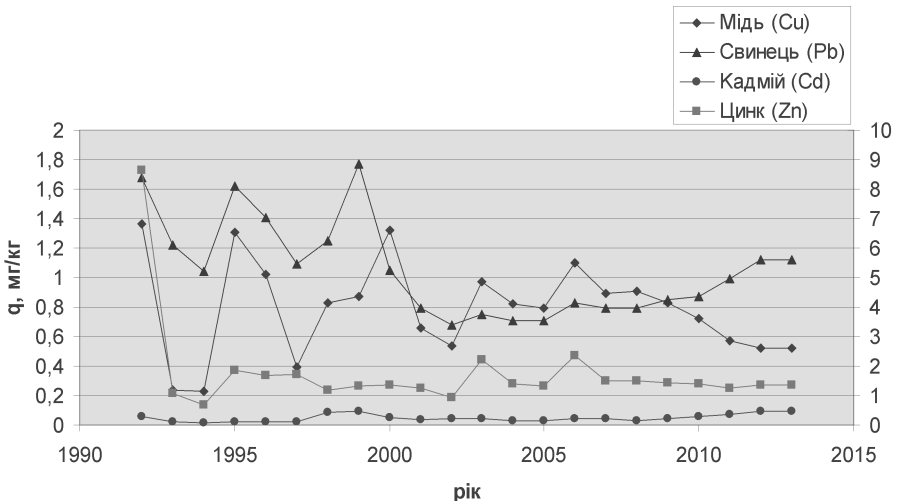


Рис. 1. Динаміка забруднення ґрунтів Херсонської області важкими металами (рухлива форма)

Аналізуючи діаграму (рис. 1), видно, що найбільше забруднення завдає свинець, а найменше — кадмій. Максимальні значення спостерігались в 1992 році — для міді (1,367 мг/кг) і для цинку (8,644 мг/кг), в 1999 році — для свинцю (1,771 мг/кг) і для кадмію (0,0957 мг/кг). Мінімальні значення спостерігались в 1993 році — для міді (0,233 мг/кг), в 1994 році — для цинку (0,685 мг/кг) і для кадмію (0,0137 мг/кг), в 2002 році — для свинцю (0,676 мг/кг).

На рис. 2 представлена динаміка забруднення ґрунтів Херсонської області міддю (рухлива форма).

Аналізуючи діаграму (рис. 2), видно, що розподіл динаміки забруднення ґрунтів міддю є нерівномірним. Спостерігається 3 максимуми у 1992, 1995 і 2000 роках зі значеннями 1,367, 1,308 і 1,324 мг/кг відповідно. Мінімальні значення спостерігаються у 1993 і 1994 роках — 0,233 і 0,226 мг/кг відповідно.

На рис. 3 представлена динаміка забруднення ґрунтів Херсонської області цинком (рухлива форма).

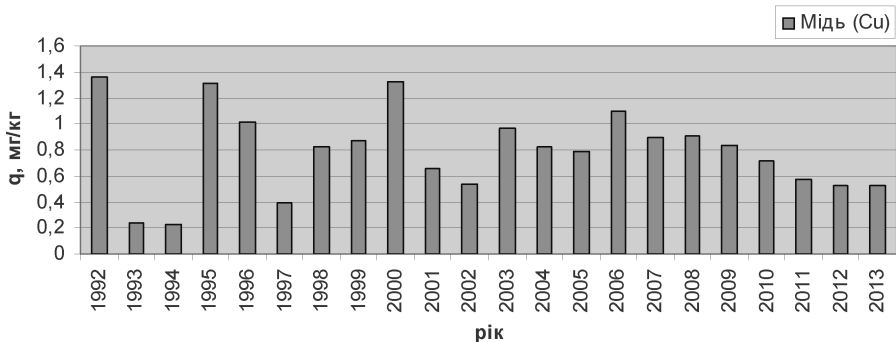


Рис. 2. Динаміка забруднення ґрунтів Херсонської області міддю (рухлива форма)

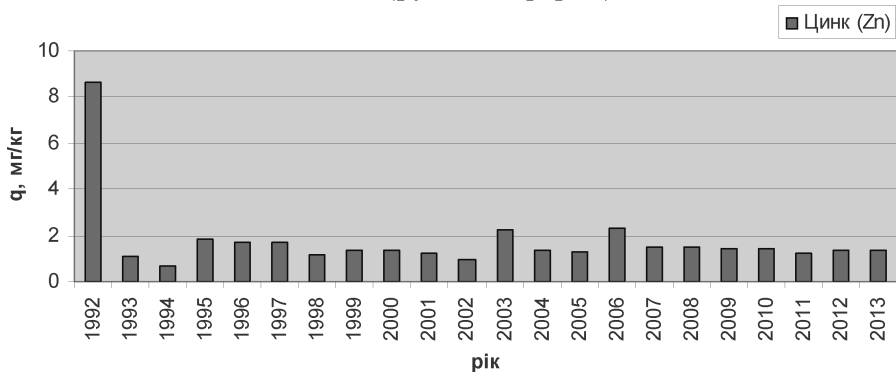


Рис. 3. Динаміка забруднення ґрунтів Херсонської області цинком (рухлива форма)

Аналізуючи діаграму (рис. 3), видно, що розподіл динаміки забруднення ґрунтів цинком є майже нерівномірним. Максимальне значення спостерігається у 1992 році і становить 8,644 мг/кг. Мінімальне значення спостерігається у 1994 році і становить 0,685 мг/кг.

На рис. 4 представлена динаміка забруднення ґрунтів Херсонської області свинцем (рухлива форма).

Аналізуючи діаграму (рис. 4), видно, що розподіл динаміки забруднення ґрунтів свинцем є нерівномірним. Спостерігається 3 максимуми у 1992, 1995 і 1999 роках зі значеннями 1,687, 1,624 і 1,771 мг/кг відповідно. Мінімальне значення спостерігається у 2002 році і становить 0,676 мг/кг.

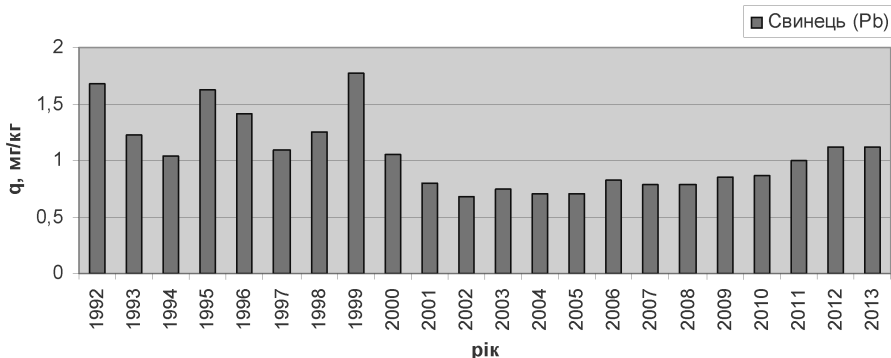


Рис. 4. Динаміка забруднення ґрунтів Херсонської області свинцем (рухлива форма)

На рис. 5 представлена динаміка забруднення ґрунтів Херсонської області кадмієм (рухлива форма).



Рис. 5. Динаміка забруднення ґрунтів Херсонської області кадмієм (рухлива форма)

Аналізуючи діаграму (рис. 5), видно, що розподіл динаміки забруднення ґрунтів міддю є нерівномірним. Спостерігається спад з 1993 по 1997 роки, а також з 2000 по 2009 роки. Максимальне значення становить 0,0957 мг/кг (1999 р.), а мінімальне дорівнює 0,0137 мг/кг (1994 р.).

Таким чином можна зробити висновок про те, що моделювання та прогнозування стану довкілля — це галузь науково-практичної діяльності, яка спрямована на вивчення основних закономірностей забруднення навколишнього середовища, яка може використовуватися для оцінки стану забруднення ґрунтів Херсонської області.

У подальшому буде виконано оцінку вмісту важких металів в основних сільськогосподарських рослинах, які вирощуються в Херсонській області.

#### Література

1. Агроекология / Под. ред. Черникова В. А., Чекереса А. И. — М.: Колос, 2000. — 536 с.
2. Грабак Н. Х., Топіха І. Н., Давиденко В. М., Шевель І. В. Основи ведення сільського господарства та охорона земель: Навч. посіб., 2-е видання. — К.: Професіонал, 2006. — 496 с.
3. Жовинский Э. Я., Кураева И. В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. — К.: Наукова думка, 2002. — 213 с.
4. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата Пендиас, Х. Пендиас; пер. с. англ. — М.: Мир, 1989. — 439 с.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства / Утв. А. Г. Ефремов, издание 2-е. — М., 1992. — 27 с.
6. Сиротенко О. Д. Математическое моделирование водно-теплого режима и продуктивности агроэкосистемы. — Л.: Гидрометеиздат, 1981. — 167 с.
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища Херсонської області за 2013 рік. — С. 5, 37, 130.

*Гурик Я. О., Ільїна В. Г.*

### **МОДЕЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ПЕСТИЦИДАМИ**

Пестициди — хімічні сполуки, які впливають на пригнічення розвитку певної групи рослин або інших шкідливих організмів, не завдаючи особливої шкоди корисним культурам.

Але хімічні засоби надають лише тимчасову допомогу, оскільки з часом сприяють виробленню стійкості до постійно застосовуваних засобів. Це викликає необхідність використання нових, ще сильніших речовин, які паралельно посилюють негативний вплив на ґрунт, воду, повітря, якість продукції, на корисну флору і фауну, тим самим прискорюючи процес порушення біологічної рівноваги в природному середовищі [1].

Розповсюдження пестицидів у навколишньому середовищі відбувається як фізичним, так і біологічним шляхом. Перший спосіб —

розсіювання за допомогою вітру в атмосфері та поширення через водотоки. Другий — перенесення живими організмами по шляху харчування. Із просуванням організмів до вищих ланок харчового ланцюга концентрації шкідливих речовин зростають, накопичуються у внутрішніх органах, переважно в печінці та нирках.

Отже, хімізацію, що інтенсивно розвивається в сільському господарстві, можна оцінювати з двох позицій — як економічно вигідну і як екологічно небезпечну для навколишнього середовища і для самої людини [2].

Одним із найважливіших підходів до визначення та інтегральної оцінки впливу пестицидів на здоров'я населення є вивчення динаміки їх поширення і трансформації в різних середовищах, у тому числі в ґрунтах [3].

Теоретичною моделлю розчинення, перенесення, поглинання й розпаду пестицидів в ґрунтах у разі одновимірного руху розчину в пористому середовищі є рівняння дифузії:

$$m_0 \frac{\partial u}{\partial t} = D \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} - V \frac{\partial U}{\partial x} - \frac{\partial b}{\partial t} - \alpha U + f(x), \quad (1)$$

де  $D = DM + \lambda|V|$  — дифузійна складова;  $\alpha$  — коефіцієнт швидкості розпаду пестициду;  $U$  — концентрація пестициду в розчині;  $V$  — швидкість фільтрації;  $db/dt$  — швидкість розчинення пестициду у воді;  $f(x)$  — функція поглинання пестициду кореневою системою.

Для квазістаціонарного випадку, коли  $V$  не залежить від  $x$  і  $m_0 = const$ , швидкість фільтрації розраховується за умови:

$$\frac{\partial V}{\partial x} = \mu \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} \quad (2)$$

Кінетику процесу розчинення і розпаду можна описати рівнянням першого порядку:

$$\frac{\partial b}{\partial t} = v(U_M - U) - k_1 b, \quad (3)$$

де  $k_1$ ,  $v$  — константи розпаду в твердій фазі (в сухих ґрунтах);  $U_M$  — концентрація насичення;  $b$  — концентрація пестициду в твердій фазі ґрунтів.

На сьогодні часто обмежуються розглядом “точкових” моделей, хоч таке спрощення може бути вкрай небезпечним: усеред-

нюючи поведінку пестициду в просторі, тим самим не враховують можливість нагромадження його в окремих точках простору вище за норми гранично допустимих концентрацій (ГДК) [4].

Виходячи з механізму явищ, заснованого на тому, що процес розкладу речовини в ґрунтах здійснюється пропорціонально поточній концентрації цієї речовини, а весь комплекс факторів, що діє на зміну концентрації пестицидів і радіонуклідів у часі, виражається через усереднений коефіцієнт  $k$ , кінетику розпаду пестицидів можна описати рівнянням:

$$\frac{dU(t)}{dt} = -kU(t), \quad (4)$$

розв'язок якого має вигляд:

$$U(t) = U_0 e^{-kt} \quad (5)$$

де  $U(t)$  — кількість пестициду на момент часу  $t$ ;  $U_0$  — початкова концентрація пестициду;  $k$  — константа швидкості реакції розпаду пестициду;  $t$  — час.

Основним параметром хімічної кінетики є швидкість її реакції, що обчислюється як:

$$k = \frac{2,303}{t} \lg \frac{U_0}{U(t)}. \quad (6)$$

Час деструкції пестициду характеризується періодом напіврозпаду.

Період напіврозпаду  $T_{1/2}$  — це проміжок часу, протягом якого початкова концентрація речовини зменшується вдвоє. Знаючи  $k$ , період напіврозпаду обчислюється за формулою:

$$T_{1/2} = 0,693 / k \quad (7)$$

Час розпаду до безпечних концентрацій — це проміжок часу, протягом якого початкова концентрація речовини зменшується до рівня ГДК, тобто  $U(t) = U_{ГДК}$ .

З рівняння (5) випливає, що час розпаду пестициду:

$$t_p = \frac{(\lg U_0 - \lg U(t)) * 2,303}{k} \quad (8)$$

Для компетентного добору найдоцільніших пестицидів необхідно користуватися зональною оцінкою їх відповідності [5].

Згідно з даною класифікацією пестициди належать до однієї з трьох груп небезпечності за комплексом факторів, а саме:

$$F(\sum \mu(x_i)) = \begin{cases} 3 \text{ (малонебезпечні), якщо } \sum_{i=1}^N \mu(x_i) \leq 13; \\ 2 \text{ (середньонебезпечні), якщо } 13 < \sum_{i=1}^N \mu(x_i) \leq 21; \\ 1 \text{ (небезпечні), якщо } \sum_{i=1}^N \mu(x_i) > 21. \end{cases}$$

Виходячи з даної моделі, проведено класифікацію і опис основних пестицидів, а також розроблено тактику їх застосування. Безпечність використання хімічних засобів досягається за умови виконання двох вимог: необхідно, щоб продукти харчування і корм для тварин не містили залишків токсичних речовин у кількості понад гігієнічні нормативи ДЗК; не допускати нагромадження залишків пестицидів у навколишньому середовищі. Стосовно тактики використання рекомендуються насамперед пестициди третьої еколого-токсикологічної групи і лише в разі, якщо за токсичністю або персистентністю вони непридатні для успішної боротьби зі шкідниками, слід використовувати препарати першої та другої груп [6].

Для того, щоб не допустити вмісту пестицидів, вищого за ДЗК, треба враховувати час від початку обробки до запланованого строку збирання врожаю і застосовувати препарати, період детоксикації яких менший від гігієнічного нормативу часу розпаду пестициду до безпечних концентрацій. Нагромадження пестицидів в об'єктах навколишнього середовища, не буде допущено, якщо застосовувати пестициди з таким розрахунком, аби нові надходження їх у ґрунт і рослини не перевищували темпів їхнього хімічного й біологічного розпаду [7].

Для оцінки сучасного стану забруднення пестицидами ґрунтово-рослинного покриву Вінницької області були опрацьовані дані про вміст деяких видів пестицидів у ґрунтово-рослинному покриві по 9 районам за 2011 рік.

На рис. 1 представлена динаміка розподілу середньої концентрації ДДТ по районах Вінницької області у 2011 році.

Аналізуючи діаграму (рис. 1), можна сказати, що найбільша середня концентрація пестициду ДДТ в ґрунті в такому районі, як: Іллінецький, найменша — в Оратівському та Шаргородському районах.

Максимальне значення середньої концентрації було зафіксоване в Іллінецькому районі (0,05 мг/кг), дане значення не перевищує ГДК (0,1 мг/кг).

Мінімальні значення середньої концентрації спостерігались в Оратівському районі (0,01 мг/кг) та Шаргородському (0,01 мг/кг).

На рис. 2 представлена динаміка розподілу максимальної концентрації ДДТ по районах Вінницької області у 2011 році.

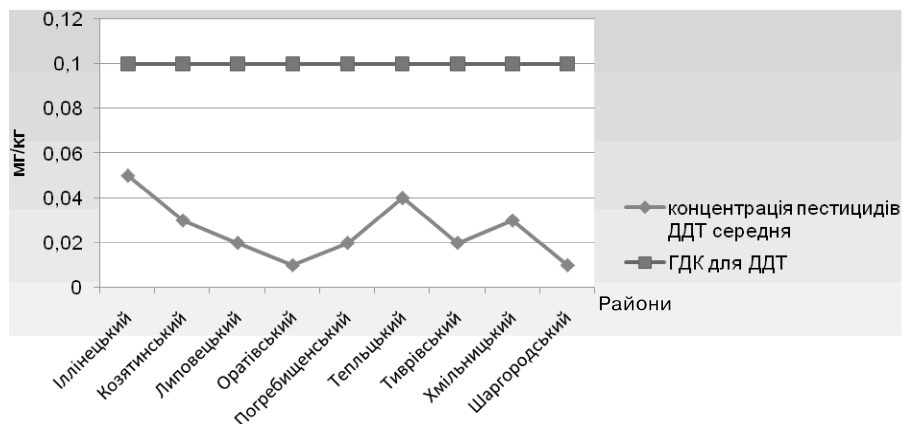


Рис. 1. Динаміка розподілу середньої концентрації ДДТ по районам Вінницької області у 2011 році

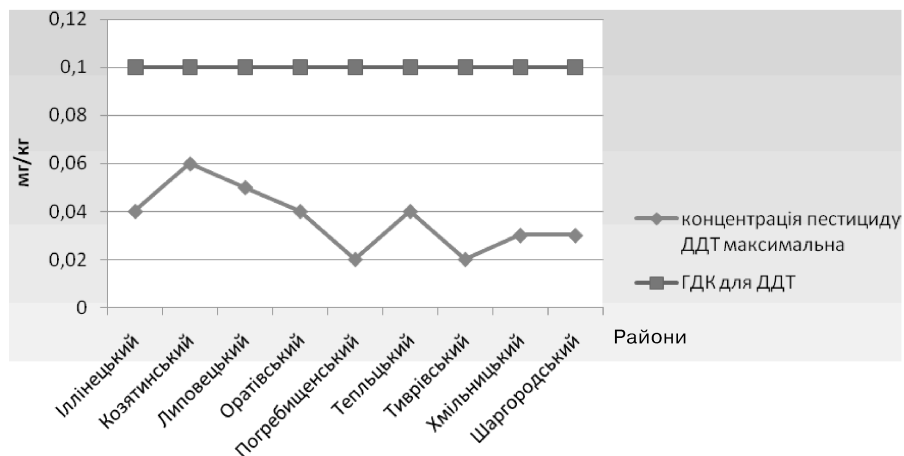


Рис. 2. Динаміка розподілу максимальної концентрації ДДТ по районам Вінницької області у 2011 році



Аналізуючи діаграму (рис. 2), можна сказати, що найбільша максимальна концентрація пестициду ДДТ в ґрунті в такому районі, як: Козятинський, найменша — в Погребищенському та Тиврівському районах.

Найбільше значення максимальної концентрації було зафіксоване в Козятинському районі (0,06 мг/кг), дане значення не перевищує ГДК (0,1 мг/кг). Мінімальні значення максимальної концентрації спостерігались в Погребищенському районі (0,02 мг/кг) та Тиврівському (0,02 мг/кг).

На рис. 3 представлена динаміка розподілу середньої концентрації ГХЦГ по районах Вінницької області у 2011 році.

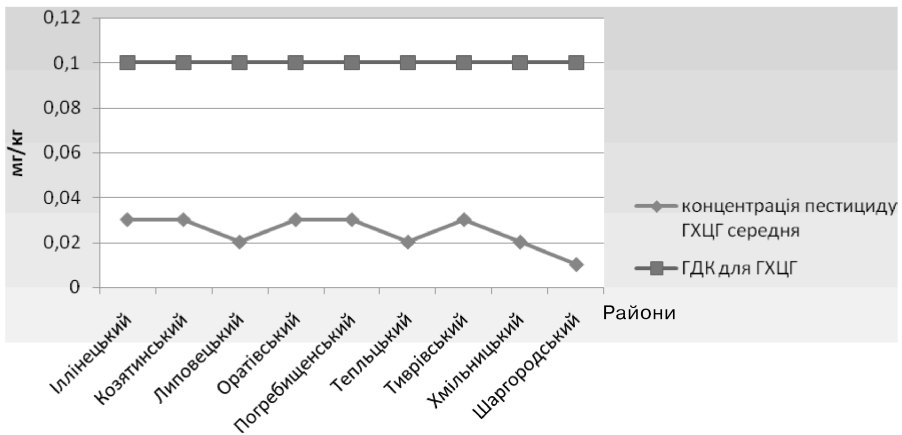


Рис. 3. Динаміка розподілу середньої концентрації ГХЦГ по районах Вінницької області у 2011 році

З рис. 3 видно, що середня концентрація пестициду ГХЦГ в ґрунті майже рівномірно розподілена по всім районам Вінницької області, лише в Шаргородському районі середня концентрація ГХЦГ досягає мінімального значення (0,01 мг/кг).

На рис. 4 представлена динаміка розподілу максимальної концентрації ГХЦГ по районах Вінницької області у 2011 році.

Аналізуючи діаграму (рис. 4), можна сказати, що найбільша максимальна концентрація пестициду ГХЦГ в ґрунті в такому районі, як: Оратівський, найменша — в Хмільницькому та Шаргородському районах.

Найбільше значення максимальної концентрації було зафіксоване в Оратівському районі (0,06 мг/кг), дане значення не перевищує ГДК (0,1 мг/кг).

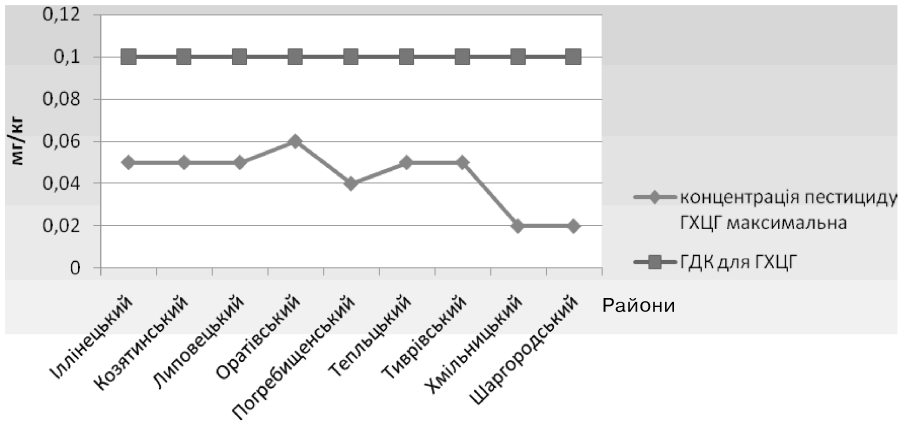


Рис. 4. Динаміка розподілу максимальної концентрації ГХЦГ по районам Вінницької області у 2011 році

Мінімальні значення максимальної концентрації спостерігались в Хмільницькому районі (0,02 мг/кг) та Шаргородському (0,02 мг/кг).

На рис. 5 представлена динаміка розподілу середньої концентрації 2,4 Д А.С. по районах Вінницької області у 2011 році.

З рис. 5 видно, що середня концентрація пестициду 2,4 Д А.С. в ґрунті майже рівномірно розподілена по всім районам Вінницької області, лише в Погребищенському районі середня концентрація 2,4 Д А.С. досягає мінімального значення (0,03 мг/кг) і в Хмільницькому районі середня концентрація 2,4 Д А.С. взагалі дорівнює нулю.

На рис. 6 представлена динаміка розподілу максимальної концентрації 2,4 Д А.С. по районах Вінницької області у 2011 році.

Аналізуючи діаграму (рис. 6), можна сказати, що найбільша максимальна концентрація пестициду 2,4 Д А.С. в ґрунті в такому районі, як Козятинський, найменша — в Погребищенському, не спостерігається взагалі в Хмільницькому районі.

Найбільше значення максимальної концентрації було зафіксоване в Козятинському районі (0,1 мг/кг), дане значення не перевищує ГДК (0,25 мг/кг).

Мінімальне значення максимальної концентрації спостерігалось в Погребищенському районі (0,03 мг/кг).

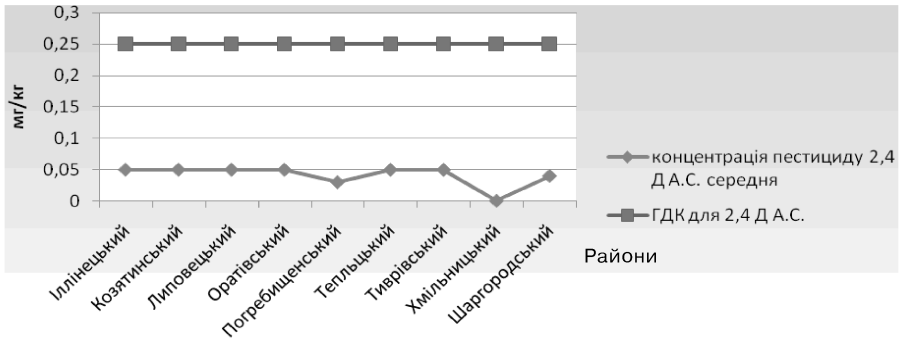


Рис. 5. Динаміка розподілу середньої концентрації 2,4 Д А.С. по районах Вінницької області у 2011 році

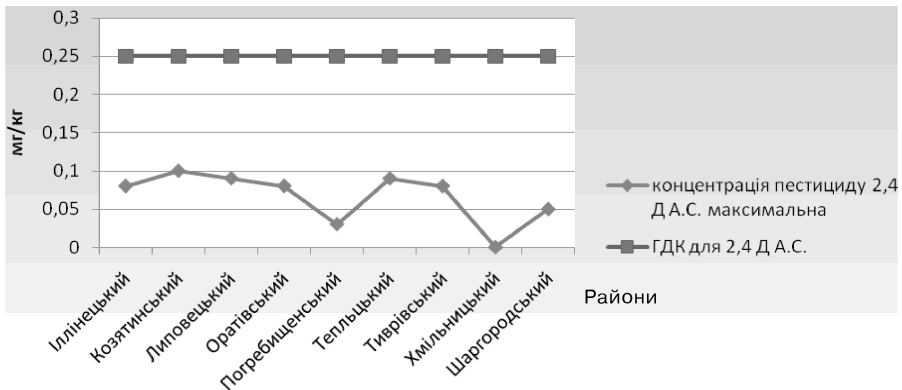


Рис. 6. Динаміка розподілу максимальної концентрації 2,4 Д А.С. по районах Вінницької області у 2011 році

На рис. 7 представлена площа забруднена пестицидом ДДТ по районах Вінницької області за 2011 рік.

Аналізуючи діаграму (рис. 7), можна зробити висновок, що пестицидом ДДТ забруднена територія Оратівського району із загальною площею 0,4 тис. га та Шаргородського району із загальною площею 0,45 тис. га

На рис. 8 представлена площа забруднена пестицидом ГХЦГ по районах Вінницької області за 2011 рік.

Аналізуючи діаграму (рис. 8), можна зробити висновок, що пестицидом ГХЦГ забруднена територія Оратівського району із загальною площею 0,8 тис. га та Тиврівського району із загальною площею 0,75 тис. га.

На рис. 9 представлена площа забруднена пестицидом 2,4 Д А.С. по районам Вінницької області за 2011 рік.

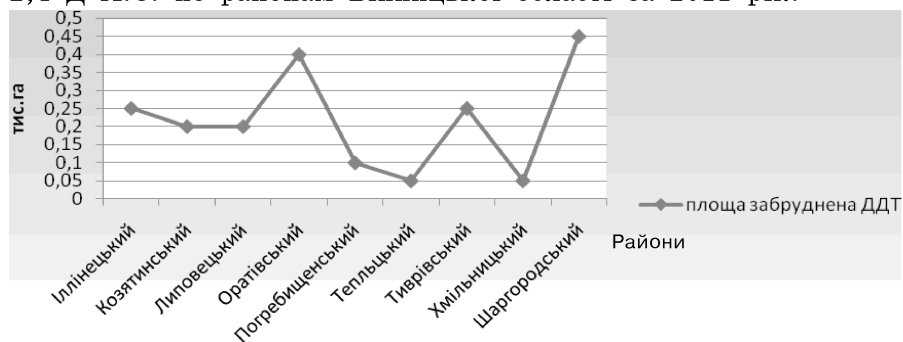


Рис. 7. Площа, забруднена ДДТ по районам Вінницької області за 2011 рік

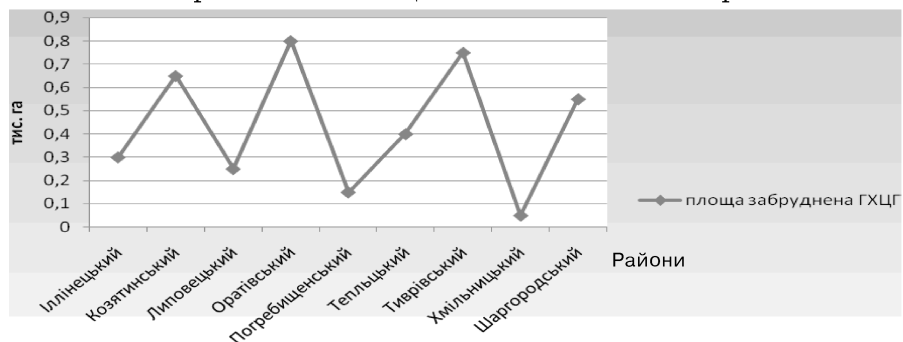


Рис. 8. Площа, забруднена ГХЦГ по районам Вінницької області за 2011 рік

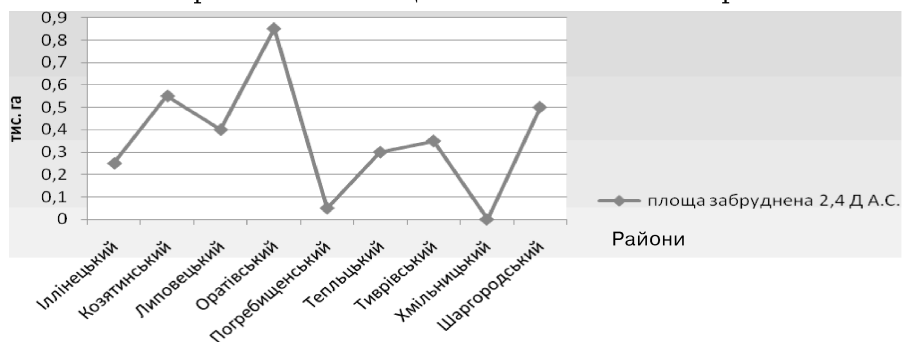


Рис. 9. Площа, забруднена 2,4 Д А.С. по районам Вінницької області за 2011 рік

Аналізуючи діаграму (рис. 9), можна зробити висновок, що пестицидом 2,4 Д А.С. забруднена територія Оратівського району із загальною площею 0,85 тис. га.

В цілому по Вінницькій області значного забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення не спостерігалось, що дає можливість отримувати на цій території досить високоякісну та екологічно чисту продукцію сільськогосподарського виробництва.

### *Література*

1. Экология, охрана природы и экологическая безопасность / Под ред. В. М. Данилова-Данильяна. — Кр. 1. — М., 1997. — 424 с.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища у Вінницькій області — С. 22, 35, 64, 97.
3. Саєт Ю. Е., Ревиг Б. А., Яшин Е. П. Геохимия окружающей среды. — М.: Недра, 1990 — 335 с.
4. Экологическая токсикология / В. М. Шумейко, И. В. Глуховский, В. М. Овруцкий и др. — К.: Столица, 1998. — 204 с.
5. Артюшин А. М., Державин Л. М. Краткий справочник по удобрениям. — М.: Колос, 1984. — 208 с.
6. Федоров Л. А., Яблоков А. В. Пестициды — токсический удар по биосфере и человечеству. — М.: Наука, 1999. — 462 с.
7. Справочник по пестицидам: ширина применения и токсикология / Под ред. А. В. Павлова. — К.: Урожай, 1986. — 432 с.

*Скус В. В., Ільїна В. Г.*

## **ОЦІНКА АГРОЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ҐРУНТІВ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Агропотенціал є критерієм продуктивної здатності ґрунтів і відображає врожайність відповідної сільськогосподарської культури конкретного за еколого-генетичним статусом і гранулометриєю ґрунту, співвіднесена до середньо-багаторічних гідрометричних показників місць його розташування. Він інтегрально відображає родючість через забезпечення потреб рослин у поживних речовинах, повітрі, воді, теплі, сприятливому за фізичними й біологічними властивостями середовищі. Комфортність цих чинників унаслідок природних ресурсів ґрунту ідентифікується через агроґрунтовий потенціал природної родючості, а в разі застосуван-

ня додаткових матеріальних ресурсів у вигляді добрив і меліорантів в оптимальних обсягах, проведенні осушення, зрошення тощо віддзеркалює агрогрунтовий потенціал ефективної родючості. Цей потенціал забезпечує повне уявлення про ресурсний потенціал ґрунту.

Інтенсивна система землеробства сприяє підвищенню енергії росту рослин, прискорює їхнє дозрівання й забезпечує одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур. У разі високого рівня господарювання — вона економічно прибуткова. Поряд з цим екологічне навантаження на агроєкосистему надмірне й характеризується: порушенням або ліквідацією близьких до природних біотопів та елементів ландшафту, збідненням видового складу; забрудненням підґрунтових вод залишковими кількостями нітратів, засобами захисту і стимуляції рослин, важкими металами, радіонуклідами та метаболітами; деградацією оброблюваних ґрунтів у разі застосування непродуманих, енергоємних, агротехнічних та агрохімічних прийомів та зрошення (внаслідок водної та вітрової ерозії, засолення й осолонцювання, підкислення й підвищення лужності, зменшення вмісту органічної речовини й декальцинації, запливання та ін.); забрудненням оброблюваних ґрунтів засобами хімізації, які використовують під запланований урожай (ЗЗР, стимулятори росту, добрива) та порушують процеси саморегуляції й самоочищення ґрунтів, зменшують біологічну активність ґрунтів, погіршують стійкість мікробного ценозу та загалом зменшують родючість і продуктивність цих ґрунтів; забрудненням поверхневих вод (змив ґрунту, поживних речовин, засобів хімізації); зменшенням харчової якості продукції (залишки шкідливих речовин, погіршення енергетичної цінності) у разі застосування засобів хімізації [1].

Слід зауважити, що ця система землеробства хоч і охоплює найбільші території, які перебувають у сільськогосподарському виробництві, проте вона найбільш енерговитратна, екологічно незбалансована.

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

Це в свою чергу призводить до накопичення у ґрунтах різних хімічних елементів та з'єднань, яків сою чергу дають не тільки позитивних але і негативний ефект. Тому, в рамках роботи було виконано оцінку еколого-агрохімічного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення. З урахуванням вищенаведених показників ця тема є достатньо актуальною на сучасному розвитку екологічної науки. Для цього була використана інформація про вміст фосфору, калію, азоту, гумусу та інших елементів у ґрунтах Черкаської області за 2014 роки. Крім того ураховуються показники стану сільськогосподарських рослин та якість атмосферного повітря.

Основна властивість ґрунтів — їхня родючість, яка залежить від багатьох чинників: складу ґрунту, його фізичних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних властивостей. Ці властивості дуже змінюються під впливом різних антропогенних чинників, що істотно впливає на умови живлення рослин, величину та якість урожаю. Потрібно знати властивості ґрунту, щоб цілеспрямовано керувати формуванням урожаю, ростом і розвитком рослин. Ріст і розвиток рослин значною мірою залежать від фізичних, хімічних та біологічних властивостей ґрунту [3].

Гумус — інтегральний показник родючості, який об'єднує в собі низку властивостей ґрунтів. З гумусними речовинами пов'язані умови життєдіяльності рослин, які відображаються у властивостях ґрунтового профілю: потужність і багатство гумусного профілю, придатність до сільськогосподарського використання, реакція середовища, фізичний стан, його біохімічна активність та ін. На збільшення запасів гумусу позитивно реагують такі сільськогосподарські культури, як озима пшениця, ячмінь, цукровий буряк, кукурудза та соняшник. Оптимальним для цих культур є вміст гумусу в орному шарі ґрунту —  $>3,5$  %, допустимим —  $2,0-3,5$  %, недопустимим —  $<2,0$  %.

Забруднення ґрунтів важкими металами (ВМ) має негативні сторони. Надходячи по харчових ланцюгах з ґрунту в рослини, а звідти в організм тварини і людини, ВМ викликають зниження кількості та якості врожаю сільськогосподарської і тваринницької продукції, зростання захворюваності населення і зменшення тривалості життя. Підвищений вміст важких металів у ґрунті може бути наслідком застосування в сільському господарстві меліорантів, добрив та пестицидів, а також використан-

ня для зрощення забруднених побутових і промислових стічних вод тощо. Постійне надходження важких металів у ґрунт може призвести до формування зон підвищеної екологічної токсичності.

До сильнозабруднених зараховують ґрунти, вміст важких металів у яких у декілька разів перевищує ГДК. Під впливом забруднення вони мають низьку біологічну продуктивність, суттєві зміни фізико-механічних, хімічних та біологічних характеристик, унаслідок чого вміст важких металів у рослинній продукції перевищує встановлені норми. До середньозабруднених відносяться ґрунти, у яких визначено перевищення ГДК без видимих змін властивостей. До слабозабруднених зараховують ґрунти, вміст важких металів у яких не перевищує ГДК, але вищий природного фону [4].

Показником якості або еколого-агрохімічного стану ґрунту є бонітет, виражений у балах. Бонітет являє собою інтегральну величину різноманітних властивостей і природних ознак, виражених у мг, %, мг-екв, мм, т та інших одиницях вимірювання, які перераховують у бали бонітету. Внутрішні природні властивості й ознаки ґрунту виступають як критерії бонітування критеріїв і діляться на такі дві групи основні (типові) та модифіковані [14].

Агрохімічна оцінка якості ґрунтів характеризується фізико-хімічними властивостями з використанням показників, які визначають за результатами аналізів агрономічного обстеження цих ґрунтів і вираження в балах за 100-бальною оцінкою. За 100 балів береться еталонний ґрунт з найвищим значенням показників властивостей ґрунту, інші ґрунти отримують оцінку відповідно еталона [5].

Середні дані діагностичних ознак служать основною для встановлення бала бонітету ґрунтів, який обчислюється таким чином. Для кожного діагностичного показника з групи основних типових критеріїв спочатку обчислюють бал бонітету як процентне відношення фактичного значення критерію до еталонного (стандартного):

$$B = \Phi : E \cdot 100 \quad (1)$$

де  $B$  — бал ґрунту за вмістом гумусу (%), вологи (мм) чи поживних елементів (мг/кг);  $\Phi$  — активний вміст гумусу (%), вологи (мм) чи поживних речовин (мг/кг);  $E$  — вміст гумусу (%), вологи (мм) чи поживних речовин (мг/кг) в еталонному ґрунті.



З усіх вирахованих у такий спосіб основних показників для цього ґрунту розраховують середньоарифметичний агрохімічний бал бонітету (всі бали за агрохімічною оцінкою додаються і діляться на кількість показників).

У такий спосіб переводять абсолютне значення ознаки у відносне. Але для цього потрібне обґрунтоване нормативне забезпечення основних (типових) ознак для визначення еталонного ґрунту.

Корегування нормативної врожайності проводиться на найбільш істотні чинники. Спочатку на еродованість, заболоченість, засоленість, а потім на ґрунтові показники (гранулометричний склад, ступінь кислотності, вміст рухомих поживних речовин). Поправкові коефіцієнти вводимо тільки на ті показники, які найбільше будуть знижувати врожайність [6].

Алгоритм розрахунку такий:

$$Y_{PO3} = Y_{HOP} (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_n) \quad (2)$$

де,  $Y_{PO3}$  — урожай розрахунковий (ц/га);  $Y_{HOP}$  — урожай нормативний (ц/га);  $K_1, K_2, K_3, K_n$  — поправкові коефіцієнти.

Чорнозем звичайний слабоеродований середньогумусний важко суглинковий:

$K_1$  — поправковий коефіцієнт на еродованість ґрунту — 0,90;

$K_2$  — поправковий коефіцієнт на гранулометричний склад ґрунту — 0,90;

$K_3$  — поправковий коефіцієнт на вміст обмінного калію — 1,10.

Для дерново-підзолистого супіщаного ґрунту поправкові коефіцієнти будуть інші:

$K_1$  — поправковий коефіцієнт на гранулометричний склад ґрунту — 0,85;

$K_2$  — поправковий коефіцієнт на ступінь кислотності — 0,90;

$K_3$  — поправковий коефіцієнт на вміст доступного азоту — 0,95;

$K_4$  — поправковий коефіцієнт на вміст обмінного калію — 0,90;

$K_5$  — поправковий коефіцієнт на вміст рухомого фосфору — 1,15 [3].

В складі Черкаської області є 20 районів. Було розглянуто середній вміст фосфору (мг/кг) по районом області. Мінімальний вміст фосфору знаходиться в Чигиринському районі (99 мг/кг), максимальний — Черкаський (158 мг/кг), в обласному центрі, що знаходиться на р. Дніпро. Середній вміст фосфору по області складає 132 мг/кг (рис. 1). Тому можна сказати, що в Умансь-

кому (134 мг/кг), Тальнівському (134 мг/кг), Шполянському (132 мг/кг), Жашківському (133 мг/кг), Кам'янецькому (131 мг/кг), Катернопільському (130 мг/кг) районі спостерігається вміст фосфору який відповідає середньому вмісту по області. З 20 районів Чигиринський (99 мг/кг) район характеризується середнім вмістом фосфору (51-100 мг/кг). Черкаський (158 мг/кг), Маньківський (153 мг/кг), Монастирищенський (153 мг/кг) райони характеризуються високим вмістом фосфору (151-250 мг/кг). Всі інші 16 районів характеризуються підвищеним вмістом фосфору (101-150 мг/кг) — класифікація за методом Кірсанова.

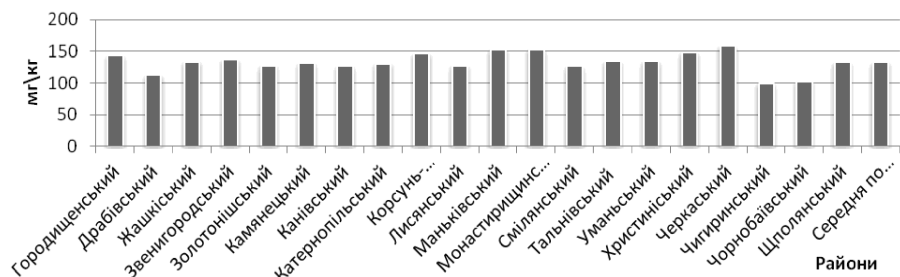


Рис. 1. Вміст фосфору в межах ґрунтів сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг\кг)

В даній області було розглянуто, якість ґрунту на основі відношення кислих ґрунтів області та виражено у відсотку кислих ґрунтів по районах області та середній відсоток кислих ґрунтів по області в цілому (рис. 2). Можна зробити висновок, що 1/5 частина ґрунтів області є кислими ґрунтами. Найменший відсоток кислих ґрунтів в Жашківському (4,7 %), що знаходиться на північному Заході області та межує з Київською областю. Драбівському (2,9 %), що в північно-східній частині області на межі з Полтавською областю. Найбільший відсоток в Уманському (43,5 %) районі, що знаходиться в Південно-Західній частині області на межі з Кіровоградською областю. Чигиринському (39,6 %). В середньому області складає 21,1 %, яке приблизно відповідає таким районам, як Смілянський (23,4 %) та Маньківський (22,8 %).

Було досліджено якість ґрунту за показником середньозваженого вмісту азоту у ґрунті по районах області та середнє значення по області (рис. 3). Мінімальний вміст азоту спостерігається в Канівському районі (84,6 мг/кг), що знаходиться на Півночі

області поблизу р. Дніпро та Корсунь-Шевченківському районі (85,9 мг/кг), що знаходиться Західніше Канівського району на межі з Київською областю. Максимальний вміст азоту спостерігається в Драбівському районі (137,8 мг/кг), що знаходиться в Північно-Східній частині області на межі з Київською та Полтавською областями та Тальнівському районі (136,2 мг/кг), що знаходиться в Західній частині області на межі з Кіровоградською областю. Середній вміст азоту в області складає 118,7 мг/кг. Групуючи райони за методом Тюріна та Конової, Канівський (84,6 мг/кг), Корсунь-Шевченківський (85,9 мг/кг), Смілянський (98,3 мг/кг), Черкаський (93,2 мг/кг) характеризується високим вмістом азоту (71-100 мг/кг). Всі райони області, що залишилися характеризуються дуже високим вмістом фосфору (>100 мг/кг).

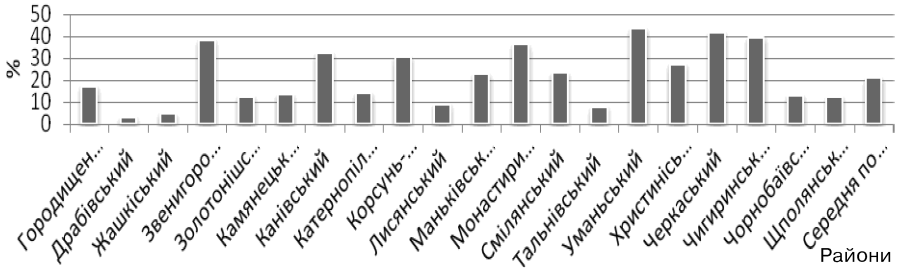


Рис. 2. Відсоток кислих ґрунтів по відношенню до ґрунтів сільськогосподарського призначення Черкаської області

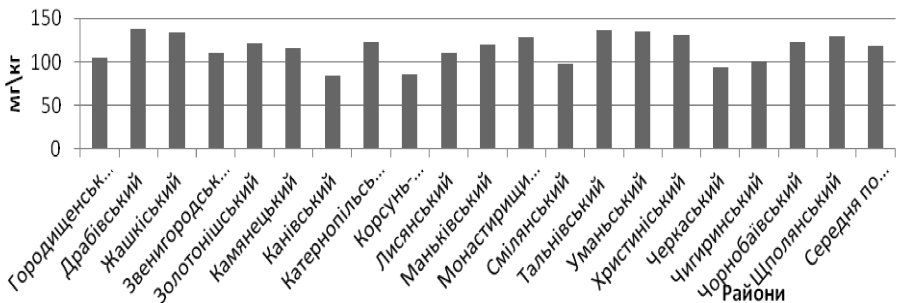


Рис. 3. Середньозважений вміст азоту в ґрунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг/кг)

Досліджено якість ґрунту за показником вмісту калію в ґрунті районів Черкаської області та середній вміст калію в

цілому по Черкаській області (рис. 4). Мінімальний вміст калію спостерігається в Канівському (60 мг/кг), Черкаському (62 мг/кг) районах. Максимальний вміст калію спостерігається в Маньківському (108 мг/кг) та Уманському (99 мг/кг). Середній вміст калію по області в цілому складає 84 мг/кг, цьому рівню відповідають такі райони області як: Смілянський (87 мг/кг) та Кам'янецький (80 мг/кг). Класифікуючи райони за методом Кірсанова отримуємо такі данні: Городищенський (72 мг/кг), Драбівський (66 мг/кг), Золотонішенський (68 мг/кг), Кам'янецький (80 мг/кг), Канівський (60 мг/кг), Корсунь-шевченківський (70 мг/кг), Черкаський (62 мг/кг), Чигиринський (66 мг/кг), Чорнобаївський (66 мг/кг) райони характеризуються середнім вмістом калію (41-80 мг/кг). Всі інші райони області характеризуються підвищеним вмістом калію (81-120 мг/кг).

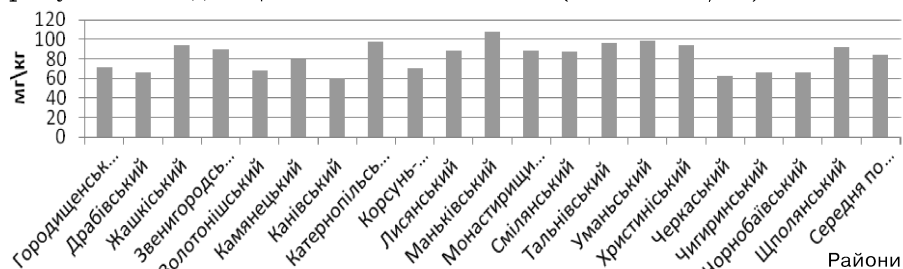


Рис. 4. Вміст калію в ґрунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (мг/кг)

Розглянувши середній вміст гумусу по районах області та середнього вмісту гумусу по Черкаській області в цілому робимо висновок про те, що мінімальний вміст гумусу спостерігається в Канівському (2,29 %) та Корсунь-Шевченківському (2,3 %) районах (рис. 5). Максимальний вміст гумусу спостерігається в Драбівському районі і складає 3,83 %. Середній вміст гумусу по області складає 3,04 %. Характеризуючи вміст гумусу в ґрунті (за Гришиною Л. А., Орловим Д. С.), що середній вміст гумусу характеризується низьким вмістом гумусу (2-4 %). В області вміст гумусу не перевищує 3,83 %, згідно класифікації робимо висновок про те, що всі ґрунти області характеризуються низьким вмістом гумусу (2-4 %).

Характеризуючи данні еколого-агрохімічної оцінки ґрунту районів області та середньої оцінки Черкаської області в цілому можна зробити висновок, що мінімальна оцінка складає

42,8 бала і відповідає Чигиринському району (рис. 6). Максимальний оціночний бал складає 64,3 бала та відповідає Христинівському району. Також високі показники відповідають Жашківському (63 бал), Маньківському (62 бал), Монастирищенському (61,1 бал) та Тальнівському (61,1 бали). Середній оціночний бал по області в цілому складає 54,1 бал. Ґрунти Жашківського (63 бал), Маньківського (62 бал), Монастирищенського (61,1 бал), Тальнівського (61,1 бал) та Христинівського (64,3 бал) районів відносяться до ґрунтів високої якості IV класу (61-70 бал). Ґрунти Чигиринського (42,8 бал), Смілянського (49,7 бал) та Канівського (44,6 бал) районів характеризуються середньою якістю ґрунтів VI класу (41-50 бал). 12 районів, що залишилися характеризуються середньою якістю та відносяться до V класу (60-51 бал).

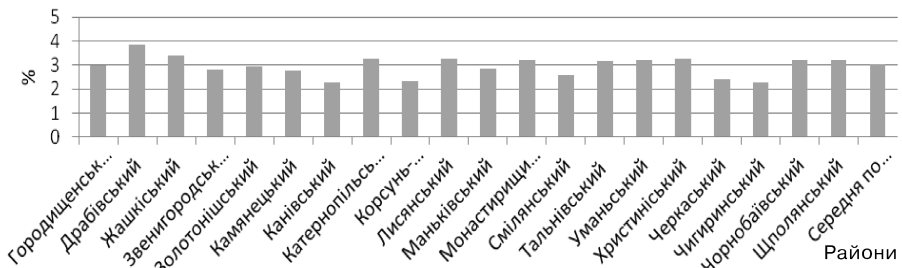


Рис. 5. Вміст гумусу в ґрунтах сільськогосподарського призначення Черкаської області (%)

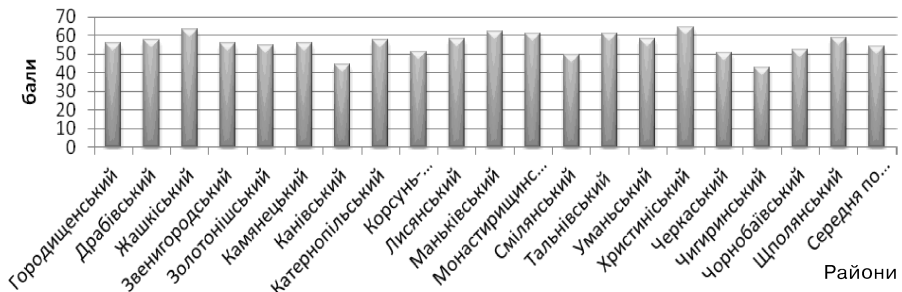


Рис. 6. Еколого-агрохімічна оцінка ґрунтів сільськогосподарського призначення Черкаської області (бал)

В Черкаській області налічується 20 районних центрів, в яких за даними було побудовано графіки вмісту фосфору, калію, азоту, гумусу, відсотку кислих ґрунтів та загального еколого-агрохімічної оцінки по районах області та в цілому по області. 3

20 районів один район характеризується середнім вмістом фосфору (51-100 мг/кг), три райони характеризуються високим вмістом фосфору (151-250 мг/кг). Всі інші 16 районів характеризуються підвищеним вмістом фосфору (101-150 мг/кг) — класифікація за методом Кірсанова. Частка кислих ґрунтів в середньому області складає 21,1 % складає можна зробити висновок, що 1/5 частина ґрунтів області є кислими ґрунтами.

Середній вміст азоту в області складає 118,7 мг/кг. Групуєчи райони за методом Тюріна та Коновоїв 4 райони характеризується високим вмістом азоту (71-100 мг/кг). Всі інші 16 районів області, що залишилися характеризуються дуже високим вмістом фосфору (>100 мг/кг). Класифікуючи райони за вмістом калі. отримуємо такі данні, 8 районів характеризуються середнім вмістом калію (41-80 мг/кг). Всі інші 12 районів області характеризуються підвищеним вмістом калію (81-120 мг/кг).

В області вміст гумусу не перевищує 3,83 %, згідно класифікації робимо висновок про те, що всі ґрунти області характеризуються низьким вмістом гумусу (2-4 %). Середній еколого-агрохімічний оціночний бал по Області в цілому складає 54,1 бал. Ґрунти 5 районів відносяться до ґрунтів високої якості IV класу (61-70 бал). Ґрунти Чигиринського 3-х районів характеризуються середньою якості ґрунтів VI класу (41-50 бал). 12 районів, що залишилися характеризуються середньою якістю та відносяться до V класу (60-51 бал).

### *Література*

1. Азманова Н. В., Акімов І. А. та ін.. Екологічний атлас. Атлас-монографія. — К.: Варта, 2006. — 220 с.
2. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. — К.: Держспоживстандарт України, 2006. — 19 с.
3. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. С. М. Рижука, М. В. Лісового, Ц. М. Бенцаровського. — К., 2003. — 64 с.
4. Патика В. П., Тараріко О. Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. — К.: Фітосоціоцентр, 2002. — 296 с.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у волинській області за 2011 рік.
6. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у волинській області за 2012 рік.

## **КЛАСИФІКАЦІЯ ЕЛЕКТРОННИХ ВІДХОДІВ ЯК СКЛАДОВА РОЗРОБКИ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ**

Відповідно Директиві Європейського парламенту і Ради Європейського Союзу 2012/19/ЄС від 4 липня 2012 року про відходи електричного та електронного обладнання [1], “електричне та електронне обладнання” (ЕЕО) означає обладнання, робота якого залежить від електричного струму або електромагнітних полів, а також устаткування з виробництва, передачі та вимірюванню подібного струму і полів та обладнання, яке спроектоване для використання з максимальною напругою, що не перевищує 1000 В для змінного струму і 1500 В для постійного струму.

Дана Директива передбачає, що держави-члени ЄС повинні у 2016 р. гарантувати, що 45 % електронного обладнання, яке продається в кожній країні, йде на переробку, а до 2019 р. цей показник повинен збільшитися до 65 % (або 85 % для роздільно зібраних електронних відходів).

З 2013 року Директивою 2011/65/ЄС [2] встановленні обмеження по використанню небезпечних речовин (свинець — 0,1 %, ртуть — 0,1 %, кадмій — 0,01 %, шестивалентний хром — 0,1 %, полібромований біфеніл — 0,1 %, полібромований дифенілетер — 0,1 %) в електричному та електронному обладнанні.

Термін початку дії наступних категорій:

- медичні засоби і інструменти для моніторингу та контролю — з 22 липня 2014 року;
- діагностичні медичні прилади (In-vitro) — з 22 липня 2016 року;
- інструменти для промислового моніторингу та контролю — з 22 липня 2017 року.
- решта ЕЕЕ, що не входять до перерахованих категорій, — з 22 липня 2019 року.

Аналіз потоку ЕЕО, який був проведений німецькими вченими для країн Західної Європи [3] показує, що відходи на 40 % складаються з відпрацьованої техніки промислового призначення, на 40 % з великогабаритної побутової техніки і на 20 % з побутового електронного обладнання, що на 5 % складається з персональних комп'ютерів. Дослідники з Університету Штату Арізона за підтримки Національного фонду природних наук

Китаю та Національного наукового фонду США проаналізували ці дані, оцінили наявність в різних країнах світу застарілих комп'ютерів та зробили прогноз їхнього глобального розподілу. Відповідно їхнім даним, на сьогодні кількість застарілих комп'ютерів в розвинених країнах більша, ніж в країнах, що розвиваються. До 2030 року в розвинених країнах прогнозується утворення приблизно 200-300 млн. застарілих комп'ютерів, в той же час в країнах, що розвиваються, ця кількість становитиме майже 400-700 млн. одиниць [4].

Щорічно на кожного жителя ЄС [5] утворюється по 14 кг “електронного сміття”, в Німеччині цей показник сягає 16 кг. Тут щорічно викидається на смітник 2,2 млн. комп'ютерів, принтерів і моніторів. Кожні 2-3 роки середньостатистичний мешканець країни повністю або частково оновлює свій персональний комп'ютер. У Великобританії щорічно утворюється до 50 тис. т відходів друкованих плат. З них тільки 15 % від цього об'єму піддається будь-якому виду утилізації, а інші 85 % відправляються до сміттєзвалищ або нелегально експортуються за кордон. Організація збору електронних відходів на державному рівні існує лише у Бельгії; на муніципальному рівні — у Швеції та Нідерландах, в інших країнах ЄС відповідають за збір та утилізацію ВЕЕО муніципалітети і постачальники.

В США прийнято 3 закони [6], що регламентують поводження з електронними відходами, під юрисдикцією яких знаходяться всі штати:

- Програмне розширення до переробки електроніки. Рекомендації по управлінню матеріалами, 2004 (Plug-In to eCycling, Guidelines for Materials Management, 2004);
- Управління небезпечними відходами та електронно-променевої трубки, заключне правило, 2006 (Hazardous Waste Management and Cathode Ray Tubes, Final Rule, 40 CFR Parts 9, 260, 261, 271, 28 July 2006);
- Відповідальна переробка (R2), методи використання в акредитованих програмах сертифікації для переробників електроніки, Документ найбільш успішної практики, 2008 (Responsible Recycling (R2) Practices for Use in Accredited Certification Programs for Electronics Recyclers, Best Practice Document, 2008).



В 2011 році у США була прийнята Національна стратегія управління електронікою [7], яка заключається в чотирьох кроках:

- побудування стимулів, для проектування зеленої електроніки, розвиток науки, розробка технологій;
- покращення урядової діяльності, в області поводження з електронною технікою;
- зростання безпечного і ефективного керування і обробка використовуваної електронної техніки;
- зниження шкоди від експорту електронної техніки і покращення переробки електроніки в країнах, що розвиваються.

В 2013 році в штаті Масачусетс було запропоновано прийняти Акт “Пропозиція про відповідальність виробника електронних відходів”, (Proposal on Electronic Waste Producer Responsibility, House Bill 803, 2013) [6], який вимагає зобов'язувати виробників до збору, повторного використання та утилізації викинутих електронних продуктів. Він зобов'язував би виробника, який продав або того що продає електронні вироби, крім телевізорів, нести фінансову відповідальність за збір, транспортування і повторне використання чи переробку даних продуктів. Прийнятий не був. В країні (табл. 1) піддається утилізації 16 % електронної продукції, а 84 % піддаються похованню, спалюванню, та експортується за кордон (Китай, Африка, Латинська Америка).

Таблиця 1.

Поводження з використаною електронною продукцією в США (2009 рік)

| Електронна техніка | Готово до менеджменту, млн. одиниць | Ліквідовано, млн. одиниць | Утилізовано, млн. одиниць | Утилізовано, % |
|--------------------|-------------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|
| Комп'ютери         | 47,4                                | 29,4                      | 18,0                      | 38,0           |
| Телевізори         | 27,2                                | 22,7                      | 4,6                       | 17,0           |
| Мобільні пристрої  | 141,0                               | 129,0                     | 11,7                      | 8,0            |

Компанія Dell в США реалізує програму утилізації комп'ютерної техніки, відповідно якої можна в будь-який час утилізувати будь-які неживані продукти, відвідавши web-сторінку Dell Product Recycling. Також, при покупці техніки Dell, можна безкоштовно здати техніку й інших виробників. В 18 штатах за програмою “Reconnect” Dell та Goodwill Industries, можна залишити техніку в магазинах Goodwill [8]. У 2010 р. в США було

перероблено 27 % утворених ВЕЕО, в тому числі 40 % старих комп'ютерів, 33 % моніторів, 33 % принтерів та копіїв, 10 % клавіатур та мишей, 17 % телевізорів та 11 % мобільних пристроїв, але це лише третина цих відходів. Слід зазначити, що в США діють лише три заводи з переробки електронних відходів, потужність найбільшого з них складає всього 70 тис. т. [9]. Сполучені Штати досі не ратифікували Базельську конвенцію про контроль за транскордонним переміщенням небезпечних відходів та їх видаленням, прийняту 22 березня 1989 року в м. Базель, Швейцарія. Більше того — вони протистоять спробам заборонити цей вид експорту з багатих країн у бідні. Будучи єдиною промислово розвинутою країною у Світі, яка не ратифікувала цей договір, США досі не мають у своєму розпорядженні єдину систему контролю експорту шкідливих відходів.

Кожного року в світі утворюється близько 50 млн. тонн “електронного сміття”, яке складається з застарілих комп'ютерів, оргтехніки, телефонів і іншого обладнання. В Китай вивозиться 70 % таких відходів, що становить близько 35 млн. тонн, 20 % розподіляється між країнами Африки, таких як Гана, Нігерія, а решта відправляється в Бразилію, Індію, Пакистан і ще в низку країн. Столицею “електронного сміття” можна назвати місто Гуачжу, яке розташоване в південній провінції Гуандун, Китай. Сюди звозиться 80 % даних відходів. Територія звалища займає площу 52 км<sup>2</sup>. На даному звалищі працює близько 300 тисяч чоловік. Метод виділення компонентів є примітивним. З допомогою обпалення отримують мідь. Щоб отримати срібло та золото, сплави відправляють в примітивні лабораторії. Кислотні розчини з лабораторій зливаються безпосередньо в річку Ліанжань, що призводять до загибелі всього живого, що там мешкає. В результаті в навколишнє середовище виділяється багато токсичних і канцерогенних сполук. Концентрація свинцю і міді в ґрунті перевищує ГДК в 370 і 115 разів, відповідно. Концентрація діоксинів перевищує ГДК в 130 разів. Але обробка електронних відходів попри всі заборони відбувається і надалі, та як вона приносить місцевим бізнесменам мільярди доларів за рік [10].

В Західно-Африканській країні Гана, на окраїнах столиці м. Аккра розташувалася одне з найбільших звалищ електронних відходів. А все починалось з того, що розвинуті країни почали привозити старі комп'ютери сюди в порядку допомоги в подо-

ланні “цифрового розриву”. Датські ЗМІ наводять приклад, як одного разу неурядова організація з Англії, під виглядом соціальної допомоги привезла в Гану 10 тисяч комп’ютерів, з яких справними були тільки 2 тисячі. Ганські підлітки випалюють цю техніку на кольорові метали. Однак ганські підприємці освоїли й інший спосіб заробітку на списаній техніці. У цій країні існує кілька десятків фірм, які приватно купують через інтернет — магазини західних країн старі комп’ютери по 10 доларів за одиницю. Глибока переробка комп’ютера може принести до 150 доларів. Потрібно зауважити, що в середньому тривалість життя населення тут становить не більше 40 років, так як вилучення металу відбувається шляхом спалення комп’ютерних деталей та компонентів. Ґрунт і вода характеризуються високими концентраціями Pb, Hg, Ti, синильної кислоти і полівінілхлориду. Переробка електронних відходів щорічно приносить Гані від 100 до 250 млн. доларів [11].

В Україні не існує чинного законодавства, яке б регламентувало поводження з електричними та електронними відходами. Поводження з відходами здійснюється відповідно Закону України “Про відходи” № 187/98-ВР від 05.03.1998 року [12]. Цей Закон регулює відносини, пов’язані з утворенням, збиранням і заготівлею, перевезенням, зберіганням, обробленням (переробленням), утилізацією, видаленням, знешкодженням та захороненням відходів, а також з відверненням негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище та здоров’я людини на території України, що утворюються в Україні, перевозяться через її територію, вивозяться з неї, а також з перевезенням, обробленням та утилізацією відходів, що ввозяться в Україну як вторинна сировина. Відповідно цьому закону виділяються небезпечні, побутові, тверді, та рідкі відходи.

Підзаконний нормативний акт — Інструкція щодо заповнення форми звітності № 1-ТПВ “Звіт про поводження з твердими побутовими відходами”, затверджений наказом Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України за погодженням з Держкомстату [13], відносить електронні та електричні відходи до змішаних твердих побутових відходів. Так до відходів “електронного та електричного обладнання” належать відпрацьовані електричні батарейки, акумулятори, радіоприймачі, телевізори, комп’ютери, кондиціонери, холо-

дильники, пральні машини тощо. Люмінесцентні ртутні лампи, хімічні джерела струму (кислотні та лужні акумулятори, батареї, конденсатори тощо) відносяться до “небезпечних компонентів”.

Постановою Кабінету Міністрів України від 3 грудня 2008 р. № 1057 “Про затвердження Технічного регламенту обмеження використання деяких небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні” [14], що розроблений на базі Директиви 2002/95/ЄС Європейського Парламенту та Ради ЄС від 27 січня 2003 року “Про обмеження використання деяких небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні”, визначає вимоги щодо застосування певних небезпечних речовин в ЕЕО. Відповідно ньому “електричне та електронне обладнання” пропонується розуміти як обладнання, яке виробляє, перетворює, використовує, розподіляє чи вимірює електричний струм або електромагнітні поля та розраховане на експлуатацію за напруги, що не перевищує 1000 В для змінного та 1500 В для постійного струму.

Багато видів ЕЕО віднесено до основних фондів (вся офісна, промислова, лабораторна техніка). Згідно з чинним законодавством України основні фонди підприємства підлягають обліку та списанню з балансу підприємств відповідно до ЗУ “Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні” [15]. Персональні комп’ютери віднесені до основних фондів, вони підлягають бухгалтерському обліку й на них поширюється законодавство про амортизацію (строк амортизації 4-10 років залежно від типу комп’ютеру). Списувати й утилізувати комп’ютери можливо тільки після закінчення цього строку, хоча вони морально застарівають значно раніше.

“Класифікатор відходів ДК 005-96” [16] побутові відходи відносить до розділу “Відходи від надання послуг” під номером 7720.3.1.01 “Відходи комунальні (міські) змішані, в тому числі сміття з урн”.

Існуючі на сьогодні технології утилізації електронних відходів в Україні достатньо прості і навіть примітивні з технічної точки зору [5]:

- відділення металевих частин (корпусів, радіаторів, кабелю, обмоток трансформаторів і т.д.) і їх продаж як металобрухту;
- виплавка дорогоцінних металів з окремих комплектуючих;
- піроліз або спалювання горючої складової.

При цьому залишається значна частина залишку, який піддається подрібнюванню та похованню на полігоні твердих побутових відходів.

В Україні є підприємства, які спеціалізуються на збиранні електронних відходів та їхньої утилізації: МП “Соляріс”; ТОВ “ВДМ-Україна”; НВП “Екологічна лабораторія”; ПП “Центр екологічної безпеки”; “Віатек”; ООО “Утіліс Іннотех”; “IT-Solutions” та ін.

До складу електронної техніки входить багато небезпечних хімічних речовин (полівінілхлорид, бромовані антипірени, важкі метали — свинець, ртуть, кадмій, хром, сурма, берилій та їх сполуки, дорогоцінні метали і т.д.) а також ряд речовин, які можуть бути використані неодноразово. Це вимагає розробки та застосування спеціальної правової та технічної системи поводження з даним типом відходів.

Через формулювання законодавства, електронні та електричні відходи не виділяються в окрему категорію. В результаті не має класифікації електронних відходів за місцем утворення, за наявністю небезпечних/безпечних компонентів, по компонентам вторинних матеріальних ресурсів та за можливістю їх рециклінгу.

Нами була розроблена класифікація електронних відходів (рис. 1).

До *великогабаритних відходів* відносяться ті, габарити яких перевищують 35 см за будь-яким з показників розміру і не підлягають контейнерному збору. Прикладом відходів є системні блоки, корпуси моніторів, плазми.

До *потенційних вторинних матеріальних ресурсів (ПВМР)* належать відходи контейнерного збору. Прикладом відходів є деталі електронних приладів, друковані плати, контактні дроти, корпуси, розмір яких становить менше 35 см.

*Небезпечні відходи* поділяються на 2 види: 1) небезпечні за хімічними властивостями А: (Hg, As, Cr, Cd, Be, Ni, Pb — вмістні деталі); 2) небезпечні за фізичними властивостями Б: (кінескоп).

До *комплектуючих деталей* відносяться засоби кріплення (хомути залізні та пластмасові, шпильки, болти, гайки і т.д.)

До *комплектуючих вузлів* відносяться екрани, панелі, мікросхеми, накопичувачі та зчитувачі інформації та інші вузли електронної техніки, які не вийшли з ладу і готові до повторної експлуатації.

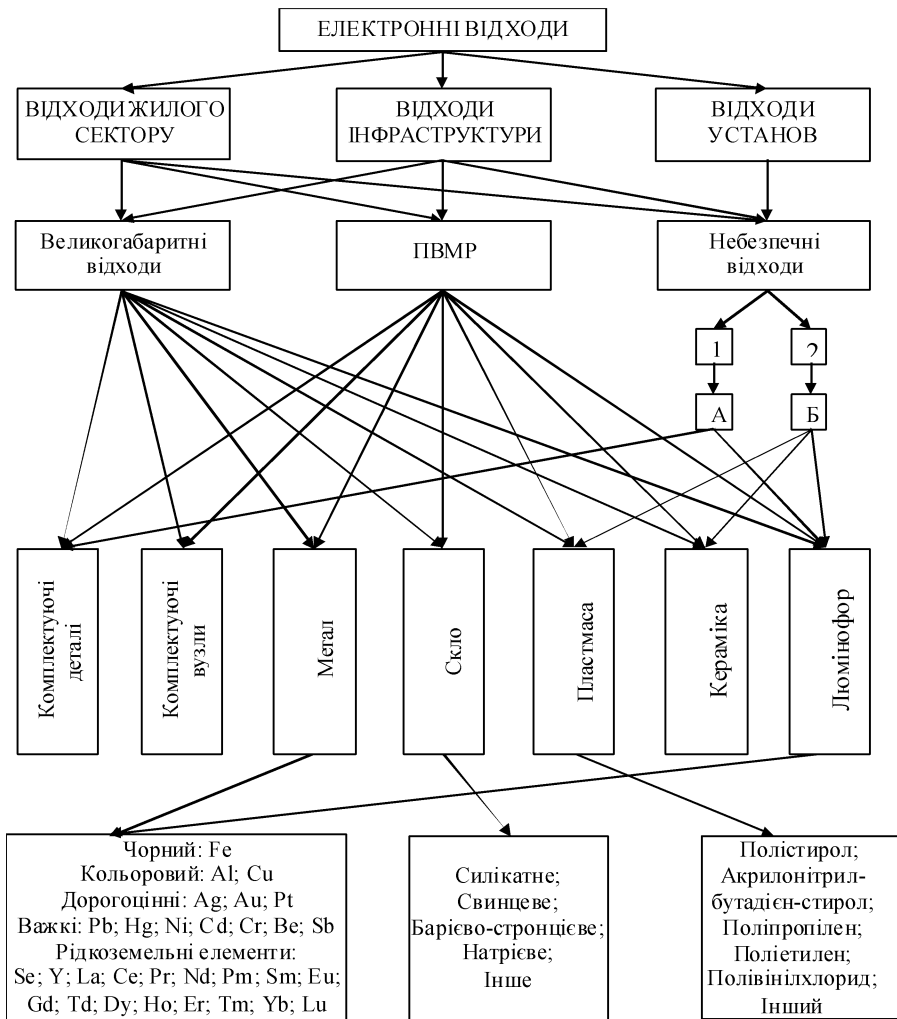


Рис. 1. Класифікація електронних відходів

До складу електронних відходів входить *метал* за категоріями: чорний, кольоровий, дорогоцінний, рідкоземельні елементи, важкі метали. З люмінофору, що входить до складу дисплеїв можна виділити рідкоземельні елементи.

*Скло* можна розділити на силікатне, свинцеве, барієво-стронцієве, натрієве.

*Пластмаса*, що входить до складу обладнання можна бути розділена за різновидом на полістирол (PS), що становить 42 % від загальної кількості пластику, акрилонітрил-бутадієн-стирол (ABS) — 38 %, поліпропілен (PP) — 10 %, поліетилен (PE), полівінілхлорид (PVC) та інші.

Запропонована класифікація електронних відходів дозволить розробити екологічний життєвий цикл відповідної продукції, який дозволить подовжити строк її експлуатації, припинити неконтрольоване потрапляння компонентів електронних відходів у довкілля та сприятиме переводу маси відходів до стану вторинних матеріальних ресурсів.

### *Література*

1. Директива 2012/19/ЄС Європейського Парламенту та Ради ЄС від 4 липня 2012 року про відходи електричного та електронного обладнання (WEEE) // OJ L 197, 24.7.2012, P. 38-71 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:97:0038:0071:EN:PDF>
2. Директива 2011/65/ЄС Європейського Парламенту та Ради ЄС про обмеження використання певних небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.icqc.eu/ru/index.php>
3. Creating innovative solutions through the Basel Convention for the environmentally sound management of electronic wastes: Conference of the Parties to the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal (8th meeting, Nairobi, 27 November-1 December 2006). — Nairobi, 2006. — 9 p.
4. Электронные отходы — проблема будущего развивающихся стран [Електронний ресурс] / Информационно-аналитический портал — Режим доступу: <http://prognosis-future.org/2010/04/30/>
5. Сучасний стан політики поводження з електронними відходами в Україні та Європейському Союзі: кроки до зближення. Огляд, підготовлений в рамках проекту “Громадське лобювання впровадження в Україні європейських підходів до вирішення проблеми електронних відходів” за підтримки Міжнародного фонду “Відродження”. [Електронний ресурс].

- Режим доступу: <http://www.mama-86.org.ua/index.php/uk/chemsec/chemsec-news/495-2013-05-13-14-49-16.html>
6. Solving the e-waste problem [Електронний ресурс] / STEP Secretariat c/o United Nations University (UNU-IAS SCYCLE) — Режим доступу: <http://step-initiative.org/index.php/Home.html>
  7. National Strategy for Electronics Stewardship [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.epa.gov/epawaste/conserves/materials/ecycling/taskforce/docs/strategy.pdf>
  8. Дженнифер Л. Делео. Утилізація електронних відходів [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.pcmag.ru/solutions/sub\\_detail.php?ID=34642&SUB\\_PAGE=0](http://www.pcmag.ru/solutions/sub_detail.php?ID=34642&SUB_PAGE=0), вільний — Заг. з екрану.
  9. Facts and Figures on E-Waste and Recycling [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.electronicstakeback.com/wpcontent/uploads/Facts\\_and\\_Figures](http://www.electronicstakeback.com/wpcontent/uploads/Facts_and_Figures)
  10. Китайський Гуачжу: Е-свалка і самий грязний город Землі [Електронний ресурс] / Толкователь. — Режим доступу: <http://ttolk.ru/?p=424>
  11. Електронні відходи: хто несе відповідальність [Електронний ресурс] / ITU NEWS — міжнародний союз електросвіязі — Режим доступу: <https://itunews.itu.int/Ru/Note.aspx?Note=2144>
  12. Про відходи: Закон України № 187/98-ВР від 05.03.1998 р. // Відомості Верховної Ради України. — 1998. — № 36-37. — Ст. 242.
  13. Про затвердження форми звітності № 1-ТПВ та Інструкції щодо заповнення форми звітності № 1-ТПВ “Звіт про поводження з твердими побутовими відходами”: Наказ Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства № 308 від 19.09.2006 р. [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://minregion.gov.ua/attachments/content-attachments/2308/19.09.06308.pdf>
  14. Про затвердження Технічного регламенту обмеження використання деяких небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні: Постанова КМ України № 1057 від 03.12.2008 р. // Офіційний вісник України. — 2008. — № 94 (19.12.2008). — Ст. 3109.
  15. Про затвердження типових форм первинного обліку: Наказ Мінстату № 352 від 29.12.1995 р. // Податки та бухгалтерський облік. — 2011. — 11. — № 94.



16. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96. [Електронний ресурс] — Режим доступу: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/FIN7371.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN7371.html)

УДК 551.553.8

*Івус Г. П.,  
Семергей-Чумаченко А. Б., Замфріров О. В.*

### **КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ВІТРОВОГО РЕЖИМУ ПІВДНЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ У 2005-2013 РР.**

З метою виявлення циркуляційних особливостей окремих регіонів Північно-Західного Причорномор'я здійснений порівнювальний аналіз еволюції режиму вітру за період 1961-1990 рр. [8] з основними характеристиками вітру на Дунайській гідрометеорологічній обсерваторії (ГМО) міста Ізмаїл Одеської області за період 2005-2013 рр. Основними джерелами інформації є восьмигодинні метеорологічні спостереження на Дунайській ГМО.

Перед тим, як приступити до дослідження, потрібно оцінити якість вихідної інформації. Так, на Дунайській обсерваторії з 2005 по 2013 рр. здійснено 26424 спостережень [9], тобто 98,7 % від їх нормативної кількості. Тому, можна вважати, висновки, що будуть отримані на основі цих даних, інформаційне забезпеченіми.

Як звісно, протягом останніх 30-ті років спостерігалось поступове послаблення вітру над територією України [2-6]. Виявляється, що південь Одеської області не є винятком з цієї тенденції. Так, швидкість вітру у м. Ізмаїл зменшилася у 2005-2013 рр. у порівнянні з 1961-1990 на 0,5 м/с, тобто з 3,6 до 3,1 м/с (рис. 1а). Як і над всієї територією України, над Ізмаїлом простежується чіткий річний хід швидкості вітру — до найбільших величин вона зростає у січні-лютому, а найменших досягає в серпні.

Але з рис. 1б видно, що зменшення швидкості вітру спостерігалось переважно у холодне півріччя, а точніше — з листопаду по травень. У вересні навпаки, виявляється незначне зростання середньомісячної швидкості (на 0,2 м/с). Послаблення вітру зумовлено циркуляційними процесами взимку та навесні. Якщо розглянути розподіл середньомісячної швидкості по роках, то видно її поступове зменшення з року у рік, особливо у вказані місяці (рис. 2).

Розрахунок середньострокових значень швидкості вітру протягом 2005-2013 рр. дозволяє побачити, що основний внесок у

послаблення вітру вносять післяполудневі години з січня по травень. Цікаво, що у ранкові години з липня по жовтень, навпаки, спостерігався більш сильний вітер (рис. 3), ніж у 1961-1990 рр. Найменша середньорічна швидкість по строках виявилася у 2011 р., коли вона до піднімалася до 4 м/с (рис. 4), але весь період 2005-2013 рр. зберігалася відносно підвищення інтенсивності вітру у денні години.

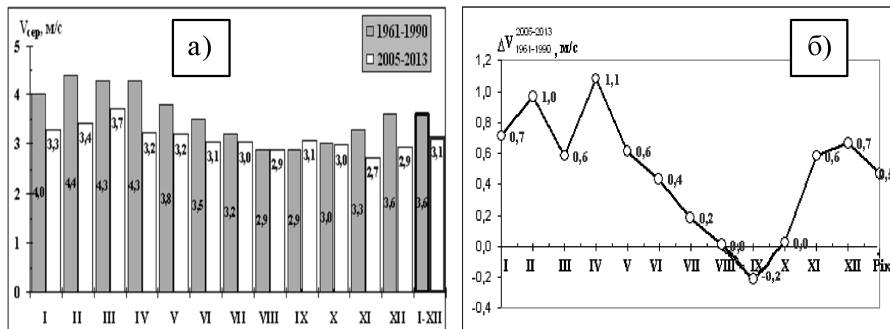


Рис. 1. Середньомісячна швидкість вітру на Дунайській ГМО за 1961-1990 [7] і 2005-2013 рр. (а) та їх різниця (б)

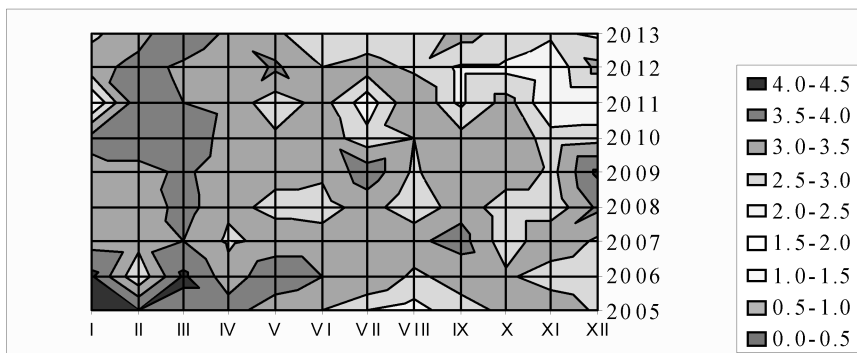


Рис. 2. Середньомісячні швидкості вітру (м/с) на Дунайській ГМО по роках за період 2005-2013 рр.

Якщо розглянути розподіл швидкості вітру за градаціями протягом 1961-1990 та 2005-2013 рр., то у рис. 5 видно значне переважання протягом року градації 2-5 м/с, з максимумом з травня по липень. Більш того спостерігалось зростання частки цієї градації у 2005-2013 рр. з 49,4 до 61,9 % у цілому на рік. Найчастіше ця градація у 1961-1990 рр. була у червні-липні (50,7 і 50,8 %), а у 2005-2013 рр. травні-червні (65,8 і 64,3 %).

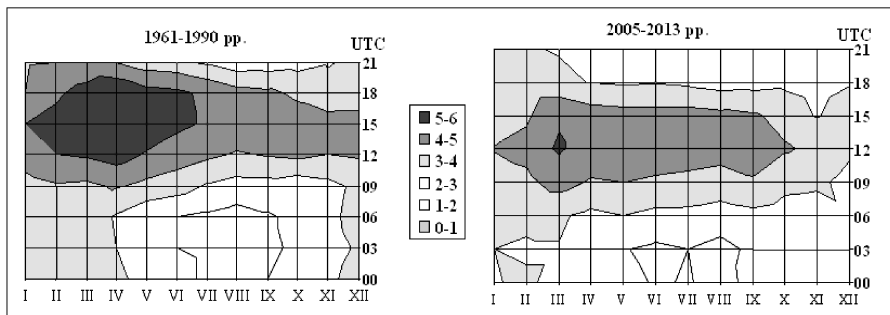


Рис. 3. Добовий розподіл середньомісячної швидкості вітру (м/с) на Дунайській ГМО від 1961-1990 до 2005-2013 рр.

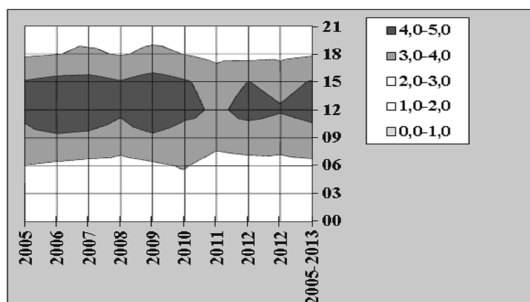


Рис. 4. Середньорічна швидкість вітру (м/с) по строках на Дунайській ГМО з 2005 по 2013 рр.

Для річного ходу швидкості вітру також характерні наступні особливості: слабкі вітри і штиль мають найбільшу повторюваність в липні і серпні. Повторюваність штилів зростала з весни до зими більше ніж вдвічі: з 4,2 до 10,0 % у березні та серпні 2005-2013 рр. [39]

Період 2005-2013 рр. відрізнявся зменшенням частки градації 0-1 м/с з 28,4 на 22,9 %, можливо це пов'язане з підвищенням чутливості приладів, які вимірюють швидкість вітру. Частіше штилі фіксувалися з вересня по листопад 1961-1990 рр. (33-35 %) та з жовтня по грудень (25-27 %).

Максимальна повторюваність для градацій швидкості 6-9 м/с відзначена в березні (21 % для обох періодів), а у середньому за рік вона зменшується з 15,8 до 14,2 % з 1961-1990 до 2005-2013 рр.

Повторюваність вітрів 10-15 м/с в цілому невелика та складала 6 % у 1961-1990 рр. Період 2005-2013 рр. характеризувався

різким зменшенням цієї градації до 1 % з максимумом у березні 2,3 %. Повторюваність сильного вітру (15-20 м/с) не перевищувала 0,4 % у 1961-1990 рр., а у 2005-2013 рр. такий сильний вітер спостерігався лише один раз. Градація швидкостей більш ніж 21 м/с у 2005-2013 рр. повністю відсутня.

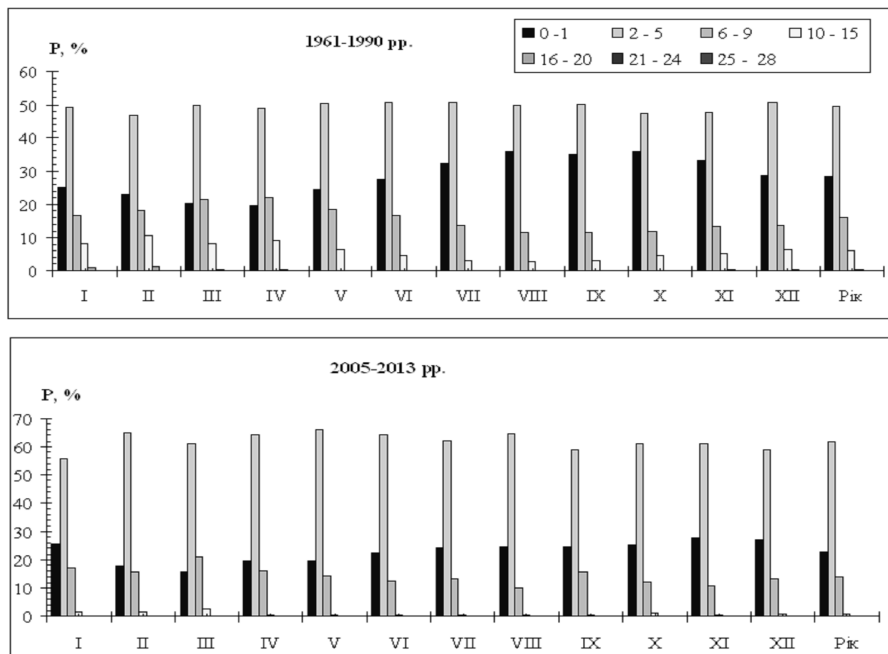


Рис. 5. Повторюваність (%) градацій швидкості вітру (м/с) на Дунайській ГМО у 1961-1990 [10] та 2005-2013 рр.

Вітер різного напрямку може розрізнятися за інтенсивністю, тому побудований розподіл середньомісячної швидкості вітру за 8 румбами на Дунайській ГМО, а з метою більш ретельного дослідження представлений розподіл за 16 румбами. Для періоду дослідження більш інтенсивними визначилися північно-східні напрямки — від 3,7 до 3,9 у середньому на рік (рис. 6).

Найсильнішим виявився північно-східний вітер з грудня по лютий — 4,4, 5,1 та 4,7 м/с, відповідно. Відносно менш сильними виявилися північний та східний напрямки. При аналізі 16 румбів найсильнішим був північно-північно-східний напрямок у січні — 5,4 м/с (рис. 6а)

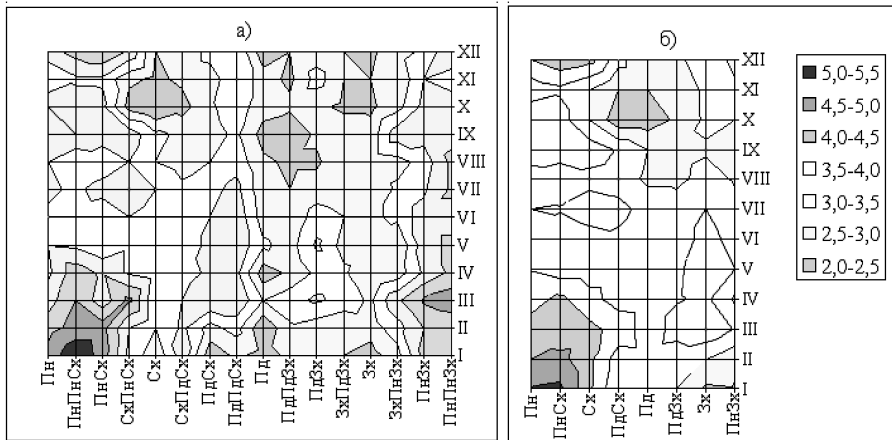


Рис. 6. Розподіл середньомісячної швидкості вітру (м/с) за напрямком для 8 (а) та 16 (б) румбів

Також відносно підвищеними швидкостями вітру відрізнялися північно-західний та північно-північно-західний напрямки з січня по травень. Відносно менш інтенсивний вітер, не більш ніж 3 м/с спостерігався при південних та західних напрямках, особливо з липня по вересень.

Таким чином, характер сезонного розподілу швидкості вітру за напрямками, визначався відносно значними швидкостями східного та північно-східного вітру взимку, особливо у січні.

Напрямок вітру є дуже важливим показником у метеорологічних прогнозах. Деякі споживачі не можуть вести виробничі роботи при небезпечних для них напрямках вітру, при яких, наприклад, спостерігається сильна прибійна хвиля, заповиленість або загазованість району, закриття частини обр'ю хмарами, значне посилення вітру та інших побічних явищ [1].

Вітровий режим України зумовлюється макроциркуляційними процесами в атмосфері та положенням баричних центрів над континентом Євразії та Атлантикою. В окремих регіонах розподіл напрямку та швидкості вітру значно змінюється під впливом орографічних особливостей і залежить від орієнтації долин, наявності водойм, морів.

Для розгляду річного ходу повторюваності вітру різних напрямків проведено рознесення швидкості вітру по румбах та побудована річна роза вітру для двох періодів (рис. 7) та рози вітру

для сезонів 2001-2013 рр. (рис. 8). Також для обох періодів дослідження за даними побудований розподіл вітру у залежності від напрямку для всіх місяців (рис. 9).

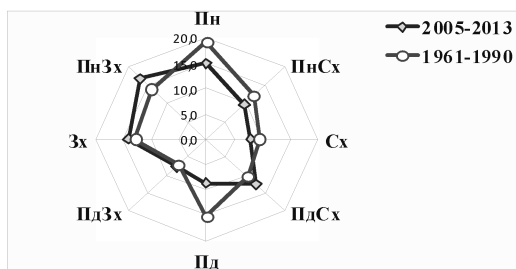


Рис. 7. Річна роза вітру на Дунайській ГМО, 1961-1990 і 2005-2013 рр.

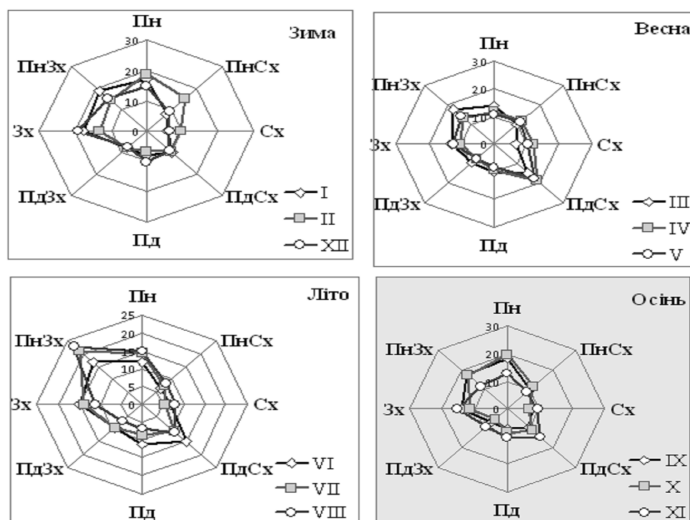


Рис. 8. Рози вітру на Дунайській ГМО у 2005-2013 рр.

Аналіз отриманих результатів виявив, що найбільшу повторюваність мали вітри північного та південного напрямків (19,0 та 15,3 %) у 1961-1990 рр. та північно-західний та північний (16,7 та 14,8 %) у 2005-2013 рр., на південний припадало лише 8,7 %. Тобто виявилася зміна переважних напрямків вітру.

Взимку переважали у 2005-2013 рр. напрямки від західного до північно-західного (15-20 %), з незначною часткою інших

румбів. Навесні виявилася перевага південно-східного вітру (16-18 %) та північно-західного (13-16 %). Подібний розподіл посилювався влітку та зберігався у менш характерному вигляді восени.

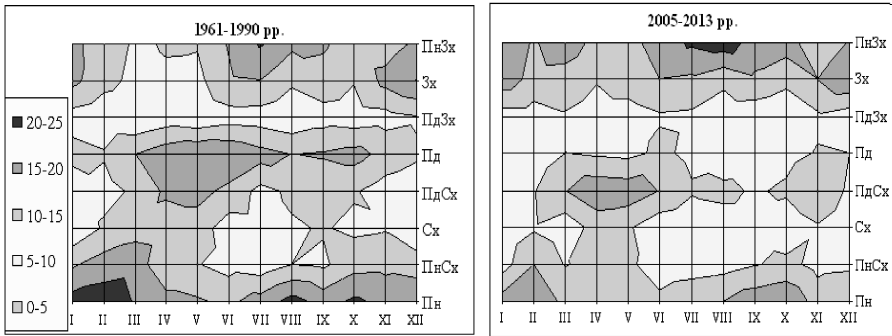


Рис. 9. Розподіл вітру на Дунайській ГМО у 1961-1990 і 2005-2013 рр.

Якщо порівняти поля розподілу вітру за напрямками протягом року у 1961-1990 та 2005-2013 рр. (рис. 9), то виявиться зменшення північного румбу у січні-березні 1961-1990 рр. та збільшення північно-західного у липні і серпні 2005-2013 рр. Також незначно зменшилася частка південних румбів навесні та восени.

Отже, виявлена певна зміна переважного напрямку вітру, що, можливо, викликане послабленням зональної циркуляції у останні десятиріччя, що підтверджується результатами досліджень [2-6].

### **Висновки**

1. На півдні Одеської області спостерігається послаблення приземного вітру, як і на решті України [2-6]. Річний хід швидкості вітру не зазнав змін — до найбільших величин вона зростає у січні-лютому, а найменших досягає в серпні. Основний внесок у послаблення вітру вносять післяполудневі години з січня по травень.
2. Аналіз розподілу швидкості вітру за градаціями протягом 1961-1990 та 2005-2013 рр. на півдні Одеської області виявив протягом року зростання частки градації 2-5 м/с з 49,4 до 61,9 %.
3. Найбільшу повторюваність мали вітри північного та південного напрямків (19,0 та 15,3 %) у 1961-1990 рр. та північно-західний та північний (16,7 та 14,8 %) у 2005-2013 рр., на південний припадало лише 8,7 %. Тобто виявилася зміна

переважних напрямків вітру, що, можливо, викликане послабленням зональної циркуляції у останні десятиріччя.

### *Література*

1. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди — Одеса: ТЕС, 2012. — 407 с.
2. Івус Г. П., Агайяр Э. В., Ешану А. Е. Особенности температурно-ветрового режима в районе Одессы на рубеже XXI века // Причорноморський екологічний бюлетень. — 2007. — № 2 (24). — С. 181-190.
3. Івус Г. П., Агайяр Э. В., Мищенко Н. М. Статистические характеристики скорости ветра в районе Одессы // Культура народов Причерноморья. — 2006. — № 67. — С. 21-24.
4. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Зубкович С. О. Статистичні характеристики швидкості вітру над сходом України у січні в епоху кліматичних змін // Фізична географія та геоморфологія. — К.: Обрії, 2009. — Вип. 57. — С. 23-28.
5. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Агайяр Е. В., Ваховська Г. О. Еволюція режиму приземного вітру в районі Севастополя за 20-річний період // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. — 2010. — № 1(11) — С. 78-86.
6. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Гурська Л. М., Бородинна М. В., Черней Д. С. Характеристика сучасного вітрового режиму у північному Причорномор'ї / Зб. статей за матер. студентської наук. конф. ОДЕКУ 14-17 квітня 2009. — Одеса: ОДЕКУ, 2009. — С. 15-20.
7. Клімат України / Під ред. В. М. Ліпінського. — К.: Вид-во Раєвського, 2003 — 343 с.
8. Кліматичний кадастр України. — К., 2002. — 446 с.
9. <http://rp5.ru> / Архив\_погоды\_в\_Измаиле.

*Івус Г. П.,*

*Гурська Л. М., Плужніченко А. В.*

## **ВПЛИВ ЦИРКУЛЯЦІЇ АТМОСФЕРИ НА ПОГОДНІ УМОВИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я**

*Вступ.* На сьогоднішній день проблема штормових вітрів є досить актуальною у тих сферах діяльності людини, які пов'язані з безпекою життєдіяльності населення, берегової інфраструктури, мореплавства, авіації тощо. Завчасне виявлення та поперед-



ження про виникнення небезпечних погодних умов, у тому числі й сильних штормів, що можуть призвести до значних економічних втрат та загибелі людей, є головною задачею прогностичних підрозділів Гідрометслужби України. Однією із умов успішного прогнозування сильних вітрів є знання характеристик вітрового режиму досліджуваної території [1; 4] та синоптичних умов, що їх обумовлюють. Аналіз синоптичного матеріалу дозволяє виділити загальні закономірності таких процесів.

*Матеріали та методи досліджень.* Метою даного дослідження є аналіз взаємодії великомасштабної циркуляції атмосфери з несприятливими погодними умовами у Північно-Західному Причорномор'ї, які проявляються як сильний та дуже сильний вітер. У роботі використано інформацію з архіву АРМсин: приземні карти погоди, карти баричної топографії АТ-500, телеграми штормових сповіщень. Дослідження проводились за холодні сезони (з жовтня по березень) 2011-2013 рр. з метою виключення шквалістих посилень вітру, обумовлених розвитком конвекції, які виникають переважно у теплу пору року. Таким чином, до розгляду брались лише випадки градієнтних вітрів, які спостерігались по території Одещини повсюдно; посилення вітру місцями не враховувалось.

*Результати досліджень та їх аналіз.* Відомо [5], що вплив штормових вітрів є значним для функціонування народногосподарського комплексу регіону Північно-Західного Причорномор'я. Для дослідження цього впливу відібрано п'ятдесят сім випадків посилення вітру до критерію сильного  $\geq 15$  м/с та дуже сильного  $\geq 25$  м/с по території Одеської області, починаючи з жовтня по березень 2011-2013 років (табл. 1).

Основним фактором зміни швидкості вітру в холодну пору року є зміна баричного градієнту. За вказаний період зафіксовано 4 випадки посилення вітру до 25 м/с та більше: 07.02.2012 р., 08.02.2012 р., 03.12.2012 р. та 23.03.2013 р. Слід зазначити, що під впливом штормових вітрів перебували виключно південні райони області, особливо станції, що знаходяться на узбережжі морів та лиманів (Білгород-Дністровський, Усть-Дунайськ, порт Південний, Паромна Переправа). Досить нерівномірно розподілились сильні вітри від сезону до сезону. Так, у холодний сезон 2011/12 років зафіксовано 19 випадків небезпечних вітрів, 2012/13 рр. — 23 випадки та 2013/14 рр. — лише 15 випадків.

Найбільш часто сильний вітер дме з північного сходу, півночі та північного заходу. Вони характерні для переміщення циклонічних вихорів з південного заходу. Тоді в зоні впливу теплового фронту посилюється вітер північно-східний, а після проходження холодного фронту — північно-західний та північний. На противагу цим напрямкам вітри південні, південно-західні та західні спостерігаються значно рідше. Дуже сильні вітри 07-08.02.2012 р. мали північно-східний напрямок, 23.03.2013 р. — північно-західний, а 03.12.2012 р. напрямок змінюється від 120 до 350 градусів.

Для визначення класифікації макромасштабних синоптичних процесів, що зумовлюють виникнення штормових вітрів у регіоні Північно-Західного Причорномор'я, скористаємось типізацією А. Л. Каца [2]. За формулами (1-2) розраховуються індекси зональної та меридіональної циркуляції, при співвідношенні меридіонального індексу до зонального отримаємо індекс загальної циркуляції (3). Якщо  $I_{заг} \geq 0,75$ , то циркуляція вважається меридіональною.

$$I_3 = \frac{\sum_1^6 (n_s - n_c) \cdot b}{6 \cdot 3,5} \quad (1)$$

де  $n_s$  — число перетинів ізогіпсами меридіанів між 35 та 70° півн.ш., які направлені з заходу на схід;  $n_c$  — число перетинів меридіанів, які направлені зі сходу на захід;  $b$  — коефіцієнт, який дорівнює 4 гп. дам на карті АТ-500 гПа.

$$I_M = \left[ \frac{n_{45} \cdot \frac{1}{\cos 45}}{120} + \frac{n_{55} \cdot \frac{1}{\cos 55}}{120} + \frac{n_{65} \cdot \frac{1}{\cos 65}}{120} \right] \cdot \frac{b}{3} \quad (2)$$

де  $n_{45, 55, 65}$  — число перетинів ізогіпсами цих паралелей, незалежно від їх напрямку.

$$I_{заг} = \frac{I_M}{I_3} \quad (3)$$

де  $I_M$  та  $I_3$  — індекси меридіональної та зональної циркуляції відповідно.

Відомо [2], що для зонального типу циркуляції характерна широтна орієнтація ізогіпс на карті АТ-500, а меридіональний тип циркуляції поділяється на 4 форми: західна (зах), східна (сх),

центральною (ц) та змішаною (зм), які значно відрізняються між собою територіальним розміщенням висотних гребенів та улоговин. Розрахунки проводились для першого сектору помірної зони — Атлантико-Європейського, який знаходиться в межах від 20° зах.д. до 80° сх.д. та від 35° до 70° півн.ш. (рис. 1). Результати розрахунків представлені в табл. 1 та на рис. 2.

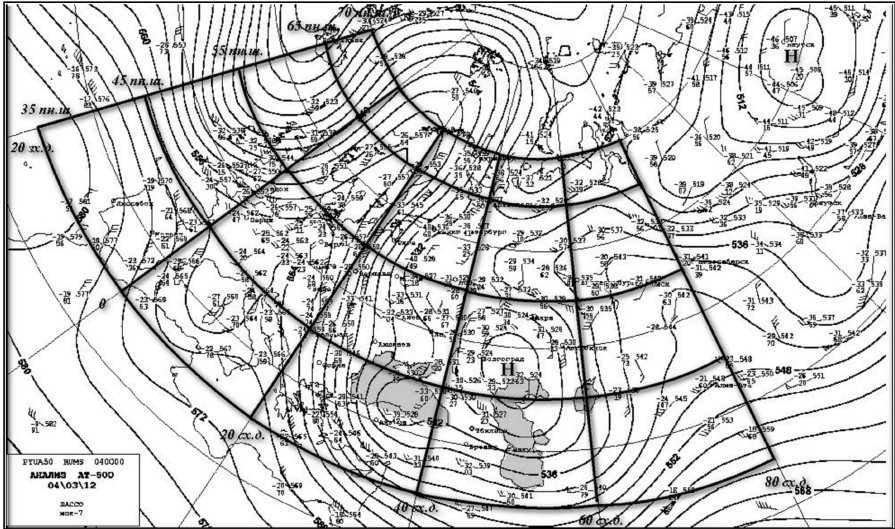


Рис. 1. Зона розрахунку індексу циркуляції

На меридіональний тип циркуляції атмосфери доводиться 77,2 %, на зональний тип циркуляції — 22,8 % від загальної кількості. Меридіональний тип циркуляції, в свою чергу, здебільшого представлений змішаною формою (24,6 %) та західною (22,8 %). Дещо рідше спостерігалась центральна форма циркуляції (17,5 %) та східна (12,3 %). Всі випадки посилення вітру до 25 м/с та більше пов'язані виключно з меридіональною циркуляцією різних форм. Число індексу коливається від 0,76 до 2,11. Таким чином можна вважати, що меридіональний характер циркуляції атмосфери створює сприятливі умови для посилення вітру у Північно-Західному Причорномор'ї до критерію сильного та дуже сильного.

Досліджуючи вплив баричних об'єктів на формування сильного та дуже сильного вітру, виділено основні типи синоптичних ситуацій, які спричиняли штормові умови у Північно-Західному

Причорномор'ї (табл. 2). Посилення вітру до 25 м/с та більше протягом 2011-2013 рр. пов'язано з виходом південних циклонів. Загальною ознакою механізму виникнення південних циклонів є меридіональний характер макроциркуляційних процесів, що впливають на формування сприятливих для місцевого циклогенезу термодинамічних умов. Слід зазначити, що всі розглянуті випадки характеризувались надзвичайно близьким розміщенням системи арктичного фронту до системи полярного, що сприяло посиленню активності циклонічних вихорів.

Таблиця 1.  
Результати розрахунків індексів циркуляції

| Дата       | Циркуляція |     |       | Дата       | Циркуляція |     |       |
|------------|------------|-----|-------|------------|------------|-----|-------|
|            | індекс     | тип | форма |            | індекс     | тип | форма |
| 16.10.2011 | 1,16       | м   | зм    | 14.11.2012 | 0,82       | м   | зах   |
| 17.10.2011 | 0,79       | м   | зах   | 29.11.2012 | 1,03       | м   | ц     |
| 28.11.2011 | 0,48       | зон |       | 03.12.2012 | 0,77       | м   | зм    |
| 21.01.2012 | 0,97       | м   | зм    | 04.12.2012 | 0,60       | зон |       |
| 25.01.2012 | 1,30       | м   | зм    | 05.12.2012 | 0,97       | м   | сх    |
| 26.01.2012 | 1,64       | м   | зм    | 06.12.2012 | 0,75       | м   | сх    |
| 27.01.2012 | 1,29       | м   | ц     | 09.12.2012 | 1,50       | м   | зм    |
| 30.01.2012 | 3,01       | м   | ц     | 12.12.2012 | 2,85       | м   | зм    |
| 06.02.2012 | 1,45       | м   | ц     | 15.12.2012 | 1,53       | м   | ц     |
| 07.02.2012 | 1,71       | м   | ц     | 16.12.2012 | 1,12       | м   | ц     |
| 08.02.2012 | 2,11       | м   | зах   | 18.12.2012 | 0,74       | зон |       |
| 25.02.2012 | 0,70       | зон |       | 19.12.2012 | 1,02       | м   | зм    |
| 03.03.2012 | 1,32       | м   | зм    | 20.12.2012 | 0,99       | м   | зм    |
| 04.03.2012 | 0,97       | м   | зах   | 08.01.2013 | 0,95       | м   | зм    |
| 15.03.2012 | 1,18       | м   | зах   | 25.01.2013 | 0,55       | зон |       |
| 25.03.2012 | 1,08       | м   | зах   | 14.02.2013 | 1,05       | м   | зм    |
| 26.03.2012 | 0,98       | м   | зах   | 22.02.2013 | 0,53       | зон |       |
| 29.03.2012 | 0,95       | м   | зах   | 06.03.2013 | 0,65       | зон |       |
| 31.03.2012 | 0,76       | м   | зм    | 15.03.2013 | 0,35       | зон |       |
| 27.10.2012 | 0,80       | м   | ц     | 23.03.2013 | 0,76       | м   | зм    |
| 01.11.2012 | 1,10       | м   | сх    |            |            |     |       |

Південні циклони найчастіше обумовлювали також сильний вітер (19 випадків), причому типи циркуляції атмосфери у 14 випадках мали меридіональний тип, а у 5 випадках — зональний. Пірнаючі циклони з району Скандинавії 14 разів спричи-

няли посилення вітру до штормових значень. Західні циклони лише два рази обумовлювали подібні погодні умови. Зона взаємодії циклону та антициклону різної географічної локалізації також суттєво впливала на формування сильних вітрів. Найчастіше це були блокуючі антициклони зі сходу — 11 випадків (вплив як арктичного, так і сибірського антициклону). В 6 випадках спостерігається протилежна картина, коли антициклон розміщується над Західною Європою, а циклон на сході (переважно над Поволжям) та 5 випадків, коли антициклон знаходився на півночі, а циклон на півдні. Таким чином, периферійні процеси є надзвичайно важливими при прогнозуванні штормових вітрів у Північно-Західному Причорномор'ї.

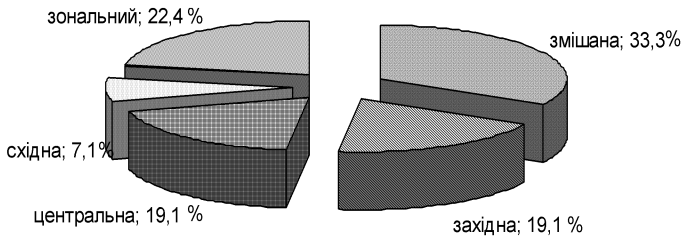


Рис. 2. Діаграма повторюваності (%) форм циркуляції атмосфери

Таблиця 2.

Повторюваність (кількість випадків) синоптичних ситуацій при різних формах циркуляції атмосфери за період 2011-2013 рр.

| Тип синоптичної ситуації |   | Типи циркуляції |                |            |        |         |
|--------------------------|---|-----------------|----------------|------------|--------|---------|
|                          |   | зональний       | меридіональний |            |        |         |
|                          |   |                 | західна        | центральна | східна | змішана |
| 1                        | 2                                       | 3               | 4              | 5          | 6      |         |
| Західний циклон          |   |                 | 1              |            | 1      |         |
| Південний циклон         |   | 5               | 1              | 3          | 2      | 8       |
| Пірнаючий циклон         |   | 4               | 8              |            | 1      | 1       |
| Зона взаємодії           | Антициклон на сході, циклон на заході   | 1               |                | 5          | 2      | 3       |
|                          | Антициклон на заході, циклон на сході   |                 | 4              |            |        | 2       |
|                          | Антициклон на півночі, циклон на півдні |                 | 2              | 2          | 1      |         |

В подальшому передбачається прослідити зв'язок індексу циркуляції А.Л. Каца з типами циркуляцій по Б. Л. Дзердзівському [5] та стихійних гідрометеорологічних явищ в Україні з елементарними циркуляційними механізмами (ЕЦМ), які покладені в основу класифікації циркуляційних механізмів Північної півкулі.

**Висновки.** При дослідженні умов формування сильного вітру у холодні сезони по території Одещини виявлено, що сильні та дуже сильні вітри найчастіше спостерігаються у південних та центральних районах області, особливо на станціях, що знаходяться на узбережжі морів та лиманів (Білгород-Дністровський, Усть-Дунайськ, порт Південний, Паромна Переправа).

Меридіональний характер циркуляції атмосфери (77,2 %) створює сприятливі умови для посилень вітру у Північно-Західному Причорномор'ї до критерію сильного та дуже сильного, на зональний тип циркуляції доводиться 22,8 % від загальної кількості. Меридіональний тип циркуляції представлений переважно змішаною (24,6 %) та західною (22,8 %) формами.

Виділено основні типи синоптичних ситуацій, які спричиняли сильні вітри. Найчастіше сильний вітер спостерігався при переміщенні циклонічних вихорів з півдня та в зоні взаємодії між антициклонами і циклонами. Всі чотири випадки посилення вітру до критерію дуже сильних пов'язані з переміщенням південних циклонів.

### *Література*

1. Воскресенская Е. Н., Наумова В. А., Евстигнеев М. П., Евстигнеев В. П. Классификация синоптических процессов штормов в Азово-Черноморском бассейне // Тр. УкрНИГМИ, 2009. — Вип. 258. — С. 189-200.
2. Кац А. Л. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы. — Л.: Гидрометеиздат, 1960. — С. 23-47.
3. Кононова Н. К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому / Отв. ред. А. Б. Шмакин; Рос. акад. наук., ин-т географии. — М.: Воен-техиниздат, 2009. — 372 с.
4. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні та стихійні явища погоди. — К.: Державний комітет України з гідрометеорології, 2004. — 31 с.

5. Наумова В. А., Воскресенская Е. Н., Евстигнеев М. П., Евстигнеев В. П. Штормовые волны в Азово-Черноморском бассейне как региональный отклик на крупномасштабные процессы в системе океан-атмосфера / Мат. конф. “Глобальні та регіональні зміни клімату”. — К., 2010. — С. 43-45.

УДК 911.6+551.556.3

*Собченко А. Ю.*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ПРИРОДНЫХ ЗОН УКРАИНЫ**

*Введение.* В настоящее время возобновляемые источники энергии из-за большого количества своих достоинств (неисчерпаемость, экологическая чистота, легкость в установке) приобретают все большую популярность. Из всех альтернативных источников энергии в последние годы наиболее стремительно развивается ветроэнергетика. Оптимизация стратегии развития ветроэнергетики в регионе является многокритериальной задачей, решение которой зависит от многочисленных факторов, главенствующим среди которых является структура ветрового потока в регионе, оцениваемая через его статистические характеристики. Поэтому первостепенной задачей является получение таких оценок, которые всесторонне характеризуют ветровой режим региона.

Известно, что ветер имеет высокую изменчивость во времени и в пространстве и характер его распределения сильно зависит от местных условий. Но поскольку основные закономерности распределения ветра определяются также и циркуляционными факторами, которые остаются неизменными в пределах одной природной зоны, то целесообразно рассматривать сравнить ветроэнергетические характеристики различных природных зон.

*Материалы и методы исследования.* Для исследования были использованы получасовые данные в коде METAR АМСГ Борисполь, Одесса, Донецк, Львов и Симферополь с 2001 по 2008 гг., предоставленные Гидрометцентром России. По природным зонам станции распределились следующим образом: АМСГ Львов — лесостепь (Западноукраинский лесостепной край), АМСГ Борисполь — зона смешанных лесов, АМСГ Донецк — степная зона (Донецкий северостепной край), АМСГ Одесса — сухая степь (Причерноморско-Приазовский сухостепной край) и АМСГ Симферополь — Крымские горы.

Методами исследования являются общие статистические приемы обработки выборочных статистических совокупностей, опирающиеся на учет свойств и природы метеорологических совокупностей, и стандартные методы оценки удельной мощности ветрового потока, предложенные в [4-8].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Исходными требованиями к развертыванию ВЭУ является наличие ветроэнергетического потенциала, который можно оценить уровнем среднегодовой скорости ветра 5 м/с и более. При этом благоприятным условием является устойчивость скорости ветра, характеризуемая коэффициентом вариации не более 0,5 [7; 8].

Наибольшая многолетняя средняя скорость ветра (табл. 1) наблюдается в Одессе и Симферополе (4,9 м/с), наименьшая — во Львове (2,9 м/с).

Таблица 1

Статистические характеристики скорости ветра для различных природных зон за период 2001-2008 гг.

|               |     | Лесостепь<br>(Львов) | Полесье<br>(Киев) | Степь<br>(Донецк) | Сухая степь<br>(Одесса) | Крымские горы<br>(Симферополь) |
|---------------|-----|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|--------------------------------|
| $\bar{V}$     | min | 2,60                 | 3,40              | 3,80              | 3,80                    | 4,30                           |
|               | max | 3,40                 | 3,70              | 4,60              | 4,90                    | 4,90                           |
| $\sigma_v$    | min | 2,15                 | 1,84              | 2,36              | 2,16                    | 2,37                           |
|               | max | 2,40                 | 2,09              | 7,21              | 2,47                    | 2,84                           |
| $C_v$         | min | 0,72                 | 0,52              | 0,57              | 0,48                    | 0,54                           |
|               | max | 0,84                 | 0,59              | 0,65              | 0,63                    | 0,62                           |
| $(\bar{V})^3$ | min | 16,90                | 38,56             | 55,00             | 53,42                   | 77,60                          |
|               | max | 39,50                | 52,30             | 73,50             | 115,40                  | 115,80                         |
| $(\bar{V}^3)$ | min | 57,40                | 85,30             | 129,30            | 122,60                  | 164,70                         |
|               | max | 102,60               | 108,70            | 164,10            | 210,10                  | 240,30                         |

В Одессе более высокие скорости ветра можно пояснить влиянием бризовой циркуляции, которая может поддерживать устойчивые скорости ветра на протяжении длительного времени (табл. 1). В Донецке, Киеве и Одессе средние скорости ветра составляют 3,6, 4,0 и 4,4 м/с соответственно. Коэффициенты вариации для АМСГ Киев, Донецк, Симферополь и Одесса варьируются в пределах 0,5-0,6, что является граничным значением для условий, благоприятствующих размещению ВЭУ, и указывает на значительную изменчивость скорости ветра во времени [7; 8]. Во



Львове изменчивость скорости еще выше: достигает значений 0,7-0,9. В сравнении с климатической нормой значения коэффициента вариации, для Киева, Симферополя и Одессы увеличились в 4-5 раз, для Донецка — в шесть, для Львова — в 7-9 раз, что свидетельствует о значительном снижении ветроэнергетического потенциала регионов. Особенно эта тенденция прослеживается в лесостепной (Львов) и степной (Донецк) зонах, где наблюдается также уменьшение среднегодовой скорости ветра на 1 м/с [2]. На это указывают и модальные значения скорости ветра, которые в Донецке составляют 3 м/с, а во Львове — штиль.

Для расчета прочности и надежности конструкций ВЭУ необходимо знание повторяемости скоростей более 20 м/с [7; 8]. Для всех природных зон, исключая Крымские горы, повторяемость ураганных и буревых скоростей ветра мала. В Киеве такие скорости ветра вообще не наблюдаются, в Одессе и Донецке отмечаются примерно 1 раз в год, а во Львове — 1 раз в четыре года.

Эффективно, но не исчерпывающе, природные ветроэнергетические ресурсы можно оценить с помощью среднего куба скорости [1], который колеблется от 57 до 240 м<sup>3</sup>/с<sup>3</sup> в различные годы, максимум наблюдается в Симферополе, а минимум — во Львове. Таким образом, ни один из представленных городов нельзя отнести к районам перспективным с точки зрения ветроэнергетики, в которых средний куб скорости должен превышать значение 500 м<sup>3</sup>/с<sup>3</sup>, так как в этом случае высокие потери потенциальных ветроэнергетических ресурсов возникают из-за “мертвого интервала”.

Данный вывод подтверждается высокой повторяемостью скоростей в интервалах от 0 до 5 м/с во всех природных зонах (рис. 1).

Для Львова накопленная вероятность скоростей в этом интервале составляет 87 %, почти столько же для Киева — 84 %, для Донецка — 74 % и в Одессе и Симферополе на этот интервал приходится по 70 % всех случаев. Следует отметить, что на всех станциях наблюдается изменение распределения скоростей ветра со временем (рис. 1). Если сравнивать периоды 1936-1960 гг. [6], 1961-1990 гг. [3] и 2001-2008 гг., то можно видеть, что для всех природных зон, кроме Крымских гор, стало характерным увеличение повторяемости скорости ветра от 2 до 5 м/с и уменьшение — более 5 м/с. Наиболее значительным увеличением повторяемости скоростей ветра от 2 до 5 м/с было в Киеве (от 59 до 71 %, причем резкие изменения приходятся на период 2001-2008 гг.)

и Львова (от 21 до 60 %, изменения приходятся на реперный период). В Одессе увеличение скорости ветра от 2 до 5 м/с стало не столь заметным — от 57 до 63 %, а в градации 6-7 м/с прослеживается даже увеличение повторяемости скорости ветра — от 18 до 25 %, что является положительным фактором при оценке ветроэнергетических ресурсов, поскольку при таких скоростях выработка энергии является стабильной. В Одессе отмечается интересная особенность: уменьшение скоростей ветра в период 1961-1990 гг., а затем увеличение с 2001 г.

В Симферополе отмечается уменьшение повторяемости ветра со скоростью не более 5 м/с на 10 % и в два раза возрастает повторяемость скорости ветра от 6 до 9 м/с в период 1961-1990 гг. В период 2001-2008 гг. распределение скоростей ветра практически не изменилось.

Увеличение повторяемости слабых скоростей ветра на всех рассматриваемых станциях является следствием общей тенденции уменьшения скорости ветра на территории Украины и России.

Исследуя годовой ход скорости ветра во всех природных зонах можно видеть, что в летние месяцы наблюдаются наименьшие скорости ветра, а значит, на эти месяцы будет приходиться наибольшее количество простоев ветроэнергетических установок (рис. 2). В остальные месяцы работа ВЭУ будет более стабильной, так как скорость ветра может достигать значений в 4,5 м/с и выше, а для Донецка даже 5 м/с и выше, но в Донецке в зимний период высока вероятность блокирования работы ВЭУ при гололедно-изморозевых явлениях, которые здесь могут достигать экстремальных значений. Как показывают рис. 2 и значения коэффициента вариации наиболее устойчивым годовой ход скорости ветра является в Одессе. На фоне повышенных среднегодовых скоростей ветра для Одессы это благоприятный фактор для установки ВЭУ. Благоприятные условия для установки ВЭУ также имеют место в Симферополе: наблюдаются наиболее высокие скорости ветра по сравнению с другими станциями.

В табл. 2 приведена оценка теоретического ветроэнергетического потенциала в зависимости от скорости ветра для различных природных зон в различные периоды. Поскольку скорости ветра более 20 м/с имеют очень низкую повторяемость, то в табл. 2 теоретическая мощность для этих скоростей не указана, так как выработка энергии в этом случае близка к нулю.

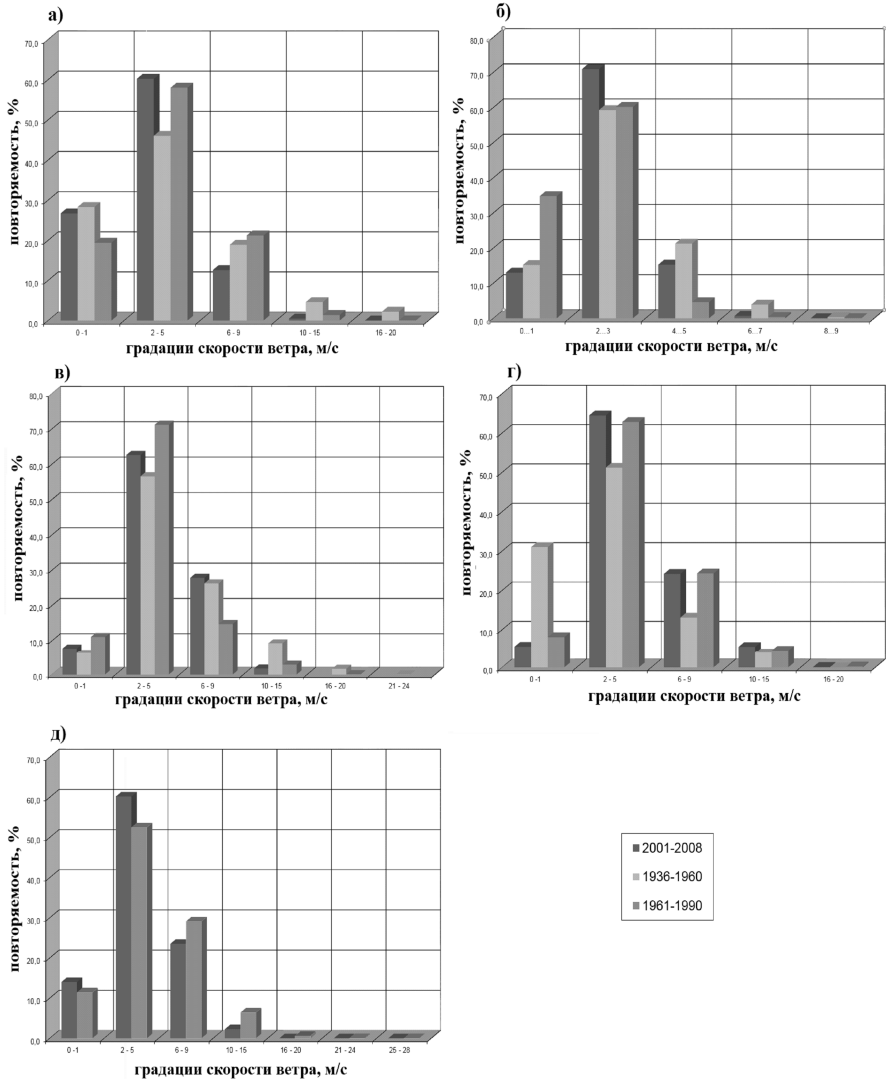


Рис. 1. Распределение повторяемости скорости ветра для различных природных зон Украины за периоды 1936-1960 и 2001-2008 гг. во Львове (а), Киеве (б), Одессе (в), Симферополе (г) и Донецке (д). Для г. Донецк данные за 1936-1960 гг. отсутствуют

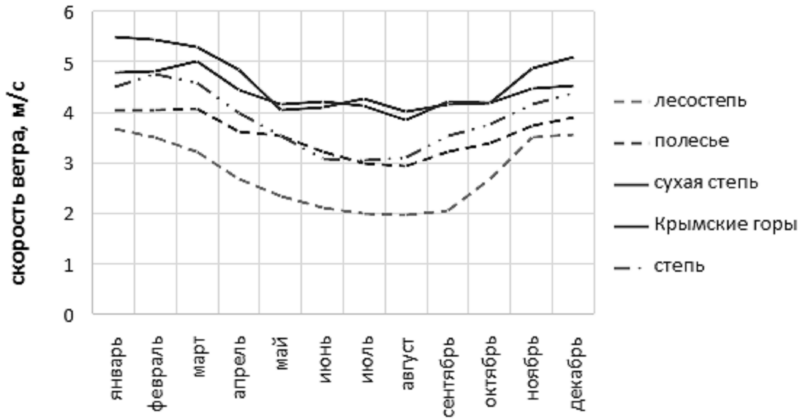


Рис. 2. Годовой ход скорости ветра для различных природных зон Украины

Таблица 2.

Удельная теоретическая мощность ветрового потока ( $Вт/м^2$ ) для различных природных зон Украины в различные периоды

| Природная зона              | Период    | Градации скорости ветра (м/с) |       |       |         |         | Сумма      |
|-----------------------------|-----------|-------------------------------|-------|-------|---------|---------|------------|
|                             |           | 0...1                         | 2...5 | 6...9 | 10...15 | 16...20 |            |
| Полесье (Киев)              | 1936-1960 | 0,10                          | 23,3  | 66,8  | 52,5    | 13,9    | 156        |
|                             | 1961-1990 | 0,20                          | 23,6  | 14,4  | 5,4     | 1,7     | 45         |
|                             | 2001-2008 | 0,10                          | 27,8  | 48,0  | 9,2     | 0,0     | <b>85</b>  |
| Лесостепь (Львов)           | 1936-1960 | 0,20                          | 18,0  | 59,3  | 62,0    | 92,5    | 232        |
|                             | 1961-1990 | 0,10                          | 22,8  | 66,5  | 18,8    | 1,7     | 110        |
|                             | 2001-2008 | 0,20                          | 23,6  | 39,6  | 6,4     | 0,1     | <b>70</b>  |
| Степь (Донецк)              | 1961-1990 | 0,10                          | 20,6  | 91,3  | 86,2    | 25,2    | 229        |
|                             | 2001-2008 | 0,10                          | 23,6  | 73,8  | 30,5    | 0,4     | <b>129</b> |
| Сухая степь (Одесса)        | 1936-1960 | 0,04                          | 22,2  | 82,5  | 125,2   | 67,3    | 299        |
|                             | 1961-1990 | 0,10                          | 27,9  | 46,4  | 37,7    | 4,2     | 116        |
|                             | 2001-2008 | 0,05                          | 24,6  | 87,4  | 22,7    | 0,0     | <b>135</b> |
| Крымские горы (Симферополь) | 1936-1960 | 0,20                          | 20,1  | 41,1  | 52,5    | 0,0     | 113        |
|                             | 1961-1990 | 0,05                          | 24,6  | 76,3  | 62,0    | 8,4     | 171        |
|                             | 2001-2008 | 0,03                          | 25,3  | 75,9  | 75,3    | 4,0     | <b>180</b> |

Из-за снижения скорости ветра и увеличения повторяемости слабых скоростей ветра энергетический потенциал в Киеве снизился практически в два раза — до  $85 \text{ Вт/м}^2$ . В Одессе природный ветроэнергетический потенциал в 1,5 раза больше, чем в Киеве, но также наблюдается значительное снижение со временем — до  $124 \text{ Вт/м}^2$ . В Донецке удельная теоретическая мощность ветрового потока составляет  $129 \text{ Вт/м}^2$ , что практически в 1,8 раза меньше по сравнению с реперным периодом. Во Львове природный ветроэнергетический потенциал уменьшился в 3 раза — до  $70 \text{ Вт/м}^2$ . Таким образом, предварительно можно сделать вывод, что в таких природных зонах, как полесье, лесостепь и степь наблюдается значительное уменьшение ветроэнергетического потенциала со временем и их следует отнести к неперспективным для развертывания ВЭУ. Исключение составляют Крымские горы, в которых энергетический потенциал со временем увеличился в 1,6 раза.

Если учесть, что оценка энергетического потенциала осуществлялась для высоты 10 м — высоты установки флюгера, а в настоящее время практически все ветрогенераторы устанавливаются на высоте 50-150 м, то, используя эмпирические формулы можно оценить удельную мощность ветрового потока на уровне ветроколеса.

На рис. 3 представлены эти оценки на различных уровнях. Следует отметить, что удельная мощность возрастает значительно, для Львова и Киева — до  $240-300 \text{ Вт/м}^2$ , а Донецка и Одессы — до  $450-500 \text{ Вт/м}^2$ , что соответствует крайне благоприятным условиям для установки ВЭУ. В Симферополе удельная мощность превышает  $600 \text{ Вт/м}^2$ .

**Выводы и перспективы дальнейшего развития.** Оценка ветроэнергетического потенциала для различных природных зон Украины показала, что со временем удельная мощность ветрового потока уменьшилась практически в два раза для всех пунктов, за исключением Крымских гор, в которых ветроэнергетический потенциал остался неизменным. Рабочие скорости ветра от 5 до 25 м/с имеют небольшую повторяемость менее 40 %, что указывает на большое время простоев.

Поскольку в настоящее время используются ВЭУ, высота установки ветроколеса в которых 50 м и выше, то ветроэнергетический потенциал может быть увеличен практически в 5 раз. Таким образом, Киев (полесье) становится регионом “частично

перспективным” для установки ВЭУ, а наиболее перспективными регионами являются южные районы: степь (Донецк), сухая степь (Одесса) и Крымские горы (Симферополь). Лесостепь (Львов) является мало перспективным для использования ветровых генераторов даже на уровне 50-100 м, однако для увеличения ветроэнергетического потенциала в этом случае можно использовать ветровые парки с ветрогенераторами, пороговая скорость которых составляет 2 м/с. В Одессе, а также во всем Причерноморско-Приазовский сухостепном краю имеют место дополнительные условия, благоприятствующие установке ВЭУ, — это бризовая циркуляция и открытая морская поверхность, которую можно использовать для развертывания оффшорных ветряных парков.

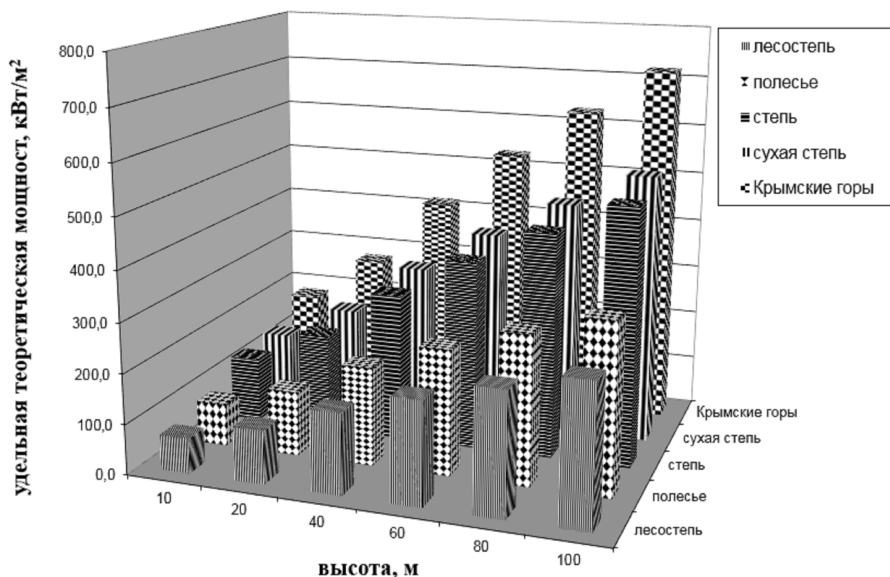


Рис. 3. Изменение удельной теоретической мощности ветроэнергетического потока по высоте для различных природных зон Украины

В данной статье сделана только первая попытка оценить ветроэнергетические ресурсы для различных природных зон Украины и разработать практические рекомендации для развертывания ВЭУ в каждой из них.

### *Литература*

1. Анапольская Л. Е., Гандин Л. С. Ветроэнергетические ресурсы и методы их оценки // Метеорология и гидрология. — 1978, № 7. — С. 11-18.
2. Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 343 с.
3. Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1961-1990 рр.). — К.: УкрНДГМІ — ЦГО, 2006.
4. Климатология / Под ред. О. А. Дроздова, Н. В. Кобышевой — Л.: Гидрометеоиздат, 1989. — 568 с.
5. Кобышева Н. В., Наровлянский Г. Я. Климатологическая информация метеорологической обработки. — Л.: Гидрометеоиздат, 1978. — 296 с.
6. Научно-прикладной справочник по климату СССР. — Вып. 10: Украинская ССР. — Л.: Гидрометеоиздат, 1968. — 232 с.
7. РД 52.04.275-89 “Методические указания. Проведение изыскательских работ по оценке ветроэнергетических ресурсов для обоснования схем размещения и проектирования ветроэнергетических установок”. — М.: Госкомгидромет СССР, 1991. — 34 с.
8. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами / Под ред. Н. В. Кобышевой. — СПб.: ГУ “ГГО”, 2009. — 334 с.

### *Резюме*

В статье за период 2001-2008 гг. на примере получасовых данных пяти аэропортов Украины, каждый из которых принадлежит к определенной природной зоне, оценены ветроэнергетические ресурсы каждой из природных зон. Показано изменение ветроэнергетического потенциала со временем.

#### *Comparative analysis of wind energy resources of native zone of the Ukraine*

*In the paper on the basis of half-hourly observation data of five airports of the Ukraine (each airport presents certain native zone) wind energy resources of each native zone are assessed. Changes in the wind energy resources with the lapse of time are shown.*

## **ЗМІНИ МАКСИМАЛЬНИХ ТЕМПЕРАТУР ПОВІТРЯ В МІСТІ ОДЕСА В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ЗМІН КЛІМАТУ**

**Вступ.** Період 2001-2010 рр. був найтеплішим десятиліттям за всю історію реєстрації сучасних метеорологічних даних, яка розпочалась приблизно в 1850 р. Глобальна середня температура повітря біля поверхні Землі за десятилітній період склала  $14,47 \pm 0,1$  °С. Це на  $0,47 \pm 0,1$  °С вище середньої глобальної температури  $+14,0$  °С за період 1961-1990 рр. Ця температура на  $0,88$  °С вища за середню температуру в перше десятиріччя ХХ сторіччя (1901-1910 рр.) [1]. Тому в останнє десятиріччя практично всі країни світу, навіть північні, зазнають впливу такого небезпечного погодного явища як аномально жарка погода, яке в іноземній літературі отримало назву “хвиля тепла”. Порівняно з періодом 1991-2000 рр., у ХХІ сторіччі кількість смертей в світі від хвиль тепла зросла в 23 рази [1].

За сценаріями змін клімату температура підвищуватиметься в найближчі десятиріччя та на кінець ХХІ сторіччя підвищення температури становитимете від  $+1,1$  до  $+6,4$  °С, що призведе до збільшення кількості смертей від хвиль тепла ще в десять разів вже в середині ХХІ сторіччя. Ці обставини обумовили розгортання досліджень хвиль тепла в багатьох країнах світу та особливий інтерес до цього питання з боку ВМО. Слід зазначити, що навіть для північних країн, де під час хвиль тепла температура не сягає тих максимальних значень, що у південних країнах, це питання є вкрай важливим, оскільки людина реагує навіть на невеликі відхилення температури від кліматичної норми для регіону, в якому вона проживає. Таким чином, питання прогнозу хвиль тепла та питання щодо розробки заходів з метою пом'якшення наслідків від аномально жаркої погоди, є актуальним і потребує нагального вирішення.

**Вихідні дані та методика досліджень.** База даних, використана в дослідженні, містила середньодобові максимальні температури з травня по вересень за 1894-2005 роки для м. Одеси (пропущені 1907, 1940, 1942, 1943).

Перший підхід, який використовувався в роботі, — це статистичний аналіз найвищих річних температур в період з травня по вересень [3; 8; 9].



Другий підхід полягав в знаходженні критеріїв для виділення хвиль тепла, а саме 90-тої та 95-тої процентилів та критерію, який був запропонований ВМО, для кожного дня періоду з травня по вересень на основі ряду середньої добової максимальної температури з 1961 по 1990 рр., а також було визначено випадки хвиль тепла на підставі знайдених критеріїв [5; 6; 7].

В даній роботі для виділення хвиль тепла було використано такі критерії:

1. період з шести і більш послідовних днів, в які середньодобова максимальна температура перевищує 95-у центиль, обчислену по середньодобових максимальних температурах за період в 5 днів, центральним днем якого є кожний календарний день;
2. період з шести і більш послідовних днів, в які середньодобова максимальна температура перевищує 90-у центиль, обчислену по середньодобових максимальних температурах за період в 5 днів, центральним днем якого є кожний календарний день;
3. періоди з шести і більш послідовних днів, в які середньодобова максимальна температура на 50 і більш перевищує середньодобову максимальну температуру, визначену за 1961-1990 роки.

*Зміни максимальної температури повітря.* Для розширення та поглиблення інформації про середній максимум температури повітря у віковому ході доцільно визначити найвищі його значення в кожному році та проаналізувати їх зміну з часом. На рис. 1 показано зміну найвищої річної температури для станції Одеса за доступний період спостережень, знайдено лінійний тренд та його рівняння.

Як можна побачити з рис. 1 в м. Одеса відбувається помітне зменшення абсолютного максимуму температури з часом приблизно на 0,46 °С. Схожі результати було отримано в монографії [2; 3], де було показано, що на території України, за виключенням східних областей, середня максимальна температура та абсолютний максимум температури мають від'ємний тренд у липні.

Слід зазначити, що на рис. 1 можна виділити періоди стійкого зниження або підвищення абсолютного максимуму температури впродовж 5-7 років. Наприклад, є помітним зниження температури впродовж 70-х років минулого століття і підвищення температури наприкінці ХХ ст. - початку ХХІ ст.

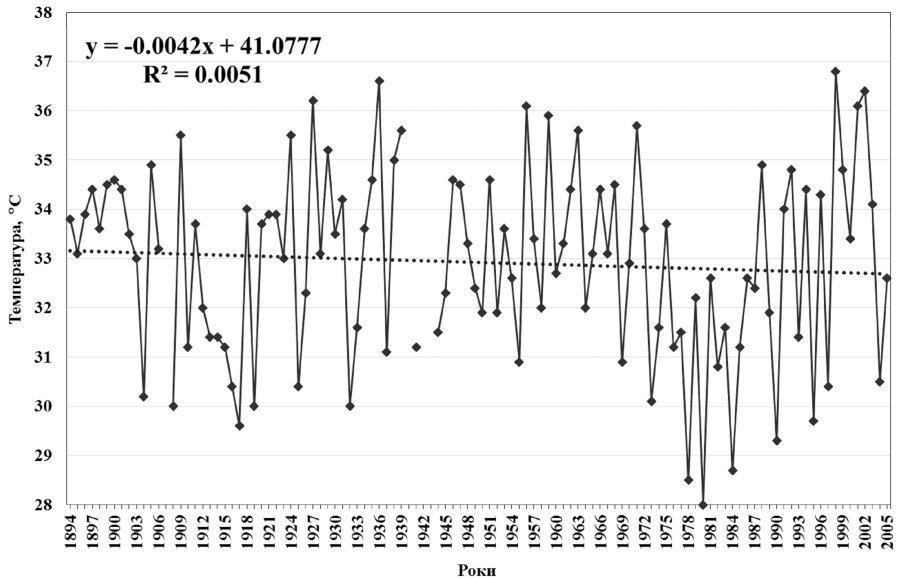


Рис. 1. Часовий хід абсолютного максимуму температури повітря

Для того щоб розглянути більш детально зміну абсолютного максимуму температури з часом були побудовані графіки (рис. 2), що демонструють емпіричний розподіл середніх добових максимальних температур теплого періоду (травень-вересень) в першій та останній роки обраного ряду спостережень.

Можна бачити, що в Одесі стає помітним зсув статистичних характеристик в емпіричному розподілі середніх добових максимальних температур в бік більш високих значень.

Наприклад, найбільшу повторюваність в 2005 р. має значення 25,6 °C, а в 1894 р. — 23,6 °C, також з плином часу повторюваність модального значення збільшилась. Слід зазначити, що з часом в м. Одеса двомодальний розподіл був заміщений одномодальним. Середнє значення також суттєво змінилось з 22,8 °C у 1894 р. до 24,5 °C у 2005 р. та на 1,9 °C збільшилось мінімальне значення. Практично незмінним лишилось значення верхньої межі, навпаки, незначно зменшилось на 0,8 °C.

На рис. 3 представлено графік забезпеченості (%) абсолютних максимумів температури, за яким можна визначити емпіричну ймовірність перевищення максимальною температурою певних

значень. На рисунку також показано 95-ту та 90-ту процентилю, вище яких максимальна температура може спостерігатись з ймовірністю 5 та 10 %, тобто 1 раз в 20 та 10 років, відповідно.

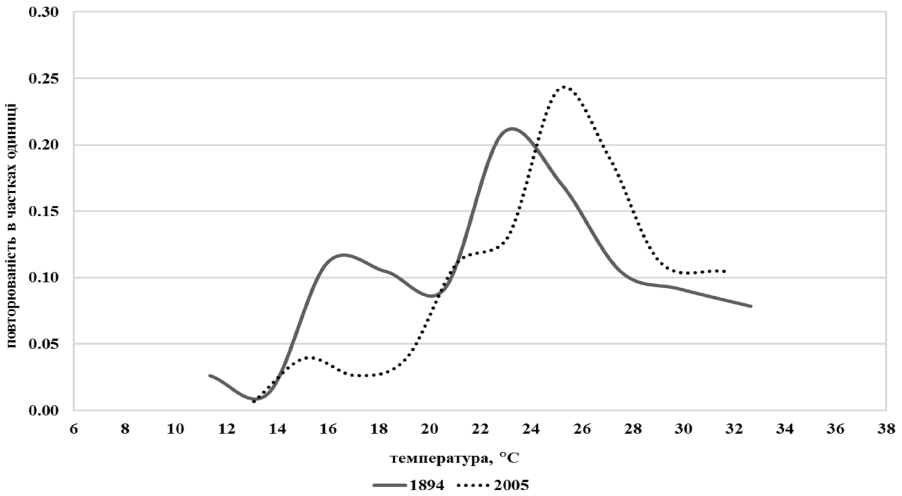


Рис. 2. Емпіричний розподіл середньої добової максимальної температури впродовж теплового періоду в першому та останньому році вибірки

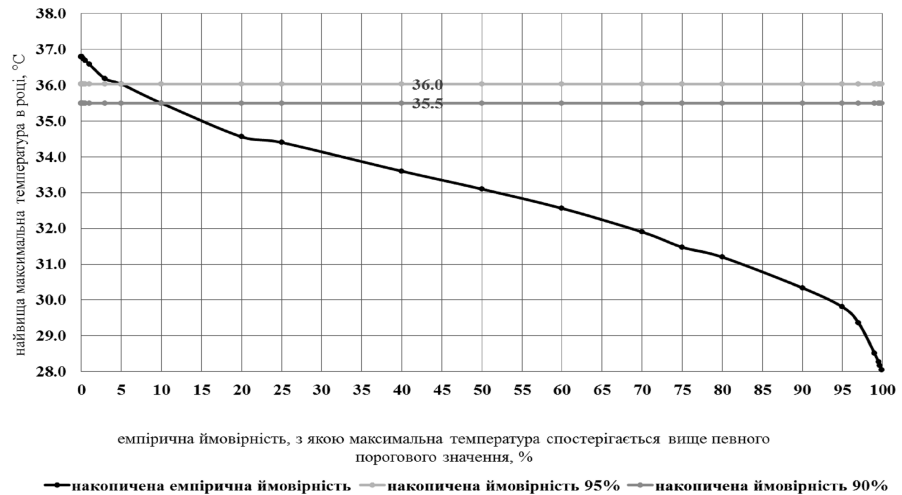


Рис. 3. Крива забезпеченості (%) абсолютного максимуму температури повітря вище певних значень

Медіанне значення дорівнює 33,1 °С, відповідно. Різниця між 95-ю та 90-ю процентилями є досить невеликою — 0,5 °С. Найвищі значення, яких може сягати максимум температури повітря, — це 36,8 °С, тобто максимальна температура повітря може перевищувати значення 95-ї процентилі не більше, ніж на 0,8 °С.

Все це свідчить про яскраво виражену асиметричність наведених розподілів.

*Ідентифікація хвиль тепла при використанні різних критеріїв їх виявлення на прикладі м. Одеса.* Не існує єдиного визначення для ХТ. Всі визначення ХТ можна поділити на такі, що визначаються за: (1) абсолютними пороговими значенням температури; (2) відносними пороговими значенням температури; (3) індексами, які включають в себе значення температури та вологості повітря [5]. Проте жодне з визначень хвиль тепла не є остаточним та вичерпним, тому має сенс порівняти загально прийнятні критерії між собою задля отримання більш точних критеріїв.

Як вже було зазначено вище, в даній роботі для визначення хвиль тепла було використано три критерії — 90-та та 95-та процентилі та критерій, запропонований ВМО.

Результати показують, що всі три критерії мають схожий часовий хід, між ними спостерігається невелика різниця по величині і вони повторюють часовий хід середньодобової максимальної температури.

В травні найсуворішим критерієм для виявлення хвиль тепла є 95-а процентиля. Її значення перевершує 25 °С в другій половині травня. В червні значення 95-ї процентилі і критерію, що рекомендований ВМО, практично співпадають, виключаючи першу декаду, коли значення критерію, рекомендованого ВМО, вище. Слід зазначити, що значення всіх трьох критеріїв на 1-5 °С вище 25 °С. В серпні та вересні значення 95-ї процентилі і критерію, рекомендованого ВМО, добре узгоджуються між собою, за винятком серпня, коли між ними спостерігається різниця приблизно в 1 °С в періоди 2-3 дні.

В липні і серпні середньодобова максимальна температура, в основному, вище 25 °С, тобто, таким чином, для виділення хвиль тепла критерій 25 °С не має достатнього ступеня визначеності.

В табл. 1-3 представлено випадки хвиль тепла у м. Одеса за останнє сторіччя, які було виявлені з використанням трьох критеріїв “95-а процетиль”, “90-а процетиль” та критерій ВМО.

Таблиця 1.

Випадки хвиль тепла у м. Одеса за останнє сторіччя та їх тривалість. Використаний критерій — 95-а перцентиль

| №  | Період та тривалість  | №  | Період та тривалість |                       |     |
|----|-----------------------|----|----------------------|-----------------------|-----|
| 1  | 01.06.1921-06.06.1921 | 6  | 11                   | 17.08.1946-23.08.1946 | 7   |
| 2  | 10.07.1922-17.07.1922 | 7  | 12                   | 12.07.1951-18.07.1951 | 7   |
| 3  | 27.05.1924-02.06.1924 | 7  | 13                   | 16.06.1954-25.06.1954 | 10  |
| 4  | 24.08.1927-01.09.1927 | 9  | 14                   | 21.07.1998-26.07.1998 | 6   |
| 5  | 13.08.1929-27.08.1929 | 15 | 15                   | 06.06.1999-14.06.1999 | 9   |
| 6  | 22.06.1931-27.06.1931 | 6  | 16                   | 24.07.1999-29.07.1999 | 6   |
| 7  | 22.07.1936-31.07.1936 | 10 | 17                   | 14.07.2001-22.07.2001 | 9   |
| 8  | 21.09.1937-26.09.1937 | 6  | 18                   | 06.07.2002-15.07.2002 | 10  |
| 9  | 06.09.1944-11.09.1944 | 6  | 19                   | 25.05.2005-31.05.2005 | 7   |
| 10 | 21.06.1946-26.06.1946 | 6  | Середня тривалість   |                       | 7,8 |

Таблиця 2.

Випадки хвиль тепла у м. Одеса за останнє сторіччя та їх тривалість. Використаний критерій — 90-а перцентиль

| №                  | Період та тривалість  | №  | Період та тривалість |                       |     |
|--------------------|-----------------------|----|----------------------|-----------------------|-----|
| 1                  | 25.07.1896-01.08.1896 | 8  | 21                   | 05.07.1947-13.07.1947 | 9   |
| 2                  | 22.05.1901-30.05.1901 | 9  | 22                   | 12.07.1951-18.07.1951 | 7   |
| 3                  | 23.07.1920-29.07.1920 | 7  | 23                   | 15.06.1954-25.06.1954 | 11  |
| 4                  | 01.06.1921-06.06.1921 | 6  | 24                   | 09.06.1957-14.06.1957 | 6   |
| 5                  | 10.07.1922-17.07.1922 | 8  | 25                   | 25.05.1958-31.05.1958 | 7   |
| 6                  | 27.05.1924-02.06.1924 | 7  | 26                   | 08.05.1968-15.05.1968 | 8   |
| 7                  | 24.09.1924-30.09.1924 | 7  | 27                   | 18.06.1975-24.06.1975 | 7   |
| 8                  | 23.08.1927-01.09.1927 | 10 | 28                   | 12.06.1986-17.06.1986 | 6   |
| 9                  | 13.08.1929-27.08.1929 | 15 | 29                   | 06.07.1996-11.07.1996 | 6   |
| 10                 | 25.05.1931-30.05.1931 | 6  | 30                   | 11.05.1997-17.05.1997 | 7   |
| 11                 | 07.05.1934-12.05.1934 | 6  | 31                   | 21.07.1998-26.07.1998 | 6   |
| 12                 | 21.07.1936-31.07.1936 | 11 | 32                   | 06.06.1999-17.06.1999 | 12  |
| 13                 | 20.05.1937-27.05.1937 | 8  | 33                   | 06.07.1999-11.07.1999 | 6   |
| 14                 | 21.09.1937-27.09.1937 | 8  | 34                   | 24.07.1999-29.07.1999 | 6   |
| 15                 | 14.07.1938-20.07.1938 | 7  | 35                   | 24.09.1999-30.09.1999 | 7   |
| 16                 | 15.07.1939-22.07.1939 | 8  | 36                   | 13.07.2001-24.07.2001 | 12  |
| 17                 | 06.09.1944-11.09.1944 | 6  | 37                   | 03.07.2002-15.07.2002 | 13  |
| 18                 | 21.06.1946-26.06.1946 | 6  | 38                   | 11.05.2003-16.05.2003 | 6   |
| 19                 | 17.08.1946-26.08.1946 | 10 | 39                   | 23.05.2003-29.05.2003 | 7   |
| 20                 | 26.06.1947-01.07.1947 | 7  | 40                   | 21.05.2005-31.05.2005 | 11  |
| Середня тривалість |                       |    |                      |                       | 8,0 |

Таблиця 3

Випадки хвиль тепла у м. Одеса за останнє сторіччя та їх тривалість. Використаний критерій — критерій ВМО

| №                  | Період та тривалість  | №  | Період та тривалість |
|--------------------|-----------------------|----|----------------------|
| 1                  | 09.05.1921-16.05.1921 | 7  | 13                   |
| 2                  | 01.06.1921-06.06.1921 | 7  | 14                   |
| 3                  | 10.07.1922-16.07.1922 | 7  | 15                   |
| 4                  | 27.05.1924-02.06.1924 | 7  | 16                   |
| 5                  | 24.09.1924-30.09.1924 | 7  | 17                   |
| 6                  | 13.08.1929-22.08.1929 | 10 | 18                   |
| 7                  | 21.07.1936-31.07.1936 | 11 | 19                   |
| 8                  | 20.05.1937-26.05.1937 | 7  | 20                   |
| 9                  | 06.09.1944-11.09.1944 | 6  | 21                   |
| 10                 | 21.06.1946-26.06.1946 | 6  | 22                   |
| 11                 | 17.08.1946-22.08.1946 | 6  | 23                   |
| 12                 | 05.07.1947-12.07.1947 | 8  | 24                   |
| Середня тривалість |                       |    |                      |
|                    |                       |    |                      |
| 7,6                |                       |    |                      |

Якнайменша кількість хвиль тепла за весь даний період була виділена за критерієм “95-а перцентиль” — всього 19 випадків, середня тривалість яких складала 7,8 дні (табл. 1). (Сірим кольором були відзначені випадки, які були ідентифіковані по всіх трьох критеріях). Найбільша кількість хвиль тепла (7 випадків) припадає на липень.

З використанням критерію “90-а перцентиль” (табл. 2) було виявлено 40 випадків з хвилями тепла, середня тривалість яких досягала 8 днів. Максимум повторюваності хвиль тепла спостерігається в липні (14 випадків), мінімум — в серпні (3 випадки). Висока повторюваність хвиль тепла характерна для травня (10 випадків).

За критерієм, рекомендованим ВМО, було виділено 24 випадки, які, в середньому, продовжувалися 7,6 дні, максимум повторюваності спостерігався в липні — 8 випадків (табл. 3). Схожі результати за критерієм ВМО для м. Одеси за період з 1911 по 2010 рр. було отримано в роботі [7]: виділено 16 хвиль тепла середньою тривалістю 8,4 доби. Різницю в отриманих результатах можна пояснити тим, що в даній роботі не враховується період з 2006 по 2010 рр., період на який припадали найбільш тривалі та інтенсивні хвилі тепла 2008 р. та 2010 р. За такий самий період за цим критерієм дослідниками було виявлено 29 випадків хвиль тепла в Києві [6].

Динаміка хвиль тепла в Одесі має істотні спади і підйоми (рис. 4).

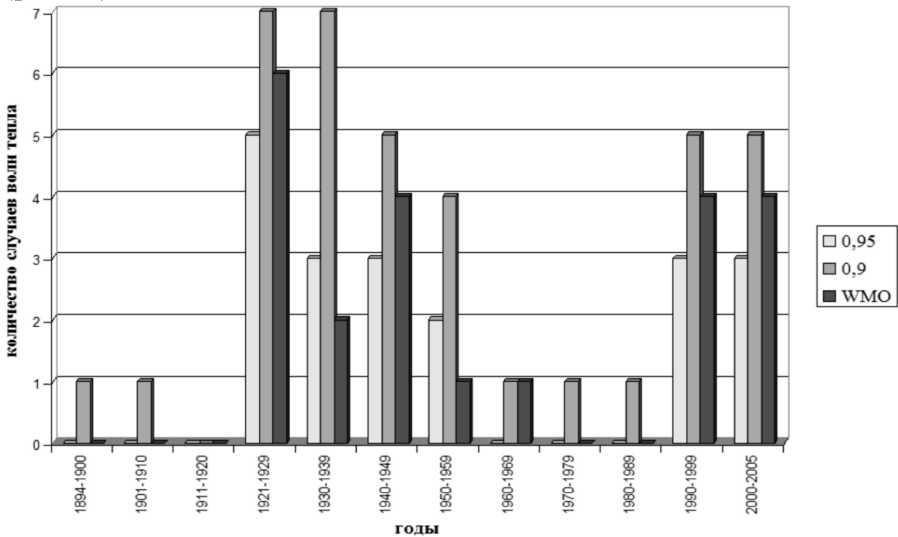


Рис. 4. Динаміка хвиль тепла, виявлених з застосуванням різних критеріїв, в Одесі в період 1984-2005 гг.

Наприклад, в деякі десятиріччя хвилі тепла взагалі не спостерігалися або відзначався незначний відсоток хвиль тепла, виділених по критерію “90-та перцентиль”. Найбільша кількість хвиль тепла доводиться з 1920 по 1959 рр. з максимумом повторюваності в 20-ті роки. Повторюваність хвиль тепла зростає в кінці XX сторіччя і на початку XXI століття і порівнянна з повторюваністю хвиль тепла в 40-і роки.

Найбільша тривалість хвиль тепла по критеріях “90-а перцентиль” і “95 а перцентиль” досягає 15 днів, а по критерію, рекомендованому ВМО, складає 11 днів. А максимум повторюваності для хвиль тепла, виявлених по всіх критеріях, припадає на 6 днів (рис. 5).

**Висновки.** Однією з найважливіших характеристик сучасних змін клімату є зміна температурного режиму та просторово-часового розподілу температури біля земної поверхні.

В роботі зроблено аналіз змін середньодобової максимальної температури за допомогою статистичної теорії екстремальних характеристик та визначено хвилі тепла за різними критеріями

на прикладі ст. Одеса в теплий період року (травень-вересень) з 1894 по 2005 рр.

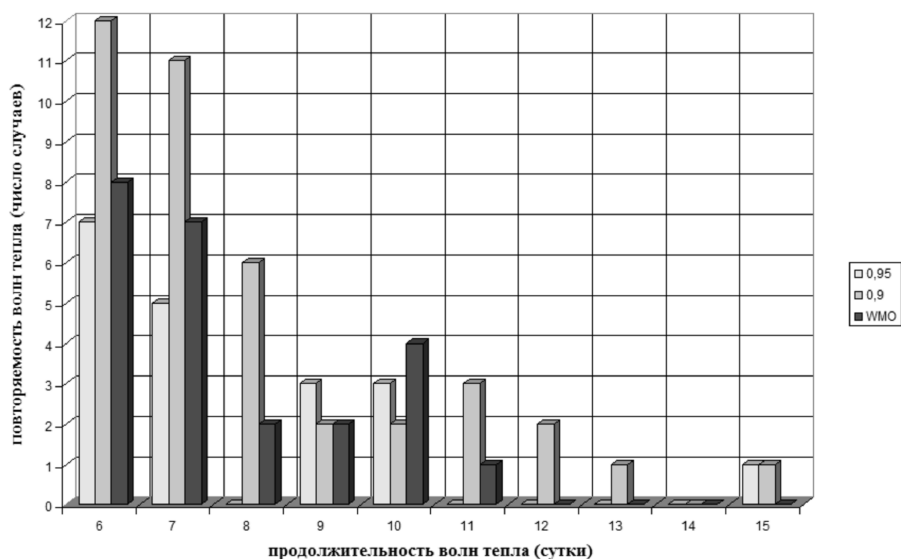


Рис. 5. Розподіл повторюваності тривалості хвиль тепла

Отримані результати вказують, що порівняно з 1894 р. середньодобова максимальна температура у 2005 р. концентрується у більш вузьких межах і має більшу повторюваність екстремально високих температур, проте спостерігається від'ємний тренд абсолютної максимальної температури.

Для виділення хвиль тепла використовувались критерії — 95-та перцентиль, 90-та перцентиль та критерій ВМО.

Найсуворішим критерієм для виявлення випадків з хвилями тепла є критерій “95-а перцентиль” — було визначено всього 19 випадків. Критерій “95-а перцентиль” є найефективнішим для виділення хвиль сильної інтенсивності.

Найсуворішим критерієм для тривалості хвиль тепла є критерій, рекомендований ВМО. Хвилі тепла, визначені за цим критерієм, мали якнайменшу середню (7,6 дні) і якнайменшу максимальну тривалість (11 днів).

Найбільша кількість всіх хвиль припадає на липень, проте слід зазначити, що найінтенсивніші хвилі тепла припадають на червень та серпень.



### *Література*

1. Глобальный климат. 2001-2010 годы. Десятилетие экстремальных климатических явлений. Краткий доклад. ВМО-№ 1119.
2. Динаміка температури повітря в Україні за період інструментальних метеорологічних спостережень / В. І. Осадчий, В. М. Бабіченко, Ю. Б. Набиванець, О. Я. Скриник. — 2013. — 256 с.
3. Климатология / Дроздов О. А., Васильев В. А., Кобышева Н. В., Раевский А. Н., Смекалова Л. К., Школьный Е. П. — Л.: Гидрометеиздат, 1989. — 568 с.
4. Клімат України / За ред. В. М. Ліпінського. — К.: Вид-во Раєвського, 2003. — 345 с.
5. Слизька К. П. Дефініція поняття “хвиля тепла”// Географія та туризм. — 2012. — № 22. — С. 332-339.
6. Шевченко О. Г. Дослідження хвиль тепла літнього сезону, що спостерігалися в Києві за період 1911-2010 рр. Український гідрометеорологічний журнал. — 2013. — № 12. — С. 142-149.
7. Шевченко О. Г. Характеристика хвилі тепла літнього сезону 2010 р. на території України // Наукові праці УкрНДГМІ. — 2012. — Вип. 262. — С. 59-70.
8. Coles, S., 2001: An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. Springer, London, 209 p.
9. Walter, M. D., 2008, Application of the Statistical Theory of Extreme Values to Heat Waves. Електронний ресурс: <http://nldr.library.ucar.edu/repository/collections/SOARS-000-000-000-184>.

### *Резюме*

В роботі за допомогою статистичної теорії екстремальних характеристик зроблено аналіз змін середньодобової максимальної температури та визначено три критерії для виділення хвиль тепла для м. Одеса та проаналізовано динаміку та тривалість хвиль тепла, виділених за цими критеріями.

### *Changes in maximum air temperature in Odesa against the background of the present climate change*

Using the Statistical Theory of Extreme Values analysis of changes in daily maximum temperature are carried out. Three heat wave criteria are calculated for Odesa, also frequency and duration of heat waves selected with these criteria are analyzed.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВТОРЮВАНОСТІ ОПАДІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ У 2009-2013 РР.

**Вступ.** Багато факторів, що впливають на повторюваність небезпечних і стихійних опадів, мають періодичний, сезонний характер, тобто їх динаміка має регулярну періодичну складову. Такі коливання, з одного боку, викликані глобальною, довгостроковою зміною клімату, а з іншого — природними коливаннями клімату з періодом, що триває декілька десятиріч, які зумовлені особливостями атмосферної циркуляції.

В умовах сучасного клімату в Україні суттєвих змін опадів відносно кліматологічної стандартної норми не відбулося. Про це свідчать дані з річної кількості опадів та опадів за теплий і холодний періоди, які досить стійкі у часі. Але просліджується перерозподіл кількості опадів за окремі місяці та сезони. У регіонах країни циклічність стихійних опадів має свої особливості. Так, для дуже сильних дощів основним на значній території країни (південний, центральний і північний регіони) є період 2-3 роки. Визначальним у формуванні кількості випадків СГЯ є період 5-6 років, особливо на сході. Другою помітною закономірністю є зростання опадів практично на всій території восени, особливо у вересні та жовтні (140-180 %).

В останні два десятиріччя зазначається тенденція збільшення півдобових сум опадів, особливо у західних і південних областях [1-4].

**Матеріали і методи дослідження.** Аналізу підлягали поля опадів за градаціями  $\geq 10$ ,  $\geq 20$ ,  $\geq 30$ ,  $\geq 50$  мм за інтервали часу — 06 і 12 годин у 2009-2013 рр. по чотирьох метеостанціях України: Львів, Київ, Харків, Одеса [5], з метою охоплення усіх регіонів країни і виявлення відмінностей у полях опадів при різному впливу неоднорідності поверхні, орографії, берегової лінії. Добові суми опадів не бралися до уваги, оскільки однією з практичних задач є визначення серед масиву даних кількості небезпечних і стихійних опадів по місяцях, сезонах, роках і в цілому за період.

У якості методів дослідження використано синоптико-кліматичний аналіз і просторово-часове узагальнення даних.

**Аналіз результатів дослідження.** В ході роботи було виявлено 296 випадків опадів визначених градацій, з них у холодне півріччя — 78, у тепле — 218, отже кліматичні показники кон-

тинентального типу річного ходу опадів зберігаються, при перевищенні втричі частки опадів теплого півріччя.

Аналізуючи загальну кількість числа опадів вказаних категорій (табл. 1, рис. 1), зазначимо, що максимум типово припадає на градацію  $\geq 10$  мм — 224 випадки за всіма станціями, при цьому опади теплого періоду мають частку  $\sim 70$  %. Збільшена повторюваність визначається у Києві і Львові.

Зростання небезпечності категорії до  $\geq 20$  мм (для холодного періоду ця градація включає НЯ і СГЯ) вказує на суттєве зниження числа опадів загалом до 48 випадків. У холодний період в Харкові такі опади не фіксувалися, екстремум належить Києву — 4 випадки; у теплий період домінує Львів і Одеса.

Наступна градація  $\geq 30$  мм опадів демонструє максимальну кількість опадів у теплий період у Львові і Одесі. Найнебезпечніші випадки  $\geq 50$  мм були зареєстровані також на цих станціях.

У холодну частину року відзначалося лише 3 епізоди  $\geq 30$  мм, а опади  $\geq 50$  мм не спостерігалися.

Таблиця 1.

Загальна повторюваність опадів за градаціями на території України, 2009-2013 рр. (кількість випадків за холодне/тепле півріччя)

| Станції              | Градації опадів, мм/12 год |           |           |           | Всього за півріччями | Всього     |
|----------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|------------|
|                      | $\geq 10$                  | $\geq 20$ | $\geq 30$ | $\geq 50$ |                      |            |
| Київ                 | 20 / 37                    | 4 / 9     | 1 / 3     | 0 / 0     | 25 / 49              | 74         |
| Львів                | 16 / 55                    | 1 / 13    | 0 / 6     | 0 / 1     | 17 / 75              | <b>92</b>  |
| Одеса                | 20 / 28                    | 2 / 10    | 2 / 5     | 0 / 1     | 24 / 44              | 68         |
| Харків               | 12 / 36                    | 0 / 9     | 0 / 5     | 0 / 0     | 12 / 50              | 62         |
| Всього за півріччями | 68 / 156                   | 7 / 41    | 3 / 19    | 0 / 2     | 78 / 218             | <b>296</b> |
| Всього               | <b>224</b>                 | 48        | 22        | 2         |                      |            |

Загальний розподіл позначає перевагу опадів усіх категорій у Львові — 92 випадки, що становить 31 %, мінімум належить Харкову — 62 (21 %).

Представляє інтерес розгляд повторюваності за роками, сезонами і місяцями, що враховує закономірності зміни загальної циркуляції протягом року і деталізує мінливість категорій опадів від року до року з виявленням поширення зон небезпечних опадів з півночі на південь та з заходу на схід.

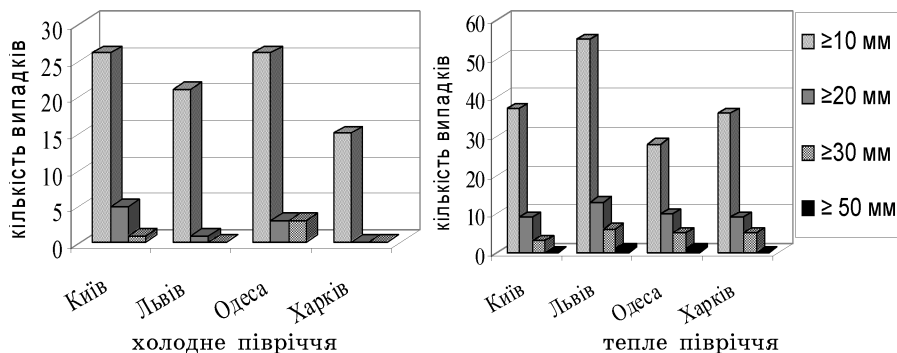


Рис. 1. Загальна повторюваність опадів різних градацій 2009-2013 рр.

Визначимо поетапно характеристики повторюваності, починаючи з річної (табл.2).

Таблиця 2.

Річна повторюваність опадів (кількість випадків) за градаціями на території України у 2009-2013 рр.

| Рік  | Градації опадів, мм | Станції |       |       |        | Всього випадків |
|------|---------------------|---------|-------|-------|--------|-----------------|
|      |                     | Київ    | Львів | Одеса | Харків |                 |
| 2009 | $\geq 10$           | 5       | 21    | 4     | 10     | 40              |
|      | $\geq 20$           | 1       | 5     | 1     | 0      | 7               |
|      | $\geq 30$           | 0       | 1     | 2     | 0      | 3               |
|      | $\geq 50$           | 0       | 0     | 0     | 0      | 0               |
| 2010 | $\geq 10$           | 11      | 12    | 17    | 11     | 51              |
|      | $\geq 20$           | 2       | 4     | 6     | 3      | 15              |
|      | $\geq 30$           | 0       | 1     | 2     | 2      | 5               |
|      | $\geq 50$           | 0       | 1     | 1     | 0      | 2               |
| 2011 | $\geq 10$           | 12      | 11    | 8     | 9      | 40              |
|      | $\geq 20$           | 2       | 1     | 2     | 1      | 6               |
|      | $\geq 30$           | 2       | 1     | 1     | 2      | 6               |
|      | $\geq 50$           | 0       | 0     | 0     | 0      | 0               |
| 2012 | $\geq 10$           | 14      | 12    | 12    | 10     | 48              |
|      | $\geq 20$           | 5       | 0     | 2     | 1      | 8               |
|      | $\geq 30$           | 1       | 1     | 2     | 0      | 4               |
|      | $\geq 50$           | 0       | 0     | 0     | 0      | 0               |
| 2013 | $\geq 10$           | 15      | 15    | 7     | 8      | 45              |
|      | $\geq 20$           | 3       | 4     | 1     | 4      | 12              |
|      | $\geq 30$           | 1       | 2     | 0     | 1      | 4               |
|      | $\geq 50$           | 0       | 0     | 0     | 0      | 0               |

Річна повторюваність опадів за градаціями вказує на перевагу 2010 р. — 73 випадки. Максимальне значення належить категорії  $\geq 10$  мм: у теплу частину року — 34 випадки (превалюють опади в Одесі), у холодну — 17 (виділяються підвищенням повторюваності Київ, Одеса).

Наступна градація  $\geq 20$  мм відзначилась максимумом також у 2010 р. — 15 епізодів, з них 5 в Одесі. Цього ж року зафіксовані обидва випадки СГЯ з екстремумом у  $\geq 50$  мм опадів.

Мінімум повторюваності опадів визначених градацій за рік належить 2009 р. — 50, при цьому, на противагу, опади холодного періоду у цьому році мають максимум серед усіх років — 19 випадків, що свідчить про суттєве зменшення опадів теплового періоду.

За окремо взяті частини року найменша кількість опадів холодного періоду спостерігалася 2011 р. — 6 випадків, усі належать до категорії  $\geq 10$  мм; у теплому періоді мінімумом виокремлюється 2009 р. — 31 випадок.

2011-2013 рр. у теплу частину року число випадків практично однакове — 42-43, а у холодну — у 2012 і 2013 рр. також рівний хід — 17 і 18 відповідно, а у 2011 р. маємо абсолютний мінімум у 6 випадків серед холодних періодів усіх років.

На наступному етапі дослідження проаналізуємо місячну повторюваність (табл. 3).

Максимуми відповідають середньо кліматичним показникам — червень і липень (44 і 45 випадків відповідно), очевидно, що перевагу при цьому можуть мати конвективні процеси теплового періоду, які вносять значну частку внутрішньомасових опадів; збільшеною повторюваністю виокремлюється вересень — 31.

За періодами: екстремуми холодного періоду належать грудню — 24 випадки, мінімум — січень, листопад — по 12 випадків.

Зазначимо, що 2009-2012 рр. синоптичні процеси початку зими характеризувалися підвищеними сумами опадів на території східної Європи, ключову роль при цьому відіграють південні процеси при посиленні сибірського антициклону на кінець листопада — початок грудня, що проявилось в активізації південних циклонів над Середземномор'ям з переміщенням їх на схід до Чорного моря і стаціонаванні над півднем України при блокуванні максимумом зі сходу. При цьому основні суми опадів отримує південь, центр і частково захід країни, а східні регіони залишаються під впливом потужного блоку при зниженому фоні

температур (часом до критичних) і дефіциті зволоження. Виключенням є 2013 р. при аномально теплому грудні на всій території країни.

Таблиця 3.  
Місячна повторюваність опадів на території України  
у 2009-2013 рр. (кількість випадків)

| Станції                     | Місяць року |       |          |         |         |         |        |         |          |         |          |         |
|-----------------------------|-------------|-------|----------|---------|---------|---------|--------|---------|----------|---------|----------|---------|
|                             | січень      | лютий | березень | квітень | травень | червень | липень | серпень | вересень | жовтень | листопад | грудень |
| Київ                        | 0           | 0     | 1        | 0       | 0       | 2       | 1      | 0       | 0        | 0       | 0        | 2       |
| Львів                       | 0           | 2     | 3        | 3       | 2       | 3       | 2      | 4       | 1        | 6       | 0        | 1       |
| Одеса                       | 0           | 2     | 1        | 0       | 0       | 0       | 1      | 0       | 0        | 1       | 0        | 2       |
| Харків                      | 0           | 1     | 1        | 0       | 0       | 1       | 3      | 0       | 0        | 1       | 1        | 2       |
| Всього за 2009 р.           | 0           | 5     | 6        | 3       | 2       | 6       | 7      | 4       | 1        | 8       | 1        | 7       |
| Київ                        | 2           | 0     | 0        | 1       | 1       | 0       | 3      | 0       | 1        | 1       | 3        | 1       |
| Львів                       | 0           | 1     | 0        | 0       | 7       | 2       | 2      | 3       | 1        | 0       | 0        | 2       |
| Одеса                       | 2           | 3     | 0        | 1       | 3       | 2       | 4      | 1       | 4        | 5       | 0        | 1       |
| Харків                      | 0           | 2     | 0        | 0       | 1       | 1       | 3      | 0       | 6        | 2       | 1        | 0       |
| Всього за 2010 р.           | 4           | 6     | 0        | 2       | 12      | 5       | 12     | 4       | 12       | 8       | 4        | 4       |
| Київ                        | 0           | 0     | 0        | 0       | 1       | 4       | 7      | 1       | 0        | 3       | 0        | 0       |
| Львів                       | 1           | 0     | 0        | 0       | 0       | 1       | 7      | 3       | 0        | 0       | 0        | 1       |
| Одеса                       | 1           | 0     | 0        | 1       | 0       | 4       | 1      | 1       | 1        | 0       | 0        | 2       |
| Харків                      | 0           | 0     | 0        | 1       | 1       | 5       | 3      | 0       | 0        | 1       | 0        | 1       |
| Всього за 2011 р.           | 2           | 0     | 0        | 2       | 2       | 14      | 18     | 5       | 1        | 4       | 0        | 4       |
| Київ                        | 2           | 0     | 0        | 3       | 1       | 4       | 1      | 4       | 0        | 0       | 1        | 4       |
| Львів                       | 0           | 0     | 0        | 0       | 3       | 2       | 1      | 3       | 2        | 1       | 0        | 1       |
| Одеса                       | 2           | 0     | 1        | 0       | 2       | 0       | 2      | 2       | 0        | 3       | 1        | 3       |
| Харків                      | 0           | 0     | 0        | 0       | 1       | 1       | 0      | 3       | 0        | 4       | 1        | 1       |
| Всього за 2012 р.           | 4           | 0     | 1        | 3       | 7       | 7       | 4      | 12      | 2        | 8       | 3        | 9       |
| Київ                        | 0           | 3     | 2        | 1       | 0       | 2       | 0      | 0       | 7        | 0       | 4        | 0       |
| Львів                       | 0           | 0     | 5        | 1       | 5       | 4       | 2      | 1       | 3        | 0       | 0        | 0       |
| Одеса                       | 2           | 1     | 0        | 0       | 0       | 4       | 0      | 0       | 1        | 0       | 0        | 0       |
| Харків                      | 0           | 0     | 1        | 0       | 1       | 2       | 2      | 2       | 4        | 1       | 0        | 0       |
| Всього за 2013 р.           | 2           | 4     | 8        | 2       | 6       | 12      | 4      | 3       | 15       | 1       | 4        | 0       |
| Загальна кількість випадків | 12          | 15    | 15       | 12      | 29      | 44      | 45     | 28      | 31       | 29      | 12       | 24      |

Серед років розподіл має суттєві відмінності. Зимовий період 2010 р. відзначався рядом екстремальних і аномальних проявів у полях метеовеличин: атмосферного тиску, опадів, ожеледно-паморозових явищ, висотою і тривалістю залягання снігового покриву. Такі складні умови були викликані пануючим біля поверхні землі процесом, який визначається як “блокуючий антициклогенез”. Азіатський максимум досяг найбільшого розвитку до 20 січня (1079,1 гПа) і охопив величезну площу упритул до узбережжя Піренейського півострова, по південній периферії вихору спостерігалось зростання градієнтів температури і вітру та посилення циклонічної діяльності. У лютому центр активної циклонічної діяльності сформувався в низьких широтах Атлантики і поширювався на Європу. Зима 2010 р. стала однією з найбільш сніжних за останні 20 років для Європи, ЄТР, Малої Азії. Відмічалось раннє встановлення стійкого снігового покриву практично по всій території України з грудня 2009 р. Північні і східні регіони країни відзначалися аномальною висотою і тривалістю залягання снігового покриву. Навіть південні області, включаючи Крим, де сніговий покрив у 80 % зим не утворюється, характеризувалися сильними снігопадами і тривалим зберіганням снігового покриву.

Аномальні погодні умови також відзначалися у березні 2013 р. Друга половина місяця характеризувалася небезпечними і стихійними опадами у вигляді снігу, що в результаті призвело до відновлення аномально високого для даного періоду року снігового покриву в західних, центральних і північних регіонах країни. Крім того, процес супроводжувався нестандартною формою циркуляції при поєднанні вираженої зональної компоненти в південній смузі європейського сектору, що зумовило вихід серії південних циклонів, і різкої меридіональності в середніх і високих широтах в системі блоку, що, у свою чергу, призвело до аномального зниження температури при ультраполярному вторгненні в короткі терміни на всій території країни. Відновлення снігового покриву побило багаторічні рекорди по країні — у середньому по території України випало опадів у вигляді снігу від 40 до 50 мм, що стало рекордом за століття. Загалом березню 2013 р. належить 8 випадків опадів визначених градацій.

Представляє інтерес встановлення фазового стану опадів холодного періоду 2009-2013 рр.

Так, у Києві спостерігається чергування видів опадів: небезпечні опади протягом 2009 р. були у вигляді снігу. У 2010 році — переважно рідкі опади. У 2011 році небезпечних опадів не спостерігалось. У 2012 році — здебільшого тверді, а у 2013 знову переважали рідкі опади.

Львів демонструє наступний розподіл: небезпечні опади протягом 2009-2010 рр. переважно тверді; 2011-2013 рр. — тверді.

В Одесі опади у холодному півріччі 2009 р. відзначалися здебільшого у вигляді рідких опадів. У 2010 році була рівна кількість снігу і дощу; 2011 р. — переважно у вигляді рідких опадів; 2012 р. — рідкі опади; 2013 р. — переважно тверді.

Харків позначає наступні особливості: 2009 р. опади переважно рідкі; 2010 р. — переважно тверді; 2011-2012 рр. — рідкі опади; 2013 р. — тверді.

За теплі періоди 2009-2013 рр. мінімум припадає на квітень. Серед років також є значні відмінності, особливо у перехідні сезони: домінує вересень у 2013 р. і травень та вересень у 2010 р., в інші роки вересень має лише 1-2 випадки; виділяється підвищенням кількості опадів жовтень (4-8 випадків) за виключенням 2013 р. (1 випадок). Складними погодними умовами характеризувався період 12-15 вересня 2013 р., зумовленими впливом мезоциклону, що утворився на хвилі полярного фронту на півдні Європи у системі висотного циклону, стаціонавання висотного циклонічного вихору над Україною спричинене впливом полярного вторгнення з арктичного басейну на ЄТР за типом “блокуючого процесу”, яке перешкоджало його переміщенню далі до сходу; формування комплексу небезпечних і стихійних явищ виникло у системі конвективного осередку на активному холодному фронті, що розвивався за типом “суперкомірки” зони активної конвекції — ЗАК (температура верхньої межі хмарності зледенілих вершин за типом хмарності з ковадел —  $< -50$  °С, висота верхньої межі радіолуни —  $H_B > 12$  км).

Отже, у зимові періоди посилення опадоутворення відзначалося переважно під впливом блокуючих процесів у системах південних циклонів.

У літні місяці також присутні нетипові характеристики — 2012-2013 рр. всього по 4 випадки у липні; серпневі опади домінують у цілому за 2012 р. — 12 випадків.



За період дослідження 2009-2013 рр. виявлено 14 випадків СГЯ за даними штормових телеграм, карт та таблиць розподілу небезпечних і стихійних явищ погоди для визначених станцій (табл. 4).

Таблиця 4.  
Повторюваність стихійних опадів на території України  
у 2009-2013 рр.

| №               | Станція | Дата       | Кількість опадів (мм)/<br>за інтервал часу (год.) | Вид опадів,<br>явища погоди                               |
|-----------------|---------|------------|---|---|
| 1               | Одеса   | 16.12.2009 | 34 / 12   | сніг безперервний сильний                                 |
| 2               | Одеса   | 19.12.2009 | 32 / 12   | зливовий сніг<br>помірний або сильний                     |
| 3               | Київ    | 29.12.2009 | 35 / 20   | сніг безперервний сильний                                 |
| 4               | Одеса   | 09.07.2010 | 39 / 2  | сильний дощ (шквал<br>30 м·с <sup>-1</sup> , град ø10 мм) |
| 5               | Львів   | 10.08.2010 | 57 / 6  | злива, гроза  |
| 6               | Одеса   | 20.09.2010 | 56 / 12   | зливовий дощ  |
| 7               | Харків  | 21.09.2010 | 79 / 11   | зливовий дощ  |
| 8               | Київ    | 27.06.2011 | 31 / 2, 55 / 12                                   | дощ неперервний   |
| 9               | Харків  | 04.07.2011 | 43 / 12   | шквал 34 м·с <sup>-1</sup> , град ø 7 мм                  |
| 10              | Одеса   | 16.07.2012 | 30 / 1  | злива, гроза  |
| 11              | Київ    | 11.12.2012 | 21 / 12   | сніг безперервний сильний                                 |
| 12              | Одеса   | 26.01.2013 | 21 / 12   | зливовий сніг<br>помірний або сильний                     |
| 13              | Львів   | 15.03.2013 | 30 / 12   | сніг безперервний сильний                                 |
| 14              | Київ    | 23.03.2013 | 41 / 12   | сніг, хуртовина,<br>вітер півн. 8 м·с <sup>-1</sup>       |
| Всього випадків |         |            | 14  |   |

За холодний період зареєстровано 7 випадків СГЯ, 6 з них виникли при виході південних циклонів, один зумовлений дією пірнаючого циклону. По 3 випадки стихійних опадів належить Києву і Одесі, 1 — Львів.; у Харкові стихійні опади холодної частини 2009-2013 рр. не спостерігалися. У всіх епізодах відзначалися тверді опади; максимальна кількість належить Києву — 41 мм/12 год. (23.03.2013 р.).

За теплий період виявлено також 7 випадків СГЯ: максимум припадає на Одесу — 3 випадки, 2 у Харкові і по 1 у Львові

і Києві. Спостерігалось 6 епізодів опадів фронтального походження, здебільшого на теплому фронті, і один — внутрішньомасові опади у Львові (10.08.2010 р.). Екстремальна сума опадів зафіксована у Харкові (21.09.2010 р.) — 79 мм за 11 год.

Незважаючи на збільшену повторюваність опадів у Львові за кількома показниками, стихійні опади у місті відзначалися за 5 років тільки 2 рази. Максимум повторюваності СГЯ належить Одесі і Києву — по 4 випадки.

**Висновки.** За 2009-2013 рр. зберігається кліматична норма перевищення опадів теплої періоду практично втричі. Відмінністю є тенденція недобору опадів у квітні та суттєве зростання опадів у вересні, 2014 р. також підкріплює це положення за рядом стихійних опадів, особливо у південних регіонах у третій декаді вересня. Також відмічається порушення кліматичного просторового розподілу опадів, де на півдні, а саме в Одесі, відмічено високу повторюваність опадів, у тому числі і СГЯ.

Значна кількість опадів сформована у системах південних циклонів при їх інтенсифікації під впливом блокуючих процесів.

### *Література*

1. Балабух В. О. Мінливість дуже сильних дощів і сильних злив в Україні // Наук. праці УкрНДГМІ, 2008. — Вип. 257. — С. 61-72.
2. Балабух В. О. Об'єктивна ідентифікація баричних систем синоптичного масштабу // Вісник Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. — Сер. Географія. — 2005. — № 51. — С. 49-50.
3. Барабаш М. Б., Татарчук О. Г., Гребенюк Н. П., Корж Т. В. Практичний напрямок досліджень зміни клімату в Україні // Фізична географія та геоморфологія. — К.: Обрії, 2009. — Вип. 57. — С. 28-36.
4. Мартазінова В. Ф., Иванова Е. К. Синоптические процессы, определяющие современный климат Украины // Фізична географія та геоморфологія. — Вип. 57. — К.: Обрії, 2009. — С. 18-22.
5. [http://rp5.ua/Погода\\_в\\_мире](http://rp5.ua/Погода_в_мире)

## **КЛІМАТИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОЗПОДІЛУ СНІГОВОГО ПОКРИВУ**

**Вступ.** 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 [1]. 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 проєктувальникам 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.

Крім середніх декадних висот визначають також і багаторічну максимальну висоту снігового покриву за зиму. Її дістають шляхом осереднення максимальних декадних висот, вибраних з кожного року, незалежно від того, в якому місяці і декаді він спостерігався [2].

Найбільші і найменші декадні висоти снігового покриву по місяцях встановлюють по даних постійної рейки, а найбільші і найменші висоти за зиму обчислюють для обох способів спостереження. Як правило, результати різняться між собою, хоч і не надто сильно.

Треба зазначити, що висоти снігового покриву значно залежать від умов рельєфу, вони перерозподіляються вітром і, зазвичай, зв'язку між декадними висотами по території майже не спостерігається. Деяко краще виражений зв'язок між максимальними декадними висотами снігового покриву за зиму. Тому на короткорядній станції багаторічні середні декадні висоти дістають за допомогою методу ізомір (аналогічно тому, як це робилось при обробці опадів). Для цього на всіх довгорядних станціях багаторічну середню висоту снігового покриву за кожну декаду виражають у відсотках від багаторічної максимальної висоти за зиму. Ці відсотки наносять на карти для кожної декади окремо і проводять ізоміри, тобто лінії рівних відсотків. Знімаючи з карти ізомір шляхом звичайної інтерполяції значення відповідних відсотків для пункту з короткими рядами спостережень, можна дістати висоту снігового покриву за кожну декаду у відсотках від максимальної висоти за зиму. Максимальну ж за зиму висоту снігового покриву, зазвичай, встановлюють за допомогою рівняння регресії, як і для опадів. Побудова карт ізомір можлива тільки при наявності достатньої кількості станцій з довгими рядами спостережень і рівномірно розташованих по території. В умовах складного рельєфу побудова карт ізомір нецільна, і якщо ряд спостережень дуже короткий, то обмежуються даними середньої з найбільших висот за зиму.

Так як висота снігового покриву має значну мінливість від року до року, то розраховують також повторення і забезпеченість зим з різними найбільшими декадними висотами снігового покриву. Цю роботу проводять тільки для довгорядних опорних станцій.

За методикою, прийнятою в свій час у ГГО, розроблені деякі критерії снігового покриву. Так, за день зі сніговим покривом

приймають такий, коли не менш половини видимої місцевості станції покрито снігом. Усталеним вважають такий сніговий покрив, який лежить не менше місяця з перервами не більше трьох днів підряд або в розбивку; коли перерві в один день на початку зими передує залягання снігового покриву не менш, ніж 5 днів, а перерві в 2-3 дні — не менш ніж 10 днів.

Якщо в кінці зими, не більш, ніж через 3 дні після сходу снігового покриву, знову утворюється сніговий покрив, який лежить не менше 10 днів, то таке його залягання вважається неперервним.

Якщо за зиму було декілька періодів з усталеним сніговим покривом, розділених в часі не більше, ніж 5 днів один від одного, то період від першого дня з усталеним сніговим покривом до останнього дня за зиму вважається єдиним періодом з усталеним сніговим покривом. Середні багаторічні дати утворення і руйнування усталеного снігового покриву розраховують тільки в тому випадку, коли кількість днів зі сніговим покривом складає більше 50 % усіх зим, і лише за зими, коли був тільки один період зі стійким сніговим покривом.

Всі названі дати снігового покриву за кожен рік заносяться в таблицю, після чого розраховують середні дати і вибирають крайні, тобто найраніші та найпізніші дати.

Середні значення густини снігового покриву ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ) і запаси води в снігу обчислюються тільки за даними тих років, коли сніговий покрив утворювався. Густину снігового покриву починають вимірювати лише тоді, коли його висота досягає 5 см, тому весною і восени крайні декади, для яких вказується висота снігу і його густина, можуть не співпадати, тобто період, за яких надається густина снігу, виявляється коротшим за період з вказанням висоти снігового покриву.

Крім середньої густини розраховують середню густину при найбільшій декадній висоті снігового покриву і при найбільшому запасі води в сніговому покриві. Для здобуття цих характеристик густини за кожний рік вибирається значення густини в ту із декад, коли висота снігового покриву або запас води в снігу були найбільшими. Ці декади, зазвичай, різняться в різні роки. Таким чином осереднюються дані з густини для різних декад.

**Вихідні дані та аналіз отриманих результатів.** Для виявлення кліматичних показників розподілу снігового покриву по

території Одеської області було визначено наступні характеристики: середня декадна висота снігового покриву, повторюваність різних висот снігового покриву по декадах (%), повторюваність зим з різною найбільшою декадною висотою снігового покриву (%), дати появи і сходу снігового покриву, утворення і руйнування стійкого снігового покриву. Результати досліджень представлено в таблицях 1-4.

З табл. 1 видно, що на станції Любашівка максимальна середня декадна висота снігового покриву спостерігається в третій декаді січня (14 см), мінімальна — на початку зими: друга, третя декади листопада (2 см) і в грудні перша та друга декади (2 см). В Затишші сніг спостерігався в кількості зим меншій за 50 %, тому на даній станції середня декадна висота снігового покриву не розраховується. В Сербці максимальна висота (6 см) спостерігається в першій та третій декадах січня і в першій декаді лютого, мінімальну — в третій декаді лютого (3 см). В Роздільній максимальна середня декадна висота складає (7 см) в першій та другій декадах лютого, мінімальна — в третій декаді березня (1 см). В Одесі спостерігається максимальна середня декадна висота в січні, лютому та в першій декаді березня (3 см), мінімальна — в третій декаді лютого (1 см). В Іллічівську максимальна середня декадна висота спостерігається в першій декаді січні (4 см), мінімальна — в третій декаді лютого (1 см). В Білгород-Дністровському максимальна середня декадна висота спостерігається (3 см) в третій декаді січня та в другій декаді лютого, мінімальна (1 см) — в грудні та лютому в третій декаді, в січні друга декада та в березні перша декада. На станції Сарата максимальна середня декадна висота спостерігається в січні в першій декаді (3 см), мінімальна — в грудні і лютому в третій декаді (1 см) та в березні в першій декаді. В Болграді максимальна середня декадна висота має місце в січні в першій декаді (5 см), мінімальна середня декадна висота спостерігається в лютому в третій декаді (1 см). На станції Вилкове максимальна середня декадна висота снігового покриву спостерігається в першій декаді січня та в лютому в першій та другій декадах (2 см), а мінімальна — в третій декаді грудні (0 см). В Ізмаїлі спостерігається максимальна середня декадна висота в першій декаді січня (4 см) та мінімальна — в третій декаді лютого (1 см). Най-

більша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву спостерігалася в Любашівці і складає 45 см, найменша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву має місце на станціях Сарата та Білгород-Дністровський і складає 12 см.

В табл. 2 наведено повторюваність різних висот снігового покриву по декадах на станціях Одеського регіону. Максимальна градація 31-50 см спостерігається на станціях Любашівка і Затишшя.

З табл. 3 видно, на станції Любашівка 33 % випадків приходить на висоту снігового покриву 6-10 см, 26 % — на висоту 11-20 см, 33 % — на висоту 21-30 см, 8 % — 41-50 см. На станції Затишшя на висоту снігового покриву 1-5 см приходить 14 % випадків, 43 % — на висоту 6-10 см, 29 % — 11-20 см та 14 % на висоту 31-40 см. На станції Сербка 8 % випадків приходить на висоту снігового покриву 0 см, 33 % — на висоту 1-5 см, 8 % приходить на висоту 6-10 см, 43 % — 11-20 см та 8 % — 21-30 см. На станції Роздільна на висоті 1-5 та 6-10 приходить по 25 % випадків, на 11-20 см — 42 % та 8 % на висоту 21-30 см. На станції Одеса 46 % випадків приходить на висоту снігового покриву 1-5 см, по 27 % — на висоті 6-10 см та 11-20 см. На станції Іллічівськ 42 % випадків приходить на висоту 1-5 см, 33 % — на висоту 6-10 см, 25 % — на висоту 11-20 см. На станції Білгород-Дністровський на висоту 1-5 см приходить 59 % випадків, 33 % — на висоту 6-10 см, 8 % на висоту 11-20 см. На станції Сарата 50 % випадків приходить на висоту снігового покриву 1-5 см, 33 % — на висоту 6-10 см, 17 % — на висоту 11-20 см. На станції Болград спостерігається 33 % випадків на висоті 1-5 см, 26 % — на висоті 6-10 см, 33 % — на висоті 11-20 см та 8 % — на висоті 21-30 см. На станції Вилкове 84 % випадків приходить на висоту снігового покриву 1-5 см, по 8 % на висоті 6-10 та 11-20 см. На станції Ізмаїл 33 % спостерігається на висоті снігового покриву 1-5 см, 42 % — на висоті 6-10 см, 25 % — на висоті 11-20 см.

З табл. 4 видно, що максимальне число днів з сніговим покривом спостерігається на станції Любашівка і складає 66 днів, мінімальне число днів має місце на станціях Вилкове та Іллічівськ (26 днів).

Таблиця 1.  
Середня декадна висота снігового покриву по постійній рейці (см)

| №  | Станція    | X |   |   | XI |   |   | XII |   |   | I  |    |    | II |    |    | III |   |   | IV |   |   | Спостереження за зиму |       |      |   |    |   |
|----|------------|---|---|---|----|---|---|-----|---|---|----|----|----|----|----|----|-----|---|---|----|---|---|-----------------------|-------|------|---|----|---|
|    |            | 1 | 2 | 3 | 1  | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 | 1  | 2  | 3  | 1  | 2  | 3  | 1   | 2 | 3 | 1  | 2 | 3 | сер.                  | макс. | мін. |   |    |   |
| 1  | Любашівка  |   |   |   | •  | 2 | 2 | 2   | 4 | 8 | 11 | 14 | 13 | 6  | 13 | 13 | 6   | 6 | 5 | 3  | • | • | •                     | •     | •    | 8 | 45 | 0 |
| 2  | Затишся    |   |   |   | •  | • | • | •   | • | • | •  | •  | •  | •  | •  | •  | •   | • | • | •  | • | • | •                     | •     | •    | 6 | 34 | 0 |
| 3  | Сербка     |   |   |   | •  | • | • | •   | • | • | 6  | 6  | 5  | 6  | 5  | 3  | 4   | • | • | •  | • | • | •                     | •     | •    | 5 | 22 | 0 |
| 4  | Роздільна  |   |   |   | •  | • | • | •   | • | • | 2  | 6  | 7  | 7  | 4  | 5  | 2   | 1 | • | •  | • | • | •                     | •     | •    | 5 | 27 | 0 |
| 5  | Одеса      |   |   |   | •  | • | • | •   | • | • | 3  | 3  | 3  | 2  | 1  | 3  | •   | • | • | •  | • | • | •                     | •     | •    | 3 | 15 | 0 |
| 6  | Іллічівськ |   |   |   | •  | • | • | •   | • | • | 4  | 2  | 2  | 2  | 1  | •  | •   | • | • | •  | • | • | •                     | •     | •    | 3 | 15 | 0 |
| 7  | Б-Дністр.  |   |   |   | •  | • | • | •   | • | • | 1  | 2  | 1  | 3  | 2  | 3  | 1   | 1 | • | •  | • | • | •                     | •     | •    | 2 | 12 | 0 |
| 8  | Сарага     |   |   |   | •  | • | • | •   | • | • | 1  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  | 1   | • | • | •  | • | • | •                     | •     | •    | 2 | 12 | 0 |
| 9  | Болград    |   |   |   | •  | • | • | •   | • | • | 3  | 5  | 3  | 4  | 2  | 1  | •   | • | • | •  | • | • | •                     | •     | •    | 4 | 21 | 0 |
| 10 | Вилкове    |   |   |   | •  | • | • | •   | • | • | 0  | 2  | 1  | 1  | 2  | 2  | 1   | • | • | •  | • | • | •                     | •     | •    | 2 | 17 | 0 |
| 11 | Ізмаїл     |   |   |   | •  | • | • | •   | • | • | 3  | 4  | 2  | 3  | 3  | 1  | •   | • | • | •  | • | • | •                     | •     | •    | 4 | 17 | 0 |

Таблиця 2.  
Повторюваність різних висот снігового покриву по декадах (%)

| Висота (см)  | IX |   |   | 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   | 1   | 2  | 3  | 1  | 2  |  |  |  |
| 0            |    |   |   |     |    |     |     |     |    |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |    |    |    |  |  |  |
| 1-5          |    |   |   | 50  | 57 | 20  | 33  | 60  | 50 | 22  | 25 | 33 | 12 |    |    | 33 | 25 | 29 | 43  |     |    |    |    |    |  |  |  |
| 6-10         |    |   |   | 50  | 43 | 60  | 67  | 20  | 50 | 34  | 25 | 33 | 33 | 33 | 72 | 33 | 25 | 71 | 57  | 100 |    |    |    |    |  |  |  |
| 11-20        |    |   |   |     |    | 20  |     |     |    | 22  | 12 | 22 | 33 | 14 | 12 | 25 |    |    |     |     |    |    |    |    |  |  |  |
| 21-30        |    |   |   |     |    |     |     |     |    | 22  | 38 | 12 | 11 |    |    | 22 | 25 |    |     |     |    |    |    |    |  |  |  |
|              |    |   |   |     |    |     |     |     |    |     |    |    | 11 | 14 |    |    |    |    |     |     |    |    |    |    |  |  |  |
| <b>Одеса</b> |    |   |   |     |    |     |     |     |    |     |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |    |    |    |    |  |  |  |
| 0            |    |   |   |     |    | 100 |     |     |    |     |    |    |    |    |    | 40 | 30 | 40 | 40  | 33  | 25 | 50 | 50 | 50 |  |  |  |
| 1-5          |    |   |   | 100 |    |     | 100 | 100 | 80 | 50  | 50 | 50 | 50 | 60 | 33 | 75 | 50 | 50 | 50  | 33  | 75 | 50 | 50 | 50 |  |  |  |
| 6-10         |    |   |   |     |    |     |     |     |    | 33  | 50 | 20 |    |    |    | 17 |    |    |     |     |    |    |    |    |  |  |  |
| 11-20        |    |   |   |     |    |     |     |     |    | 17  |    |    | 10 | 20 | 10 |    |    |    |     |     |    |    |    |    |  |  |  |



Продовження таблиці 2.

| Висота<br>(см)                | IX |   | X   |   | XI  |     | XII |     | I  |    |    | II |    |    | III |    |     | IV  |     |
|-------------------------------|----|---|-----|---|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|
|                               | 3  | 1 | 2   | 3 | 1   | 2   | 3   | 1   | 2  | 3  | 1  | 2  | 3  | 1  | 2   | 3  |     |     |     |
| 0                             |    |   | 100 |   | 100 | 33  | 33  | 14  |    | 14 | 30 | 36 | 12 | 28 |     | 67 | 100 |     |     |
| 1-5                           |    |   |     |   |     | 33  | 67  | 67  | 72 | 44 | 58 | 50 | 36 | 51 | 100 | 33 |     |     | 100 |
| 6-10                          |    |   |     |   |     | 34  |     | 33  | 14 | 28 | 28 | 10 | 19 | 25 | 14  |    |     |     |     |
| 11-20                         |    |   |     |   |     |     |     |     |    | 28 | 10 | 9  | 12 |    |     |    |     |     |     |
| <b>Білгород-Дністровський</b> |    |   |     |   |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |     |    |     |     |     |
| 0                             |    |   |     |   |     | 50  | 50  | 60  | 66 | 14 | 50 | 60 | 43 | 57 | 50  | 80 | 100 | 100 |     |
| 1-5                           |    |   |     |   |     |     | 50  | 40  | 34 | 72 | 38 | 30 | 20 | 14 | 29  | 50 | 20  |     |     |
| 6-10                          |    |   |     |   |     | 50  |     |     |    | 14 | 12 | 10 | 10 | 43 | 14  |    |     |     |     |
| 11-20                         |    |   |     |   |     |     |     |     |    |    | 10 | 10 |    |    |     |    |     |     |     |
| <b>Сарата</b>                 |    |   |     |   |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |     |    |     |     |     |
| 0                             |    |   | 100 |   | 100 | 50  | 50  | 40  | 57 | 25 | 29 | 50 | 36 | 56 | 50  | 33 | 75  | 100 |     |
| 1-5                           |    |   |     |   |     | 25  | 50  | 60  | 29 | 38 | 42 | 25 | 46 | 22 | 50  | 67 | 25  |     | 100 |
| 6-10                          |    |   |     |   |     | 25  |     |     | 14 | 25 | 29 | 25 | 9  | 22 |     |    |     |     |     |
| 11-20                         |    |   |     |   |     |     |     |     |    | 12 |    |    | 9  |    |     |    |     |     |     |
| <b>Любашівка</b>              |    |   |     |   |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |     |    |     |     |     |
| 0                             |    |   |     |   | 50  | 57  | 14  | 33  | 29 | 10 | 11 | 9  | 18 | 20 |     | 11 | 32  | 38  | 67  |
| 1-5                           |    |   |     |   | 50  | 29  | 72  | 50  | 42 | 50 | 30 | 11 | 28 | 18 | 10  | 70 | 45  | 32  | 38  |
| 6-10                          |    |   |     |   |     | 14  |     |     | 29 | 30 | 40 | 11 | 9  | 20 |     | 11 |     | 12  |     |
| 11-20                         |    |   |     |   |     |     | 14  | 17  |    | 10 | 20 | 45 | 36 | 37 | 10  | 10 | 22  | 22  | 12  |
| 21-30                         |    |   |     |   |     |     |     |     |    | 10 | 22 | 9  | 9  | 40 | 20  | 11 | 11  |     |     |
| 31-50                         |    |   |     |   |     |     |     |     |    |    | 9  | 9  |    |    |     |    |     |     |     |
| <b>Сербка</b>                 |    |   |     |   |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |     |    |     |     |     |
| 0                             |    |   |     |   | 100 | 100 |     |     |    |    | 12 | 14 | 25 |    |     | 25 | 14  | 40  | 67  |
| 1-5                           |    |   |     |   |     |     | 100 | 100 | 50 | 80 | 38 | 57 | 25 | 66 | 57  | 25 | 43  | 40  | 33  |
| 6-10                          |    |   |     |   |     |     |     |     |    | 25 | 25 | 25 | 25 | 14 | 50  | 29 | 20  |     |     |
| 11-20                         |    |   |     |   |     |     |     |     |    | 25 | 29 | 25 | 17 | 29 | 14  |    |     |     |     |
| 21-30                         |    |   |     |   |     |     |     |     |    |    |    |    | 17 |    |     |    |     |     |     |

Продовження таблиці 2.

| Висота<br>(см)    | IX |   |   | 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   | 1 | 2   | 3   | 1  |     |
| 0                 |    |   |   |     | 67  | 100 | 100 | 60  | 72 |     | 28 | 20 | 45 | 50  | 72 | 33 |     |     |     |   | 100 | 100 |    |     |
| 1-5               |    |   |   |     | 33  |     |     | 40  | 28 |     | 86 | 72 | 70 | 45  | 38 | 14 | 67  | 100 |     |   |     |     |    |     |
| 6-10              |    |   |   |     |     |     |     |     |    |     | 14 | 10 | 10 | 10  | 14 |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| 11-20             |    |   |   |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     | 12 |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| <b>Болград</b>    |    |   |   |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |    |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| 0                 |    |   |   | 100 | 33  |     |     | 25  | 30 | 14  | 22 | 20 | 20 | 38  | 43 | 20 | 50  | 100 | 50  |   |     |     |    |     |
| 1-5               |    |   |   |     |     | 67  | 100 | 63  | 50 | 58  | 33 | 30 | 50 | 43  | 60 | 50 |     |     |     |   |     |     |    |     |
| 6-10              |    |   |   |     | 33  | 33  |     | 12  |    | 14  | 45 | 40 | 14 | 20  |    |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| 11-20             |    |   |   |     | 34  |     |     |     |    | 10  | 14 | 10 | 12 |     |    |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| 21-30             |    |   |   |     |     |     |     |     |    | 10  |    |    |    |     |    |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| <b>Іллічівськ</b> |    |   |   |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |    |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| 0                 |    |   |   | 100 |     | 67  | 33  | 67  | 14 | 33  | 45 | 50 | 43 | 33  | 20 | 40 | 100 |     |     |   |     |     |    |     |
| 1-5               |    |   |   |     | 50  | 33  | 67  | 33  | 43 | 33  | 33 | 30 | 14 | 67  | 60 | 60 |     |     |     |   |     |     |    | 100 |
| 6-10              |    |   |   |     | 50  |     |     |     | 14 | 34  | 11 | 10 | 43 | 20  |    |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| 11-20             |    |   |   |     |     |     |     |     | 29 |     | 11 | 10 |    |     |    |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| <b>Загіштя</b>    |    |   |   |     |     |     |     |     |    |     |    |    |    |     |    |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| 0                 |    |   |   | 50  |     |     |     | 33  |    |     |    | 20 | 40 | 20  |    |    |     |     |     |   |     |     |    | 33  |
| 1-5               |    |   |   | 50  | 100 | 100 | 67  | 100 | 25 | 50  | 33 | 20 | 60 | 100 | 67 | 67 |     |     |     |   |     |     |    |     |
| 6-10              |    |   |   |     |     |     |     |     | 50 | 25  | 40 | 20 |    |     |    |    |     |     |     |   |     |     | 33 |     |
| 11-20             |    |   |   |     |     |     |     |     | 25 |     | 33 | 20 |    | 20  |    |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| 21-30             |    |   |   |     |     |     |     |     |    | 25  | 34 | 20 |    |     |    |    |     |     |     |   |     |     |    |     |
| 31-50             |    |   |   |     |     |     |     |     |    |     |    | 20 |    |     |    |    |     |     |     |   |     |     |    |     |

Таблиця 3.  
Повторюваність зим з різною найбільшою декадною висотою снігового покриття (%)

| №  | Станція         | Висота снігового покриття (см) |     |      |       |       |       |       |
|----|-----------------|--------------------------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
|    |                 | 0                              | 1-5 | 6-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | 41-50 |
| 1  | Любашівка       |                                |     | 33   | 26    | 33    |       | 8     |
| 2  | Затишся         |                                | 14  | 43   | 29    |       | 14    |       |
| 3  | Сербка          | 8                              | 33  | 8    | 43    | 8     |       |       |
| 4  | Роздільна       |                                | 25  | 25   | 42    | 8     |       |       |
| 5  | Одеса           |                                | 46  | 27   | 27    |       |       |       |
| 6  | Іллічівськ      |                                | 42  | 33   | 25    |       |       |       |
| 7  | Б-Дністровський |                                | 59  | 33   | 8     |       |       |       |
| 8  | Сарата          |                                | 50  | 33   | 17    |       |       |       |
| 9  | Болград         |                                | 33  | 26   | 33    | 8     |       |       |
| 10 | Вилкове         |                                | 84  | 8    | 8     |       |       |       |
| 11 | Ізмаїл          |                                | 33  | 42   | 25    |       |       |       |

Таблиця 4.  
Дати появи і сходу снігового покритву, утворення і руйнування стійкого снігового покритву

| №  | Станція     | Число днів покритвом | Дати появи снігового покритву |            |            | Дати утворення стійкого снігового покритву |            |            | Дати руйнування стійкого снігового покритву |            |            | Дати сходу снігового покритву |            |            | Відсоток зим з відсутністю стійкого снігового покритву |
|----|-------------|----------------------|-------------------------------|------------|------------|--|------------|------------|---|------------|------------|-------------------------------|------------|------------|--|
|    |             |                      | серед                         | сама рання | сама пізня | серед                                      | сама рання | сама пізня | серед                                       | сама рання | сама пізня | серед                         | сама рання | сама пізня |  |
| 1  | Любашівка   | 66                   | 18 XI                         | 4 XI       | 25 XI      | 1 I  | 11 XII     | -          | 26 II                                       | -          | 30 III     | 24 III                        | 1 IV       | 10 IV      | 8  |
| 2  | Затишся     | 54                   | 15 XI                         | 11 XI      | 18 XI      | •  | 1 I        | -          | •   | -          | 9 II       | 12 III                        | 2 III      | 27 III     | 67   |
| 3  | Сербка      | 35                   | 6 XI                          | 5 XI       | 26 XI      | •  | 1 I        | -          | •   | -          | 21 II      | 14 III                        | 7 IV       | 8 IV       | 75   |
| 4  | Роздільна   | 47                   | 13 XI                         | 5 XI       | 20 XI      | 3 I  | 1 I        | -          | 1 III                                       | -          | 22 III     | 17 III                        | 7 IV       | 9 IV       | 75   |
| 5  | Одеса       | 32                   | 10 XI                         | 5 XI       | 25 XI      | •  | 1 I        | -          | •   | -          | 21 II      | 19 III                        | 7 IV       | 8 IV       | 75   |
| 6  | Іллічівськ  | 26                   | 25 XI                         | 17 XI      | 30 XI      | •  | 1 I        | -          | •   | -          | 21 II      | 14 III                        | 7 IV       | 8 IV       | 92   |
| 7  | Б-Дністров. | 30                   | 23 XI                         | 21 XI      | 25 XI      | •  | 25 XI      | -          | •   | -          | 1 III      | 13 III                        | 7 IV       | 8 IV       | 75   |
| 8  | Сарата      | 31                   | 14 XI                         | 31 X       | 25 XI      | •  | 1 I        | -          | •   | -          | 19 II      | 11 III                        | 7 IV       | 8 IV       | 75   |
| 9  | Болград     | 35                   | 10 XI                         | 26 X       | 25 XI      | •  | 21 XII     | □          | •   | □          | 9 III      | 10 III                        | 7 IV       | 8 IV       | 67   |
| 10 | Вилкове     | 26                   | 23 XI                         | 11 XI      | 30 XI      | •  | 1 I        | □          | •   | □          | 3 III      | 4 III                         | 8 IV       | 8 IV       | 75   |
| 11 | Ізмаїл      | 33                   | 12 XI                         | 26 X       | 25 XI      | •  | 1 I        | □          | •   | □          | 10 III     | 5 III                         | 8 IV       | 9 IV       | 58   |

По датах появи снігового покриву видно, що сама рання дата спостерігається на станції Болград та Ізмаїл (26 жовтня), а сама пізня — на станції Вилкове та Іллічівськ (30 листопада). Сама рання дата утворення стійкого снігового покриву спостерігається на станції Білгород-Дністровський (25 листопада), а сама пізня дата руйнування стійкого снігового покриву припадає на станцію Любашівка (30 березня). Сама рання дата сходу снігового покриву спостерігається на станції Затишшя (2 березня), сама пізня (10 квітня) — на станції Любашівка. Найбільший відсоток зим з відсутністю стійкості снігового покриву складає 92 % на станції Іллічівськ, найменший відсоток складає 8 % на станції Любашівка.

**Висновки.** Обробка та аналіз даних про розподіл снігового покриву на території Одеської області дали можливість визначити кліматичні показники розподілу снігового покриву в Одеському регіоні. В результаті дослідження було зроблено наступні висновки. Найбільша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву спостерігалася в Любашівці і складає 45 см, найменша за зиму максимальна середня декадна висота снігового покриву має місце на станціях Сарата та Білгород-Дністровський і складає 12 см. Максимальна градація 31-50 см спостерігається на станціях Любашівка і Затишшя. Максимальне число днів з сніговим покривом спостерігається на станції Любашівка і складає 66 днів, мінімальне число днів має місце на станціях Вилкове та Іллічівськ (26 днів). Найбільший відсоток зим з відсутністю стійкості снігового покриву складає 92 % на станції Іллічівськ, найменший відсоток складає 8 % на станції Любашівка.

### *Література*

1. Врублевська О. О., Катеруша Г. П., Миротворська Н. К. Кліматична обробка окремих метеорологічних величин. Навч. посіб. — Одеса, ТЕС, 2004. — 150 с.
2. Справочник по климату СССР. — Вып. 10. — Л: Гидрометеоиздат, 1969. — 696 с.

## НЕУДАЧНЫЙ ОПЫТ

Каларашский противорадовый отряд военизированной службы по борьбе с градом МССР в сезоне 1977 года выполнял защиту сельскохозяйственных культур от градобитий на площади 150 тыс. га 13-ю огневыми точками (ракетными ОТ) (рис. 1). В состав отряда входили следующие группы: воздействия, радиолокации, радиосвязи, ракетного воздействия и группа материально-технического обеспечения [1; 2].

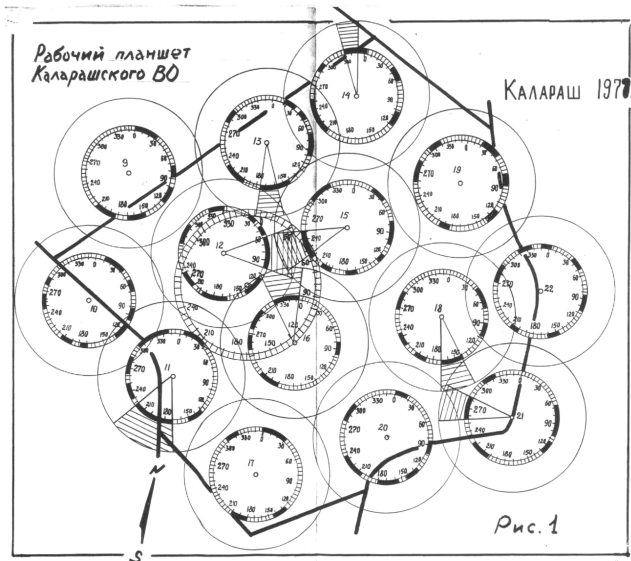


Рис. 1. Рабочий планшет Каларашского противорадового отряда военизированной службы по борьбе с градом

Для обеспечения своевременного обнаружения градоопасных облаков и начала воздействия на них, была организована оперативная группа воздействия, возглавляемая оперативным дежурным. В состав группы входили: руководитель воздействия, он же оперативный дежурный, техник группы воздействия, радист, техник оперативной РЛС (радиолокационной станции), шофер и дежурный по отряду (фото 1-3).

Для координации работ групп отряда и решения оперативных задач ежедневно, в 09.00, собиралось совещание в составе всех

руководителей групп, оперативного дежурного и дежурного по отряду. Специалисты отряда знакомились с текущим прогнозом погоды. Решались вопросы готовности групп к выполнению воздействий на градоопасные облака и взаимодействия с органами авиации.



Фото 1. ОТ-9 Каларашского противоголового отряда. вилны



Фото 2. Передвижная РЛС АРС-3М Каларашского противоголового отряда, 1977 г.



Фото 3. Командный пункт Каларашского противоголового отряда, 1977 г.

На каждую ОТ, в начале сезона, было завезено по 20 ракет “Облако” и по 60 ракет “ПГИ-М”, которые по мере их расхода пополнялись из центрального ракетохранилища Службы.

Наряду с традиционной РЛС АРС-3М, впервые в сезоне использовалась информация от станции РМП-1 с целью определения градоопасности облака и возможных мест выпадения твердых осадков.

При достаточно высоком уровне организации противоголово-вых работ были допущены ряд ошибок которые привели к пропуску града на ЗТ (защищаемой территории). Примером тому может быть воздействие 14 июня 1977 года.

#### *14 июня 1977 г.*

*Синоптическая ситуация:* Над Молдавией находилась ложбина циклона. Циклон на востоке ЕТС объединился с циклоном над Западной Европой — образовалась термическая депрессия. Ожидалось прохождение через Молдавию холодного приземного фронта. Ведущего поток был северным. Скорость ведущего потока 15-25 км/час. Струйное течение не наблюдалось. Параметры конвекции на 15 часов следующие: уровень конвекции — 9,5 км; средняя энергия неустойчивости — 5-6°. Уровни изотерм 0, -6 и -10 °С располагались соответственно на уровнях 3,4, 4,7 и 4,9 км.

*Прогноз погоды:* Ожидаются сильные ливни с грозами и градом с диаметром до 10-12 мм.

Весь процесс над защищаемой территорией (ЗТ) отряда носил внутримассовый характер, вызванный влиянием холодного фронта. Сам фронт подошел к ЗТ отряда к 19 часам и проходил через ЗТ до 20.00. Наблюдались размытые зоны отражения, они обработке не подвергались.

Первые зоны отражения были обнаружены над ЗТ и ее подступах в 8.30. До 14.50 велось наблюдение за их развитием и смещением. К этому времени сложилась следующая обстановка: в районе 18-20 огневых точек (ОТ) наблюдалось несколько зон отражения высотой до 6 км, имеющих тенденцию к развитию. Не исключалось их объединение. Поэтому с 15.50 час. было запрошено разрешение у Авиации на запуски противорадовых ракет. Разрешение было получено своевременно, с ограничением работы 20, 21 и 22 ОТ. К этому времени произошло слияние зон и образовалась одна зона площадью около 250 км<sup>2</sup>. Первоначально в ней прослеживалось 2 градоопасных крупнокапельных очага (ККО) с площадями соответственно 60 и 100 км<sup>2</sup>. В 16.09 радиолокационные (РЛ) параметры 1 ККО составили:  $H_{z_{\max}}$  — 5.0 км;  $\lg z_{\max}$  — 5.0 и  $H_{\text{ВГ}}$  — 10.0 км. и через минуту началась его обработка. Всего в 1 ККО запущено 4 ракеты “Облако” и 4 ПГИ-М. Второй ККО достиг градоносной стадии к 16.20 час., когда его РЛ параметры составили:  $H_{z_{\max}}$  — 4.0 км;  $\lg z_{\max}$  — 4.2 и  $H_{\text{ВГ}}$  — 11.0 км. Этот очаг был обработан 4 ракетами “Облако” и 8 ракетами ПГИ-М. К 1-й зоне с севера периодически подходили новые зоны, происходило их объединение, образование или слияние ККО и рост их параметров. Так после слияния 3 и 4-го ККО, которые не обрабатывались, образовался ККО, РЛ параметры которого через 3 минуты после объединения составили:  $\lg z_{\max}$  — 3.5;  $H_{z_{\max}}$  — 6.0 км;  $H_{\text{ВГ}}$  — 10.5 км;  $P$  — 100 %. Этот ККО был обработан двумя ракетами “Облако”. После введения реагента (йодистого свинца) значения РЛ параметров всех обработанных ККО через 10-11 мин. начинали уменьшаться. В это время отмечены интенсивные ливневые осадки и сильная гроза. По данным радиолокационной станции РМП-1, которые корректировали наиболее опасные градовые очаги, значения деполяризации  $\Delta\rho$  составляли -8 ÷ -10 дБ. Вторая и третья зоны отражения



не обрабатывались из-за незначительных значений РМП. Около 17 часов с ЗТ Корнештского отряда подошла 4-я зона отражения с четырьмя ККО, причем 3 и 4 ККО находились в весьма градоопасной стадии. При прохождении через ЗТ отряда они были обработаны пятью ракетами "Облако", РМП отмечала градовые очаги со значениями деполяризации  $\Delta p$  -9; -10 дБ. Параметры ККО к началу обработки составляли:  $\lg z_{\max}$  — 4.4,  $H_{z_{\max}}$  — 5.0 км,  $H_{\text{ВГ}}$  — 12.0 км и  $P$  — 100 %, а через 5-9 минут после обработки вероятность выпадения града ( $P$ ) из них падала до 55-62 %. При прохождении через 12-13 ОТ отмечались интенсивные ливневые осадки.

В 17.38 час. в районе КП (Командного пункта) отряда была обнаружена 6-я зона с не градоопасными параметрами. Следующее ее положение было определено в 17.58 час. с РЛ параметрами:  $H_{\text{ВГ}}$  — 10.0 км;  $H_{z_{\max}}$  — 4.0 км; при  $\lg z_{\max}$  — 4.2. Она значительно увеличилась по площади и в ней просматривались три крупнокапельных очага (ККО), первый из которых быстро развивался. В 18.12 час. с 16 ОТ, а в 18.15 с 11 ОТ первый ККО был обработан двумя ракетами "Облако". К этому времени РЛ параметры ККО составляли:  $H_{\text{ВГ}}$  — 13.0 км.,  $H_{z_{\max}}$  — 8.0 км при  $\lg z_{\max}$  — 4.6 и  $P$  — 100 %, в то время как РМП давала невысокие значения  $\Delta p$  деполяризации. По своим параметрам этот ККО был градоопасным. Точное время выпадения града не было установлено; по ходу изменения значений параметров наиболее вероятным временем начала выпадения града было 18.15 час. Реагент внесен в ККО с уже сформировавшимся градом и мог оказать влияние только на случай регенерации ККО. С этой же целью в 18.23 час. с 17 ОТ запущена одна ракета "Облако". РЛ параметры к этому времени немного снизились, но оставались еще высокими:  $H_{\text{ВГ}}$  — 11.5 км;  $H_{z_{\max}}$  — 6.0 км при  $\lg z_{\max}$  — 4.5. Через 7 минут после запуска ракет этот ККО начал быстро разрушаться с выпадением твердых и жидких осадков. Повторная регенерация ККО не наблюдалась. По данным наземных обследований обнаружено выпадение града из 6-й зоны и повреждение сельскохозяйственных культур на ЗТ отряда на площади 651 га.

Основными причинами пропуска града были:

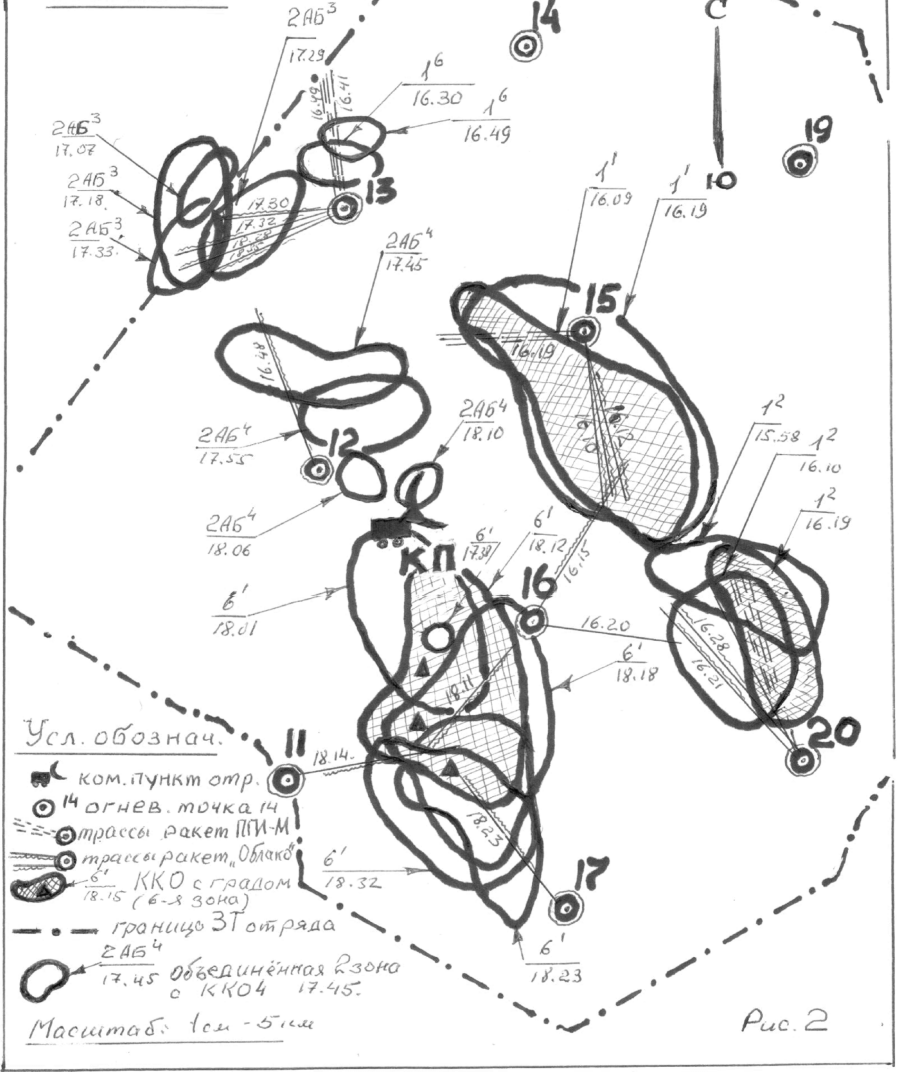
1. Опоздание с началом воздействия на 10 мин.

Планшет воздействия  
Каларашского против-  
градового отряда.

14 июня 1977г.

Процесс внутриае-  
совий.

Холодный фронт еще  
не подошел.



Усл. обознач.

- ком. пункт отр.
- огнев. точка 14
- траксы ракет ПИ-М
- траксы ракет "Облако"
- ККО с градусом 18.15 (6-я зона)
- границы 3Т отряда
- 2АБ<sup>4</sup> объединённая зона с ККО4 17.45.

Масштаб: 1 см - 5 км

Рис. 2

2. Во время проведения воздействия наблюдалась неустойчивая связь с 11, 13 и 22-й ОТ.
3. Недостаточная интенсивность запусков ракет.
4. Незнание эволюции предыдущих зон отражения, носивших внутримассовый характер, привело руководителя воздействия к принятию неверных решений.
5. РМП-1 не давала высоких значений деполяризации ( $\Delta p$ ) в шестой зоне отражения.
6. На КП, 12, 16 ОТ отмечались интенсивные ливневые осадки. Необходимо отметить и постоянные причины, которые влияют на эффективность проводимых работ, это:
  1. Углы закрытия для основной РЛС превышают допустимые.
  2. Не надежная радиосвязь КП-ОТ при мощных грозоградовых процессах.

В процессе операции 14 июня наблюдалось 8 зон отражения. Обработано три зоны (1, 4 и 6-я). Израсходовано 18 ракет “Облако” и 20 “ПГИ-М”. Количество реагента внесенного в 1-ю зону — 56 кг, в 4-ю зону — 25.5 кг, а в 6-ю зону — 15.3 кг.

В основном, сезон противоградовых работ проведен успешно с эффективностью защиты 81.3 %.

#### *Литература*

1. Производственный отчет Каларашского противоградового отряда за сезон 1977 года.
2. Материалы воздействий в сезоне 1977 года в Каларашском противоградовом отряде Молдавской ВСБГ.
3. Сулаквелидзе Г. К. Ливневые осадки и град. — М.: Гидрометеоиздат, 1967.

*Білаш В. І.*

### **ПОНЯТТЯ “ІНТЕРВАЛУ НЕВИЗНАЧЕННОСТІ” ТА ПРОБЛЕМА ЙОГО ІСНУВАННЯ ПРИ ПОВІРЦІ ПРИЛАДІВ ВИМІРЮВАННЯ АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ**

*Вступ.* Термін “невизначеність” в останній час все ширше застосовується в усіх галузях виробництва. Поняття “невизначеність” виникло у результаті перевірки засобів вимірювальної техніки (надалі — ЗВТ) атмосферного тиску по робочим еталонам. У свою чергу, робочі еталони повіряються по вихідним

еталонам. На усіх етапах повірки виникають розбіжності, які впливають на достовірність кінцевого результату. Зважаючи на це, краще вказати на інтервал, у якому має знаходитись істинне значення. Цей інтервал і називають “інтервалом невизначеності”, або просто “невизначеністю”.

**Об’єкт, предмет та мета роботи.** Об’єктом дослідження є атмосферний тиск. Предметом дослідження є пошук відносної нульової барометричної позначки для графо-аналітичного (штучного) приведення результатів вимірювання до нормальних умов (надалі — НУ). Такими умовами вважаються показання ЗВТ атмосферного тиску на широті 45”, на рівні моря, при нульовій температурі оточуючого середовища. Мета роботи полягає у пошуку передумов для розробки нової методики повірки ЗВТ атмосферного тиску.

**Огляд стану проблеми.** Метеоспостереження взагалі і метеоспостереження за зміною атмосферного тиску особливо, мають свою специфіку. У приземних шарах атмосфери фізичні явища весь час змінюються тиск залежить від температури, а температура — від масопереносу великих масивів повітря. Тому відслідковувати якийсь один фізичний параметр — тиск, температуру, вологість — можливо лише умовно. Тому тут можна говорити про ідеалізовані умови, тобто про відповідну фізичну модель явища.

Застосування фізичних моделей у гідрометеорології не нове. Наприклад, відомий закон зміни атмосферного тиску з висотою — від 1000 до 15000 метрів над рівнем моря, який отримав назву “Стандартна атмосфера”. У цьому законі значення тиску загальноприйняті, хоча фактично, вони можуть відрізнятися від істинних величин. “Стандартна атмосфера”, як фізична модель, використовується для розрахунку польотів літальних апаратів.

Основна проблема при повірці ЗВТ атмосферного тиску полягає у визначенні атмосферного тиску на висотах від 0 до 1000 м над рівнем моря, бо саме в у цьому інтервалі висот знаходиться більшість метеостанцій України (найнижча (Херсонський маяк) — 2 м, найвища (Плай) — 1330 м над рівнем моря). Саме у цьому діапазоні спостерігаються найбільш інтенсивні зміни атмосферного тиску. Відома формула для обчислення і приведення тиску до нормальних умов [1]:

$$P_0 = Ph \frac{15892(1 + \alpha t) + h}{15892(1 + \alpha t) - h}, \quad (1)$$

де  $P_0$  — тиск на рівні моря;  $Ph$  — тиск на висоті  $h$ ;  $h$  — висота над рівнем моря;  $t$  — середня температура повітря; 15982 і  $\alpha$  — константи [2].

Проте розрахунки за цією формулою не точні, тому що невідомою залишається середня температура повітря. Розрахункові значення атмосферного тиску для висот від 0 до 1000 м без впливу циклону чи антициклону за сталої температури (ідеальна фізична модель) можна отримати, маючи дві вихідні точки: це тиск 760 мм рт.ст. над рівнем моря при нульовій температурі оточуючого середовища і 674 мм рт.ст. — тиск на висоті 1000 м — перша позначка у “Стандартній атмосфері”.

Ідеальну фізичну модель можна реалізувати або лінійною залежністю типу:

$$y = ax + b \quad (2)$$

або по одній з класичних нелінійних залежностей типу:

$$y = a^{(x+b)} \quad (4)$$

$$y = ax^{-b} \quad (5)$$

У формулах (2)-(5) “а”, “b” — константи [2]. З нелінійних залежностей нами була обрана (3), як найпростіша. Після розрахунку коефіцієнтів “а” та “b” формула приймає вигляд:

$$P = \frac{5962279}{H + 7833} \quad (6)$$

Великі числові значення констант у числівнику та знаменнику формули вказують, що отримана нелінійна функція (6) за своїми параметрами наближається до лінійної (2). За розрахунками констант “а” та “b” якої, одержуємо формулу:

$$P = 760 - 0,086H \quad (7)$$

У формулах (6)-(7) “P” — тиск на висоті “H” на рівні моря. Розраховані за формулами (6)-(7) значення тиску, зведено у табл. 1. У першій колонці наведено значення висот з інтервалом 50 м, у другій і третій — тиск у мм рт.ст./гПа, розраховані за формулою (7); у четвертій та п'ятій — тиск у мм рт.ст./гПа, розраховані за формулою (6); у шостій і сьомій — абсолютна похиб-

ка у мм рт.ст./гПа. Окремо виділено висоту, на якій знаходиться лабораторія ГЦТО УкрГМЦ (167 м) Аналізуючи ці данні, робимо висновок, що найкращою для розрахунків тиску є лінійна залежність, тим більше, що на Україні немає повірочних лабораторій, які знаходяться на висотах 300, 500, або 800 м над рівнем моря. Виходячи з наведених данних, розрахунковий тиск за лінійній залежністю для повірочної лабораторії УкрГМЦ (167 м), становитиме 745,6 мм рт.ст., або 994,1 гПа.

Для перевірки практичних розрахунків було використано значення тиску на висотах 40 м (висотна будівля), а також данні метеостанцій Ялта (висота метеомайданчика над рівнем моря 66 м), Ай-Петрі (висота метеомайданчика над рівнем моря 1180 м) і “Стандартної атмосфери”, які наведено у табл. 2.

Розрахунковий градієнт тиску по наведених данних знаходиться у межах 0.076-0,087 (мм рт.ст.)/м, тобто це і є “інтервал невизначеності”.

Для перевірки розрахункової нульової позначки були використані записи зміни атмосферного тиску за допомогою барографа. Спостереження проводились з грудня 2012 р. по грудень 2013 р.

На рис. 1 наведено запис зміни тиску за барографом при проходженні антициклону та циклону.

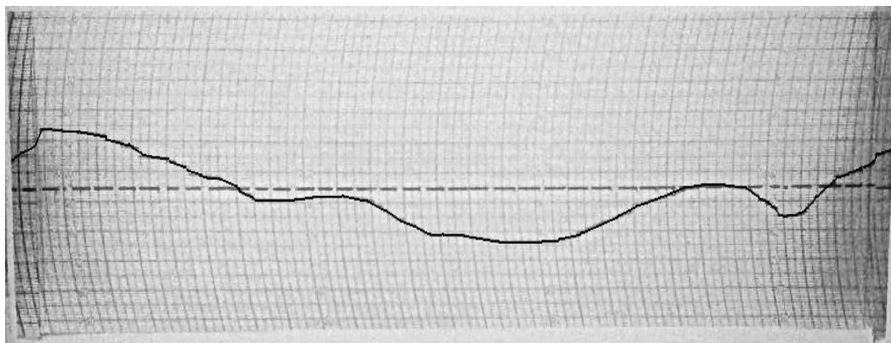


Рис. 1. Запис зміни тиску у антициклоні і циклоні і їх відсутності

З рис. 1 видно, що при розпаді антициклону тиск падає до нульової (для Багринової гори) позначки 745.6 мм рт.ст., а при заповненні циклону — також підвищується до тієї ж позначки, що свідчить про високу вирогідність запропонованої моделі. Нульовій позначці відповідає пунктирна лінія. Не точне співпадіння з

нею тиску при переході від антициклону до циклону вказує на падіння чутливості барографа при наближенні до нуля. Теж саме спостерігається і у інших приладах вимірювання, наприклад, у електричних. Сезонні зміни тиску, як видно із запису, не впливають на нульову позначку; вони впливають лише на амплітуду і тривалість існування циклону, чи антициклону.

Таким чином, нова методика повірки ЗВТ атмосферного тиску має враховувати штучну нульову відмітку для кожної повірочної лабораторії і може бути представлена у наступній послідовності:

1. На графік наноситься лінійна (або нелінійна) залежність тиску від висоти.
2. На цій прямій (або кривій) виділяється точка, якій відповідає висота над рівнем моря і розрахунковий тиск. (Для повірочної лабораторії УкрГМЦ на Багриновій горі Києві — це 167 м над рівнем моря; тиск 745,6 мм рт. ст.).
3. На графік наносимо повірочну криву вихідного еталону за Держаним еталоном.
4. Наносимо повірочну криву ЗВТ атмосферного тиску по вихідному еталону.
5. Штучно приводимо усі повірочні криві до нормальних умов (НУ), шляхом їх графічного підняття до позначки 760 мм рт. ст.
7. Обчислюємо похибку і вносимо її у сертифікат, повірки приладу.

*Мета подальших досліджень.* Нами було проведено дослідження для однієї конкретної повірочної лабораторії, але для узагальнення результатів і розробки універсальної методики повірки, необхідно провести аналогічні спостереження як на високогірних метеостанціях (Плай — 1330 м над рівнем моря), так і на розташованих на рівні моря. Такі данні були б цікаві та корисні для зльотно — посадкових смуг аеропортів України (станцій АМСЦ), які розташовані на різних висотах над рівнем моря, для коригування процесу посадки повітряних суден.

#### *Висновки.*

1. Метеостанції України оснащено як сучасними ЗВТ атмосферного тиску, електронними барометрами, так і застарілими — ртутними барометрами, та барометрами-анероїдами, які потребують періодичної повірки.

Таблиця 1.

Розрахунок тиску над рівнем моря у відсутності впливу циклону чи антициклону. Порівняльні характеристики\*\*

| Висота над рівнем моря, м | Розрахунковий тиск по лінійній залежності |         | Розрахунковий тиск по нелінійній залежності |         | Абсолютна похибка |       |
|---------------------------|---|---------|---|---------|-------------------|-------|
|                           | мм рт. ст.                                | гПа     | мм рт. ст.                                  | гПа     | мм рт. ст.        | гПа   |
| -200                      | 777,2                                     | 1036,18 | 779,92                                      | 1039,81 | -2,72             | -3,63 |
| -150                      | 772,9                                     | 1030,45 | 774,85                                      | 1033,05 | -1,95             | -2,6  |
| -100                      | 768,6                                     | 1024,71 | 769,84                                      | 1026,37 | -1,24             | -1,66 |
| -50                       | 764,3                                     | 1018,98 | 764,90                                      | 1019,78 | -0,60             | -0,80 |
| 0                         | 760,0                                     | 1013,25 | 760,02                                      | 1013,27 | -0,02             | -0,03 |
| 50                        | 755,7                                     | 1007,51 | 755,20                                      | 1006,85 | 0,50              | 0,66  |
| 100                       | 751,4                                     | 1001,78 | 750,44                                      | 1000,51 | 0,96              | 1,27  |
| 167                       | 745,63                                    | 994,10  | 744,16                                      | 992,13  | 1,48              | 1,97  |
| 200                       | 742,8                                     | 990,32  | 741,11                                      | 988,06  | 1,69              | 2,26  |
| 250                       | 738,5                                     | 984,58  | 736,53                                      | 981,95  | 1,97              | 2,63  |
| 300                       | 734,2                                     | 978,85  | 732,00                                      | 975,92  | 2,20              | 2,93  |
| 350                       | 729,9                                     | 973,12  | 727,53                                      | 969,96  | 2,37              | 3,16  |
| 400                       | 725,6                                     | 967,38  | 723,11                                      | 964,07  | 2,49              | 3,32  |
| 450                       | 721,3                                     | 961,65  | 718,75                                      | 958,25  | 2,55              | 3,40  |
| 500                       | 717,0                                     | 955,92  | 714,44                                      | 952,50  | 2,56              | 3,41  |
| 550                       | 712,7                                     | 950,19  | 710,18                                      | 946,83  | 2,52              | 3,36  |
| 600                       | 708,4                                     | 944,45  | 705,97                                      | 941,21  | 2,43              | 3,24  |
| 650                       | 704,1                                     | 938,72  | 701,81                                      | 935,67  | 2,29              | 3,05  |
| 700                       | 699,8                                     | 932,99  | 697,70                                      | 930,19  | 2,10              | 2,80  |
| 750                       | 695,5                                     | 927,25  | 693,64                                      | 924,77  | 1,86              | 2,48  |
| 800                       | 691,2                                     | 921,52  | 689,62                                      | 919,42  | 1,58              | 2,10  |
| 850                       | 686,9                                     | 915,79  | 685,65                                      | 914,13  | 1,25              | 1,66  |
| 900                       | 682,6                                     | 910,06  | 681,73                                      | 908,90  | 0,87              | 1,16  |
| 950                       | 678,3                                     | 904,32  | 677,85                                      | 903,72  | 0,45              | 0,60  |
| 1000                      | 674,0                                     | 898,59  | 674,02                                      | 898,61  | -0,02             | -0,02 |
| 1050                      | 669,7                                     | 892,86  | 670,22                                      | 893,56  | -0,52             | -0,70 |
| 1100                      | 665,4                                     | 887,12  | 666,47                                      | 888,56  | -1,07             | -1,43 |
| 1150                      | 661,1                                     | 881,39  | 662,77                                      | 883,61  | -1,67             | -2,22 |
| 1200                      | 656,8                                     | 875,66  | 659,10                                      | 878,72  | -2,30             | -3,07 |
| 1250                      | 652,5                                     | 869,93  | 655,47                                      | 873,89  | -2,97             | -3,96 |

\*\*Примітки:

Курсивом позначено максимальні величини абсолютної похибки. Зміна знаку вказує на перетин лінійної і нелінійної функції у точках 40 і 970 м над рівнем моря. Виділена строка відповідає висоті, на якій знаходиться повірочна лабораторія ГЦТО УкрГМЦ.



Таблиця 2.

Контрольні значення тиску (мм рт.ст.) для різних висот

| Висота, м       | 0   | до 40 | до 70      | 1000 | до 1200      |
|-----------------|-----|-------|------------|------|--------------|
| Будівля         | 743 | 734   |            |      |              |
| м. Ялта         |     |       | 758,9; 759 |      |              |
| “Ст. атмосфера” |     |       |            | 674  |              |
| м. Ай-Петрі     |     |       |            |      | 663,1; 663,4 |



Рис. 2. Повірювальний комплекс барометрів БАР

2. За старими методиками ртутні барометри повірялись за контрольним ртутним, шляхом порівняння при температурі  $20 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
3. Оскільки у сучасних повірочних лабораторіях у якості робочих еталонів застосовуються електронні ЗВТ, повірка за старими методиками дає суттєві похибки і виникає необхідність у розробці нових методик.
4. Калібрування сучасних ЗВТ атмосферного тиску перед повіркою має здійснюватись не за поточним атмосферним тиском, як це робилось раніше, а за штучним нульовим
5. Штучна нульова позначка є константою для кожної окремої лабораторії повірки.

### *Література*

1. Кедроліванский В. Н. Метеорологические приборы. — Л.: Гидрометеоздат, 1947. — 437 с.
2. Выгодский М. Я. Справочник по элементарной математике. — М.: Гос. изд-во технико-технической литературы, 1955. — 412 с.

### *Резюме*

На метеостанціях України ще у великій кількості знаходяться застарілі ртутні ЗВТ атмосферного тиску, а також анероїди, періодична повірка яких здійснюється за допомогою сучасних електронних робочих еталонів. При приведенні результатів повірки до нормальних умов (НУ), виникає невизначеність, яка може бути зменшена при розробці нової методики повірки.

*Лебедєв О. А., Полетаєва Л. М.*

### **СІЛЬСЬКИЙ ЗЕЛЕНИЙ ТУРИЗМ: СУТНІСТЬ, ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРЕВАГИ**

*Вступ.* Сільський зелений туризм — явище для України нове та неординарне. Фахівці досі сперечаються щодо таких понять як сільський туризм, екотуризм, агротуризм, зелений туризм, фермерський туризм, екоагротуризм і також багато авторів розуміють одне і теж під різними поняттями.

У законопроекті України “Про сільський зелений туризм” [1] наведено визначення сільського зеленого туризму як виду туризму, який передбачає тимчасове перебування туристів у сільській місцевості (селі) для відпочинку та отримання ними послуг сільського зеленого туризму. До послуг сільського зеленого туризму належить діяльність членів особистого сільського господарства, власників котеджів, міні-готелів у сільській місцевості з надання послуг бронювання, розміщення, харчування, інформаційного обслуговування та інших послуг, які спрямовані на задоволення потреб туристів.

*Актуальність.* Пріоритетність розвитку сільського зеленого туризму в Україні зумовлюється нагальною необхідністю невідкладного розв’язання соціально-економічних проблем сучасного українського села.

*Матеріали та методи дослідження.* Наукові статті, експертні оцінки, статистичні данні, публікації.

**Виклад основного матеріалу.** Згідно визначення Міжнародної спілки екотуризму, сільський зелений туризм визначається як спрямована мандрівка в сільську місцевість з метою ознайомлення з місцевою культурою та історією природного середовища, яка не порушує цілісності екосистеми, при цьому робить охорону природних ресурсів вигідною для сільських мешканців [2].

Експерти Всесвітньої туристичної організації визначають сільський зелений туризм як складну багатоаспектну діяльність, що включає пішохідні та кінні прогулянки, полювання і риболовлю, гірські походи й альпінізм, спортивні та оздоровчі поїздки [3].

Міжнародний Союз охорони природи визначає даний вид туризму як мандрівку з відповідальністю перед навколишнім середовищем по відносно незайманих територіях з метою вивчення і насолоди природою, що сприяє її охороні, чинить “м’який” вплив на навколишнє середовище, забезпечує активну соціально-економічну участь місцевих мешканців у збереженні природи та отриманні ними переваг від цієї діяльності [2].

Основні переваги сільського зеленого туризму для господарств, що надають послуги в даній сфері:

- додатковий дохід у позааграрній діяльності;
- активізація підприємницької діяльності селянської родини;
- особистий розвиток родини (готуючись приймати і обслуговувати відпочивальників, члени селянських родин мимоволі змушені поповнювати свої знання з ведення домашнього господарства, гігієни і санітарії, кулінарії тощо, а спілкування з гостями розширює їх кругозір, дає змогу зав’язати нові знайомства, завести друзів в інших населених пунктах);
- використання вільних засобів господарства;
- естетичний і культурний розвиток членів сім’ї;
- розвиток інфраструктури села.

Розвиток сільського зеленого туризму спонукає до покращання благоустрою сільських садиб, вулиць, сіл в цілому; стимулює розвиток соціальної інфраструктури. Звичайно, на перших етапах приймання і обслуговування відпочивальників відбувається на базі існуючого житлового фонду з використанням місцевих рекреаційних та інфраструктурних ресурсів. Але з певним надходженням коштів від цієї діяльності починаються робити вкладення у поліпшення комунального облаштування житла, вулиць.

На нашу думку, в той же час, сільський зелений туризм несе ряд перспектив для сільської громади, на базі якої надаються ці послуги:

- підвищення рівня зайнятості сільського населення;
- активізація торгівлі;
- збереження і розвиток культурної та історичної спадщини села.

Сільський зелений туризм чинить позитивний вплив на відродження, збереження і розвиток місцевих народних звичаїв, промислів, пам'яток історико-культурної спадщини. Проявляючи інтерес до цих надбань народної культури, мешканці міст під час відпочинку на селі розкривають місцевим жителям їхню справжню цінність, популяризують їх у своїх краях і, таким чином, допомагають їх збереженню морально, а подекуди й матеріально.

Сільське населення України здатне отримувати доходи у сфері сільського туризму від таких видів діяльності, як:

- облаштування туристичних маршрутів;
- облаштування й експлуатація стоянок для туристів;
- робота гідом чи екскурсиводом;
- транспортне обслуговування туристів;
- егерська діяльність (полювання, аматорське та спортивне рибальство);
- прокат туристичного спорядження;
- послуги приймання туристів;
- підготовка культурних програм;
- виробництво та реалізація туристам екологічно чистих продуктів харчування;
- реалізація туристам ягід та грибів.

Споживачі послуг сільського зеленого туризму мають також значну кількість переваг від використання можливостей даного виду відпочинку, а саме:

- активний відпочинок “на природі”;
- навчання виробництву продукції на селі, набуття нових умінь;
- вживання натуральних страв;
- пізнання культури регіону;
- безпосереднє спілкування з місцевими жителями.

Пріоритетність розвитку сільського зеленого туризму в усіх регіонах України зумовлена такими обставинами:

1. Розвиток сільського зеленого туризму стимулює мале підприємництво, важливе для оздоровлення економіки аграрних районів країни.

2. Регіони України володіють малоосвоєним рекреаційним потенціалом, що потребує пошуку альтернативних та ефективних стимулів для його раціонального використання у відпочинково-туристичних цілях.
3. Створення та розвиток агрорекреаційного сервісу вирішує низку напружених соціальних проблем багатьох регіонів, зокрема, масового безробіття, закордонного заробітчанства тощо.
4. Збережена етнокультурна самобутність історичних країв нашої держави виступає ексклюзивною, міжнародно-туристичною, конкурентною перевагою, що дозволить Україні бути серед основних осередків розвитку сільського туризму в Європі [4].

Темпи зростання сільського зеленого туризму оцінюються від 10-20 до 30 % на рік, а його частка в доходах від міжнародного туризму сягає 10-15 %. Ринок сільського туризму в нашій державі знаходиться на стадії становлення. Кількість господарств, що працюють на цьому ринку незначна. На сьогоднішній день — це райони, що мають для цього соціально-економічні передумови — Українські Карпати, Слобожанщина, Полісся, Поділля.

Український ринок потенційно здатний прийняти й розмістити на селі близько 150 тис. “зелених” туристів.

Висновки. Сьогодні в Україні формується розуміння сільського зеленого туризму як специфічної форми відпочинку на селі з можливістю ефективного використання природного, матеріального і культурного потенціалу регіонів. Сільський туризм виступає важливим чинником стабільного динамічного збільшення надходжень до бюджету, активізації розвитку багатьох галузей економіки (транспорт, торгівля, зв'язок, будівництво, сільське господарство тощо). Сільський відпочинок в Україні за рахунок збереження етнографічної самобутності повинен набути національного значення.

### *Література*

1. Проект Закону України “Про сільський зелений туризм” від 12.04.2007 № 3467 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://tourlib.net/zakon/pro\\_siltur.htm](http://tourlib.net/zakon/pro_siltur.htm).
2. Ecotourism Society, 1994. Western D. Definihg Ecotourism. In: Ecotourism: A Guide for Planners and Managers The Ecotourism Socierty, North Benningtoh, USA, 1993.

3. Рутинський М. Й. Зелений туризм / М. Й. Рутинський, ІЮ. В. Зінько. — К.: Знання, 2008. — 271 с.
4. Developing a National Ecological Network [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.iucn.org/>
5. Малік М. Й., Забуранна Л. В. Сільський аграрний туризм як чинник розвитку сільських територій України // Економіка АПК: Міжнародний науково-виробничий журнал. — 2012. — № 5. — С. 110-115.

#### *Резюме*

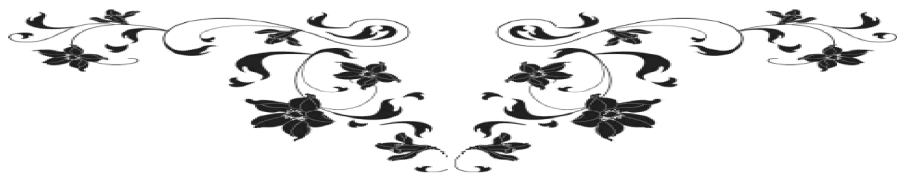
У статті досліджено сутність сільського зеленого туризму, його переваги, сучасний стан та розвиток сільського зеленого туризму як один із секторів туристичної сфери України.

## НАШИ ЮБИЛЯРЫ

---

---

- 08.01.14** - *Чемпоаш Д. И.*, начальник МС Болград - 60 лет
- 20.01.14** - *Гайворонская Р. И.*, начальник МС Сарата - 70 лет
- 10.02.14** - *Чванова О. П.*, техник-метеоролог I кат. сектора наблюдений отдела метеорологии ГМЦ ЧАМ - 50 лет
- 14.02.14** - *Скрыпник В. В.*, инженер-электроник I кат. регионального центра ГМЦ ЧАМ - 60 лет
- 20.02.14** - *Приказчикова Л. С.*, зав. сектором ГМ п. Южный - 60 лет
- 04.03.14** - *Москалюк Г. А.*, техник-метеоролог сектора наблюдений и информации АМСГ Одесса - 50 лет
- 10.04.14** - *Лысак В. Д.*, техник-агрометеоролог МС Сербка - 60 лет
- 11.04.14** - *Ересько Г. К.*, техник-метеоролог МГП Паромная переправа ГМБ Ильичевск - 60 лет
- 11.06.14** - *Пестова С. Ю.*, техник-агрометеоролог МС Раздельная - 70 лет
- 30.07.14** - *Макарова О. С.*, ст. оператор ЭВМ регионального центра ГМЦ ЧАМ - 60 лет
- 19.10.14** - *Гардецкая Т. И.*, оператор ЭВМ сектора приема и обработки спутниковой информации регионального центра ГМЦ ЧАМ - 50 лет
- 26.11.14** - *Бугаенко В. Д.*, зав. сектором наблюдений о-ва Змеиный - 60 лет



## НАШИ АВТОРЫ

---

---

- **Билаш В. И.**, Лаборатория поверки приборов атмосферного давления ГЦТО УкрГМЦ
- **Бучка А. В.**, магистр каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- **Войтюшенко В. И.**
- **Гرابко Н. В.**, ст. преподаватель каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- **Гурик Я. О.**, магистрант каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- **Гурская Л. М.**, ст. преподаватель каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- **Дегтярева Л. Н.**, канд. географ. наук, сотрудник НИС ОГЭКУ (Одесса)
- **Деревяга А. А.**, магистрант каф. физики атмосферы и климатологии ОГЭКУ (Одесса)
- **Евглевская А. М.**, магистр каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- **Журба А. С.**
- **Замфрiров О. В.**, студент ОГЭКУ (Одесса)
- **Зинченко М. М.**, преподаватель Государственного аграрного техникума (Белгород-Днестровский)
- **Ивус Г. П.**, канд. географ. наук, профессор, зав. каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭКУ (Одесса)
- **Ильина В. Г.**, канд. географ. наук, доцент каф. прикладной экологии ОГЭКУ (Одесса)
- **Корбан В. Х.**, доктор тех. наук, зав. каф. экспериментальной метеорологии ОГЭКУ (Одесса)
- **Корбан Д. В.**
- **Лебедев О. А.**, магистр ОГЭКУ (Одесса)



- *Макарова О. В.*, магистр каф. прикладной экологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Нажмудинова О. М.*, канд. географ. наук, доцент каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭкУ (Одесса)
- *Недострелова Л. В.*, ст. преподаватель каф. физики атмосферы и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Плужниченко А. В.*, инженер-синоптик Учебного бюро прогнозов ОГЭкУ (Одесса)
- *Полетаева Л. Н.*, канд. географ. наук, доцент, директор центра последипломного образования ОГЭкУ (Одесса)
- *Савтер Л. А.*, ведущий инженер отдела метеорологических прогнозов ГМЦ ЧАМ (Одесса)
- *Семергей-Чумаченко А. Б.*, канд. географ. наук, доцент каф. теоретической метеорологии и метеорологических прогнозов ОГЭкУ (Одесса)
- *Скус В. В.*, магистр каф. прикладной экологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Собченко А. Ю.*, аспирант каф. физики атмосферы и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Фролова Н. М.*, ассистент каф. прикладной экологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Хоменко И. А.*, доцент каф. физики атмосферы и климатологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Чугай А. В.*, канд. географ. наук, доцент каф. прикладной экологии ОГЭкУ (Одесса)
- *Шанина Т. П.*, канд. хим. наук, доцент каф. прикладной экологии ОГЭкУ (Одесса)

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>Савтер Л. А.</b><br>Гідрометеорологічне забезпечення<br>морських галузей економіки України у 2014 році .....   | 4  |
| <b>Савтер Л. А.</b><br>Стихійні гідрометеорологічні явища,<br>що спостерігались на акваторії<br>Чорного та Азовського морів в 2014 р. ....  | 13 |
| <b>Корбан В. Х., Дегтярева Л. Н., Корбан Д. В.,<br/>Войтюшенко В. И., Журба А. С., Сытов В. Н.</b><br>Радиолокационный контроль<br>экологического состояния атмосферы .....         | 17 |
| <b>Грабко Н. В., Фролова Н. М.</b><br>Фізіологічна повноцінність питної води бюветного<br>водопостачання м. Одеси і захворюваність<br>населення на хвороби системи кровообігу ..... | 26 |
| <b>Чугай А. В., Євглевська А. М.</b><br>Аналіз забрудненості ґрунтів<br>Миколаївської області важкими металами .....  | 34 |
| <b>Макарова О. В., Ільїна В. Г.</b><br>Моделювання забруднення ґрунтово-рослинного<br>покриву Херсонської області важкими металами .....  | 38 |
| <b>Гурик Я. О., Ільїна В. Г.</b><br>Моделювання забруднення ґрунтів<br>Вінницької області пестицидами .....   | 44 |
| <b>Скус В. В., Ільїна В. Г.</b><br>Оцінка агроекологічного потенціалу<br>ґрунтів Черкаської області .....   | 53 |
| <b>Бучка А. В., Шаніна Т. П.</b><br>Класифікація електронних відходів як складова<br>розробки ефективної системи поводження з ними .....  | 63 |
| <b>Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Замфріров О. В.</b><br>Коротка характеристика вітрового режиму<br>півдня Одеської області у 2005-2013 рр. ....                             | 73 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Івус Г. П., Гурська Л. М., Плужніченко А. В.</b><br>Вплив циркуляції атмосфери на погодні умови<br>північно-західного Причорномор'я .....         | <b>80</b>  |
| <b>Собченко А. Ю.</b><br>Сравнительный анализ ветроэнергетических<br>ресурсов природных зон Украины .....  | <b>87</b>  |
| <b>Хоменко І. А., Дерев'яга О. О.</b><br>Зміни максимальних температур повітря<br>в місті Одеса в контексті сучасних змін клімату .....              | <b>96</b>  |
| <b>Нажмудінова О. М.</b><br>Характеристики повторюваності опадів<br>на території України у 2009-2013 рр. ....  | <b>106</b> |
| <b>Недострелова Л. В.</b><br>Кліматичні показники розподілу<br>снігового покриву .....   | <b>115</b> |
| <b>Зинченко М. М.</b><br>Неудачный опыт .....  | <b>125</b> |
| <b>Білаш В. І.</b><br>Поняття “інтервалу невизначенності”<br>та проблема його існування при повірці<br>приладів вимірювання атмосферного тиску ..... | <b>131</b> |
| <b>Лебедєв О. А., Полетасєва Л. М.</b><br>Сільський зелений туризм:<br>сутність, особливості та переваги .....                                       | <b>138</b> |
| <b>НАШИ ЮБИЛЯРЫ</b> .....  | <b>143</b> |
| <b>НАШИ АВТОРЫ</b> .....   | <b>144</b> |

ФОП Попова  
Тираж 50 экземпляров  
65010, г. Одесса, ул. Палубная 9/4  
тел/факс: (048) 714-91-71